

Möjligheter med RFID inom byggbranschen

-
Nyckelpunkter för en implementering inom materialhanteringsprocessen



Lukas Nowikowski & Helena Kranjcec

Examensarbete inom Väg- och Vattenbyggnadsprogrammet

Lunds Tekniska Högskola
Institutionen för teknisk ekonomi och logistik

Titel: Möjligheter med RFID inom byggbranschen
 – Nyckelpunkter för en implementering inom
 materialhanteringsprocessen

Författare: Lukas Nowikowski & Helena Kranjcec

ISRN LUTMDN/TMTP--5704--SE

Sammanfattning

- Titel:** Möjligheter med RFID inom byggbranschen
– Nyckelpunkter för en implementering inom materialhanteringsprocessen
- Författare:** Lukas Nowikowski & Helena Kranjcec
- Handledare:** Fredrik Friblick, Institutionen för teknisk ekonomi och logistik,
Lunds Tekniska Högskola
Mattias Olander, Prolog Bygglogistik AB
- Syfte:** Syftet med detta examensarbete är att undersöka möjligheterna att implementera en RFID-baserad teknologi i byggbranschens godsmottagningskedje. Syftet är även att utföra observationer i samband med tidsstudier för att ta reda på om en RFID-implementering är tillräcklig under godsmottagningskedjet, eller om det krävs en implementering i en hel supply chain.
- Problemställning:** På vilket sätt kan godsmottagningskedjet förbättras? Är det möjligt och är det då lönsamt med en implementering av RFID under godsmottagningskedjet? Finns det någon tidsmässig skillnad i samband med en godsmottagning med och utan RFID? Vem eller vilka aktörer behöver vara delaktiga för att RFID ska fungera framgångsrikt? Vilka förbättringsmöjligheter kan en RFID-baserad teknologi införa under godsmottagningskedjet samt i en byggrelaterad supply chain? Hur kan en byggrelaterad RFID implementerad supply chain se ut? Finns det skillnader i materialanskaffningsprocessen med och utan RFID?
- Metod:** Hermeneutiken har satt en stark prägel på vårt examensarbete då den utgår ifrån tolkningslära. Vi kommer att tolka, studera och få förståelse för vårt ämne. Inledningsvis kommer vårt examensarbete att präglas utav kvalitativa studier som sedan kommer att övergå till kvantitativa. Den utforskande delen kommer att påbörjas i tidigt skede för att inhämta så mycket information om vårt ämne som möjligt. Avslutningsvis kommer vi att avrunda med den normativa studien för att ge förslag på åtgärd.

Slutsatser: För att en implementering av en RFID-baserad teknologi ska vara lönsam och genomförbar krävs det att man implementerar RFID i en hel supply chain. Vi har valt att kalla det för en RFID-baserad supply chain, *Rsc*.

För att uppnå framgång med tekniken och en *Rsc* krävs det att man redan i början av ett projekt skapar en ledningsgrupp som är ansvarig för att upprätta en *Rsc*. Vi anser att det är byggtreprenören som ska vara ledande och drivande i att införa en *Rsc*. Byggtreprenören ska även initiera och ansvara för att en ledningsgrupp skapas och att relationerna mellan aktörerna definieras.

Nyckelpunkterna för att uppnå en RFID-baserad supply chain är:

- Skapa en ledningsgrupp som är ansvariga för upprättandet av en *Rsc*
- Definiera och strukturera relationerna och ansvarsområden mellan alla aktörer
- Upprätta och implementera ett RFID-system

Nyckelord: RFID, supply chain, godsmottagningskedje, flödesprocesser, materialanskaffningsprocessen, relationer, elektroniskt informationsutbyte, kommunikation, realtid.

Abstract

- Title:** The possibilities with RFID within the construction industry – Key points for an implementation in a material handling process
- Authors:** Lukas Nowikowski & Helena Kranjcec
- Supervisors:** Fredrik Friblick, Department of Industrial Management & Logistics, Lund University
Mattias Olander, Prolog Bygglogistik AB
- Purpose:** The purpose of this master thesis is to explore the possibility of implementing an RFID-based technology in a goods reception stage in the construction industry. The aim is also to make observations in relation to time studies to determine if an RFID implementation is sufficient within the goods reception stage, or whether an implementation is required in an entire supply chain.
- Problem statements:** How can the goods reception stage improve? Is it possible and is it profitable with an implementation of RFID in goods reception stage? Is there a temporal difference in the relation of a goods reception stage with and without RFID? Who or which players need to be involved to make RFID work successfully? What improvement opportunities can an RFID-based technology introduce to the goods reception stage and in a construction related supply chain? How can a construction-related RFID implemented supply chain look like? Are there differences in the material procurement process with and without RFID?
- Method:** Hermeneutics has put a strong imprint on our master thesis since it is based on an interpretation theory. We will interpret, study and try to obtain a better understanding of our subject. Initially our master thesis is going to be marked with qualitative studies which will further move on to quantitative studies. The exploration component will begin in an early stage to gather as much information about our subject as possible. Finally, we will round of with a normative study to provide suggestions for action.

Conclusion: For an implementation of an RFID-based technology to be profitable and viable it is necessary to implement RFID across an entire supply chain. We have chosen to call it an RFID-based supply chain, *Rsc*.

To achieve success with the technology and an *Rsc* the project should begin with a creation of a management team that is responsible for setting up an *Rsc*. We believe that it is the construction contractor who should be the leading and driving force behind the introduction of an *Rsc*. The construction contractor should also initiate and be responsible for the creation of a management team and for defining the relations between actors within an *Rsc*.

The key points to achieve an RFID-based supply chain are:

- Create a management team that is responsible for establishing an *Rsc*
- Define and structure the relations and responsibilities between all actors
- Establish and implement an RFID-system

Keywords: RFID, supply chain, goods reception stage, workflow processes, material procurement process, relationships, electronic exchange of information, communication, real time.

Förord

Detta examensarbete är ett avslutande moment i vår utbildning på Väg- och vattenbyggnadsprogrammet. Det har skrivits för institutionen för Teknisk ekonomi och Logistik i samråd med Prolog Bygglogistik AB.

Vi skulle vilja rikta ett stort tack till vår handledare Mattias Olander på Prolog Bygglogistik AB samt vår handledare på Lunds Tekniska Högskola Fredrik Friblick. Vidare skulle vi även vilja tacka de byggföretag, Peab, Skanska, N.E.Persson och MVB, som varit indirekt delaktiga i vårt examensarbete då de låtit oss besöka deras byggarbetsplatser för att utföra våra mätningar.

Malmö, 2010-05-01

Lukas Nowikowski & Helena Kranjcec

Innehållsförteckning

	Sammanfattning	3
	Abstract	5
	Förord	7
	Innehållsförteckning	9
	Figurförteckning	13
1	Inledning	17
1.1	Bakgrund	17
1.2	Syfte	18
1.3	Problemformulering	18
1.4	Mål	18
1.5	Fokus	18
1.6	Målgrupp	18
2	Metodik	19
2.1	Kvantitativa och kvalitativa forskningsmetoder	19
2.2	Induktion, Deduktion & Abduktion	20
2.3	Explorativa, explanativa & normativa studier	21
2.4	Reliabilitet & Validitet	22
2.5	Hermeneutik	23
2.6	Positivism	23
2.7	Systemteori	24
2.8	Intervjuer	24
3	RFID (Radio Frekvens IDentifikation)	25
3.1	När, var och hur?	25
3.1.1	RFID i Sverige	29
3.2	RFID-system	30
3.2.1	Tagg	30
3.2.2	EPC (Electronic Product Code)	33
3.2.3	Läsare/Scanner	34

4	Teori	35
4.1	Supply Chain Management i samband med RFID	35
4.1.1	Supply Chain Management Processer och användandet av RFID	36
4.1.2	RFID i affärsverksamhet	38
4.1.3	RFID:s värde i affärsverksamhet	38
4.2	IoT (Internet of Things)	40
4.3	Push & Pull	42
4.4	Just-in-Time (JiT)	43
4.5	Lean	44
4.6	QR (Quick Response)	47
4.7	CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment)	48
4.8	APD-plan (Arbetsplatsdispositionsplan)	49
4.9	Materialanskaffningsprocessen	50
4.9.1	Specificering av inköpsbehov	50
4.9.2	Upphandling	50
4.9.3	Inköpsorder	51
4.9.4	Orderbekräftelse	51
4.9.5	Leveransbevakning	51
4.9.6	Leveransavisering	52
4.9.7	Leveransmottagning	52
4.10	M-ConRDSCM (Mobile Construction RFID-based Dynamic Supply Chain Management)	52
4.10.1	Fallstudie med M-ConRDSCM	56
4.11	COO modell för ett RFID-baserat logistiskt system	57
4.11.1	Infrastructure construction cost	58
4.11.2	Logistics processing cost	59
4.11.3	Yield loss cost	60
5	Empiri	63
5.1	Tidsstudier – Godsmottagning	63
5.1.1	Viktoria Park	64
5.1.2	Hjularöd	71
5.1.3	Kvarteret Gryningen 2	73
5.1.4	Kvarteret Astern	79
5.1.5	Höjagård	83
5.1.6	Värpinge gård	87
5.2	Tidsstudier – Godsmottagning – Resultat	90
5.3	Utvecklingsprojekt med RFID	92
5.3.1	Pilotstudie – Värpinge Gård	94
5.3.2	Pilotstudie – Kvarteret Astern	96
6	Tidigare utförda tidsstudier	101
6.1	Rapport med tidsstudier från 1972	101
6.2	Rapport med tidsstudier från 2007	102

7	Analys & Slutsats	103
7.1	Godsmottagningsprocessen	103
7.1.1	Godsmottagningsprocess utan RFID	103
7.1.2	Godsmottagningsprocess med RFID	108
7.1.3	Tidsstudier	109
7.2	RFID-baserad supply chain	111
7.2.1	Relationer	111
7.2.2	RFID-system	111
7.2.3	Materialanskaffningsprocess	114
7.3	Nyckelpunkter	118
8	Diskussion	119
	Källförteckning	121
	Litteratur	121
	Vetenskapliga artiklar	122
	Elektroniska källor	123
	Föredrag	124

Figurförteckning

Figur 1. Relationen mellan teori och verklighet.	21
Figur 2. Radar	26
Figur 3. Intel 4004 mikroprocessor	27
Figur 4. En principiell bild över ett RFID system	30
Figur 5. Passiva taggar	31
Figur 6. Aktiva taggar	32
Figur 7. Electronic Product Code	33
Figur 8. Handscanner	34
Figur 9. Typ av kedjor/nätverk	39
Figur 10. En ny form av kommunikation	40
Figur 11. Internet of Things	41
Figur 12. Illustration av Push- och Pullbaserad styrning	43
Figur 13. Slöseri	45
Figur 14. Lean-tempel	46
Figur 15. Generell materialanskaffningsprocess	50
Figur 16. Översikt av ett M-ConRDSCM system	53
Figur 17. Exempel på Lagerhanteringsmodul i PDA:n	55
Figur 18. Medelvärde av resultaten av fallstudien	57
Figur 19. COO modell för ett RFID logistiskt system	58
Figur 20. Infrastructure construction cost, ICC	58
Figur 21. Logistics processing cost, LPC	60
Figur 22. Yield loss cost, YLC	61
Figur 23. Viktoria Park i Limhamn	64
Figur 24. APD-Plan, Viktoria Park	65
Figur 25. Dörrar staplade på lastpall	66
Figur 26. Godsmottagningstider – Viktoria park, 2010-02-16	66
Figur 27. Undersökning av leverans	67
Figur 28. Inlastningsprocess, Viktoria Park	68
Figur 29. Godsmottagningstider – Viktoria park, 2010-02-19	68
Figur 30. Avlastningsprocess, Viktoria Park	69
Figur 31. Godsmottagningstider – Viktoria park, 2010-02-26	70
Figur 32. Hjularöd i Hörby	71
Figur 33. Godsmottagningstider – Hjularöd, 2010-02-19	72
Figur 34. Kvarteret Gryningen 2 i Lomma	73
Figur 35. Situationsplan, Kvarteret Gryningen 2	74
Figur 36. Gipsskivor på teleskoplastare	74
Figur 37. Godsmottagningstider – Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-22	75
Figur 38. Godsmottagningstider – Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-24	76
Figur 39. Förberedelse inför avlastningsprocess	77
	13

Figur 40. Gipsskivor i väntan på att bli omplacerade	77
Figur 41. Avlastning av gipsskivor	78
Figur 42. Slutlig lagringsplats	78
Figur 43. Godsmottagningstider – Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-26	79
Figur 44. Kvarteret Astern i Åstorp	79
Figur 45. APD-Plan, Kvarteret Astern	80
Figur 46. Avlastningsprocess, Kvarteret Astern	81
Figur 47. Kollin lastad på lastpall	81
Figur 48. Inlastningsprocess, Kvarteret Astern	82
Figur 49. Godsmottagningstider – Kvarteret Astern, 2010-02-24	82
Figur 50. Höjagård i Malmö	83
Figur 51. APD-plan, Höjagård	84
Figur 52. Avlastningsprocess, Höjagård	85
Figur 53. Avtagning av provisorisk vägg	85
Figur 54. Inlastningsprocess, Höjagård	86
Figur 55. Godsmottagningstider – Höjagård, 2010-03-02	86
Figur 56. Värpinge gård i Lund	87
Figur 57. APD-plan, Värpinge gård	88
Figur 58. Markering av avlastningszon	89
Figur 59. Avlastningsprocess, Värpinge gård	89
Figur 60. Godsmottagningstider – Värpinge gård, 2010-03-02	90
Figur 61. Medeltider för dörrar	91
Figur 62. Medeltider för gipsskivor	91
Figur 63. Etikett med RFID-teknologi använd under pilotprojektet	92
Figur 64. Pilotprojektets RFID-system	93
Figur 65. Avlastningsprocess – RFID pilotstudie, Värpinge Gård	94
Figur 66. Ankomstregistrering av kolli genom scanning av RFID-taggar	95
Figur 67. Exempel på inledande bild vid uppstart av scanner samt exempel på gränssnitt av en internetbaserad databas	95
Figur 68. Godsmottagningstider, RFID pilotstudie – Värpinge Gård, 2010-01-28	96
Figur 69. APD-plan, Kvarteret Astern	97
Figur 70. Avlastningsprocess – RFID pilotstudie, Kvarteret Astern	97
Figur 71. Information om kollinnehåll jämförs med packningslista	98
Figur 72. Information på scanner	98
Figur 73. Godsmottagningstider, RFID pilotstudie – Kvarteret Astern, 2010-02-03	99
Figur 74. Godsmottagningstider på Fönster/Dörrar från 1972	101
Figur 75. Godsmottagningstider på Fönster/Dörrar från 2007	102
Figur 76. Viktoria Park i Limhamn	103
Figur 77. Kvarteret Gryningen i Lomma	105
Figur 78. Kvarteret Astern i Åstorp	106
Figur 79. Höjagård i Malmö	106
Figur 80. Värpinge Gård i Lund	107
Figur 81. RFID-system	112
Figur 82. Materialanskaffningsprocessen i en supply chain	114
Figur 83. Materialanskaffningsprocessen i en RFID-baserad supply chain	115
Figur 84. Flödet genom en RFID-baserad supply chain	118

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I dagens byggbransch är RFID-teknologin varken ett omtalat ämne eller en teknik som används i stor omfattning. Det finns inte heller många dokumenterade studier gjorda i Sverige kring RFID i byggbranschen förutom några enstaka rapporter och examensarbeten.

Ett examensarbete från 2006 har utrett möjligheter med RFID, hur aktörer är inställda till RFID-teknologin samt vad som krävs av byggindustrin för att göra ett ökat användande möjligt. 2009 utgavs en rapport där möjligheter med RFID-teknologin kartlagts samt tre huvudområden identifierats där teknologin har potential att växa inom svensk byggindustri. Under rapportens gång har det gjorts intervjuer, studiebesök samt enkätutskick och resultatet blev att RFID-teknologins lönsamhet framhävs, då teknologin utnyttjas inom flera områden samtidigt, personidentifiering, kontroll av verktyg och maskiner samt kontroll av materialleveranserna vid godsmottagningsskedet.

I den svenska byggbranschen fick RFID-teknologin sitt genombrott inom personidentifiering i syfte att framför allt försvåra svartarbete samt att stärka den sunda konkurrensen. På byggarbetsplatser där det införts personidentifiering måste alla individer som vill få tillträde och vistas på byggarbetsplatsen bära så kallade ID-06 brickor. Genom att införa dessa brickor ökar man kontrollen över byggarbetsplatsen, då risken för olyckor minskar samt att man kan hålla obehöriga borta ifrån byggarbetsplatsens område. Vidare har teknologin utvecklats och höjts en nivå då det infördes RFID-taggade verktyg, och även containrar med identifieringskrav för att kunna få tillträde.

För att höja RFID-teknologin i byggbranschen ytterligare en nivå, har ett utvecklingsprojekt i samordning med Prolog Bygglogistik AB introducerats för att undersöka möjligheter med RFID vid kontroll av materialleveranserna vid godsmottagning. I samband med detta utvecklingsprojekt har även detta examensarbete uppkommit för att parallellt med pilotprojektet finna en angreppsvinkel som kan vara användbar inom godsmottagning med RFID-teknologin.

1.2 Syfte

Syftet med detta examensarbete är att undersöka möjligheterna att implementera en RFID-baserad teknologi i byggbranschens godsmottagningskedje. Syftet är även att utföra observationer i samband med tidsstudier för att ta reda på om en RFID-implementering är tillräcklig under godsmottagningskedjet, eller om det krävs en implementering i en hel supply chain.

1.3 Problemformulering

På vilket sätt kan godsmottagningskedjet förbättras? Är det möjligt och är det då lönsamt med en implementering av RFID under godsmottagningskedjet? Finns det någon tidsmässig skillnad i samband med en godsmottagning med och utan RFID? Vem eller vilka aktörer behöver vara delaktiga för att RFID ska fungera framgångsrikt? Vilka förbättringsmöjligheter kan en RFID-baserad teknologi införa under godsmottagningskedjet samt i en byggrelaterad supply chain? Hur kan en byggrelaterad RFID implementerad supply chain se ut? Finns det skillnader i materialanskaffningsprocessen med och utan RFID?

1.4 Mål

Målet med detta examensarbete är att försöka ta fram de nyckelpunkter som är viktiga för att en implementering, av en RFID-baserad teknologi, ska vara lönsam och genomförbar inom materialhanteringsprocessen.

1.5 Fokus

Under detta examensarbete kommer fokus att läggas på att göra utförliga tidsstudier för att få en bättre insikt i de olika processerna i en godsmottagning.

1.6 Målgrupp

Examensarbetet riktar sig till aktörer inom byggbranschen som söker efter sätt att öka lönsamheten och skapa bättre förutsättningar för effektivare processer i en byggrelaterad supply chain.

2 Metodik

2.1 Kvantitativa och kvalitativa forskningsmetoder

Inom metodlära har bland annat två grupper av metoder identifierats, *kvantitativa* och *kvalitativa*. Kvantitativa och kvalitativa metoder kan sammanfattas som metoder för att generera, bearbeta och analysera den information som har insamlats under undersökningens gång. Dessa två metoder skiljer sig inte så markant åt utan har en del gemensamma kännetecken.¹ Vilken av metoderna som används i en studie framgår främst i vilket syfte som studien skall utföras² men även för att besvara frågor så som ”Vad är det vi vill veta? Vilken kunskap söker vi? Vad är detta och vilka är de underliggande mönstren?”³

Kvantitativa studier syftar till forskning med fokus på resultat i form av siffror och statistiska analyser vilket fås genom mätningar vid datainsamlingar. Ett utmärkande drag för den kvantitativa metodiken är att det råder en Jag- Det- relation mellan forskaren och det undersökta objektet.⁴ Då utgår man ifrån en enkelriktad kommunikation där forskaren utför undersökningen helt på sina villkor. Forskaren undersöker objektet ur en åskådares synvinkel där han enbart observerar och gör analyser.⁵

Kvalitativa studier däremot syftar till forskning där införskaffning av data oftast sker med hjälp av verbala hjälpmedel i form av intervjuer men även verbala handlingar i textform som enkäter, brev och artiklar.⁶ Till skillnad från en kvantitativ metod är förhållandet i den kvalitativa metoden mellan forskaren och den undersökta en Jag-Du- relation där interaktion mellan dem är en förutsättning. Detta förhållande uppnås genom att objektet och forskaren utvecklar en nära relation till varandra över en tid i syfte att kunna få en realistisk och trovärdig helhetsbild av den undersökta situation.

¹ H. Andersen (1994), *Vetenskapsteori och metodlära – En introduktion*

² M. Björklund & U. Paulsson, *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*

³ R. Patel & B. Davidson (1991, 2003), *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*

⁴ I. M. Holme & B. K. Solvang (1996), *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*

⁵ H. Andersen (1994), *Vetenskapsteori och metodlära – En introduktion*

⁶ R. Patel & B. Davidson (1991, 2003), *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*

Denna metod används flitigt då en djupgående förståelse för ett specifikt ämne eller händelse vill uppnås.⁷

Under examensarbetet kommer vi både utnyttja kvantitativa samt kvalitativa studier. Insamlandet av information till teorikapitlet kommer att präglas utav en kvalitativ forskningsmetod där relevanta teorier kommer att eftersökas i vetenskapliga artiklar samt litteratur förknippad med det undersökta området. I empirikapitlet kommer både kvalitativa och kvantitativa forskningsmetoder att användas. Intervjuerna kommer att utföras kvalitativt med syfte att få en djupare förståelse för den intervjuades uppfattning inom det undersökta området. Mätdata kommer att insamlas med en kvantitativ forskningsmetod genom olika tidsstudier ute på byggarbetsplatser. Även befintlig mätdata kommer att införskaffas genom en kvalitativ metod för att komplettera den nyinförskaffade mätdata.

2.2 Induktion, Deduktion & Abduktion

Inom vetenskapen finns det två olika vägar att gå för att dra slutsatser gällande relationen mellan teori och empiri; *induktion* och *deduktion*.

Induktion innebär att innan forskaren studerar forskningsobjektet, utförs inte teoretisk research utan istället formuleras en egen teori utifrån den insamlade information och empirin. I detta sammanhang talas det ofta om att teorierna som utformas är ”lokala” teorier vilket innebär att de har sitt ursprung i enskilda fall och avgränsade områden som studerats.

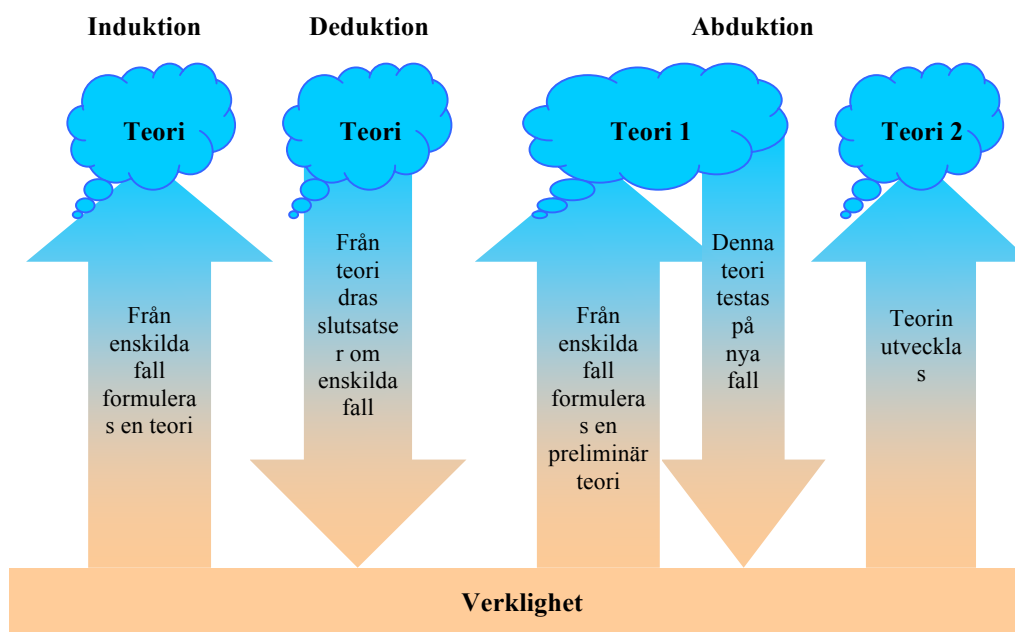
En *deduktiv* arbetsgång utförs tvärt emot en induktiv. En deduktiv arbetsgång kännetecknas av att forskaren drar egna slutsatser utifrån befintliga principer och allmänna teorier. Utifrån dessa slutsatser utförs sedan empiriska experiment för att styrka analysen. Risken för att sätta sin egen prägel på forskningsprocessen är därför mycket liten. Utgången av en deduktiv arbetsgång får på så sätt en mycket objektiv analys. Om forskaren följer den deduktiva arbetsgången slaviskt finns det en risk att han eller hon går miste om många intressanta observationer.

Väljer forskaren att istället kombinera dessa två metoder kallas metoden för *abduktion*.

Abduktion är en kombination av induktiv och deduktiv metod. Först arbetar forskaren induktivt det vill säga tar fram en teori utifrån empirin. Därefter utförs ett experiment utifrån den framtagna teorin, detta är den deduktiva delen där man vill styrka sin teori. Vidare i steg tre så tas en ny teori fram. Det är dock inte en helt ny teori utan en förbättrad teori som bygger på den gamla. En överskådlig sammanställning av induktion, deduktion samt abduktion kan skådas i *Figur 1*.⁸

⁷ I. M. Holme & B. K. Solvang (1996), *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*

⁸ R. Patel & B. Davidson (1991, 2003), *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*



Figur 1. Relationen mellan teori och verklighet.⁹

Detta examensarbete kommer att följa den deduktiva arbetsgången. Relevanta teorier kommer att tas upp och empiriska studier kommer att utföras. Analysen kommer i sin tur att baseras på dessa teorier och studier.

2.3 Explorativa, explanativa & normativa studier

Precis som namnet antyder så utförs *explorativa studier* utforskande. Denna studie går ut på att införskaffa information och få förståelse för ett specifikt område då man har väldigt lite kunskap om ämnet som man senare vill utforska vidare.

Explanativa studier syftar till att beskriva och förklara. Förståelsen och kunskapen går djupare in på än explorativa studier eftersom man i slutändan vill ha en så pass bred grund att stå på för att kunna ge en förklarande bild av studien.

Normativa studier däremot ska resultera i förslag på åtgärder. I denna studie har forskaren också en mycket bred kunskap inom området som utforskas.¹⁰

⁹ R. Patel & B. Davidson (1991, 2003), *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*

¹⁰ M. Björklund & U. Paulsson, *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*



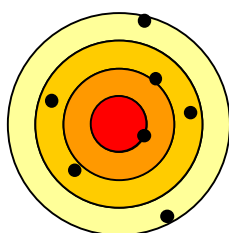
Vi kommer under examensarbetet följa de explorativa och explanativa studiernas gång. Examensarbetet kommer inledas med explorativa studier där vi ger en beskrivning av ämnet. Arbetet kommer sedan att övergå till explanativa studier där vi fördjupar oss i ämnet så att vi har en stabil grund att stå på vid arbetets slutförande. Slutligen kommer vi att övergå till normativa studier då vi tänker ge förslag på åtgärder.

2.4 Reliabilitet & Validitet

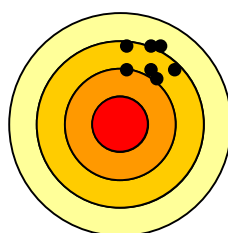
I en undersökning strävar forskaren alltid efter att mätinstrumenten och observationerna ska ge tillförlitliga resultat. Görs mätningarna upprepade gånger på samma mätobjekt bör mätningarna få samma resultat trots att olika metoder har använts. Om varje mätning ger samma resultat så har mätinstrumentet en hög reliabilitet.¹¹ Lämplighet och tillförlitlighet är kraven för reliabla mätinstrument. Uppnås inte kraven får inte forskaren en tillfredsställande och trovärdig studie.¹²

Inom *reliabilitet* finns det två indelningar; intersubjektiv respektive intrasubjektiv reliabilitet. Den intersubjektiva reliabiliteten är ett mått på hur två olika forskare uppnår samma resultat vid mätning av samma objekt. Intrasubjektiv reliabilitet syftar till hur en forskare uppnår samma resultat om mätningen upprepas för ett och samma objekt.¹³

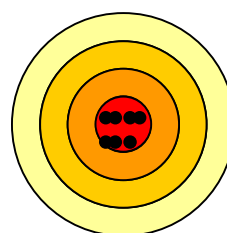
Validitet avser i vilken omfattning det som skall mätas verkligen mäts. Vid en undersökning behöver inte en mätning ha hög validitet samtidigt som den har en hög reliabilitet. För att få en bättre förståelse för vad reliabilitet och validitet är ges nedan ett exempel med en piltavla. Syftet med att kasta pil är att träffa centrum samtidigt som man vill ha träffarna koncentrerade. Tavlans centrum symboliserar det som vill undersökas och träffarnas koncentration symboliserar undersökningens resultat.¹⁴



Piltavla 1



Piltavla 2



Piltavla 3

¹¹ H. Andersen (1994), *Vetenskapsteori och metodlära - En introduktion*

¹² R. Ejvegård (2009), *Vetenskaplig metod*

¹³ H. Andersen (1994), *Vetenskapsteori och metodlära - En introduktion*

¹⁴ M. Björklund & U. Paulsson (2003), *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*

Piltavla 1. Exempel på en låg reliabilitet samt en låg validitet.

Piltavla 2. Exempel på en hög reliabilitet med en låg validitet.

Piltavla 3. Exempel på det mest tillfredsställande resultat, en hög reliabilitet och en hög validitet.¹⁵

Målet med mätningarna under detta examensarbete är att uppnå en hög reliabilitet och en hög validitet. För att åstadkomma detta resultat kommer vi under mätningprocessen att vara på flera byggarbetsplatser och utföra likadana tidsmätningar med två oberoende tidtagarur. Upplägget av mätningprocessen kommer att vara framtaget innan mätningen skall utföras. Genom detta kommer en hög reliabilitet och en hög validitet uppnås.

2.5 Hermeneutik

Metoden hermeneutik har sin bakgrund i 1600- och 1700-talets tolkningslära av religiösa skrifter. Senare började även oreligiösa skrifter tolkas och studeras. Hermeneutik kan översättas till tolkningslära och har idag en stor betydelse inom vetenskapen. Metoden innebär att man tolkar, studerar och försöker få förståelse för den mänskliga existensen.¹⁶ Enligt hermeneutiken finns det inga tolkningsbegränsningar. Man kan tolka allt från musik, konstverk och arkitektur till mer abstrakta områden som psykologi, handlingar, upplevelser samt människans tillvaro.¹⁷

2.6 Positivism

Positivismen växte fram ur filosofiska diskussioner i början av 1900-talet där frågan om vad som var utmärkande för vetenskaplig kunskap var grundproblemet. Det ansågs att ett vetenskapligt påstående är betydelsefullt enbart då det kan styrkas empiriskt. Det vill säga att har det inte någon verklighetsförankring går det inte att styrka det vetenskapliga påståendet. Känslor, värderingar, religiösa och politiska åsikter betraktas heller inte som vetenskap. Allt som inte är vetenskaplig kunskap betraktas heller inte som kunskap.

Dagens positivism består av några karaktäristiska egenskaper. Ett exempel på dessa är att kunskapen ska vara empiriskt prövbar och att uppskattningar och bedömningar skall bytas ut mot mätningar. En annan egenskap är att forskaren måste vara objektiv och inte låta sig influeras av utomvetenskapliga teorier.¹⁸

¹⁵ M. Björklund & U. Paulsson (2003), *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*

¹⁶ R. Patel & B. Davidson (1991, 2003), *Forskningsmetodikens grunder - Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*

¹⁷ G. Wallén (1993,1996), *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*

¹⁸ ibid

2.7 Systemteori

System definieras som en grupp av komponenter som interagerar. Exempel på detta är solsystemet eller vädersystemet där helheten består av helt andra egenskaper än de enskilda komponenterna. Vid behov av att följa, förstå och planera för förändring i komplexa sammanhang där en rad komponenter interagerar uppstår systemtänkandet. När en systemteoretisk analys utförs finns några huvudpunkter som följs. Bland annat görs en analys utifrån vilket samspel som råder mellan komponenterna i systemet. Hänsyn skall även tas till hur systemet är uppbyggt, det vill säga vilka komponenter som ingår i systemet och hur de är fördelade.¹⁹

2.8 Intervjuer

För att införskaffa information är intervjuer och enkätundersökningar båda metoder av kvalitativ sort. Till skillnad från ett frågeunderlag i enkätform så utförs intervjuer på ett mer personligt plan. Intervjuaren träffar den intervjuade, respondenten, som svarar på dem ställda frågorna. Detta ger en möjlighet till att få utförligare svar som i sin tur ger en djupare förståelse för ämnet. Under intervjuens gång sker det en interaktion mellan intervjuaren och respondenten. Intervjun skall dock inte påverkas utav egna reflektioner utan vara en ren informationsöverföring. För att problemet skall undvikas gäller det för individerna att vara medvetna om detta faktum för att sedan kunna i största utsträckning kringgå det.²⁰

Det förekommer olika former av intervjuer och olika antal respondenter under ett intervjutillfälle. En *strukturerad intervju* innebär att intervjuaren har färdiga frågor och en förutbestämd struktur i intervjun.²¹ *Semi-strukturerad intervju* är en annan sorts intervjuform som går ut på att intervjuaren har färdiga frågor. Han väljer dock inte att ställa dem i en specifik ordning utan avvaktar. Beroende på hur intervjun utvecklas ställer han sina frågor därefter. Lämpliga frågor väljs så att en röd tråd fås under intervjun. Den sista intervjuformen benämns som *ostrukturerad intervju*. Det innebär att det inte finns några färdiga frågor och inte heller någon förutbestämd struktur inför intervjun. Utifrån svaren fås inspiration till nästa fråga under intervjutillfället.²²

Under intervjuerna som kommer att utföras i samband med detta examensarbete kommer vi att använda oss utav en ostrukturerad intervjuform. Vi har valt denna intervjuform för att vi anser att den kommer att ge oss den mest omfattande informationen med bäst resultat.

¹⁹ G. Wallén (1993,1996), *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*

²⁰ H. Andersen (1994), *Vetenskapsteori och metodlära - En introduktion*

²¹ M. Björklund & U. Paulsson, *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*

²² ibid

3 RFID (Radio Frekvens IDentifikation)

3.1 När, var och hur?

Att exakt spåra ursprunget av RFID till en bestämd punkt i tiden är svårt, då det är en teknologi som växt fram genom avancemang inom olika tekniska områden bl.a. radiofrekvens elektronik, informationsteknologi och materialvetenskap.²³

Tekniken bakom RFID grundar sig i 1800-talets fundamentala upptäckt av elektromagnetisk energi. 1846 föreslog den engelske experimentalisten Michael Faraday att både ljus- och ljudvågor är en del av den elektromagnetiska energin.²⁴ James Clerk Maxwell, en skotsk fysiker och matematiker, var den första att publicera teorier om elektromagnetisk energi. I denna publikation, som gavs ut 1864, teoretiserade Maxwell om att den elektromagnetiska energin spred sig lika fort som ljusets hastighet.²⁵ Några år efter bekräftade den tyske fysikern, Heinrich Rudolf Hertz, Maxwells elektromagnetiska teorier. Hertz konstruerade i sin tur en maskin som gjorde det möjligt för honom att skapa och studera elektromagnetiska vågor (radiovågor). Han visade med hjälp av denna maskin att elektromagnetiska vågor var transversala vågor som kunde färdas i ljusets hastighet, reflekteras, brytas ner och polariseras som ljuset.²⁶

1901 blev Guglielmo Marconi den förste som lyckades sända ett radiotelegrafiskt meddelande över Atlanten.²⁷ Fem år senare lyckades Ernst F. W. Alexanderson demonstrera den första kontinuerliga radiovågstransmissionen, där alla aspekter av radiovågorna kontrollerades. Denna bedrift markerar den moderna radiokommunikationen början²⁸ vilket 15 år senare leder till radarns uppfinnande. En radar bestämmer positionen av ett föremål genom tre operationer. Först skickas en radiovåg ut som sedan reflekteras tillbaka av det föremål den träffar. När radiovågen når tillbaka till ursprungskällan utförs en enkel beräkning som bestämmer avståndet till föremålet.²⁹

²³ Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

²⁴ http://www.transcore.com/pdf/AIM%20shrouds_of_time.pdf, 2009-10-29

²⁵ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

²⁶ http://www.transcore.com/pdf/AIM%20shrouds_of_time.pdf, 2009-10-29

²⁷ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

²⁸ http://www.transcore.com/pdf/AIM%20shrouds_of_time.pdf, 2009-10-29

²⁹ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

Radarn, *Figur 2*, fick sitt riktiga genombrott under Andra Världskriget då Robert Watson-Watt, en brittisk vetenskapsman, föreslog att radarn kunde användas för att lokalisera och identifiera flygplan över Storbritannien.



*Figur 2. Radar*³³

Ett system vid namn IFF (Identification Friend or Foe) skapades. IFF fungerade genom att signaler, på en speciell radiofrekvens, skickades mot inkommande flygplan. Om flygplanet var allierat svarade flygplanet med en hemlig kod som informerade markstationen att det var ett av deras plan.³⁰ Den hemliga koden var i själva verket en starkare radiosignal skickad tillbaka i en pulserande specifik rytm och på en annan frekvens via flygplanets transponder.³¹ IFF anses vara det första användningsområdet av RFID.³²

Uppfinnandet av transistorn 1947 inledde en rad upptäckter. Tack vare transistorn uppkom uppfinningar som bl.a. integrerade kretsar och mikroprocessorer.³⁴ Framstegen gjorda under 1940-talet inom dessa områden ligger till grund för utvecklingen inom många olika tekniska områden, exempelvis RFID³⁵ där framstegen gjorde det möjligt att framställa mindre och flexibla taggar.

Under 1960-talet började de första RFID uppfinnarna och uppfinningarna framträda. De första uppfinningarna var inom områdena säkerhet och övervakning. EAS (Electronic Article Surveillance) är en av de första och mest grundläggande RFID applikationer.³⁶ EAS är ett enkelt system med syfte att motverka stöld i bl.a. butiker. Det är uppbyggt av ett 1-bits system vilket innebär att det fungerar på en Av/På-princip. Systemet består utav detektorer och taggar. När taggen kommer i närheten av detektorn, vanligen stående vid utgången, ger den iväg en signal för att tala om att taggen är i närheten.

Detta system slog igenom på en världslig kommersiell skala vilket gjorde att taggarna kunde tillverkas till ett lågt pris och därigenom bli tillgängligt för många.³⁷ Trots att RFID blev framgångsrikt var det fortfarande inte speciellt praktiskt p.g.a. storleken av de ingående komponenterna.³⁸

³⁰ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

³¹ Glover & Bhatt (2006), *RFID Essentials*

³² Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

³³ <http://www.codeproject.com/KB/grid/DrawingRadarDisplayWithCS.aspx>, 2009-11-04

³⁴ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

³⁵ Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

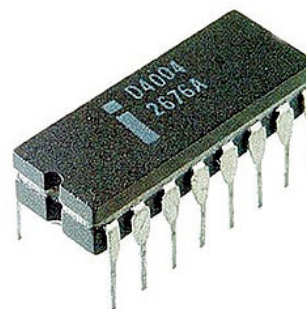
³⁶ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

³⁷ http://www.transcore.com/pdf/AIM%20shrouds_of_time.pdf, 2009-10-29

³⁸ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

Teknologin växte en hel del under 1970-talet. Företag, akademiska institutioner och statliga laboratorier började intressera och involvera sig mer och mer inom RFID.³⁹ 1971 introducerade Intel Corporation världens första enchipsbaserade mikroprocessor; Intel 4004 *Figur 3*.

Detta skapade en gnista som tände en teknologisk revolution. Det uppstod en exponentiell kunskapstillväxt och utvecklingen gick mot att skapa mindre och snabbare mikroprocessorer. Med i denna utveckling fanns RFID. När mikroprocessorerna blev mindre och mindre blev RFID-tekniken mer och mer avancerad, med t.ex. inbyggda funktioner som fukt- och temperaturmätare och ett större minnesutrymme.⁴⁰



*Figur 3. Intel 4004 mikroprocessor*⁴¹

1980-talet var årtiondet där RFID-system introducerades och implementerades inom många områden t.ex. boskapshantering och nyckelfria entréer. Världens första RFID-baserade motorvägs betalstation implementerades i Norge 1987 och följdes av Dallas 1989. Dock var alla de olika RFID-system som kom fram på 1980-talet fristående utvecklade och kommunicerade inte med varandra. Detta resulterade i att konkurrensen och därmed utvecklingen inom RFID-industrin uteblev samt att priserna förblev höga.⁴²

Under 1990-talet fortsatte forskningen och utvecklingen av RFID, genom nya tekniska avancemang som ökade funktionaliteten av RFID-systemen.⁴³ Betalstationer, i samband med motorvägar, slog igenom på en världslig skala mycket tack vare att det blev möjligt att köra igenom dem utan att behöva sänka hastigheten och att det inte längre fanns behov av att bygga ut motorvägarna med betalningsbås. Flera företag som Philips, Alcatel och Bosch började involvera sig i RFID under 1990-talet. Vid den tiden var informationsteknologin redan väl utvecklad genom PC:n och Internets explosionsartade utveckling.

Ett av de genomslagshinder som återstod för RFID var fortfarande det höga priset, men i mitten av 1990-talet skedde flera olika avancemang inom materialteknologin, genom företag som bl.a. IBM, Intel, AMD och Motorola. Detta medförde att det blev möjligt att tillverka framförallt RFID-taggar till ett lägre pris vilket resulterade i att olika investeringsprojekt inleddes inom RFID.

³⁹ Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

⁴⁰ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁴¹ http://sv.wikipedia.org/wiki/Intel_4004, 2009-11-04

⁴² Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

⁴³ http://www.transcore.com/pdf/AIM%20shrouds_of_time.pdf, 2009-10-29

Ytterligare ett genomslags- och utvecklingshinder som marknaden uppmärksammade var RFID-systemens inkompatibilitet med varandra. Lösningen till detta blev att standardiseringsorganisationerna CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations) och ISO (International Organization of Standards) började arbeta med att publicera olika riktlinjer och standarder för teknologin.

1999 bildades Auto-ID Center på MIT (Massachusetts Institute of Technology)⁴⁴ med syfte att skapa ett globalt system för att spåra gods genom att använda ett numeriskt system, EPC (Electronic Product Code).⁴⁵

Den första stora satsningen att implementera RFID in i en organisation gjordes av DoD (The United States Department of Defense). De valde att investera i teknologin på grund av att de ansåg att det fanns potentiellt stora logistiska vinster med en implementering av RFID i deras supply chain.⁴⁶

I början av 2000-talet hade tankar kring möjligheten att ersätta streckkodssystemet med en RFID-baserad teknologi växt fram. Tankarna grundade sig i kännedomen om att priset på en RFID-tag kunde sänkas till \$0.05 inom loppet av några år. Wal-Mart, världens största detaljhandlare, tog efter DoD, världens största supply chain, och implementerade RFID i sin supply chain. Under 2003 gav både DoD och Wal-Mart order till sina leverantörer att de skall börja använda en RFID-baserad teknologi innan 2005. Med denna handling skapade de en enorm marknad för RFID och flera företag som t.ex. Gillette och Proctor & Gamble tog efter i denna utveckling.

2003 slogs Auto-ID Center ihop med EPCglobal som är en organisation bestående utav streckkodsskaparna av UPC (Universal Product Code) och EAN (European Article Number). RFID-teknologin som har växt fram ur EPCglobal har utnyttjats av både DoD samt Wal-Mart och tack vare EPCglobal har RFID-teknologin fått en gemensam plattform att kunna växa och utvecklas på.⁴⁷

Informationsteknologins framväxt har resulterat i att avstånden blivit kortare mellan världsdelen som i sin tur har möjliggjort att företag enklare kan föra affärer med kunder och leverantörer runt om i världen. Allteftersom denna teknologi växt fram och blivit pålitligare har beställningarna och försäljningen ökat. supply chains och logistikens betydelse har också blivit tydligare med den ökade affärstakten. Industrier och företag runt om i världen börjar inse att streckkoden fyllde ett väsentligt behov men att det behovet håller på att växa över streckkodens kapacitet. De börjar inse fördelarna med en RFID-baserad teknologi som ett sätt att identifiera gods.⁴⁸

⁴⁴ Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

⁴⁵ <http://autoid.mit.edu/CS/>, 2009-11-06

⁴⁶ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁴⁷ Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

⁴⁸ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

3.1.1 RFID i Sverige

I Sverige har en RFID-baserad teknologi implementerats för personidentifiering vid ingång till byggarbetsplatser. Med en användning av ID06-brickorna har omkring 7000 företag anslutit sig till systemet för att förhindra obehöriga att vistas på byggarbetsplatsen.

Anslutning till ID06-systemet innebär att varje person som besöker en byggarbetsplats måste kunna identifieras för att tillåtas behörighet. De som vistas inne på byggarbetsplatsens område är skyldiga att bära en synlig namnbricka eller dylikt för identifiering.⁴⁹

Företag som Infobric erbjuder tjänster som gör byggarbetsplatsen effektivare, tryggare och som dessutom ökar lönsamheten. De bistår kunder med ID06-brickor samt RFID märkta verktyg och maskiner men även säkerhetsgrindar och containrar. Varje tagg som är märkt på en maskin eller ett verktyg kommunicerar med deras internetbaserade tjänst Infobric Ease där all information som rör produkten lagras.⁵⁰

I Sverige har det utgivits ett fåtal gjorda rapporter och examensarbeten om RFID inom byggbranschen. Ifall läsaren skulle vilja fördjupa sig i ämnet och få en bättre förståelse för RFID finns det nedan en rapport samt två examensarbeten ifall läsaren önskar möjlighet för vidare kunskapsinhämtning.

- Examensarbete från 2006, ”Kartläggning av RFID i svenska byggindustri- Användande och möjligheter för radiofrekvensidentifikation”
- Rapport från 2008, ”Möjligheter med RFID i byggproduktion”. En förstudie som är genomförd i ledning av Prolog Bygglogistik AB, på uppdrag av Sveriges Byggindustrier och SBUF.
- Examensarbete från 2009, ”RFID för ökad kontroll och ett optimerat flöde av betongelementleveranser till och på en byggarbetsplats- inledande studie åt NCC”

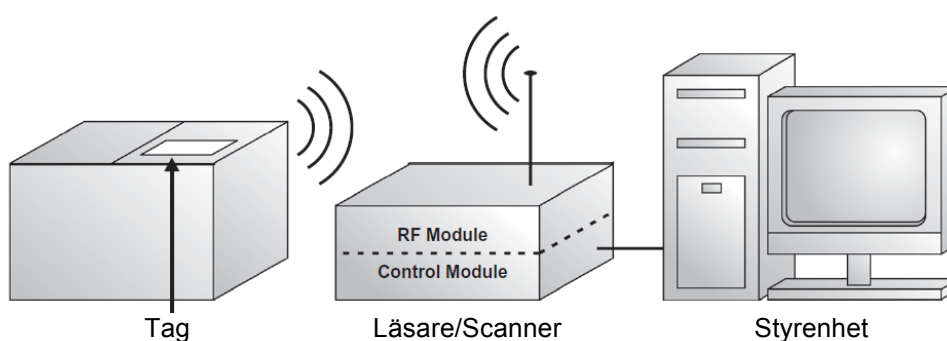
⁴⁹ <http://www.id06.se>, 2010-04-30

⁵⁰ <http://www.infobric.se>, 2010-04-30

3.2 RFID-system

Ett RFID-system är ett kommunikationssystem som består av tre grundkomponenter, *Figur 4*:

- Tagg, bestående utav en semikonduktor, en antenn och i vissa fall ett batteri och en minneskapacitet.
- Läsare/Scanner, bestående av en antenn, en elektronisk radiofrekvens- och kontrollmodul.
- Styrenhet, oftast bestående av en dator med någon form av mjukvara för databashantering.⁵¹



*Figur 4. En principiell bild över ett RFID system*⁵²

När ett objekt med en tagg kommer i närheten av en läsare kommunicerar de med varandra via radiovågor.⁵³ Läsaren skickar en radiosignal till taggen som genererar ett svar,⁵⁴ till exempel i form av ett unikt identifikationsnummer,⁵⁵ vilket skickas tillbaka till läsaren. Läsaren skickar i sin tur vidare denna information till styrenheten där den bearbetas.⁵⁶

3.2.1 Tagg

RFID-taggens huvudsakliga funktion är att överföra den information som finns lagrad på taggen till scannern. Denna information kan vara allt från ett unikt identifikationsnummer till en större mängd information beroende på om taggen har en inbyggd minneskapacitet. Om taggen har denna egenskap finns även möjligheten att lagra ny respektive ta bort gammal information på taggen. Med minnesfunktionen kan även taggen spara information om det objektet som det är fäst på, till exempel serienummer, bästföredatum samt instruktioner av olika slag.⁵⁷

⁵¹ Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

⁵² ibid

⁵³ ibid

⁵⁴ Günther & Kletti & Kubach (2008), *RFID in Manufacturing*

⁵⁵ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁵⁶ Günther & Kletti & Kubach (2008), *RFID in Manufacturing*

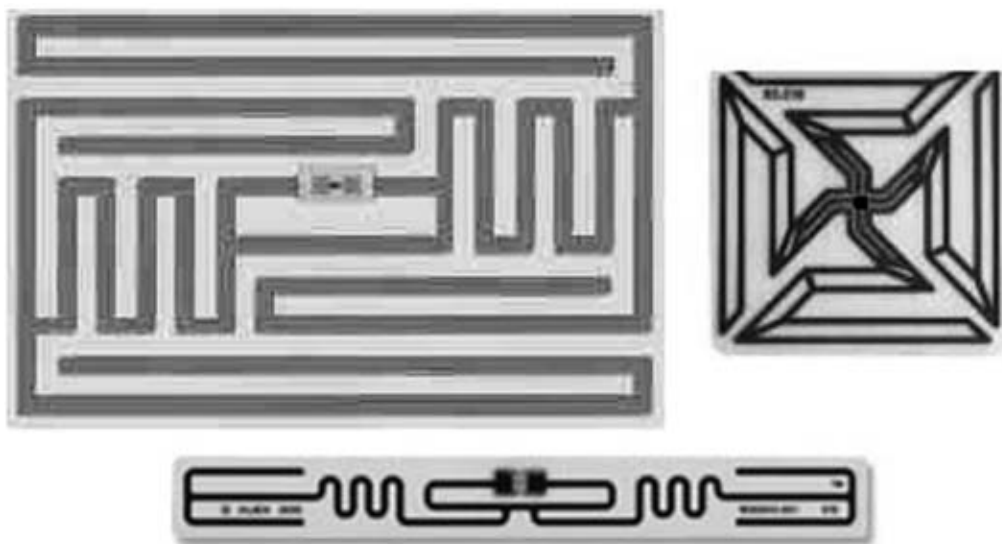
⁵⁷ Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

Vissa taggar har även möjligheten att registrera de direkt omgivande förhållandena som till exempel tid och temperatur.⁵⁸

Det finns för närvarande tre olika typer av taggar: passiva, aktiva och semi-aktiva.

Passiv tagg:

Passiva taggar, *Figur 5*, har ingen inbyggd strömkälla utan strömmen som krävs för att taggen ska svara fås genom radiosignalen som skickas från läsaren. Detta sker genom att den radiosignal som fångas upp av taggens antenn omvandlas till ström som sedan aktiverar taggen och skickar tillbaka ett svar. Fördelarna med passiva taggar är att de är små i storleken, billiga att tillverka och att de inte behöver ett batteri för att fungera. Nackdelarna grundar sig främst i kommunikationsavstånden, som är begränsade till maximalt några meter,⁵⁹ samt opålitligheten, som kan uppstå i de fall då taggen inte får en klar och stark signal vilket medför att den inte aktiveras och därmed inte svarar.⁶⁰



*Figur 5. Passiva taggar*⁶¹

Eftersom de passiva taggarna storleksmässigt är små är även minneskapaciteten förhållandevis liten, jämfört med de andra typerna av taggar som finns tillgängliga, vilket beroende på användningsområde kan betraktas som en negativ egenskap.⁶²

⁵⁸ Sweeney (2005), *RFID For Dummies*

⁵⁹ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁶⁰ Dobkin (2008), *The RF in RFID - Passive UHF RFID in Practice*

⁶¹ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁶² Hunt & Puglia & Puglia (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*

Aktiv tagg:

Aktiva taggar, *Figur 6*, har en inbyggd strömkälla i form av ett batteri. Den aktiva taggen ger ifrån sig radiosignaler på en konstant basis i specifika intervall. Dessa intervall bestämmer livslängden på taggens batteri; ett högre intervall resulterar i en kortare livslängd.⁶³ Intervallen som den aktiva taggen skickar ut radiosignaler med kan variera från två per sekund till en i timmen. Med en normal takt, som anses vara en var fjärde minut, är livslängden för ett batteri sex år.⁶⁴ En av fördelarna med aktiva taggar och deras kontinuerliga utsändande av radiosignaler är en starkare radiosignal som kan avläsas från ett betydligt längre avstånd än de passiva taggarna. Under fördelaktiga omständigheter kan en aktiv tagg avläsas från 1,5 kilometer avstånd. Nackdelarna är den relativt stora storleken och kostnaden, vilken till största del bestäms av batteriets storlek och pris. Ytterligare en nackdel är deras beroende av ett batteri för att fungera vilket medför en bestämd livslängd.⁶⁵ Samtidigt som en aktiv tagg storleksmässigt i genomsnitt är betydligt större än en passiv tagg är även taggens minneskapacitet större. Detta talar till den aktiva taggens fördel då de till exempel kan lagra information om innehållet av en container, dess ursprung och destination vilket underlättar då all information finns tillgänglig direkt när taggen avläses. Aktiva taggar har också möjligheten att integreras med andra system, exempelvis GPS, mobiltelefonnät eller satellit system med ändamålet att informera om taggens realtidskoordinater.⁶⁶



*Figur 6. Aktiva taggar*⁶⁷

⁶³ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁶⁴ Dobkin (2008), *The RF in RFID - Passive UHF RFID in Practice*

⁶⁵ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁶⁶ Sweeney II, Patrick J. (2005), *RFID For Dummies*

⁶⁷ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

Semi-aktiv tagg:

Semi-aktiva taggar är en kombination av passiva och aktiva taggar. En semi-aktiv tagg kan fungera på olika sätt. Den kan till exempel vara passiv fram tills dess att den får en radiosignal från en läsare vilket då initierar batteriet som i sin tur medför att taggen svarar tillbaka med en starkare signal, jämfört med en passiv tagg, till läsaren. Detta ökar kommunikationsavstånden och minskar användandet av batteriet.⁶⁸ Semi-aktiva taggar har möjligheten att kommunicera med läsare på ett avstånd upp till 100 meter och har högre pålitlighet jämfört med passiva taggar.⁶⁹ Taggarna kan också ständigt registrera värden som till exempel temperaturförhållandena i taggens närmsta omgivning.⁷⁰

3.2.2 EPC (Electronic Product Code)

Auto-ID Center på MIT har utvecklat en standard som tillhandahåller en mekanism som möjliggör att varje produkt i en supply chain får ett unikt globalt identifikationsnummer. Eftersom det finns upp mot trillioner av produkter som tillverkas runt om i världen har denna standard utvecklats för att tillgodose just detta. Den utvecklade EPC-standarderna har på ett smart sätt kunnat lösa mängdsvårigheten och på ett snyggt och kompakt sätt visualisera denna.

Grunden i koden anses vara den samlade teckenkombinationen, *Figur 7*. EPC är uppdelad i nummer som identifierar tillverkaren, produkten, versionen och serienumret. Denna standard är speciellt framtagen för RFID och alla RFID-tagggar använder sig av denna standard.⁷¹



Figur 7. Electronic Product Code

⁶⁸ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁶⁹ Dobkin (2008), *The RF in RFID - Passive UHF RFID in Practice*

⁷⁰ Sweeney II, Patrick J. (2005), *RFID For Dummies*

⁷¹ Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

3.2.3 Läsare/Scanner

Läsare/scannrar är elektroniska instrument som sänder och tar emot radiovågor och kommunicerar därigenom med taggarna.⁷²



Figur 8. Handscanner

Det finns ett stort urval utav handscannrar, *Figur X*, med olika sorters funktioner. Dessa är konstruerade för att underlätta och effektivisera arbete i krävande miljöer. Beroende på vilka förutsättningar som föreligger och vilket behov som finns väljs den utifrån kriterierna.⁷³ RFID-baserade handscannrar är ganska utvecklade med många avancerade funktioner för effektivitet och snabbhet men är samtidigt användarvänliga. Vissa handscannrar har förmågan att kommunicera antingen via WLAN eller GPRS eller både och, vilket ger en större bredd av användbarhet så som att spåra varor i realtid med hjälp av GPRS eller ett trådlöst nätverk inne på byggarbetsplatsen med hjälp av WLAN. Vissa handscannrar har även en inbyggd kamera vilket möjliggör funktionen att kunna fotografera den RFID-taggade varan.⁷⁴

⁷² Banks & Pachano & Thompson & Hanny (2007), *RFID Applied*

⁷³ <http://www.datafangst.se>, 2010-03-01

⁷⁴ <http://www.optidev.se>, 2010-03-01

4 Teori

4.1 Supply Chain Management i samband med RFID

Supply Chain Management är ett begrepp som grundar sig i en helhetssyn över alla aktörers flöden, där man inte enbart tar hänsyn till rent logistikrelaterade processer utan även aktiviteter som bland annat produktutveckling och marknadsföring. Grundstenen i Supply Chain Management är att effektivisera processer. Det räcker dock inte att enbart effektivisera processerna inom det egna företaget utan alla företag tillsammans måste sträva efter en effektivisering utanför gränserna av sin egen supply chain. Alla företag tillsammans skall därför se sig som en supply chain.⁷⁵

Det finns oändliga möjligheter med RFID i samband med att produkterna rör sig i de olika leden i en supply chain. Varorna och materialen utsätts för olika moment i en supply chain, från att produkterna produceras i fabriken till dess att leveransen sker till kunden. Med hjälp av RFID blir synligheten mer överskådlig och spårbarheten för produkterna ökar när produkterna rör sig i kedjan.

I anknytning till RFID har åtta huvudaktiviteter identifierats av författarna. Dessa åtta aktiviteter utgör ett ramverk för ett taktiskt och strategiskt tänkande i Supply Chain Management. Dessa åtta aktiviteter presenteras nedan:

- *Customer Relationship Management*: Denna aktivitet i Supply Chain Management innefattar kundrelation, hur den utvecklas, upprätthålls men även hur den hanteras. Det ingår även aktiviteter som identifiering av vilka kunder som är målgruppen men även att ingå avtal med dem.
- *Customer Service Management*: Denna aktivitet avser information till kunderna. Information om produkterna är tillgängliga och transportdatum av varorna. Det hanteras även information mellan kund och leverantör i realtid.
- *Demand Management*: I detta skede strävas det efter att det skall råda en balans mellan utbud och efterfrågan genom att förutse efterfrågan och i sin tur hantera den i produktionen och distributionen. Det ingår även att se över övrig produktion som inte styrs av efterfrågan.

⁷⁵ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

- *Order Fulfillment Management*: Denna process hanterar logistiken, tillverkningen och marknadsföringen på företaget.
- *Manufacturing Flow Management*: Är till stor hjälp i samband med tillverkning av produkterna men även för att införa en flexibilitet i produktionen, vilket krävs för att kunna rikta sig till rätt kunder ute på marknaden. Det är en viktig del av produktionsflödet i detta skede för att upprätthålla en flexibel produktion.
- *Supplier Relationship Management*: Definierar hur ett företag förhåller sig till leverantörerna. Man måste utarbeta ett partnerskap för att kunna utveckla ett samarbete med en huvudleverantör vilket kan ge en konkurrenskraftig fördel på marknaden.
- *Product Development and Commercialization*: Att på rätt plats och i rätt tid utveckla nya produkter och ny service är nyckeln till framgång för företaget.
- *Returns Management*: Punkt åtta ansvarar för att företaget skall ha en fortsatt ihållande konkurrenskraftig fördel trots en kritisk punkt då varor kan returneras vilket kräver en utarbetad plan för att förhindra en sådan utveckling.

Av dessa åtta punkter har fyra stycken identifierats som avgörande roll i supply chain och som anses tillföra mest värde. Dessa fyra är *Demand Management*, *Order Fulfillment Management*, *Manufacturing Flow Management* och *Returns Management*.⁷⁶

4.1.1 Supply Chain Management Processer och användandet av RFID

Demand Management och RFID

En av svårigheterna med behovsplanering är brist på tillförlitlig data. Användandet av RFID skulle ge exakt information om lagring av färdiga produkter, pågående produktion och pålitliga leveransdatum på varor som är i leveransskedet. Data som RFID-registrerats kan eliminera felaktigheter som dels beror på människans misstag men även brist på information. Drivande faktorer till att företagen utvecklar sin supply chain och gör dem mer effektiva och kompetenta är att kunderna ställer krav på sina leverantörer i form av lägre priser men även högre kvalitet.

Genom att utarbeta en genomtänkt plan fås en balans mellan tillgång och efterfrågan. Det som förutses i den utarbetade planeringen är att tillgången matchar efterfrågan. Denna planering kan stärkas ytterligare med hjälp av RFID-teknologin då data som registrerats är noggrann, vilket gör att onödiga lagringsmoment kan undvikas.

⁷⁶ Sabbaghi & Vaidyanathan (2008), *Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply chain Management: Strategic values and Challenges*

Order Fulfillment Management och RFID

Order Fulfillment Management anses vara en huvudaktivitet i samband med att tillmötesgå kundernas krav. Teknologin som medföljer RFID-användandet möjliggör automatiserade processer i olika skeden så som plockning av varor och sammanslagning av olika aktiviteter. Teknologin som minskar människans involvering i olika skeden leder till minskade onödiga logistiska kostnader som i sin tur leder till minskade misstag så som att leverera varor till fel plats och vid fel tid. Därför kan en implementering av RFID-teknologin i supply chain ändra dem befintliga processerna och i sin tur minska kostnader.

RFID har en stor betydelse vid spårning av leveransen. Leverantören kan med hjälp av RFID få en översikt över leveransstatusen i realtid, det vill säga det går att spåra leveransen och få information om var leveransen i den befintliga supply chain befinner sig vid just den tidpunkt som leveransstatusen efterfrågas.

Manufacturing Flow Management och RFID

RFID bidrar till att öka automatiseringen i produktionen genom att öka kapaciteten och minska tiden det tar för varorna att transporteras genom fabriken olika stationer. Fabrikstillverkning som utnyttjar ”löpandebandprincipen” kan ske automatiskt med hjälp av RFID-teknologin. Den skapar möjligheten att höja hastigheten i en befintlig supply chain men även att synliggöra varje enskild vara längs med den fullständiga supply chain, som sträcker sig från råvara till dess att varan sätts i bruk. Teknologin kommer till exempel i tillverkningskedet underlätta för tillverkaren att producera varor Just-in-Time (JiT). På så sätt kan tillverkaren spåra varor ända ner till artikelnivå under tillverkningsprocessen och kan då vid ett tidigare skede åtgärda eventuella fel som har uppstått.

Returns Management och RFID

Vanligen återkommande processer i en supply chain är återkallande och returer av defekta produkter. Utan RFID-märkning av produkterna blir det svårt för säljaren att spåra den enskilda varan och få information så som vart varan kommer ifrån och, om det finns en återförsäljare, vem som har sålt varan till kunden. Utan RFID kan defekta varor skickas tillbaka till en säljare som inte sålt varan. Med RFID går det att spåra tillbaka varan i supply chain, en så kallad omvänd logistik, och få upplysning om vart varan har transporterats och kan skickas tillbaka till rätt företag.⁷⁷

⁷⁷ Sabbaghi & Vaidyanathan (2008), *Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply chain Management: Strategic values and Challenges*

4.1.2 RFID i affärsverksamhet

I en supply chain kan RFID fokusera på att effektivisera aktiviteter vid införskaffning av råvaror, i produktion och vid leveranser, inom det enskilda företaget men även över hela supply chain. Enligt supply chain Council, en organisation som specialiserar sig inom Supply Chain Management, omfattar supply chain alla insatser som görs för att producera och leverera en slutlig produkt eller tjänst, från leverantörens leverantör till kundens kund. Supply Chain Management innebär att hantera och planera aktiviteterna i de olika skedena i en supply chain.

RFID-teknologin ger utrymme för självgående processer, vilket gör att tekniken kan ersätta betydande manuella arbetsmoment som utförs av människan. För att kunna ge utrymme för RFID i en supply chain, och därigenom minimera den mänskliga arbetsbelastningen, måste det råda ett ömsesidigt beroende mellan aktiviteterna som i sin tur leder till ett ömsesidigt beroende mellan olika aktörer.

Huvudaktörerna i samband med införandet av RFID i en supply chain blir följande; materialleverantörer, distributörer, detaljhandeln, grossister, kunder, Supply Chain Management konsulter, mjukvaruleverantörer och systemutvecklare. Dessa aktörer har i uppgift att främst prioritera aktiviteter som ger mervärde i form av lägre kostnad, högre flexibilitet, förbättrad kvalitet, högre hastighet men även en utvecklad och förbättrad information kring processerna.⁷⁸

4.1.3 RFID:s värde i affärsverksamhet

Alla företag jobbar efter olika supply chain modeller. Det finns ett flertal modeller av en supply chain och modellerna uppnår full potential när företag följer dem fullständigt i samband med en marknadsintroduktion. Dessutom jobbar de flesta företagen inte endast efter en supply chain modell utan de består av flera kedjor, vilket i själva verket ses som ett nätverk. 16 olika supply chain modeller har identifierats med en uppdelning i grad av komplexitet och i vilken utsträckning som affärsverksamheten har sin inverkan på en supply chain, *Figur 9*.

Baserat på komplexiteten kan en supply chain ha spännvidden från allt mellan enkel till avancerad och komplex utformning.

När en supply chain rör sig i riktning mot att ha en hög komplexitet samt en hög inverkan av affärsverksamheten läggs tonvikt på supply chain modellen med informationsnätverk och informationsåtkomst som konverteras till information, kunskap och intelligens.

⁷⁸ Sabbaghi & Vaidyanathan (2008), *Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply chain Management: Strategic values and Challenges*

<p>Kedjor som binder företaget: Överensstämmer med systemet</p> <p>Cash to cash cykel: Snabb och hållbar cash flow</p> <p>Projektlogistisk kedja: Effektivt skapa och leverera projektsammanhang</p> <p>Samverkande kedjor: Eliminerar dubbla kostnader och ökar köpkraften</p>	<p>Informations nätverk: Konkurrenskraftig information</p> <p>Värdekedja: Innovationsökning genom partnerskap</p> <p>Innovation: Öka tillväxtpöjligheterna</p> <p>Utdragen supply chain: Leverantör till kund effektivitet</p>	<p><i>Hög komplex supply chain</i></p>
<p>Ingen supply chain: Ingen ändring i nuvarande funktioner</p> <p>3PL i supply chain: Tredjepartslogistik styr supply chain</p> <p>Projektlogistisk kedja: Effektivt skapa och leverera projektsammanhang</p> <p>Mikrokedja: Balansera inköp, material, tillverkning och distribution</p> <p>Nanokedja: Effektivt tillhandahåller produktionen med interna system</p>	<p>Speed to market: Produkt/service lansering</p> <p>Integration av leveranser: Huvudleverantör/företagskoppling</p> <p>Dominans och blockering av marknad: Undanhålla obehöriga från marknad</p> <p>supply chain med efterfrågan: Tillfredställa kunder på effektivt sätt, ur kunds perspektiv</p>	

Låg affärsinverkan

Hög affärsinverkan

Figur 9. Typ av kedjor/nätverk⁷⁹

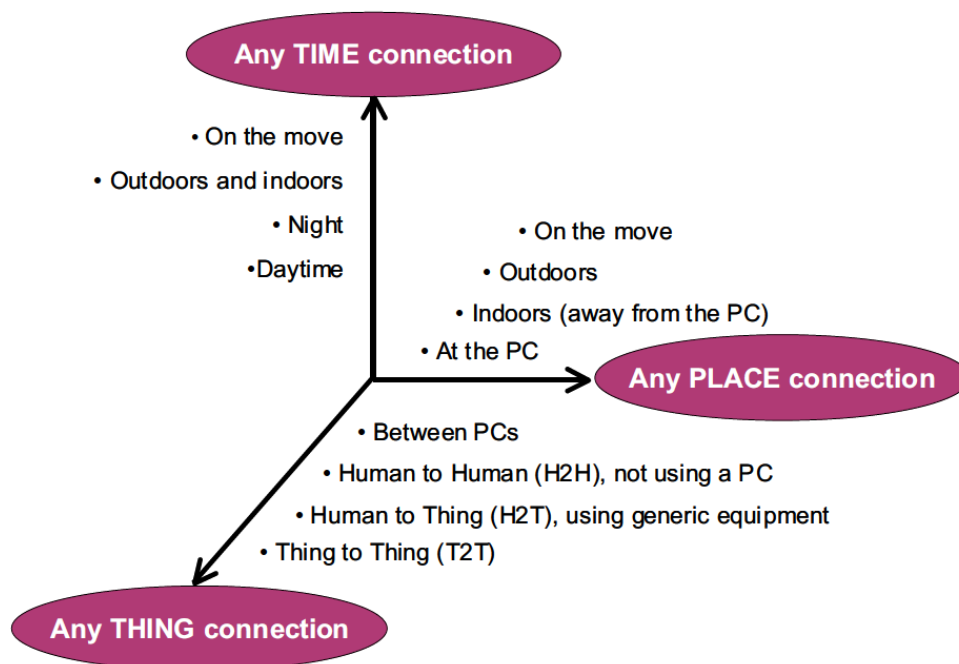
Det primära skälet till varför implementering av RFID görs är identifikation, lokalisering och verifiering eller ADA (Automatic Data Acquisition). Vid användandet av ADA är gods såsom paket, produkter och lastpallar spårade automatiskt. Insamlad data tillämpas sedan i företagets Supply Chain Management system.

⁷⁹ Sabbaghi & Vaidyanathan (2008), *Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply chain Management: Strategic values and Challenges*

RFID följer samma utvecklingsmönster som e-handel. E-handel ansågs dock enbart utgöra automatiska processer och arbetsflöden. RFID har möjligheten att yttra sig i värdefulla resultat då nya användningsområden utnyttjar teknikens kapacitet och intelligens. Med hjälp av RFID går det att åstadkomma en supply chain utan några gränser, där leveransens innehåll, vilket är RFID-tagat, kan identifieras automatiskt av kunden.⁸⁰

4.2 IoT (Internet of Things)

Den teknologiska utvecklingen går idag framåt med stormsteg. För bara några år sedan fick exempelvis mobiltelefonerna en världsomfattande spridning, då marknaden under början på 2000-talet nådde ca 2 miljarder användare. Mobiltelefonnäten, som är en form av informations- och kommunikationsnätverk, har i stor utsträckning blivit en nödvändig och väsentlig del av människans vardagliga liv världen över. De har blivit i den grad betydelsefulla att mindre utrymme har lämnats åt Internetanvändandet.



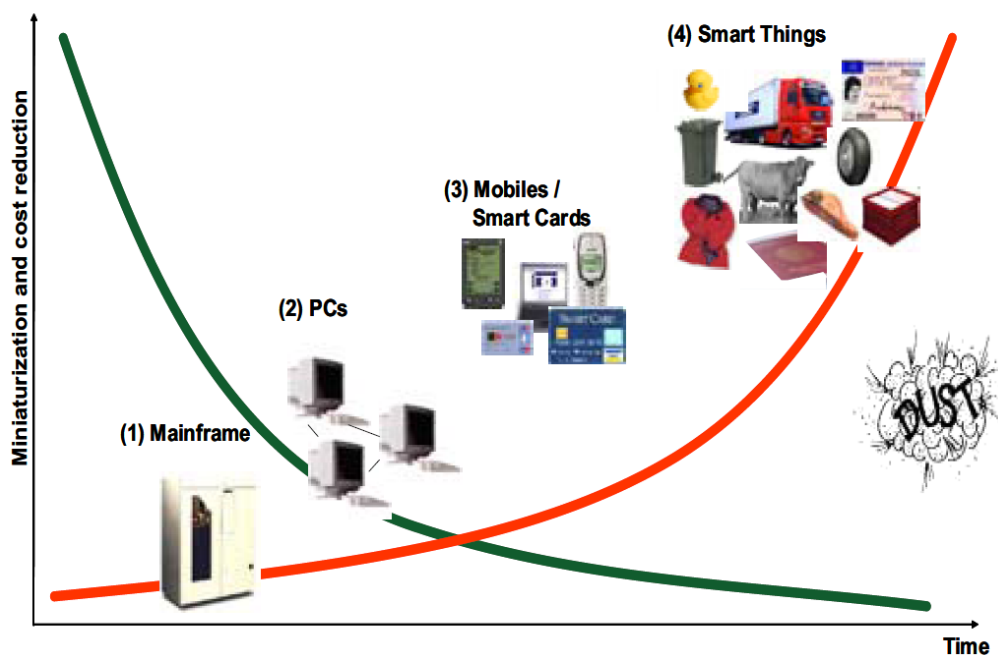
Figur 10. En ny form av kommunikation⁸¹

Utvecklingen, inom informations- och kommunikationsnätverket, är på väg att gå ett steg längre genom att implementera transportabla sändtagare i anordningar och i vardagliga prylar. På så sätt tillkommer en ny dimension av informations- och kommunikationsteknologi som dels kan användas när som helst, finnas tillgänglig var som helst och kunna användas av vem som helst.

⁸⁰ Sabbaghi & Vaidyanathan (2008), *Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply chain Management: Strategic values and Challenges*

⁸¹ http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-IR.IT-2005-SUM-PDF-E.pdf, 2010-02-18

Det kommer också vara möjligt att tillämpa uppkopplingsmöjligheterna för i princip vilket föremål som helst. Detta möjliggör en ny form av kommunikation mellan människan och anordningar samt anordningar sinsemellan, *Figur 10*. Allt eftersom fler ansluter sig till ett nätverk kommer det i sin tur att skapas ett helt nytt dynamiskt nätverk genom flera mindre nätverk och denna företeelse kommer att kallas för *Internet of Things*.



Figur 11. *Internet of Things* ⁸²

Internet of Things är en revolutionerande teknologi som representerar framtida databehandling och kommunikation vars utveckling beror på dynamiska och tekniska innovationer inom betydelsefulla områden, allt från trådlösa sensorer till nanoteknologi. Genom utvecklingen som sker inom nanoteknologin och teknologi i mindre skala kommer det i framtiden vara möjligt för allt fler mindre föremål att kommunicera och interagera. Det kommer att vara möjligt att skapa *Internet of Things* som länkar samman alla världens föremål ur både sensorisk och intelligent synvinkel, *Figur 11*.

Till att börja med, krävs ett mycket enkelt och kostnadseffektivt system i form av identifikation av föremål för att kunna koppla diverse anordningar till större databaser och nätverk, bland annat Internet. Endast då kan data insamlas och i sin tur behandlas. Genom att använda sig av en sensorbaserad teknologi kommer den insamlade datan också kunna identifiera ändringar i varornas fysiska status.

⁸² http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-IR.IT-2005-SUM-PDF-E.pdf, 2010-02-18

RFID är som tidigare nämnt en teknologi som identifierar varor men anses också vara den främsta användaren av *Internet of Things*. Trots att den emellanåt endast anses vara nästa generations streckkodsmärkning, har RFID fler funktioner och användningsområden. Bland annat ges möjlighet att spåra varor i real-tid för att inhämta information om var varornas status.⁸³

Enligt tidigare gjorda analyser är problemen, kopplat till informationsöverföringen i en supply chain, i huvudsak förknippat med den traditionella informationsmodellen där överföringen sker vertikalt i supply chain. *Internet Of Things* står för en moderniserad och utvecklad teknik vilket även möjliggör informationsöverföring bakåt i kedjan där alla aktörer i en supply chain får ta del av informationen i real-tid.

Tillverkarna identifierar själva sina produkter med hjälp av EPC. Genom att de använder sig av *Internet Of Things* blir det möjligt för tillverkarna att ta del av försäljningsstatusen av deras varor i real-tid. På så sätt kan de utarbeta en plan över den framtida produktionen och behöver då inte förlita sig på kundernas beställningsordrar utan all informationsöverföring sker genom nätverket.

Distributörerna i en supply chain har också en stor fördel i att använda *Internet Of Things*. De har på så sätt en bättre kontroll och överblick över lagret och kan spåra produkternas flöden. Precis som tillverkarna kan distributörerna utarbeta en inköpsplan som är reglerad efter produktionsinformationen om färdigvarorna.

Målet med *Internet Of Things* är att förverkliga visualiseringen av information för alla inblandade aktörer i en supply chain. Med denna teknologi kommer prestationen längs med hela supply chain höjas till en ny nivå. Dock beror framgången på hur aktörerna samarbetar och hur pass mycket information som delas mellan dem. För att utnyttja teknologin optimalt är det viktigt att värva så många aktörer i den mån det är möjligt för den aktuella supply chain.⁸⁴

4.3 Push & Pull

Push och *Pull* är två helt skilda begrepp som används inom materialstyrning. *Push* beskriver en metod som utnyttjas i en supply chain där produktionen baseras på ett så kallat planeringstryck. Det innebär att produktionen sker utan inverkan av kunden, det vill säga att initiativet kommer från den producerande aktören eller från en utomstående planeringsinstans.⁸⁵

Till skillnad från ett *Push*-system är produktionen och materialförflyttningen i ett *Pull*-system beroende av ett så kallat behovssug. Det innebär att ingen produktion får förekomma om ingen beställning har utfärdats av kunden.⁸⁶

⁸³ http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-IR.IT-2005-SUM-PDF-E.pdf, 2010-02-18

⁸⁴ Bo & Guangwen (2009), *Supply chain Information Transmission based on RFID and Internet of Things*

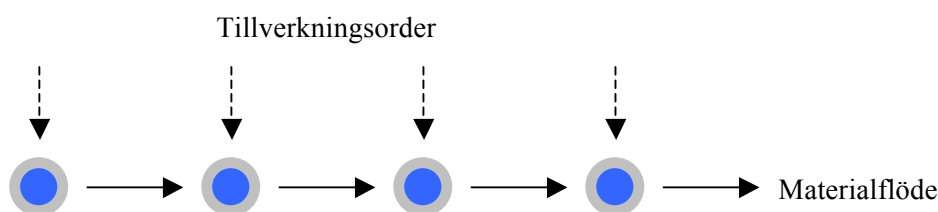
⁸⁵ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

⁸⁶ Jonsson & Mattsson (2003), *Produktionslogistik*

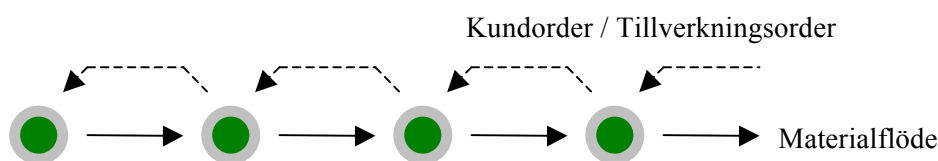
Pull-principen innefattar orderkvantitet som inte är av traditionell karaktär, vilken används i materialflöden då en liten beställning utfärdas av kunden i syfte att tillfredsställa det omedelbara materialbehovet, *Figur 12*.⁸⁷

Materialflöden som uppstår genom planeringsprocesser behöver inte tvunget vara av *Push*-karaktär. Alla planerade materialflöden som är direkt styrda utav ordrar eller liknande beställningar kan betraktas som *Pull*-baserad planering. Förutsättningen för att det skall klassas som ett *Pull*-system måste aktören, som förbrukar sitt material själv, planera och initiera materialflödet.⁸⁸

Push:



Pull:



*Figur 12. Illustration av Push- och Pullbaserad styrning*⁸⁹

4.4 Just-in-Time (JiT)

Just-in-Time är en japansk produktionsfilosofi som har sitt ursprung i Toyota Production Systems.⁹⁰ Tanken bakom detta synsätt är att eliminera allt slöseri och överproduktion genom att producera och leverera varor i precis rätt mängd och vid den tidpunkt som de behövs.⁹¹ Dock ställs stora krav på samarbetet mellan kund och leverantör, på grund av att det baseras ett partnerskap på att kontakterna sker oftare och på ett mer personligt plan. För att *Just-in-Time*-filosofin skall kunna tillämpas förutsätts att avståndet mellan kunden och leverantören är kort. Kortare avstånd medför lägre transportkostnader som i sin tur ger utrymme för fler leveranser i mindre skala. Detta leder således till en kortare leveranstid.

⁸⁷ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

⁸⁸ Jonsson & Mattsson (2003), *Produktionslogistik*

⁸⁹ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

⁹⁰ ibid

⁹¹ Mattsson (2004), *Logistikens termer och begrepp*

Leveranser till byggarbetsplatser är optimala då de levereras *Just-in-Time*. Det vill säga när det är dags för inbyggnad av ett material levereras det vid tidpunkten då detta ska ske, och i rätt mängd för att undvika överproduktion. Det man främst vill undvika är lagring, vilket leder till stor mängd kapitalbindning. Det bundna kapitalet hade istället kunnat investeras i andra områden som hade genererat intäkter till företaget.⁹²

4.5 Lean

1913 var Henry Ford var den första som på allvar integrerade flödeprocesser i hela produktionen. Han integrerade utbytbara med standardiserade moment för att få ett bättre flöde i produktionen och i samband med detta införde begreppet ”flow production”. Fords sätt att hantera produktionen blev en språngbräda för vidareutveckling av *Lean* inom samtliga branscher.⁹³

Den riktiga influensen av flödesprocesser kommer från Toyotas Production Systems grundare Taiichi Ohno. Hans filosofi går ut på att göra mer med mindre, det vill säga att med mindre yta, mindre kapital, färre maskiner och färre yrkesarbetare utföra samma aktivitet, men samtidigt utnyttja yrkesarbetarna som är i överflöd i andra aktiviteter. Det är den filosofi som ligger till grund för dagens *Lean*.⁹⁴

En av principerna i *Lean* är att bemöta den rådande efterfrågan på marknaden med en kort reaktionstid i förhållande till förändringar i efterfrågan. Ett system som tillverkar produkter i linje med kundens efterfråga kallas för ett Pull-system. En Pull-baserad supply chain som styrs utav efterfrågan är att föredra framför en Push-baserad supply chain, detta för att kundens efterfråga ska styra produktionen.

Kärnan i *Lean*-filosofin är att optimera kundvärdet samtidigt som man minimerar slöseri i ledets alla aktiviteter. Kortfattat kan *Lean* beskrivas som en filosofi som går ut på att tillföra mervärde för kunden med mindre resurser. Fokus ligger på att öka kundvärdet i hela supply chain och inte enbart för varje enskild aktivitet.⁹⁵

Ett av karaktärsdragen för *Lean* är kortare ledtider, vilket i sin tur leder till mer värdeskapande aktiviteter.⁹⁶ Genom att prioritera tidsreduktion vid leveranser, produktion och introduktion av nya produkter kan det ske en förbättring inom slöseri, flöde och Pull-system. Värdeskapande är ett ofta återkommande begrepp i samband med *Lean*. Det anses vara viktigare att skapa värde än att förhindra slöseri. Aktiviteter som inte genererar värde är ett slöseri, vare sig det rör sig om rent slöseri eller slöseri som för stunden kanske är en nödvändighet. I *Lean* strävas det efter att få ett smidigare flöde och eliminera slöseri genom att producera i takt med efterfrågan hos kunden.⁹⁷

⁹² Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

⁹³ <http://www.lean.org>, 2010-03-25

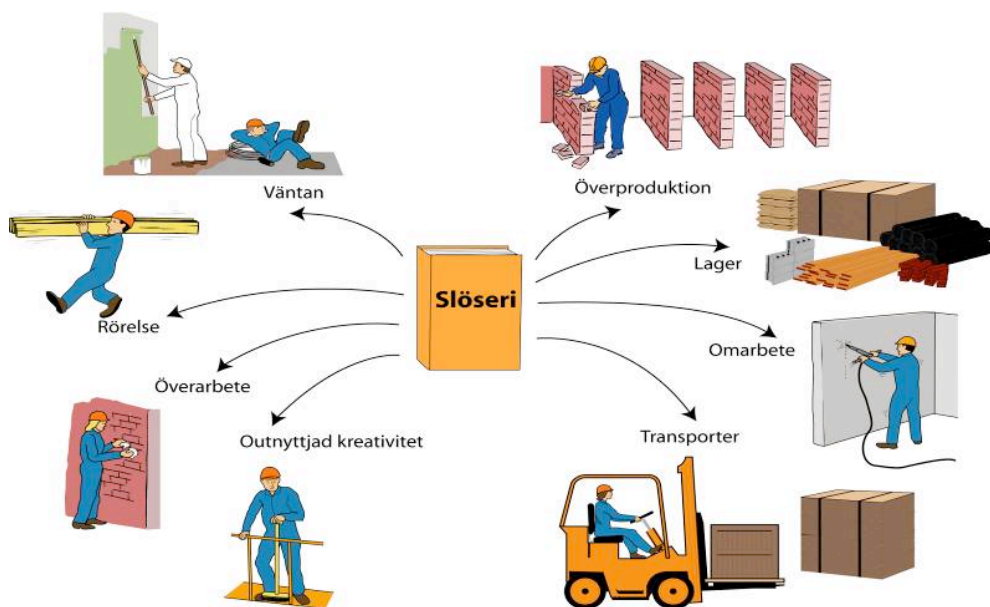
⁹⁴ <http://www.leanforum.se>, 2010-03-25

⁹⁵ Bicheno (2006), *Ny verktyglåda för Lean – För snabbt och flexibelt flöde*

⁹⁶ Hamon & Jarebrant (2007), *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*

⁹⁷ Bicheno (2006), *Ny verktyglåda för Lean – För snabbt och flexibelt flöde*

Slöseri är icke värdeskapande aktiviteter som består utav att minimera nödvändiga slöserier men även likvidera rena slöserier. Åtta slöserier har identifierats, vilka illustreras i *Figur 13*.⁹⁸



*Figur 13. Slöseri*⁹⁹

- *Överproduktion*: Anses vara det största slöseri eftersom det leder till andra former av slöseri och problem längs med vägen. Överproduktion avser aktiviteter så som att producera för mycket, för tidigt eller i förebyggande syfte för att inte vara utan varor när de väl behövs.
- *Väntan*: Det slöseri som anses vara det näst största är väntan. Det har en direkt koppling till flödet och med Lean läggs fokus mer på produktflödet än att hålla maskinerna igång. När produkterna står stilla i fabriken genereras inget värde som i sin tur ses som ett slöseri. Det optimala i en supply chain är att väntetiderna minimeras ner till noll, vilket är en stor utmaning för företag.
- *Lager*: Trots att lagring är en oundviklig företeelse är målet ändå att eliminera den. Effekten av färdig produkt i lager gör att produktiviteten minskar då ledtiderna ökar samtidigt som det blir svårare att upptäcka fel. Orsaken till denna form av slöseri är oftast Push-systemet. Det vill säga att producera fastän det inte har efterfrågats av kunden.
- *Rörelse*: Slöseri i form av onödiga rörelser gäller både människan och maskiner.¹⁰⁰ Yrkesarbetarna på byggarbetsplatserna utför ofta onödiga rörelser, ofta flera gånger om dagen, för att hämta material och verktyg, vilket är en form av slöseri. I slutändan kan det gå åt enormt mycket tid till att

⁹⁸ Hamon & Jarebrant (2007), *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*

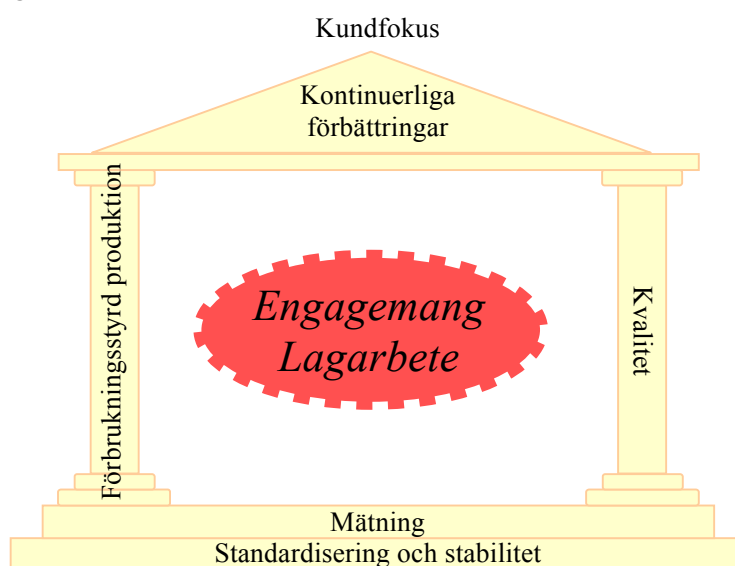
⁹⁹ ibid

¹⁰⁰ Bicheno (2006), *Ny verktyglåda för Lean – För snabbt och flexibelt flöde*

hämta diverse verktyg och ytterst liten del av dagen kan bestå av värdeskapande arbete.¹⁰¹

- *Omarbete*: Slöserier i form av omarbete, det vill säga korrigera brister och fel i konstruktionen, är vanligt förekommande och ger dåliga förutsättningar för värdeskapande aktiviteter för kunden. Enligt filosofin bör ett fel betraktas som en utmaning och en möjlighet till utveckling och inte något som betraktas som dålig ledning.
- *Överarbete*: Allt arbete utöver det som kunden efterfrågar är inte värdeskapande från företagets sida. Enbart det som kunden efterfrågar skall utföras, att göra mer finns det inget behov för eftersom kunden inte betalar för extraarbete.¹⁰²
- *Transporter*: Onödiga transporter i form av omplaceringar av material och utrustning skapar inget värde för kunden.¹⁰³ Det är ett slöseri som inte går att undvika därför bör arbetet bestå utav att minska mängden omflyttningar.¹⁰⁴
- *Medarbetarnas outnyttjade kreativitet*: Det sjunde och sista slöseriet ses som ett viktigt slöseri och kan sänkas ifall medarbetarnas kunskap och kreativitet utnyttjas maximalt.¹⁰⁵

För att få en helhetsbild av vad *Lean* innebär brukar det illustreras med en metaforisk bild av ett tempel som beskriver metoder, principer och verktyg och dess koppling till varandra, *Figur 14*.



*Figur 14. Lean-tempel*¹⁰⁶

¹⁰¹ Hamon & Jarebrant (2007), *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*

¹⁰² Bicheno (2006), *Ny verktygslåda för Lean – För snabbt och flexibelt flöde*

¹⁰³ Hamon & Jarebrant (2007), *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*

¹⁰⁴ Bicheno (2006), *Ny verktygslåda för Lean – För snabbt och flexibelt flöde*

¹⁰⁵ Hamon & Jarebrant (2007), *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*

¹⁰⁶ ibid

Det som håller uppe pelarna är grunden och illustrerar *standardisering och stabilitet*. Grunden är en viktig beståndsdel i en konstruktion och utan den skulle hela konstruktionen falla ihop. Detsamma gäller i *Lean*, utan standardisering och stabilitet i företaget finns det risk för att företaget inte uppnår goda resultat. De två pelarna står för *förbrukningsstyrd produktion* och *kvalitet* och är viktiga beståndsdelar i *Lean*. *Engagemang och lagarbete* befinner sig i templets mittpunkt. Det står för öppna, flexibla och motiverade medarbetare som hela tiden söker nya vägar för att uppnå ett optimalt arbetssätt. Toppen på templet står för *kundfokus* och är målet i *Lean*. Den del av taket som utgör kontinuerlig förstärkning av de bärande konstruktionerna står för *kontinuerliga förbättringar* i *Lean*.¹⁰⁷

4.6 QR (Quick Response)

Quick Response är ett koncept som bygger på att skapa ett effektivt användande av resurser genom att synkronisera och koordinera gemensamma materialflöden. Det bygger även på att skapa en samverkan och ett informationsutbyte mellan olika aktörer längs med en supply chain. Huvudsyftet med *QR* är att aktörerna i en supply chain skall kunna reagera fortare och vid ett tidigare skede på olika typer av förändringar. Därigenom tas bättre hänsyn till slutkundens behov samtidigt som kostnadseffektiviteten inom den egna verksamheten ökar.

Quick Response konceptet karakteriseras och är uppbyggt utav följande principer:

- De handlingar och aktiviteter som utförs av företag, vilka påverkar materialflödena i en supply chain, skall i högsta möjliga grad vara grundade i kundens beteende och behov.
- Materialflöden längs med en supply chain skall i högsta grad vara synkroniserade med slutkundens efterfrågan samtidigt som denna egenskap skall vara en drivande faktor i verksamhetsutvecklingen inom företaget.
- *QR* kan ses som ett Supply Chain Management koncept då det framhäver helhetstankesättet av en supply chain och vikten av slutkunden. Skillnaden är dock att *QR* anses lägga avsevärt större vikt på att synkronisera behov och tillgångar, vilket medför att det kan ses som en tillämpning av Just-in-Time inom distributionsområdet.
- Genom att anamma *QR* principen lägger verksamheterna vikt på att reducera ledtider i en supply chain vilket resulterar i uppnådda konkurrensfördelar.
- En grundsten för *QR* är att skapa en relation som bygger på öppenhet och förtroende, vilken möjliggör en effektiv utväxling av information mellan aktörerna i en supply chain.

QR konceptet har växt fram tillsammans med utvecklingen av informationsteknologin vilken har varit betydande för användandet och utvecklingen utav *QR*.

¹⁰⁷ Hamon & Jarebrant (2007), *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*

Den bygger på att föra informationen bakåt i kedjan genom utnyttjandet av olika informationsöverföringsteknologier. Ett hjälpmedel för att uppnå en effektiv *QR* är användandet av automatiska identifieringssystem för att både tids- och kostnadseffektivt kunna få information om aktuella händelser.¹⁰⁸

4.7 CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment)

Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment är ett koncept som är en utvecklad version utav bland annat Quick Response. Syftet med *CPFR* är att upprätta samarbetsrelationer genom gemensamma processer och ett strukturerat informationsutbyte mellan alla aktörer i en supply chain. Införandet av dessa relationer resulterar i en minskad kapitalbindning och kostnadseffektivare materialflöden genom supply chain.

CPFR konceptet är uppbyggt utav följande principer:

- Att alstra en drivande samverkan och åtagande från alla aktörer i en supply chain vilken inspirerar dem positivt.
- Att upprätta en generell gemensam målsättning och verksamhetsplan för att sedan sträva till att upprätthålla dessa via teamwork i en supply chain.
- Att skapa ett gemensamt förtroende och gemensamma partnerskapsrelationer.
- Att dra nytta av de kärnkompetenserna som finns i en supply chain utan hänsyn till vilken av aktörerna de finns inom.
- Att synkronisera materialflöden mellan företagen genom att använda gemensamt överenskomna prognoser som alla aktörer längs med en supply chain utgår ifrån i sin verksamhet och under sin planering.
- Att dela på risker och förmåner som uppstår i en supply chain.
- Att skapa en gemensam fokus på att tillfredsställa slutkunden och genom att införa ett gemensamt prestationsmätningssystem, som utgår ifrån kundkrav, uppnå detta mål.

Olika företag brukar på ett schablonmässigt tillvägagångssätt skapa sina egna metoder för att ta fram planer och prognoser. Genom att implementera *CPFR* i en hel supply chain skapar man förutsättningar som krävs för att införa gemensamma processer som alla aktörer är i överensstämmelse med. *CPFR* är en ny managementfilosofi¹⁰⁹ som erbjuder nya affärsmetoder som förenar varulager och elektronisk datautbyte för att radikalt minska lagersaldo samt kostnader och samtidigt förbättra kundservicen.

¹⁰⁸ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

¹⁰⁹ ibid

Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment anses vara en Supply Chain Management ansats med ett holistiskt perspektiv, där relationerna i en supply chain integreras och analyseras på en strategisk nivå.¹¹⁰

4.8 APD-plan (Arbetsplatsdispositionsplan)

En *APD-plan* är baserad på en situationsplan och visar hur arbetsområdet för en byggnation utnyttjas, bland annat genom att visa var bodar, förråd, materialupplag samt större maskiner skall placeras.¹¹¹ Syftena med en *APD-plan* är att redovisa hur arbetsområdet skall disponeras och försörjas samtidigt som det är ett underlag för beräkningar av gemensamma kostnader. Förutsättningarna för att upprätta en *APD-plan* är bland annat kunskap över arbetsområdets gräns, slänter, ledningar i luft och mark, omgivande trafiksituation samt kringliggande verksamheter.

Vid upprättandet av en APD-plan finns det olika checklistor att ta hjälp av. En av dessa checklistor visas nedan och syftet med den är att hjälpa till med att ta hänsyn till alla de ingående delarna i en APD-plan.

Checklista APD-plan:

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">○ Kontor○ Bodar (egna & UE)○ Toalett○ Parkering○ Skyltning inom området○ Inhägnad○ Skyddsanordningar och skyddsutrustningar○ Belysning○ Transporter inom arbetsområdet○ Gångleder○ Sjukvårdsutrustning○ Nödtelefon, Brandsläckare○ Utrymningsvägar○ Samlingsplats○ Tippar○ Schaktmassor | <ul style="list-style-type: none">○ Upplagsplats○ Lossningsplats○ Förråd, container○ Uppställningsplats Armeringsstation○ Uppställningsplats Sågstation○ Uppställningsplats Betongficka○ El, tele, VA, Gas○ Betjäningsställe○ Interna transportvägar○ Byggkranar○ Hjullastare○ Hissar○ Avfallshantering (källsortering)○ Miljöstation (farligt avfall)○ Uppställningsplats farmartankar○ Uppställningsplats arbetsmaskiner○ Spillberedskap |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

När APD-planen är upprättad är det viktigt att hålla den ständigt uppdaterad. Eftersom en byggarbetsplats är under konstanta förändringar är det även viktigt att ständigt återkoppla ändringarna till APD-planen och kommunicera den till yrkesarbetare, leverantörer och underentreprenörer.¹¹²

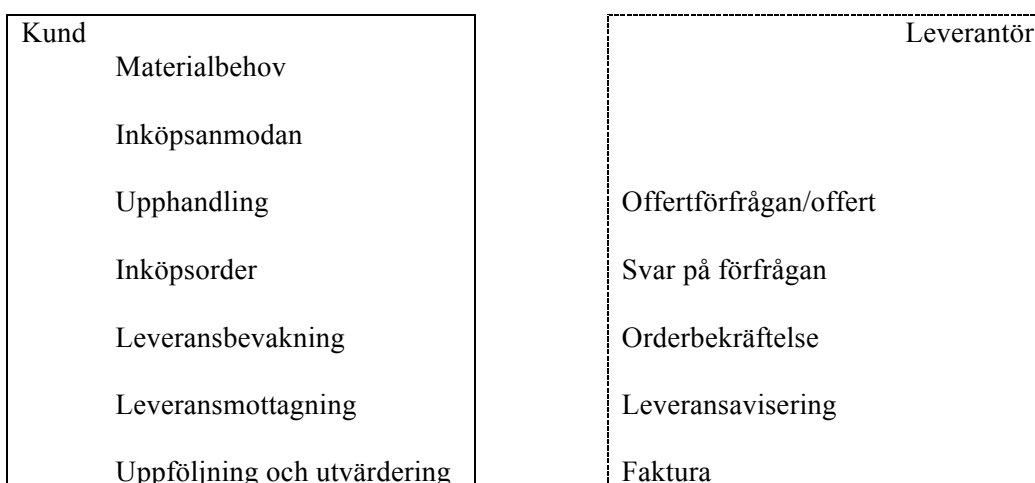
¹¹⁰ Kotzab & Mikkola & Schary & Skjøtt-Larsen (2007), *Managing the Global Supply chain, 3rd Edition*

¹¹¹ Nordstrand & Révai (2002), *Byggstyrning*

¹¹² Utbildningsmaterial – Prolog Bygglogistik AB, 2009-11-18

4.9 Materialanskaffningsprocessen

Materialanskaffningsprocessen avser moment av förberedelser och genomförande vid köp av material. Den kan se olika ut beroende på vilka förutsättningar som föreligger, till exempel vilken typ av artikel det handlar om, ifall samarbete sker med en befintlig eller en ny leverantör, hur leverantörsrelationerna är utformade samt vilka IT-stöd som finns tillgängliga. Materialanskaffningsprocessen kan bestå av olika aktiviteter men processen består alltid av ett antal generella aktiviteter oberoende av vilka förutsättningar som föreligger. *Figur 15* illustrerar den generella materialanskaffningsprocessen.¹¹³



Figur 15. Generell materialanskaffningsprocess

4.9.1 Specificering av inköpsbehov

Materialanskaffning styrs utav det framtida förväntade materialbehovet. Hur en order framtas styrs utifrån ett materialbehovsplaneringssystem eller ett beställningspunktssystem.¹¹⁴

4.9.2 Upphandling

När köparen har klart för sig i vilken omfattning materialbehovet är, införs en upphandlingsprocess där en leverantör väljs och ett inköpsavtal upprättas. Antingen vänder man sig till sina gamla leverantörer eller uppsöker nya. De så kallade befintliga godkända leverantörer har en fördel framför nya leverantörer eftersom de redan har ett etablerat samarbete med sina köpare där de har bevisat sin pålitlighet och påvisat hög och stabil produkt- och leveranskvalitet. Sker leveransanskaffning av ett nytt material där ingen relation med ett företag har etablerats måste förfrågningar göras men det måste även tas in offerter för att kunna välja potentiella leverantörer.

¹¹³ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

¹¹⁴ ibid

Offerterna ger möjlighet för kunden att kunna välja mellan olika leverantörer vars kvalitet, kostnad och leveransservice varierar. Ett leveransavtal kan utformas på många olika sätt och innehåller olika faktorer så som orderkvantitet, priser, förpackningsspecifikationer, enhetslaster, kvalitetsnivåer, leveransvillkor, leveranstid etc. Leveransvillkoret i avtalet är en viktig faktor och avser vilka tidpunkter som varan skall levereras, var varans skall levereras, leveranstid, hur länge säljaren ansvarar för varan etc.¹¹⁵

4.9.3 Inköpsorder

När köparen har erhållit en offert från leverantören svarar köparen genom att utforma en inköpsorder. Utifrån detta dokument godkänner köparen leverantören att leverera varan som efterfrågas. I inköpsordern står det specifikt vilken vara som beställs, vilken kvantitet, priset samt när varan skall levereras. I dokumentet skrivs det också vilka leveransvillkor som gäller.¹¹⁶

4.9.4 Orderbekräftelse

För att inga missförstånd skall uppstå mellan parterna vid inköp av varor, svarar leverantören på köparens inköpsorder med en orderbekräftelse som en acceptans att leverantören har accepterat bland annat köparens villkor, kvantitet och leveranstid. Orderbekräftelsen kan även innehålla ändringar gällande exempelvis leveranstidpunkt.¹¹⁷

4.9.5 Leveransbevakning

För att säkerställa att en leverans kommer vid en överenskommen tidpunkt utförs det en leveransbevakning. Bevakning sker på så sätt att information sänds till leverantören om när leveransen väntas ske, vilket är överenskommet vid beställningstillfället.

En bevakning kan ske både före och efter en leverans, genom antingen förbevakning eller efterbevakning. Förbevakning är ett sätt att uppmärksamma leverantören på att en överenskommen leverans börjar närma sig. Syftet är att öka chansen att leveransen kommer enligt fastställd tid. Oftast utförs dessa förbevakningar selektivt, vilket innebär att bevakningarna begränsas enbart till exempelvis produkter som kan bli en bristvara. Efterbevakning är en leveransbevakning som sker efter den fastställda leveranstidpunkten och syftar till att påskynda en redan sen leverans. Detta görs i form av en påminnelse som skickas till leverantören.

Tracking- och tracing är också en form av bevakning men i detta fall görs bevakningen under själva transporten för att följa godsets transportväg.¹¹⁸

¹¹⁵ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

¹¹⁶ ibid

¹¹⁷ ibid

¹¹⁸ ibid

4.9.6 Leveransavisering

Vid vissa leveranser aviserar leverantören till kunden att leveransen är på väg och det görs genom att skicka en leveransavisering. Detta görs så att kunden kan förbereda godsmottagningen och leveranskontroll för en smidigare hantering.¹¹⁹

4.9.7 Leveransmottagning

Leveransmottagning innebär att godset tas emot och genomgår en kontroll för att säkerställa att leveransen motsvarar ordern som gjorts. Dock utförs inte en mottagningskontroll regelbundet. Hur omfattande den är varierar från situation till situation. Den kan antingen bestå av att kontrollera varje vara eller så utförs ett stickprov som går ut på att ett litet parti kontrolleras, och utifrån detta parti utgår man från att hela leveransen är som det enstaka partiet. Vid godsmottagning överlämnas också en följesedel som läses av och registreras. Eventuella fel på varorna som levererats antecknas och reklameras senare.¹²⁰

4.10 M-ConRDSCM (Mobile Construction RFID-based Dynamic Supply Chain Management)

Byggbranschen är en komplex industri där flera aktörer med olika specialiseringar arbetar tillsammans under ett byggprojekt för att upprätta en konstruktion. Det är därför svårt att effektivt styra och hantera komplexa byggnadsprojekt bland annat på grund av involveringen och samspelet av flera aktörer. Realtidsövervakning och kontroll av byggnadsprojekten kan därför vara ett effektivt verktyg för att slutföra projekten inom tid- och budgetramarna. Genom att använda en RFID-baserad teknologi tillsammans med mobila kommunikationsverktyg och informations teknologi uppstår möjligheten att skapa ett effektivare informationsflöde genom ett byggnadsprojektets supply chain och därigenom minska risken för konflikter och förseningar.

M-ConRDSCM (Mobile Construction RFID-based Dynamic Supply Chain Management) är utvecklat i ändamål att förbättra process- och kostnadseffektiviteten, kommunikationen mellan projektdeltagarna samt öka flexibiliteten gällande ledtider och leveranser. *M-ConRDSCM* systemet ger även arbetsledaren och alla deltagare i byggnadsprojektet ett snabbt och enkelt verktyg för att styra och förvalta hela byggnationen och alla dess olika skeden. *M-ConRDSCM* systemet är uppbyggt utav tre komponenter:

- ConSCM Portal
- RFID-teknologi
- Mobila kommunikationsverktyg – PDA (Personal Digital Assistant)

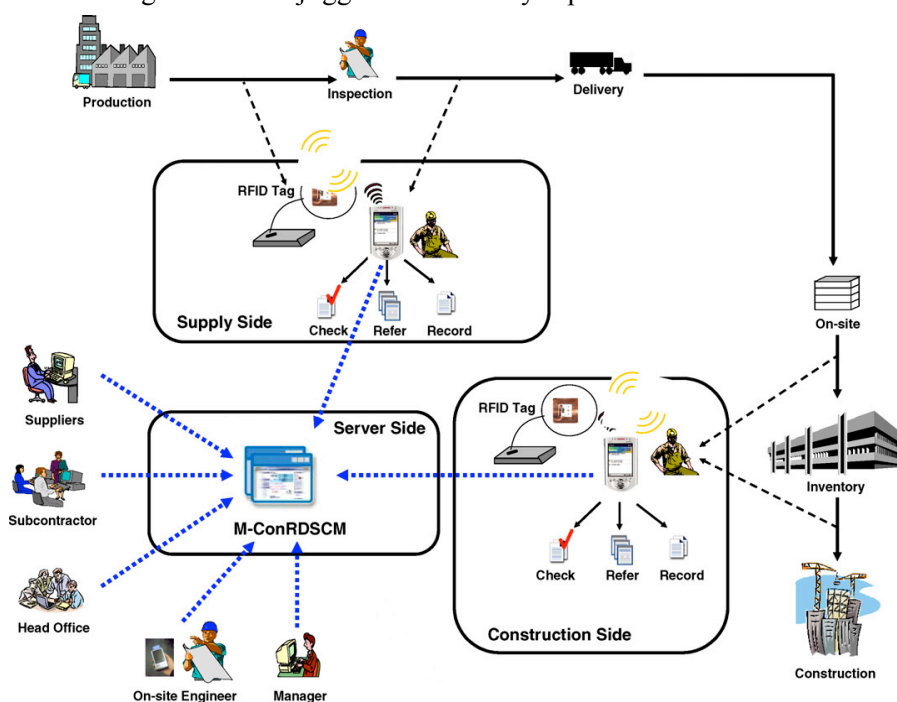
En *ConSCM Portal* är ett speciellt webb-baserat verktyg som möjliggör en realtids informationsdelning i en supply chain. Portalen nås via Internet och fungerar som en gemensam databas.

¹¹⁹ Jonsson & Mattsson (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*

¹²⁰ ibid

Den innehåller all information relaterad till ett byggnadsprojekt samt ett mail- och kommunikationsverktyg för alla involverade byggnadsprojekt-deltagare, bland annat entreprenörer och underentreprenörer. Utnyttjandet av informations teknologi av denna typ är viktigt för att framgångsrikt kontrollera och styra byggnadsprojekt, vilket synliggörs främst genom en förbättrad kommunikation och koordination av resurser. *ConSCM portalen* är integrerad med *mobila kommunikationsverktyg (PDA)* och *RFID-teknologi*, vilket möjliggör att informationen som tas upp av de mobila kommunikationsverktygen av exempelvis en arbetsledare på byggarbetsplatsen synliggörs i portalen nästan omedelbart efter avläsning.

RFID-teknologi ger en ökad lönsamhet i byggnadsprojektet genom en snabbare och precisare inmatning av data. Varje projektdeltagare har en behörighetsgrad vilken är baserad på deltagarens roll, både inom det egna företaget men även bland de aktuella supply chain deltagarna. Graden av behörighet anger hur mycket information och vilka tjänster deltagaren har tillgång till samt vilken typ av information deltagaren är behörig till att lägga in. Vissa av dessa tjänster kan bestå utav körning av kvalitetskontroller, bokning av avstämnings- och inventeringskontroller, vilket allt är baserat på den delade informationen bland projektdeltagarna. När en deltagare loggar in i portalen har han eller hon automatiskt tillgång till den senaste informationen och kan därigenom bland annat inhämta nödvändig data för sin egen planering. ConSCM portalen kan även tillgodose leverantörer med aktuell byggnadsstatus och aktuella lagerförteckningar vilket möjliggör en behovsstyrd produktion.



Figur 16. Översikt av ett M-ConRDSCM system ¹²¹

¹²¹ Lung-Chuang & Yu-Cheng & Poa H (2007), *Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction*

I M-ConRDSCM systemet, *Figur 16*, är RFID-taggar fästa på material och utrustning men även till kontrollistan. De mobila kommunikationsverktygen läser av RFID-taggar och lagrar deras information på PDA:n. Denna information skickas sedan vidare via Internet till ConSCM portalen där informationen omvandlas och sparas i databasen. Under de senaste åren har PDA-enheterna utvecklats enormt mycket. Från att ha varit en kalender, adressbok, anteckningsblock och en ”att göra”-lista till i princip en minidator med funktioner som ger användaren möjlighet att ansluta sig till Internet antingen via ett trådlöst nätverk eller via GPRS-teknologi. Utvecklingen av applikationer till de mobila kommunikationsverktygen har följt med i denna utveckling vilket resulterat i en popularitetsökning av PDA-enheterna på grund av deras användbarhet och användarvänlighet.

PDA-enheternas applikationer i ett M-ConRDSCM system består utav tre moduler som exempelvis en arbetsledare på byggarbetsplatsen har tillgång till. Dessa tre moduler är:

- Lagerhanteringsmodul (Inventory management module)
- Kvalitets- och kontrollmodul (Quality and inspection module)
- Aktuell statusmodul (Progress monitor module)

Lagerhanteringsmodul (Inventory management module)

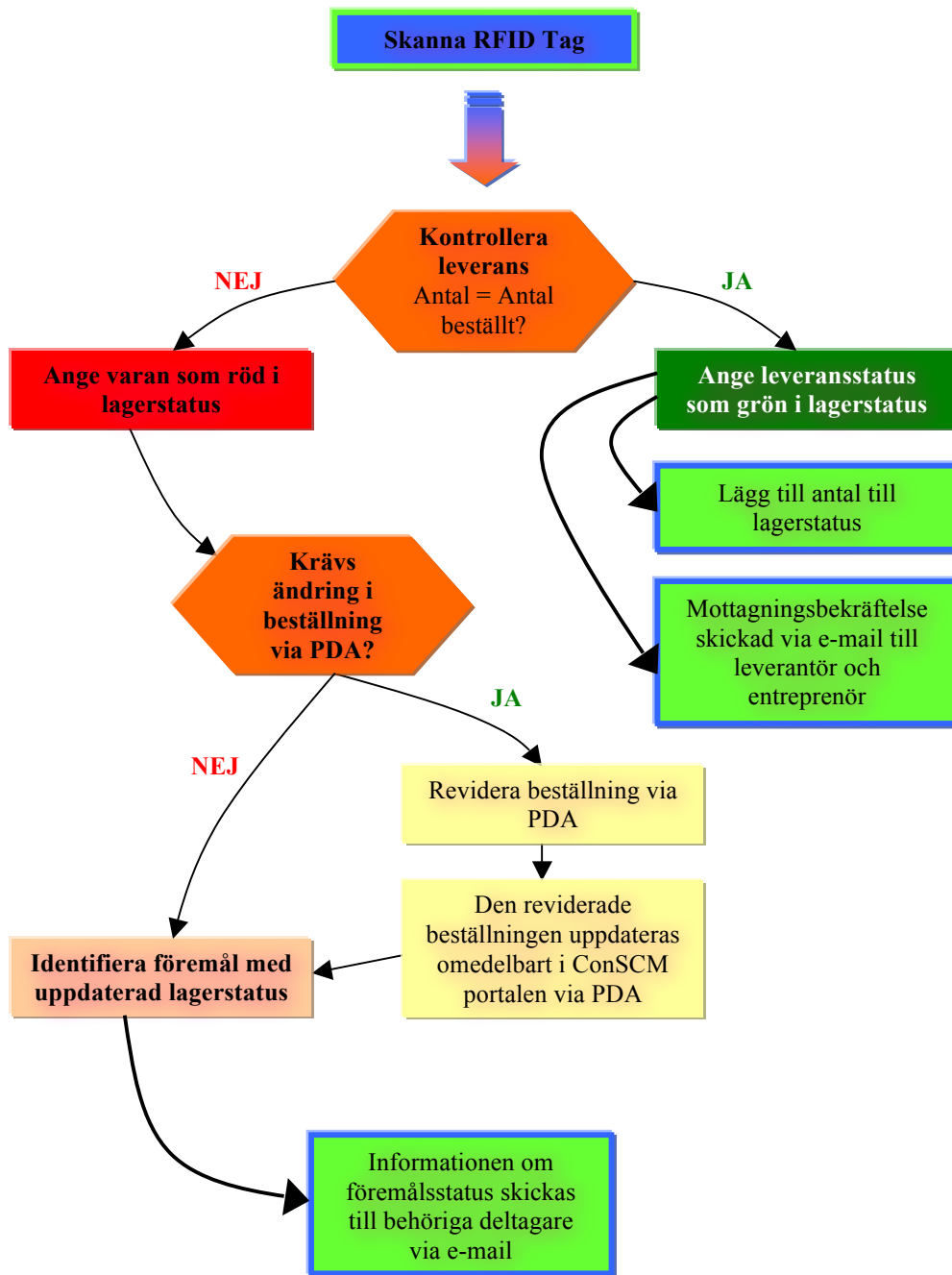
Denna modul, *Figur 17*, är en portabel förteckning som ger arbetsledaren på byggarbetsplatsen en fullständig specifikation över alla material som används under byggnadsprojektet. Arbetsledaren kan via denna modul både få information om aktuell status av materialet exempelvis lagerposition, antal enheter samt när nästa leverans är planerad att äga rum, samt uppdatera eventuella ändringar direkt. Genom användandet av denna modul får arbetsledaren ett lättanväntligt verktyg som ger både en bättre och direkt översikt samt kontroll av materialen involverade i byggnadsprojektet.

Kvalitets- och kontrollmodul (Quality and inspection module)

Arbetsledaren på byggarbetsplatsen kan genom denna modul utföra en mängd olika kvalitetstest och lägga in resultaten direkt in i PDA:n som omedelbart skickar vidare informationen till ConSCM portalen. Modulen tillåter även arbetsledaren att ta fram resultat för befintliga kvalitetskontroller och föra in eventuella ändringar direkt i PDA:n. Genom användandet av denna modul elimineras ett arbetsmoment för arbetsledaren som utan PDA:n vanligtvis skulle behövt föra in all insamlad information i datorn.

Aktuell statusmodul (Progress monitor module)

Denna modul är en lättåtkomlig miljö skapad för att arbetsledarna och alla projektrelaterade deltagare kan vara realtidsuppdaterade över byggnadsprojektets fortskridande. Modulen kan till exempel ge aktuell status av ett specifikt byggnationsmoment men även aktuell status gällande specifika leveranser. Modulens uppgift är även att hjälpa arbetsledaren på byggarbetsplatsen övervaka förloppet av nyckelkomponenterna i byggnationen.



Figur 17. Exempel på Lagerhanteringsmodul i PDA:n¹²²

¹²² Lung-Chuang & Yu-Cheng & Poa H (2007), *Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction*

Ett elektroniskt informationsutbyte i en byggrelaterad supply chain ökar effektiviteten och minskar felmarginalerna. Det eliminerar de negativa effekterna av osäkerhet i projektet samtidigt som projektets deltagare tillåts fatta beslut som omsluter hela projektet. Ett M-ConRDSCM system integrerar RFID-teknologi med mobila kommunikationsverktyg för att öka hastigheten och noggrannheten på insamlandet av data på byggarbetsplatsen. Tillsammans med ConSCM portalen skapas en miljö som möjliggör en trådlös realtidskommunikation mellan arbetsledaren på byggarbetsplatsen och de övriga deltagarna i byggnationsprojektet. Genom en implementering av M-ConRDSCM i ett byggnationsprojekt skapas en miljö där alla involverade deltagare har tillgång till den senaste informationen samtidigt som det uppstår en miljö som möjliggör en dynamisk kontroll av byggnationens olika skeden och processer.¹²³

4.10.1 Fallstudie med M-ConRDSCM

I samband med ett byggprojekt i Taiwan har det utförts en fallstudie där M-ConRDSCM systemet implementerades i en hel supply chain, från produktion till byggarbetsplats. I samråd mellan leverantör och huvudentreprenör beslutades det vilka betongelement som skulle RFID-taggas och därmed spåras. Betongelementen producerades och sedan RFID-tagades dem och slutligen fördes användbar information gällande betongelementen över till M-ConRDSCM systemet. Med hjälp av ConSCM portalen kunde entreprenören och leverantören få nyuppdaterad information om betongelementets status varje gång en scanning utfördes. Redan under till exempel tillverkningskedet hade entreprenören tillgång till information om respektive betongelements status.

Vid evalueringen av denna fallstudie fick sexton tjänstemän, med olika bakgrund av erfarenhet inom byggbranschen, svara på ett frågeformulär hur de tyckte projektet påverkades av M-ConRDSCM systemet. Frågeformuläret innehöll påstående bestående av femgradiga svarsalternativ och resultatet illustreras i *Figur 18* nedan. Resultatet från frågeformuläret tyder bland annat på att man med hjälp av detta system skulle på ett mer effektivt sätt kunna öka precisionen och även höja datauppkopplingshastigheten.

Efter projektets slutförande visade det sig att misstag med informationsöverföringar minskade med tolv procent, tidsbesparingarna ökade med 16 procent och de onödiga kostnaderna minskade med åtta procent jämfört med ett liknande projekt utan en implementering av M-ConRDSCM systemet.

¹²³ Lung-Chuang & Yu-Cheng & Poa H (2007), *Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction*

Resultat från frågeformulär	
	Medelvärdet
<i>Testprovning av systemet</i>	
- Bekväm anordning	1.7
- Lätt dataåtkomst	1.9
- Pålitlig	1.5
- Precision	1.7
- Mångsidigt funktionell	1.6
<i>Systemet funktion</i>	
- Lätthanterlig	1.6
- Grafiskt användargränssnitt	1.8
<i>Systemets förmåga</i>	
- Reducera onödiga tider	1.8
- Reducera onödiga kostnader	1.3
- Reducera kommunikationsproblemen	1.5
- Reducera omarbete gällande datainsamlingen	1.7
- Förbättra kontroll över projektet	1.6
- Förbättra informationsdelningen	1.8
- Applicerbar inom byggindustrin	1.7

Figur 18. Medelvärde av resultaten av fallstudien; -2 inte användbart, -1, 0, +1, +2 mycket användbart.¹²⁴

4.11 COO modell för ett RFID-baserat logistiskt system

Beslutsprocessen vid köp av system eller utrustning är vanligtvis styrd utav den inledande kostnaden för den tänkta teknologin. Den är oftast inte styrd utav den potentiellt vunna effekten av operationskostnaden och tillvaratagandet av denna effekt under dess livslängd.¹²⁵

Denna *COO* (*Cost of ownership*) modell är kostnadsmodell skapad för att kunna utvärdera den förväntade kostnaden för ett allmänt RFID baserat logistiskt system. I denna modell ändras den allmänna *COO* modellen genom att de fasta och rörliga kostnaderna ersätts med en infrastrukturuppbyggnadskostnad (*Infrastructure construction cost*) för ett RFID baserat logistiskt system samt bearbetningskostnader för de logistiska processerna (*Logistics processing cost*). *Yield loss cost* tas även hänsyn till i denna modell och definieras som kostnaden av ineffektiva aktiviteter av det allmänt RFID-baserade logistiska systemet.

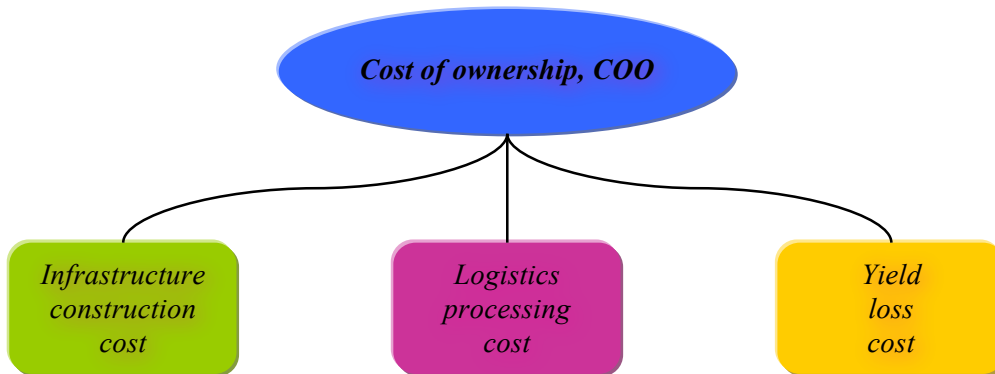
¹²⁴ Lung-Chuang & Yu-Cheng & Poa H (2007), *Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction*

¹²⁵ Yoonseong & Hong Sik & Hyejin & So Young (2009), *Economic Evaluation Model for International Standardization of Technology*

COO modellen för ett allmänt RFID logistiskt system definieras enligt följande:

$$COO = (ICC) + (LPC) + (YLC)$$

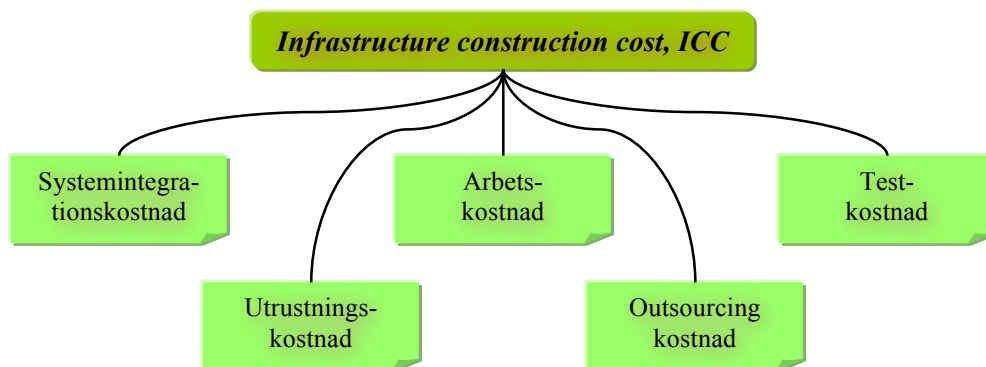
där ICC står för *Infrastructure construction cost*, LPC står för *Logistics processing cost* och där YLC står för *Yield loss cost*, Figur 19.



Figur 19. COO modell för ett RFID logistiskt system ¹²⁶

4.11.1 Infrastructure construction cost

Infrastrukturuppbyggnadskostnad (*Infrastructure construction cost*) av ett allmänt RFID baserat logistiskt system består utav *systemintegrationskostnad (SK)*, *utrustningskostnad (UK)*, *arbetskostnad (AK)*, *outsourcing kostnad (OK)* och *testkostnad, TK*, Figur 20.



Figur 20. Infrastructure construction cost, ICC ¹²⁷

¹²⁶ Hong Sik & So Young (2009), *Cost of ownership model for the RFID logistics system applicable to u-city*

¹²⁷ ibid

Systemintegrationskostnaden är definierad som kostnaden för att bygga ett system som kan användas i en valfri allmän miljö. *Utrustningskostnaden* är definierad som kostnaden för utrustningen relaterad till ett allmänt RFID baserat logistiskt system, vilket bland annat inkluderar kostnaden för RFID läsaren men även hård- och mjukvarukostnaden relaterad till det logistiska systemet. *Arbetskostnaden* definierad som kostnaden för löneersättningen för de anställda. *Outsourcing kostnader* definieras som de kostnader som krävs för att få tillgång till samarbete med andra företag. *Testkostnaden* definieras som de kostnader som krävs för att testa det logistiska systemet i syfte att ta reda på hur pass väl anpassat det är.

Bland dessa fem infrastrukturuppbyggnadskostnader är det systemintegrations- och utrustningskostnaden som är de inledande direkta kostnaderna. Dessa två kostnader kommer att ha en årlig avskrivningskostnad, AvK :

$$AvK = \frac{SK}{T_R} + \frac{UK}{T_R}$$

där T_R är tiden det tar för det allmänna RFID logistiska systemet att byggas upp.

De resterande kostnaderna skiljer sig från de ovan nämnda kostnaderna genom att de är årligt återkommande. De finns nedan årligt beräknade där hänsyn är tagen till den årliga inflationen.

$$AK_t = AK \times (1 + r)^{t-1}$$

$$OK_t = OK \times (1 + r)^{t-1}$$

$$TK_t = TK \times (1 + r)^{t-1}$$

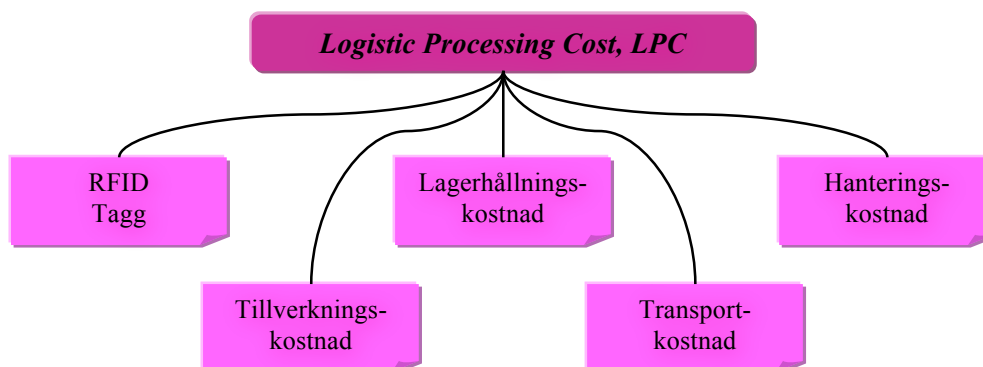
där $t = 1, 2, \dots, T_R$ tiden och r är inflationen.

$$\text{Infrastrukturuppbyggnadskostnaden} = AvK + AK_t + OK_t + TK_t \quad ^{128}$$

4.11.2 Logistics processing cost

Bearbetningskostnader för de logistiska processerna inkluderar utgifterna för de komponenter som krävs för att produkterna skall kunna flöda genom en supply chain. Dessa utgifter består utav kostnaden för RFID taggen som fästs på produkten, tillverkningskostnaden, lagerhållningskostnaden, transportkostnaden och hanteringskostnader för det RFID baserade logistiska system, *Figur 21*.

¹²⁸ Hong Sik & So Young (2009), *Cost of ownership model for the RFID logistics system applicable to u-city*



Figur 21. Logistics processing cost, LPC ¹²⁹

Kostnaden för *RFID taggen* omfattar kostnaden för taggen på varan men även kostnaden för taggen som fästs på lastpallen där varorna lastas på. När RFID taggen fästs på ett material eller lastpall kan taggen inte återanvändas vilket innebär att antalet taggar motsvarar antalet varor och lastpallar. *Tillverkningskostnaden* omsluter kostnaden som krävs under hela tillverkningsprocessen. Detta inkluderar driftskostnaden för maskiner och arbetskostnaden för de anställda, dock omfattas inte materialkostnaden för produkten. *Lagerhållningskostnaden* består utav kostnaden för hanteringen utav godset på lagerplatsen, arbetskostnaden för de anställda samt lagerinventeringskostnaderna. *Transportkostnaden* består utav alla kostnader relaterade till transport under alla stegen i supply chain, vilket täcker arbets-, däck-, försäkrings- och bensinkostnad. *Hanteringskostnaden* omfattar utgifterna relaterade till underhåll och hantering av det RFID baserade logistiska systemet.

Den årliga kostnaden för *Logistics processing cost* är:

$$LPC_t = LPC_{t-1} \times (1 + r)^{-1}$$

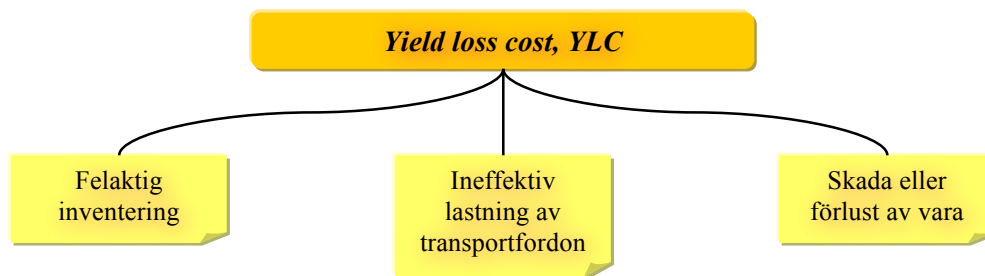
där $t = 1, 2, \dots, T_s$ är tiden, T_s är livslängden för det logistiska systemet och r är inflationen. ¹³⁰

4.11.3 Yield loss cost

Begreppet yield definieras som den andel av varor som genomgått en produktionsprocess utan att bli defekta, i ett fall med exempelvis kontrollutrustning definieras yield som andelen av korrekta kontroller. I ett RFID baserat logistiskt system definieras yield som en effektivitetsfaktor av systemet. Med åtanke på denna definition definieras *yield loss cost* som utgiften vilken uppstår genom felaktig inventering, ineffektiv lastning av transportfordon och skada eller förlust av vara, *Figur 22*.

¹²⁹ Hong Sik & So Young (2009), *Cost of ownership model for the RFID logistics system applicable to u-city*

¹³⁰ ibid



Figur 22. Yield loss cost, YLC ¹³¹

Yield loss cost i ett RFID baserat logistiskt system räknas fram genom:

$$YLC = \alpha \times C_{\alpha} + \beta \times C_{\beta} + \gamma \times C_{\gamma} + \delta \times C_{\delta}$$

där

α = graden av förlust av vara

C_{α} = ett mått på varuförlusten lastad på lastpall

β = graden av skada på varan

C_{β} = kostnad i samband med skada på vara lastad på lastpall

γ = graden av outnyttjat utrymme i lastbil

C_{γ} = kostnad i samband med improduktivt utnyttjat utrymme i lastbil

δ = graden av felaktig lagerförteckning p.g.a. en felaktigt fungerande RFID

C_{δ} = kostnad i samband felaktig lagerförteckning

Den årliga Yield loss cost är:

$$YLC_t = YLC_{t-1} \times (1 + r)^{-1}$$

där $t = 1, 2, \dots, T_S$ är tiden, T_S är livslängden för det logistiska systemet och r är inflationen. ¹³²

¹³¹ Hong Sik & So Young (2009), *Cost of ownership model for the RFID logistics system applicable to u-city*

¹³² ibid

5 Empiri

5.1 Tidsstudier – Godsmottagning

Tidsstudierna i detta examensarbete är utfört på följande sätt:

Under mätningarnas gång har vi enbart varit åskådare genom att iaktta leveransprocesserna och föra anteckningar över det som observerats. I vår beskrivning av respektive arbetsplats har en APD-plan bifogats eller i fall då denna inte har upprättats finns i ett fall en situationsplan tillgänglig och i ett fall har ingen APD-plan upprättats. Dessa ger läsaren en överskådlig bild av hur byggarbetsplatsen ser ut men även en överblick över var lossningsplatsen, mellanlagringsplatserna samt slutliga lagringsstationen befinner sig. Detta illustreras med hjälp av nummerade punkter som är markerade i APD-planen och situationsplanen. För att bilden av leveransprocesserna skall förstärkas för läsaren finns det bilder bifogade till beskrivningarna.

Under våra tidsstudier har avlastningarna endast utförts med hjälp av teleskoplastare, hjullastare och manuellt. Dock har vi i våra figurer även tagit med byggplatskran och lastbilskran eftersom jämförelser kommer att göras med tider från rapporten *Mottagnings- och transportutrymmen på byggarbetsplatser* och examensarbetet *Leveranslogistik på byggarbetsplatsen* där likvärdiga mätningar har utförts. Dessa rapporters resultat i form av figurer bifogats till vår empiri. Hjullastare i våra figurer är ett samlingsnamn för både hjullastare och teleskoplastare.

Vi började med att notera tiden från det att avlastningen påbörjades till dess att det sista kollit eller lastpallen har nått sin slutliga destination på byggarbetsplatsen, lagringsplatsen. Avlastningsprocessen anses börja när lossningsmaskinen påbörjar sitt första lyft av kולי eller lastpall ur lastbilen. Alla lagringsplatser som är en tillfällig lösning, under några minuter upp till några timmar, fungerar som mellanlagringsplats och inte som slutlig lagringsstation. Tiden för avlastningen stoppas därför inte vid mellanlagringsplatserna eftersom de inte anses vara riktiga slutliga lagringsstationer.

Under tiden som lossningen pågått har hjullastarna emellanåt fått stå och vänta men även yrkesarbetarna som assisterat. Denna tid har noterats som väntetid och kan skådas i våra figurer tillsammans med avlastningstiden. Väntetiden mättes under tidsperioden som avlastningen påbörjades till dess att godsen var på sin slutliga lagringsstation.

5.1.1 Viktoria Park

Entreprenör:	PEAB
Leverantör:	Swedoor - Jeld Wen Door Solutions
Materials lag:	Dörrar
Datum för tidsstudie:	2010-02-16, 2010-02-19, 2010-02-26



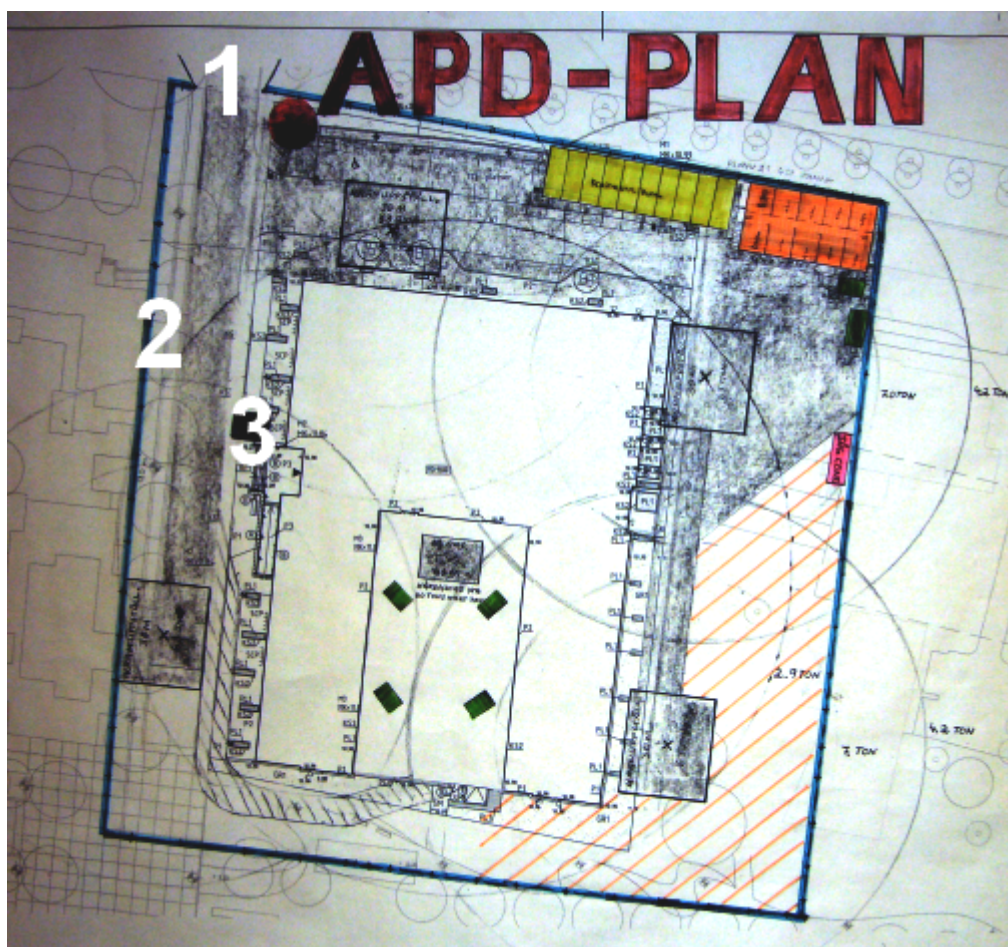
Figur 23. Viktoria Park i Limhamn

På Viktoria Park i Limhamn uppför PEAB ett bostadshus, *Figur 23*, bestående utav en huskropp med tre våningsplan.

Tidsstudierna utfördes den 16, 19 och 26 februari 2010 och vid mättillfället var huskroppen i ett invändigt byggskede. Tidsstudierna utfördes på leveranser utav dörrar från Swedoor - Jeld Wen Door Solutions.

APD-planen, *Figur 24*, visar hur byggarbetsplatsen ser ut. Punkt 1 i figuren markerar infarten till byggarbetsplatsen, punkt 2 är avlastningsplatsen för godset och punkt 3 är den plats där godset lyftes upp på en omgivande byggnadsställning och fördes in på respektive våningsplan. Byggarbetsplatsen hade en teleskoplastare¹³³ till sitt förfogande och denna användes vid avlastning av gods från lastbil samt vid upplyftning av gods till rätt våningsplan. Teleskoplastaren är inhyrd av byggarbetsplatsen och är till deras förfogande under hela arbetsdagen.

¹³³ Teleskoplastare benämns som hjullastare i figurerna med stapeldiagram framöver i detta kapitel.



Figur 24. APD-Plan, Viktoria Park

Leverans av dörrar, 2010-02-16:

Leveransen var planerad att anlända klockan 07.00 och var på plats 07.05. Avlastningsprocessen påbörjades 15 minuter efter att lastbilen anlände till byggarbetsplatsen. Hela leveransen, bestående utav fem kolli fördelade på tre lyft, lastades i första hand av lastbilen med hjälp utav teleskoplyftslastaren i punkt 2, *Figur 24*.

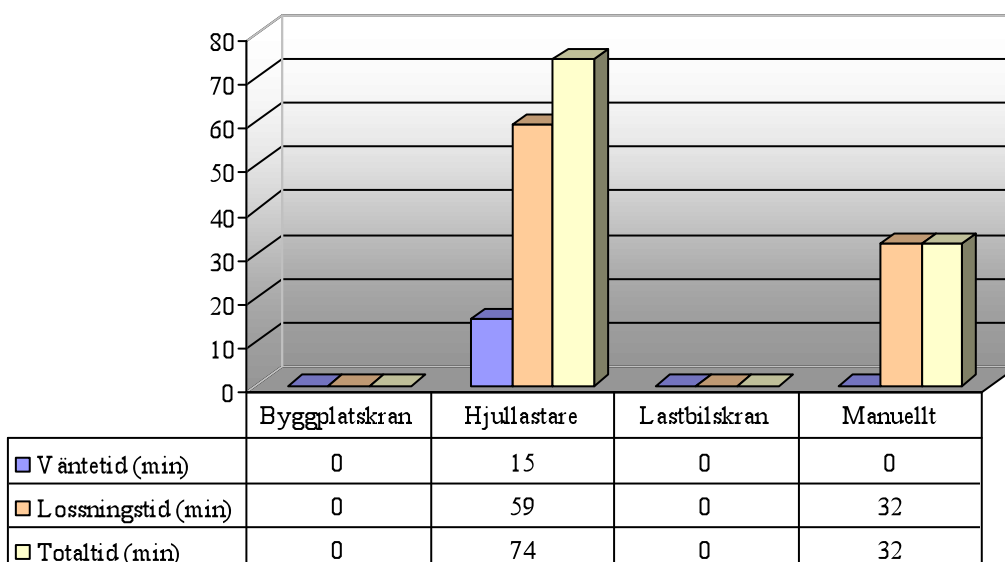


Figur 25. Dörrar staplade på lastpall

Kollina lyftes sedan upp av teleskoplyftslastaren till byggnadsställningens tredje våningsplan i punkt 3, Figur 24. Väl på byggnadsställningen togs emballaget av utav två yrkesarbetare som sedan lyfte in dörrarna i byggnaden en och en. Kollina kunde inte transporteras in med en handtruck på grund av att det fanns material i vägen. Under tiden yrkesarbetarna utförde detta arbetsmoment stod teleskoplyftslastaren och väntade på att de skulle bli färdiga för att sedan kunna lyfta upp nästa lastpall. Denna procedur upprepades till dess att alla dörrar på lastpallarna var inburna in i byggnaden. Väl inne i byggnaden lades sedan dörrarna in i diverse områden av våningsplanet och staplades på lastpallar där de ligger till dess att de skall monteras, Figur 25.

Följesedeln blev mottagen utav arbetsledaren då första lastpallen var upplyft och uppackad.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Viktoria Park, 2010-02-16, är illustrerade i Figur 26.



Figur 26. Godsmottagningstider – Viktoria park, 2010-02-16

Leverans av dörrar, 2010-02-19:

Leveransen var planerad att anlända klockan 08.00 och anlände klockan 13.18. Avlastningsprocessen påbörjades 5 minuter efter att lastbilen anlände till byggarbetsplatsen. Hela leveransen, bestående av sex kolli fördelade på fyra lyft, lastades i första hand av lastbilen med hjälp utav teleskoplyftslastaren i punkt 1, *Figur 24*. När kollina sedan skulle lyftas upp och ställas på byggnadsställningen för att slutligen transporteras in i byggnaden uppstod det oklarheter, mellan föraren av teleskoplyftslastaren och yrkesarbetarna, gällande vilket våningsplan kollina med dörrarna skulle lyftas upp på.

Efter en kort tids diskussion mellan yrkesarbetarna och chauffören till teleskoplyftslastaren anlände arbetsledaren till platsen. Arbetsledaren undersökte följesedeln vilket visade på att det fanns någon form av fel med leveransen. Efter ungefär 15 minuters undersökande hade arbetsledaren kommit fram till en lösning.



Figur 27. Undersökning av leverans

Eftersom arbetsledaren hade kännedom om att det var likadana dörrtyper som skulle upp till varje våningsplan kunde han efter ett samtal med yrkesarbetarna dra slutsatser om vilka dörrar som saknas på respektive våningsplan. Efter att ha gjort detta tittade arbetsledaren genom alla dörrbeteckningar på alla kolli, *Figur 27*, för att till slut kunna tala om för chauffören och yrkesarbetarna till vilket våningsplan de olika kollina skulle lyftas upp på.

Bakgrunden till felet med leveransen framkom till att vara en felaktig första leverans. När den första dörrleveransen anlände till byggarbetsplatsen hade den varit icke fullständig vilket medförde att den andra leveransen var tillökad med de saknade dörrarna från första leveransen. Denna tillökning hade i sin tur inte uppmärksammats vid det andra leveranstillfället vilket resulterade i att hela leveransen lyftes upp på ett våningsplan, vilket det inte skulle.

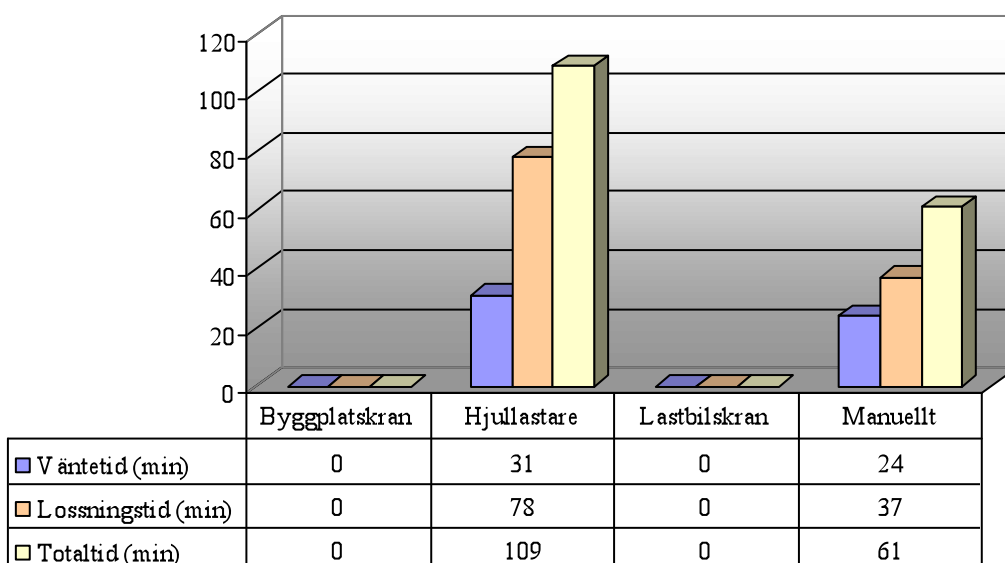
Resultatet i denna leverans blev att tre utav sex kolli lyftes upp på våningsplan 3 medan de resterande lyftes in på våningsplan 1. De kollin som lyftes upp på våningsplan 3 rullades in i byggnaden med hjälp utav en handtruck, *Figur 28*.



Figur 28. Inlastningsprocess, Viktoria Park

Våningsplan 1 skulle däremot fått sin leverans med dörrar vid ett tidigare leveransskede och när dörrarna skulle rullas in, med en handtruck, på våningsplanet uppstod det problem då det pågick diverse golvarbete där vilket resulterade i att ett nytt problem uppstod. Yrkesarbetarna löste dock detta efter ca 15 minuter och dörrarna kunde transporteras in i byggnaden.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Viktoria Park, 2010-02-19, är illustrerade i Figur 29.



Figur 29. Godsmottagningstider – Viktoria park, 2010-02-19

Leverans av dörrar, 2010-02-26:

Denna leverans hade ingen planerad ankomsttid, utan bara en önskan från byggplatsledningen, vilken var att leveransen skulle anlända efter frukost, motsvarande ungefär 09.30. Leveransen anlände klockan 09.58 och avlastningen påbörjades 10.06. Hela leveransen bestående av 7 kolli fördelade på 6 lyft lastades i första hand av lastbilen med hjälp utav hjullastaren i punkt 2, *Figur 24*. De lyftes sedan upp av hjullastaren på byggnadsställningens andra våningsplan i punkt 3, *Figur 24*. På byggnadsställningen stod det två yrkesarbetare med en handtruck som kollina kunde ställas på direkt för att sedan kunna transporteras in i byggnaden, *Figur 30*.

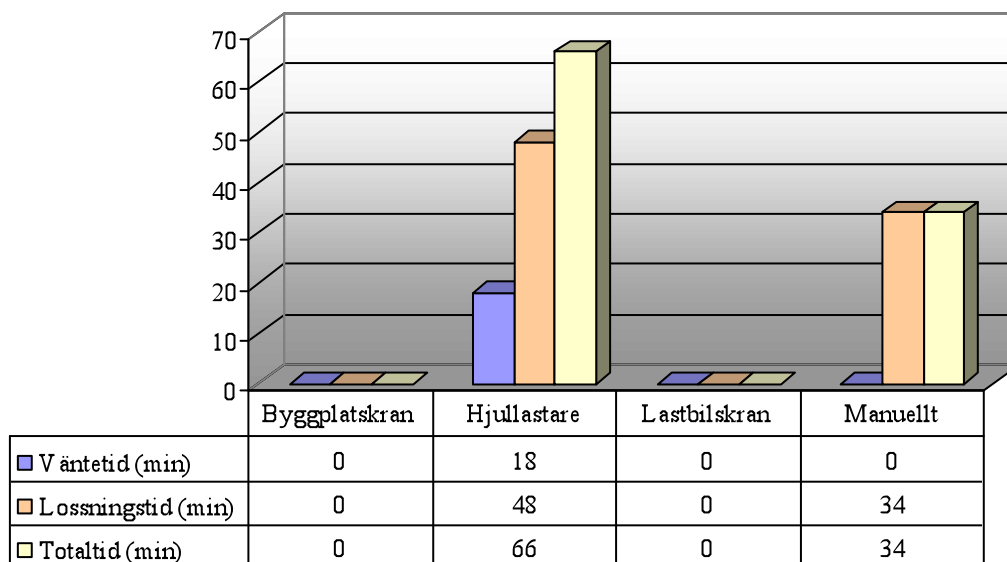


Figur 30. Avlastningsprocess, Viktoria Park

Denna procedur upprepades till dess att hela leveransen var transporterad in i byggnaden. Väl inne i bygganden ställdes kollina i olika delar av våningsplanet där de skulle stå till dess att de skall monteras.

Följesedeln blev mottagen utav föraren till hjullastaren. Det fanns ingen som kontrollerade om den hade uppkommit en skada på någon utav kollina och inte någon som kontrollerade att det var rätta dörrarna.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Viktoria Park, 2010-02-26, är illustrerade i *Figur 31*.



Figur 31. Godsmottagningstider – Viktoria park, 2010-02-26

5.1.2 Hjularöd

Entreprenör:	N.E. Persson
Leverantör:	Daloc
Materialslag:	Dörrar
Datum för tidsstudie:	2010-02-19



Figur 32. Hjularöd i Hörby

I Hörby uppförs stadens första höghus som består av tjugosju bostadslägenheter fördelade på fyra våningar, *Figur 32*. Vid tiden då mätningen ägde rum befann byggarbetsplatsen sig i skedet våningsplan fyra och inväntade takmontering, vilket skulle ske samma dag.

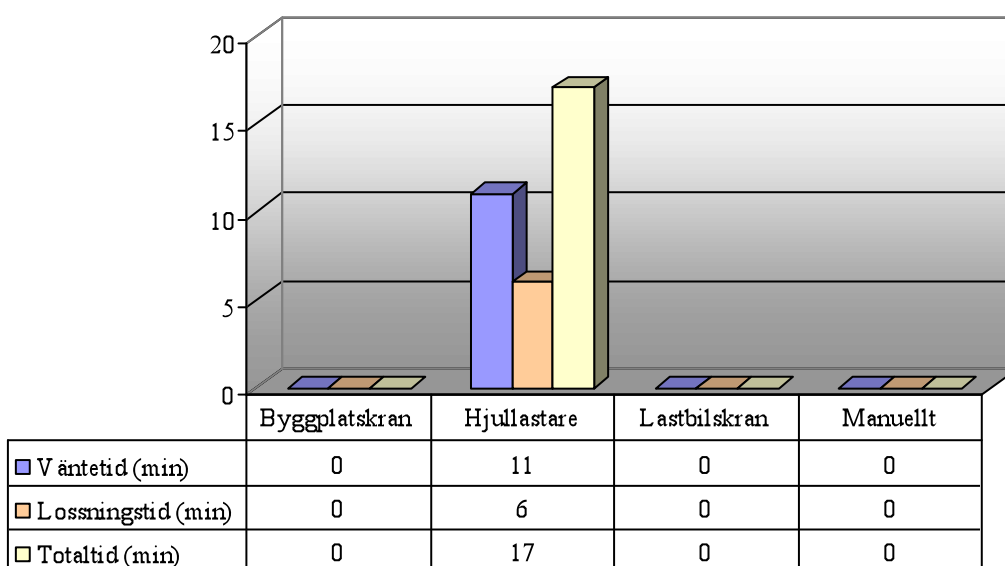
Leverans av dörrar, 2010-02-19:

Dörrleveransen var beställd till klockan 07.00 på onsdag morgon men lastbilschauffören hade anlänt till byggarbetsplatsen redan klockan 06.55. Det var inte någon tredjeparts speditörfirma involverad utan leveranser utfördes utav Dalocs firma.

Avropet till en av tjänstemännen gjordes när lastbilschauffören anlände klockan 06.55 och lossningen av en pall med dörrar startade klockan 07.06. Under dessa elva minuter, mellan avropet och lossningens början, körde platschefen fram hjullastaren medan lastbilschauffören öppnade upp flaket på lastbilen.

Mellan kl. 07.06 och 07.12 pågick lossningen utav dörrarna ute på gatan utanför byggarbetsplatsens område. Lastpallen transporterades till garaget under byggnaden, som idag fungerar som lagringsplats.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Hjularöd, 2010-02-19, är illustrerade i *Figur 33*.



Figur 33. Godsmottagningstider – Hjularöd, 2010-02-19

5.1.3 Kvarteret Gryningen 2

Entreprenör:	Skanska
Leverantör:	La Farge, Swedoor, Knauf Danogips
Materialslag:	Gipsskivor, Dörrar
Datum för tidsstudie:	2010-02-22, 2010-02-24, 2010-02-26



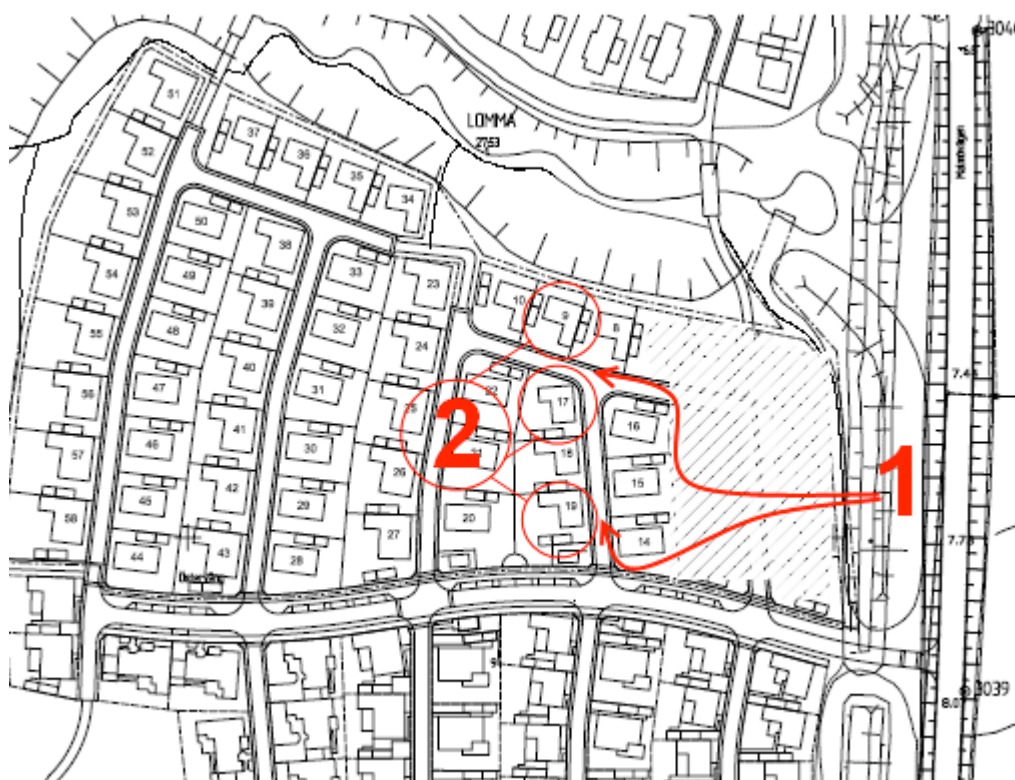
Figur 34. Kvarteret Gryningen 2 i Lomma

På byggarbetsplatsen Kvarteret Gryningen 2 i Lomma, *Figur 34*, har tre stycken tidsmätningar utförts. Två utav dem var gipsleveranser och en var en dörr-leverans.

På uppdrag av Skanska Nya Hem uppförs 58 stycken låghus varav 31 är inflyttade och klara vid mätningens tidpunkt. Dessa 58 låghus är fördelade på 1-plan, 1 ½-plan samt 2-plan.

Enligt byggarbetsplatsledningen har inte någon autentisk APD-plan upprättats på grund av att lagringsplatserna har förflyttats kontinuerligt allt eftersom de olika etapperna har byggts. Däremot har en situationsplan upprättats. Lossningsplatsen befinner sig utanför byggarbetsplatsens område, strax bakom grindarna, i punkt 1, *Figur 35*.

Innan godsen transporterades till sina slutliga lagringsstationer i punkt 2, mellanlagrades vissa gods i punkt 1 vid lossningsplatsen beroende på leveransstorleken. Punkt 1 fungerar således både som lossnings- och mellanlagringspunkt. I denna punkt tog teleskoplastaren emot alla leveranser som i sin tur transporterades till punkt 2, *Figur 35*.



Figur 35. Situationsplan, Kvarteret Gryningen 2

Leverans av gipsskivor, 2010-02-22:

Entreprenör:	Skanska
Leverantör:	La Farge
Materialslag:	Gipsskivor
Datum för tidsstudie:	2010-02-22



Figur 36. Gipsskivor på teleskoplastare

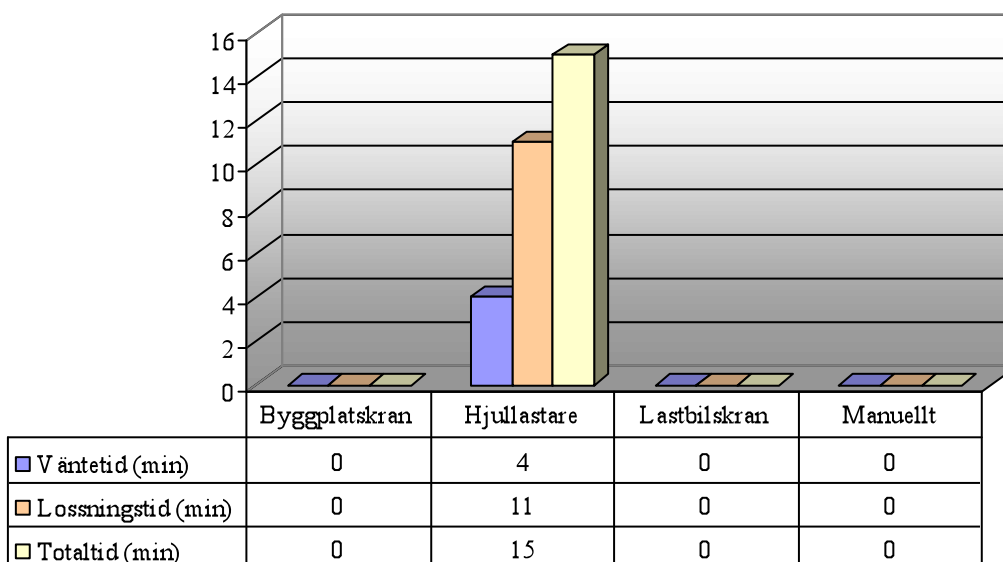
Leveransen bestod av fyra pallar gipsskivor. Speditörsfirman brukar ha som regel att kontakta byggarbetsplatsen en timme före ankomst. Denna leveransdag blev inte produktionsledaren, som har hand om mottagningen av gipsskivor, kontaktad i förväg utan lastbilschauffören ringde när han redan hade anlänt till byggarbetsplatsen, punkt 1, Figur 35.

Lastbilschaufförens avrop till produktionsledaren skedde klockan 10.20.

Det tog inte lång tid förrän teleskoplastaren infann sig på avlastningsplatsen och avlastningen påbörjades klockan 10.24. Teleskoplastaren lyfte ur de fyra lastpallarna gips, *Figur 36*, ur lastbilen fördelat på två lyft och ställde de två första lastpallarna på marken i punkt 1 för mellanlagring. De två sista lyftes ur och transporterades omgående till lagringsplatsen utanför huskropp nitton i punkt 2 utan mellanlagring i punkt 1, *Figur 35*.

Enligt produktionsledaren skulle gipsskivorna bevaras på lagringsplatsen i ca ett dygn till dess att huset har rests. Lossningen avslutades klockan 10.35.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-22, är illustrerade i *Figur 37*.



Figur 37. Godsmottagningstider – Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-22

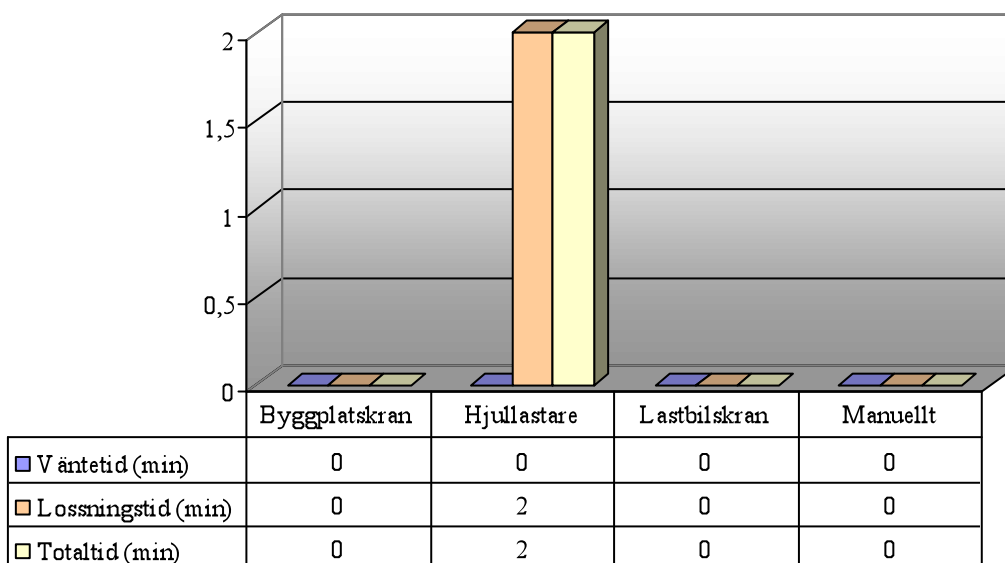
Leverans av dörrar, 2010-02-24:

Entreprenör: Skanska
Leverantör: Sweedoor
Materialslag: Dörrar
Datum för tidsstudie: 2010-02-24

Klockan 10.17 kom avropet från lastbilschauffören till produktionsledaren, som ansvarar för mottagningen av dörrleveranser. Klockan 10.22 påbörjades avlastningen av lastpallen med dörrar i punkt 1, *Figur 35*, som transporterades till lagringsplatsen utanför huskropp nitton i punkt 2, *Figur 35*.

Innerdörrar får inte lagras utomhus en längre tid på grund av risk för fuktskador. Därför var de planerade att omplaceras inomhus under dagen men det fanns inga garantier på att det skulle ske, enligt produktionsledaren.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-24, är illustrerade i *Figur 38*.



Figur 38. Godsmottagningstider – Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-24

Leverans av gipsskivor, 2010-02-26:

Entreprenör: Skanska
Leverantör: Knauf Danogips
Materialslag: Gipsskivor
Datum för tidsstudie: 2010-02-26

Inför denna leverans blev ingen information framförd om ankomsttid till byggarbetsplatsledningen. Den enda informationen som de hade fått ta del av är att leveransen skulle äga rum någon gång på förmiddagen. Lastbilschauffören brukar ringa ca en timme före ankomst. Vid detta tillfälle blev inte produktionsledaren kontaktad förrän lastbilschauffören hade anlänt till byggarbetsplatsen klockan 07.57. Produktionsledaren kom då till lossningsplatsen och utvärderade situationen. Det framkom att sju utav elva kolli hade kommit utan lastpallar. Under tiden som lastbilschauffören parkerade åkte teleskopslastaren till en utav lagringsplatserna för att hämta lastpallar till lossningsplatsen. Väl på plats förberedde produktionsledaren lastpallarna samtidigt som lastbilschauffören öppnade upp lastbilen. Förloppet illustreras i *Figur 39*.



Figur 39. Förberedelse inför avlastningsprocess

Lossning av gipsskivorna påbörjades klockan 08.06. De lyftes ut från lastbilen med hjälp av en teleskopslastare och ställdes på marken vid sidan om lastbilen. De sju kollin som transporterades utan lastpallar ställdes innanför grindarna inne på byggarbetsplatsens område medan de resterande fem lades utanför byggarbetsplatsens område i väntan på att bli omplacerade till en lagringsplats, *Figur 40*.



Figur 40. Gipsskivor i väntan på att bli omplacerade

Gipsskivorna placerades utanför huskropp sexton och sjutton i punkt 2, *Figur 35*, för att under dagen omplaceras till betongplattorna i syfte att undvika fler omflyttningar vid ett senare skede när det är dags för gipsskivorna att byggas in. Eftersom betongplattan tillhörande huskropp sexton var i gjutningsskedet fick teleskopslastaren ställa gipsskivorna bredvid plattan i väntan på att betongen skall härda. Plattan tillhörande huskropp sjutton var redan färdiggjuten men en utsättning av väggar skulle utföras innan gipsskivorna placerades på betongplattan.



Figur 41. Avlastning av gipsskivor

När teleskoplastaren hade transporterat tre lastpallar gipsskivor och placerat dem framför huskropp sjutton blev chauffören uppmärksam på att två lastpallar skulle upp till ovanvåningen. Chauffören fick då göra en omstrukturering utav lastpallarna. Han flyttade två stycken till lagringsplatsen vid sidan om huskropp nio, i väntan på att lyftas in till ovanvåningen, i huskropp sjutton, när huset har rests, *Figur 41.*

Under tiden lossningen pågick utförde chauffören till teleskoplyftlastaren några andra uppgifter, bland annat transporterade han tegelstenar vilket resulterade i att lossningen tog längre tid. En annan anledning till att det drog ut på tiden är frukost- och lunchrasten.

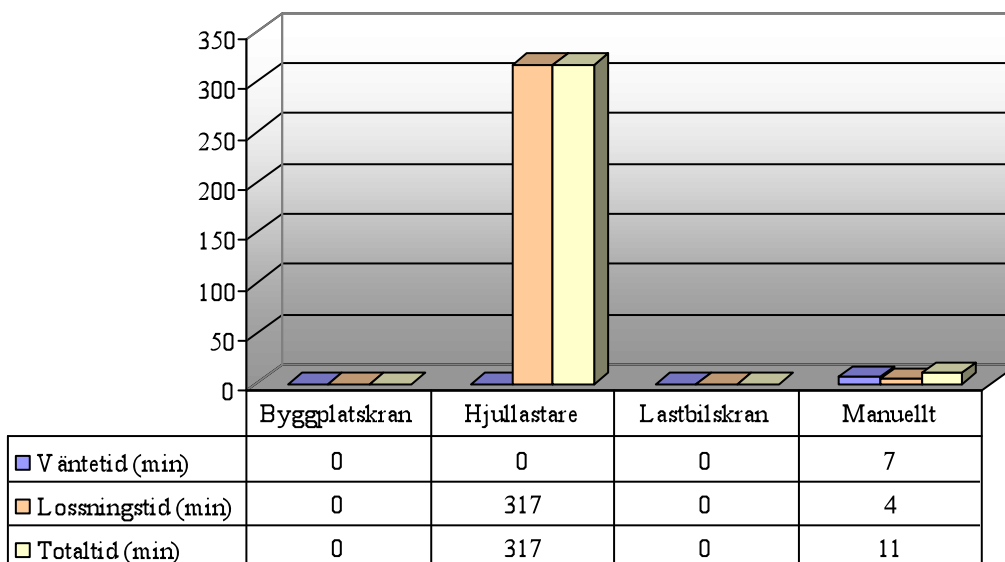


Figur 42. Slutlig lagringsplats

Klockan 13.23 placerades den sista kollin med gipsskivor på sin slutliga lagringsplats. Sex lastpallar placerades utanför huskropp nio och de resterande fem lastpallar placerades på betongplattan tillhörande huskropp sjutton, *Figur 42.*

Under ett samtal med en utav yrkesarbetarna på byggarbetsplatsen delade han med sig av den personligt upplevda problematiken kring logistik med gipsskivor. Eftersom de inte är förpackade efter respektive hus måste yrkesarbetarna oftast bära stora mängder gipsskivor mellan olika lagringsplatser. Dels för att det görs en uppdelning till de olika huskropparna baserat på approximativa mått men också för att all gipsleverans ibland ställs på en lagringsplats och därifrån måste gipsskivorna bäras till inbyggnadsstället. Detta såg yrkesarbetaren som ett oerhört slöseri i form av omflyttning och ansåg att tiden kunde utnyttjas till ett mer lönsamt arbete.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-26, är illustrerade i *Figur 43*.



Figur 43. Godsmottagningstider – Kvarteret Gryningen 2, 2010-02-26

5.1.4 Kvarteret Astern

Entreprenör: Skanska
Leverantör: Swedoor - Jeld Wen Door Solutions
Materialslag: Dörrar
Datum för tidsstudie: 2010-02-24



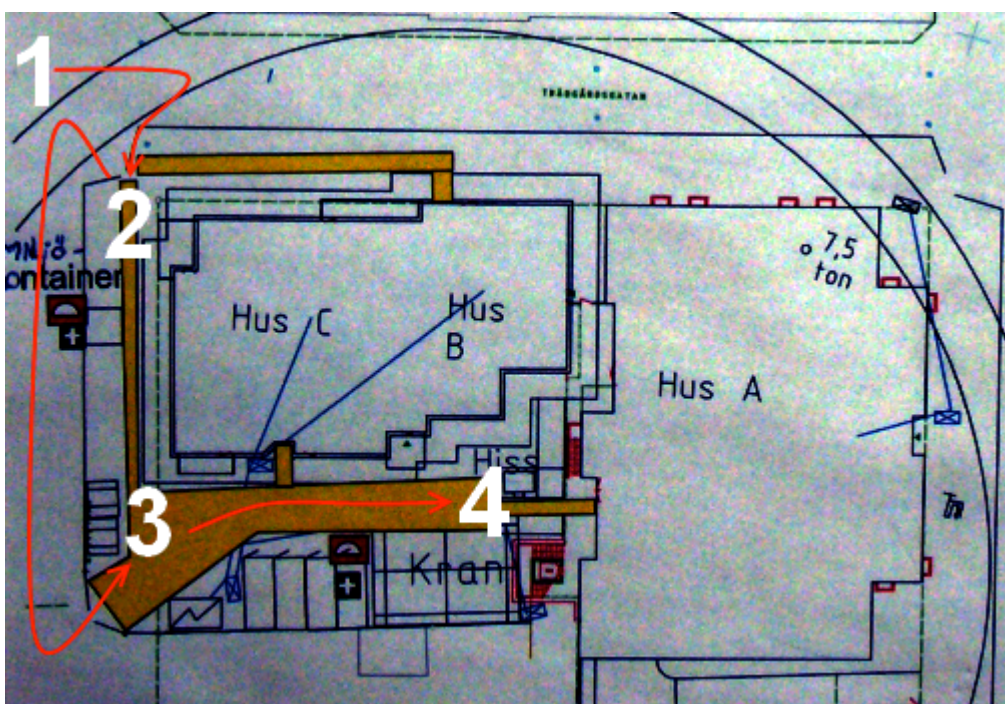
Figur 44. Kvarteret Astern i Åstorp

Kvarteret Astern i Åstorp uppför Skanska ett LSS-boende, *Figur 44*, bestående utav två huskroppar med tre respektive fyra våningsplan.

Tidsstudierna utfördes den 24 februari 2010 och vid mättillfället var båda huskropparna i ett invändigt byggskede. Tidsstudierna utfördes på en leverans utav dörrar från Swedoor - Jeld Wen Door Solutions.

APD-planen, *Figur 45*, visar hur byggarbetsplatsen ser ut. Punkt 1 i figuren markerar där avlastningen av godset tog plats, punkt 2 och 3 är en mellanlagringspunkt för godset och punkt 4 är den plats där godset lyftes upp på en byggnadsställning och fördes in på respektive våningsplan. Byggarbetsplatsen hade inget transportfordon till sitt förfogande utan hyrde in en hjullastare då det fanns behov utav en.

Hjullastaren är för byggarbetsplatsen det enda sättet att lasta av gods från en lastbil samtidigt som den är det enda sättet för dem att lyfta upp godset till rätt våningsplan.



Figur 45. APD-Plan, Kvarteret Astern

Leverans av dörrar, 2010-02-24:

Denna leverans hade ingen planerad ankomsttid, utan lastbilschauffören ringde till byggarbetsplatsledningen och aviserade sin ankomst med ungefär en timme. Lastbilen anlände till byggarbetsplatsen innan 13.00 och avlastningen inleddes klockan 13.12. Hela leveransen bestående utav 10 kollin fördelade på 6 lyft lastades i första hand av lastbilen med hjälp utav hjullastaren i punkt 1, *Figur 45*.



Figur 46. Avlastningsprocess, Kvarteret Astern

Hjullastaren ställde i sin tur kollina i punkt 2, *Figur 45*. Detta förlopp åskådliggörs även i *Figur 46*. Arbetsledaren kontrollerade alla kollin i punkt 2 och från denna punkt transporterades kollina till punkt 3 där de ställdes på lastpallar.



Figur 47. Kollin lastad på lastpall

Detta arbetsmoment utfördes för att underlätta nästa fas av leveransen vilket bestod utav att transportera in kollina in i byggnaden via byggställningen. Kollina ställdes på lastpallar, *Figur 47*, för att yrkesarbetarna på ett enklare sätt kunde transporteras in dem i byggnaden med en handtruck. Utan detta moment skulle det varit svårare att transportera in kollina då det inte skulle vara möjligt att använda sig utav en handtruck.

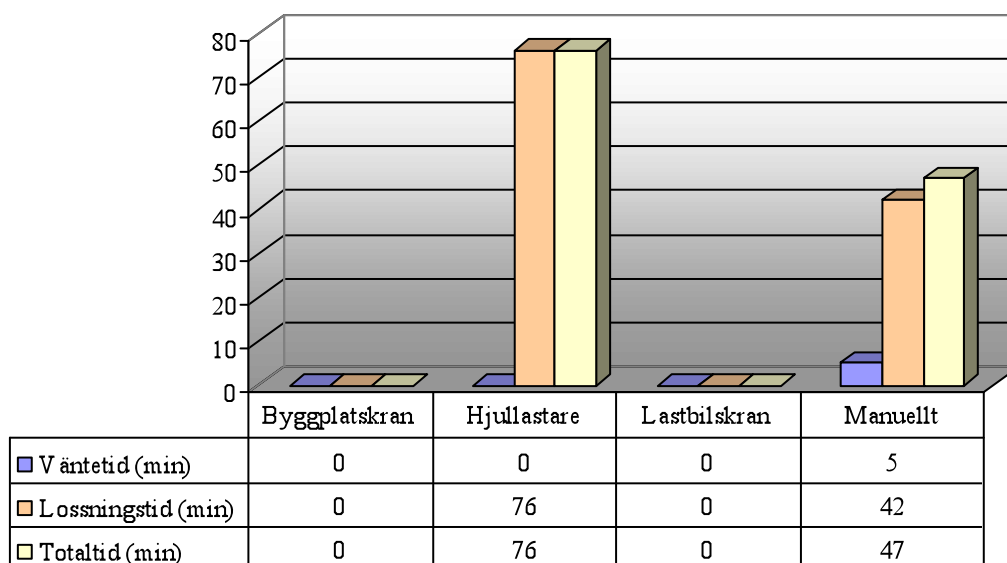
Lastpallarna lyftes sedan upp av hjullastaren på byggnadsställningens andra våningsplan i punkt 4, *Figur 45*. På byggnadsställningen stod det tre yrkesarbetare med en handtruck redo för att föra in kollina in i byggnaden. Denna procedur upprepades till dess att hela leveransen var transporterad in i byggnaden, *Figur 48*. Väl inne i bygganden ställdes lastpallarna in i olika delar av våningsplanet där de skulle stå till dess att de skall monteras.



Figur 48. Inlastningsprocess, Kvarteret Astern

Följesedeln blev mottagen utav arbetsledaren då hela leveransen var avlastad. Arbetsledaren gick och kontrollerade varje kolla och såg till att allting var korrekt.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Kvarteret Astern, 2010-02-24, är illustrerade i Figur 49.



Figur 49. Godsmottagningstider – Kvarteret Astern, 2010-02-24

5.1.5 Höjagård

Entreprenör:	MVB
Leverantör:	Gyproc
Materialslag:	Gipsskivor
Datum för tidsstudie:	2010-03-02



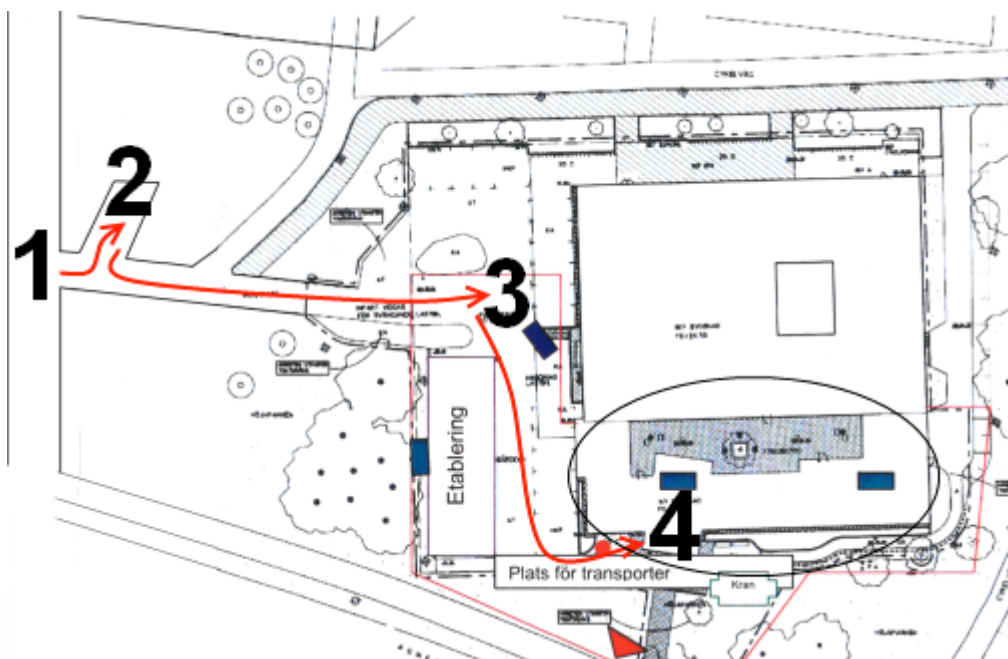
Figur 50. Höjagård i Malmö

I Malmö på Höjagård utför MVB en tillbyggnad av verksamhetslokaler åt Stadsdelsförvaltningen Husie, *Figur 50*.

Tidsstudierna utfördes den 2 mars 2010 och vid mättillfället var den tillbyggda huskroppen i ett invändigt byggskede. Tidsstudierna utfördes på en leverans utav gipsskivor från Gyproc.

APD-planen, *Figur 51*, visar hur byggarbetsplatsen ser ut. Punkt 1 i figuren markerar där avlastningen av godset tog plats, punkt 2 och 3 är en mellanlagringspunkt för godset och punkt 4 är den plats där godset lyftes upp på en byggnadsställning och fördes in på respektive våningsplan. Byggarbetsplatsen hade inget transportfordon till sitt förfogande utan hyrde in en teleskoplastare¹³⁴ då det fanns behov utav en. Teleskoplastaren är för byggarbetsplatsen det enda sättet att lasta av gods från en lastbil samtidigt som den är det enda sättet för dem att lyfta upp godset till rätt våningsplan.

¹³⁴ Teleskoplastare benämns som hjullastare i figurerna med stapeldiagram framöver i detta kapitel.



Figur 51. APD-plan, Højagård

Leverans av gipsskivor, 2010-03-02:

Denna leverans hade ingen planerad leveranstid utan lastbilschauffören ringde byggplatsledningen och aviserade sin ankomst med ungefär en timme. Lastbilen anlände till byggarbetsplatsen klockan 11.12 och avlastningen inleddes klockan 11.25. Hela leveransen bestående utav 24 kollin fördelade på 16 lyft lastades i första hand av lastbilen med hjälp utav teleskoplastaren i punkt 1, *Figur 51*. Teleskoplastaren ställde i sin tur kollina i punkt 2, *Figur 51*. Teleskoplastaren kunde inte lyfta av alla kollina som de var staplade tre på höjden, utan fick dela upp det på två lyft. Innan teleskoplastaren kunde ställa ner kollina på punkt 2, *Figur 51*, var chauffören tvungen att gå ut från teleskoplastaren och lägga ut underlag som han sedan ställde gipsskivorna på. Detta förlopp åskådliggörs även i *Figur 52*.



Figur 52. Avlastningsprocess, Höjagård

En del av kollina transporterades sedan till punkt 3, *Figur 51*. Under tiden kollina transporterades från punkt 2 till punkt 3 arbetade yrkesarbetarna med att få av den provisoriska väggen på våningsplan 2. Detta arbetsmoment, *Figur 53*, möjliggjorde att leveransen kunde transporteras in i den tillbyggda delen av byggnaden. Vid denna tidpunkt mottog även platschefen följesedeln och kontrollerade att allt fanns med i leveransen.



Figur 53. Avtagning av provisorisk vägg

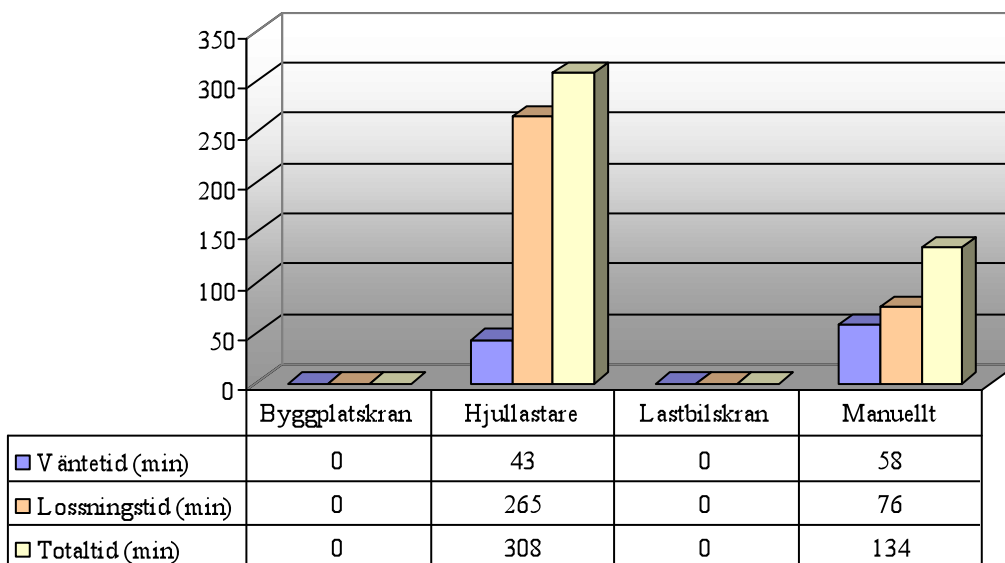
Kollina började sedan transporteras var för sig in i byggnaden. Då det första kollit gipsskivor skulle lyftas in uppstod det ett problem. Problemet som infann sig var att teleskopplastaren inte kunde komma in och vända med lastgaffeln för att sedan ställa av kollit, vilket den hade lyckats med i föregående leverans. Anledningen till denna problematik var att det hade skett en ytterväggstillbyggnad som hade minskat bredden på öppningen med några decimeter. På grund av detta var två yrkesarbetare tvungna att lasta av gipsskivorna för hand, *Figur 54*.



Figur 54. Inlastningsprocess, Höjagård

6 av 24 kollar transporterades upp på andra våningsplanet. De resterande kollar lyftes in på första våningsplanet. Denna del av godsmottagningen gick utan problem då öppningen på detta våningsplan var bredare vilket medförde att teleskoplyftslastaren kunde komma in och vända med lastgaffeln för att sedan ställa av kollar.

De uppmätta godsmottagningstiderna för Höjagård, 2010-03-02, är illustrerade i Figur 55.



Figur 55. Godsmottagningstider – Höjagård, 2010-03-02

5.1.6 Värpinge gård

Entreprenör:	JM
Leverantör:	Knauf Danogips
Materialslag:	Gips
Datum för tidsstudie:	2010-03-02



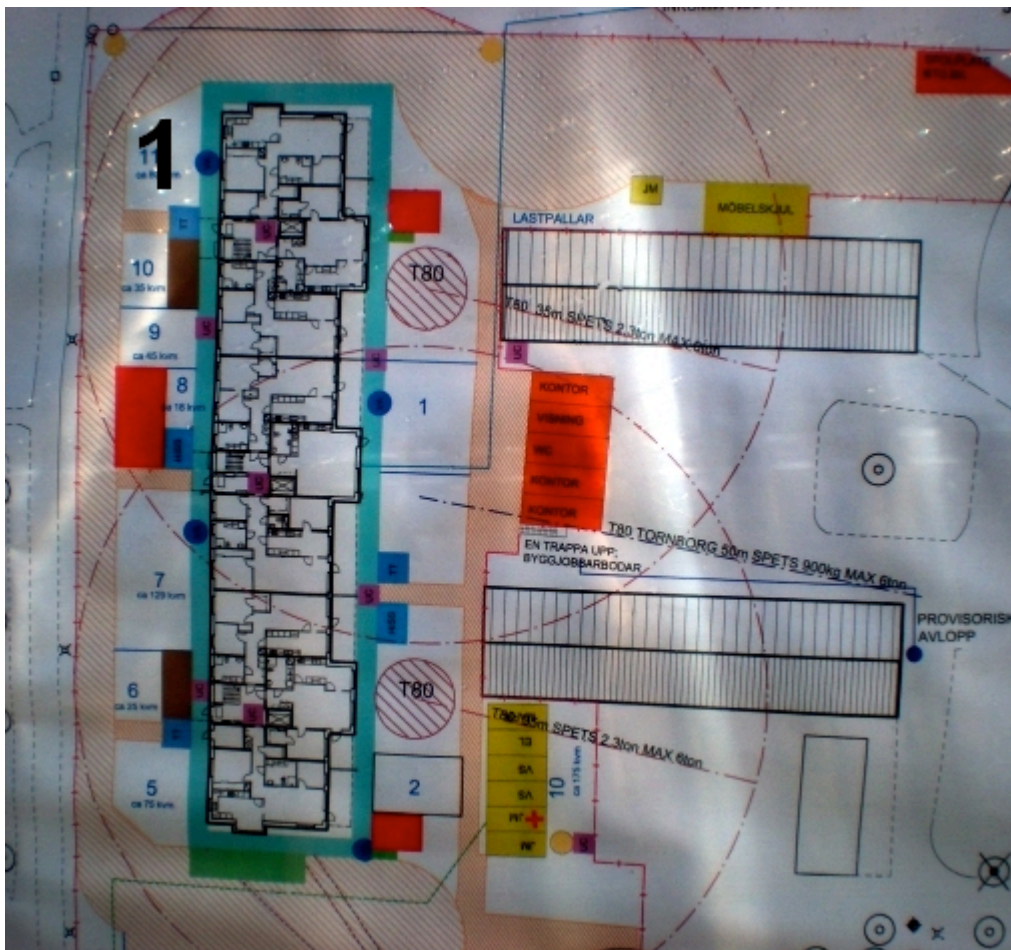
Figur 56. Värpinge gård i Lund

På uppdrag av Seniorsgården uppförs i Värpinge, i Lunds västra område, ett fyrvåningshus med 32 lägenheter, *Figur 56*.

Huset skall stå färdigt och inflyttningsklart under hösten 2010. Vid tiden då mätningen utfördes var arbetet med stommen på första och andra våningen i slutskedet.

Byggarbetsplatsen omgavs av ett staket och vid entrén fanns en automatiserad grind stationerad för att utomstående inte skall kunna beträda byggarbetsplatsen utan ett godkännande från byggarbetsplatsledningen. För att få tillträde till byggarbetsplatsen måste man vid ankomst ringa upp arbetsledaren som i sin tur signalerar till kranföraren att öppna grinden, vilket han gör med en sändare.

En väl genomtänkt och utarbetad APD-plan har upprättats för byggarbetsplatsen, *Figur 57*. Eftersom den är placerad vid entrén är den också tillgänglig för alla som besöker byggarbetsplatsen. Det finns lagringsplatser runt om hela byggarbetsplatsen som är uppdelade i elva zoner och de är väl överskådliga i APD-planen. Vid en leveransankomst får speditören reda på vilken lagringszon som materialet skall transporteras till av produktionsledaren.



Figur 57. APD-plan, Värpinge gård

Lossningen sker innanför byggarbetsplatsens område. Var på byggarbetsplatsen detta sker beror på vilken zon som det nyanlända materialet skall lagras. Vid denna leverans utförs lossningen i punkt 1 som illustreras i Figur 57. I samma punkt befinner sig även lagringsplatsen.

Speditörsfirman Mosslunda Åkeri AB utförde leveransen till Värpinge Gård på uppdrag av Akka frakt. Dagen innan den planerade leveransen skulle äga rum ringde speditörsfirman upp byggarbetsplatsledningen och meddelade att lastbilen skulle infinna sig på byggarbetsplatsen klockan 09.30.

Det fanns inga lossningsmaskiner, i form av hjullastare och teleskoplastare, till deras förfogande på byggarbetsplatsen. Alla lyft av material, vare sig det rör sig om lossning från lastbilar eller förflyttning, utförs med hjälp av två lastkranar som är stationerade på byggarbetsplatsen. För att lossningar från lastbilar skall vara möjlig att genomföra krävs speciallastbilar med tak som går att lyfta bort för att kranen skall kunna lyfta ur materialet vertikalt. Vid denna leverans var det specialgipsskivor som beställdes, därför kunde man inte använda sig av en lastkran vid detta tillfälle. Eftersom inga lossningsmaskiner fanns till deras förfogande fick man hyra in en teleskoplyftlastare från Kranexpress för den enstaka lossningen.

Leverans av gipsskivor, 2010-03-02:



Figur 58. Markering av avlastningszon

Lastbilschauffören infann sig på byggarbetsplatsen 08.50 och blev informerad om att materialet skall placeras i avlastningszon elva, punkt 1 i *Figur 57*.

På ställningarna finns det, med jämna mellanrum, A4-papper utplacerade innehållande en siffra som representerar respektive avlastningszon, *Figur 58*.

Eftersom lastbilschauffören anlände till byggarbetsplatsen tidigare fick han invänta teleskoplastaren, inne på byggarbetsplatsens område. Teleskoplastaren infann sig på byggarbetsplatsen klockan 09.39 och lossningen påbörjades klockan 09.46 efter att lastbilschauffören gav direktiv till teleskoplastaren om var gipsskivorna skall placeras.

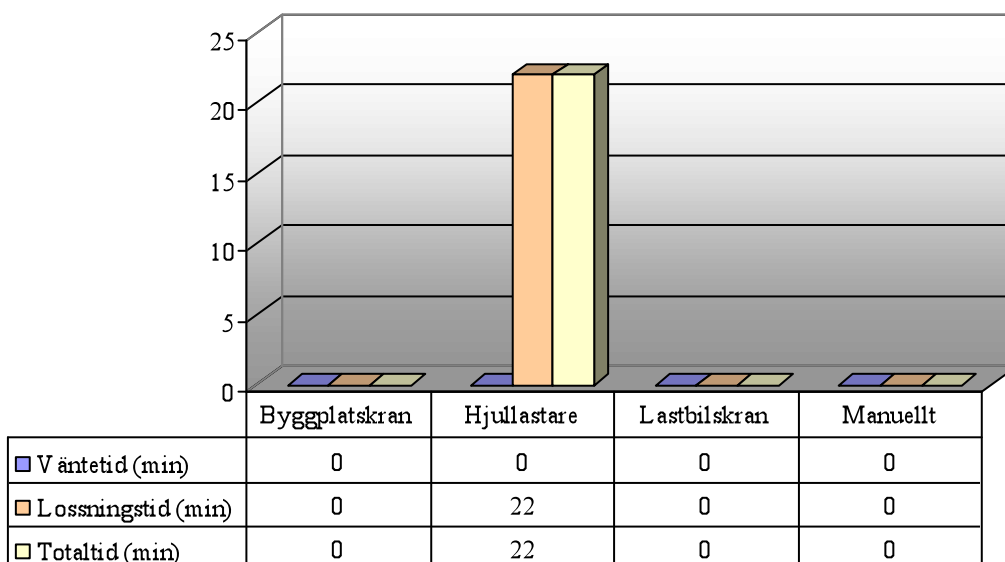


Figur 59. Avlastningsprocess, Värpinge gård

Leveransen bestod utav fyra kolli. Dessa kom inte på några lastpallar utan de levererades på så kallade gipsunderlag. Lastbilschauffören assisterade under avlastningsprocessen genom att placera dessa gipsunderlag på marken medan teleskoplastaren lyfte ur kollina, fördelade på fyra lyft, ur lastbilen, *Figur 59*. På respektive kolli med gipsskivor stod det även skrivet vilken lägenhet de tillhörde.

Lossningen pågick fram till klockan 10.03. Vid den tidpunkten lades det sista kollit på lagringsplatsen. Ingen utav tjänstemännen tog emot leveransen, lastbilschauffören fick därför på egen hand ta kontakt med byggarbetsplatsledningen för att få följesedeln påskrivnen. Ingen kontroll gjordes av leveransen medan lastbilschauffören fortfarande var på byggarbetsplatsen för att reklamera eventuella fel som kan ha uppstått under transporten

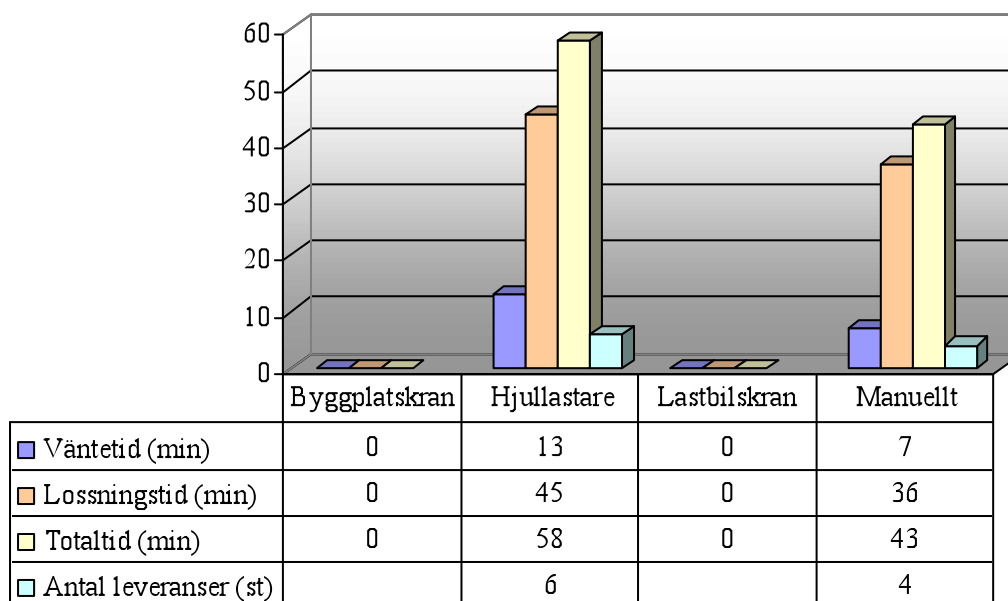
De uppmätta godsmottagningstiderna för Värpinge gård, 2010-03-02, är illustrerade i *Figur 60*.



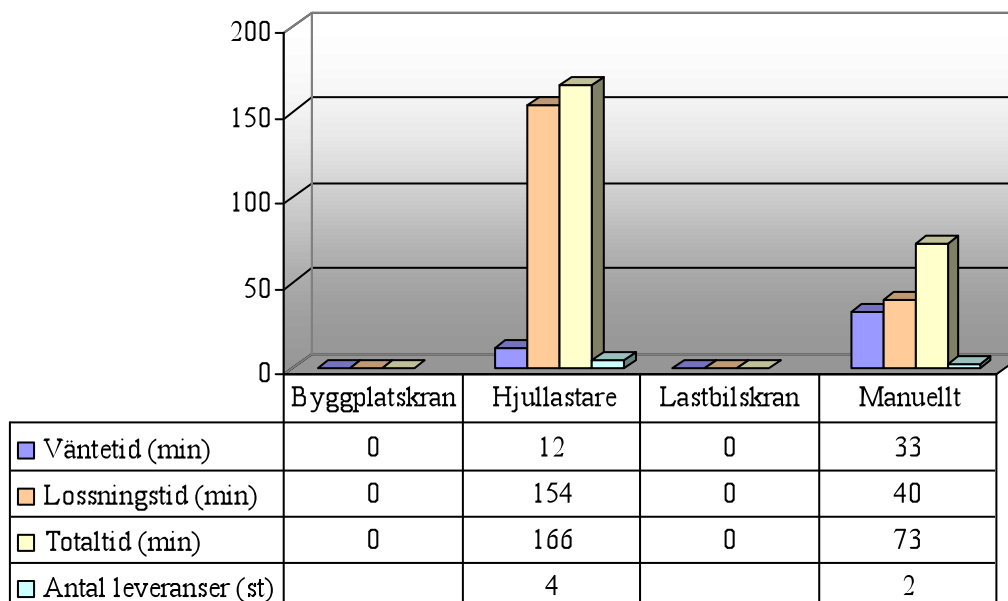
Figur 60. Godsmottagningstider – Värpinge gård, 2010-03-02

5.2 Tidsstudier – Godsmottagning – Resultat

Vi har nedan slagit samman våra empiriska resultat till två tabeller för att få en bättre överblick över vårt resultat. Nedan illustreras två figurer med medelvärden för respektive materialtyp, dörrar, *Figur 61*, samt gipsskivor, *Figur 62*. Det som skiljer dem markant åt är att vid godsmottagningarna av gipsskivor används enbart maskinella hjälpmedel medan vid dörrleveranserna användes både maskinella och manuella hjälpmedel. Tyvärr har vi inte gjort lika antal tidsstudier för gipsskivor som för dörrar, på grund av att vid tidpunkten för tidsstudierna var de flesta byggarbetsplatserna i ett senare byggnadsskede då leveranser av gipsskivor redan hade utförts. I kapitel 7.1.3 beskrivs mer utförligt jämförelserna mellan de olika resultaten av tidsstudierna.



Figur 61. Medeltider för dörrar



Figur 62. Medeltider för gipsskivor

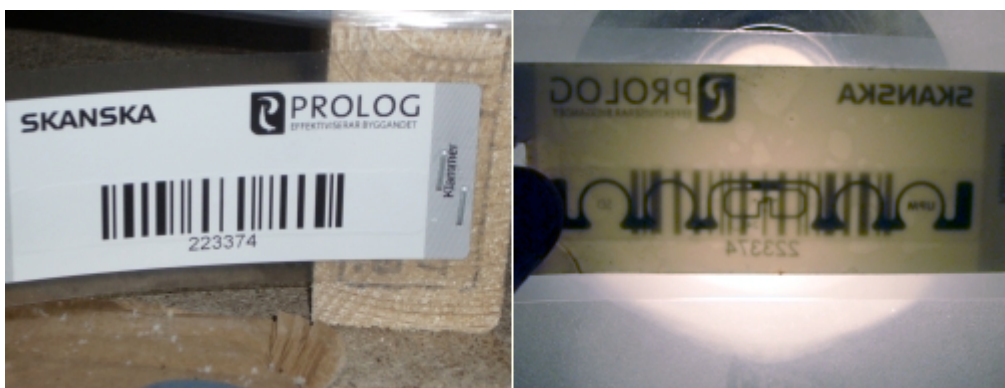
5.3 Utvecklingsprojekt med RFID

Under utförandetiden av detta examensarbete har det utförts ett utvecklingsprojekt innehållande RFID i samband med godsmottagning. Detta projekt har utförts av Prolog Bygglogistik AB på uppdrag av SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond). Syftet med detta projekt har varit att kartlägga möjligheter och den ekonomiska potentialen med RFID-tekniken i den svenska byggbranschen under godsmottagningsskedet.

Flera av Sveriges byggföretag har varit involverade under detta utvecklingsprojekt och med Prolog i spetsen har det genomförts två pilotprojekt där RFID-tekniken har prövats i samband med godsmottagning. Pilotstudierna har varit utförda med två olika materialslag; gipsskivor och dörrar. Under pilotstudiernas gång har syftet varit att vara en passiv åskådare fram tills den punkten då leveransen skall registreras, vilket inträffar efter att kollina lastats av lastbilen och ställts på sin lagringsplats.

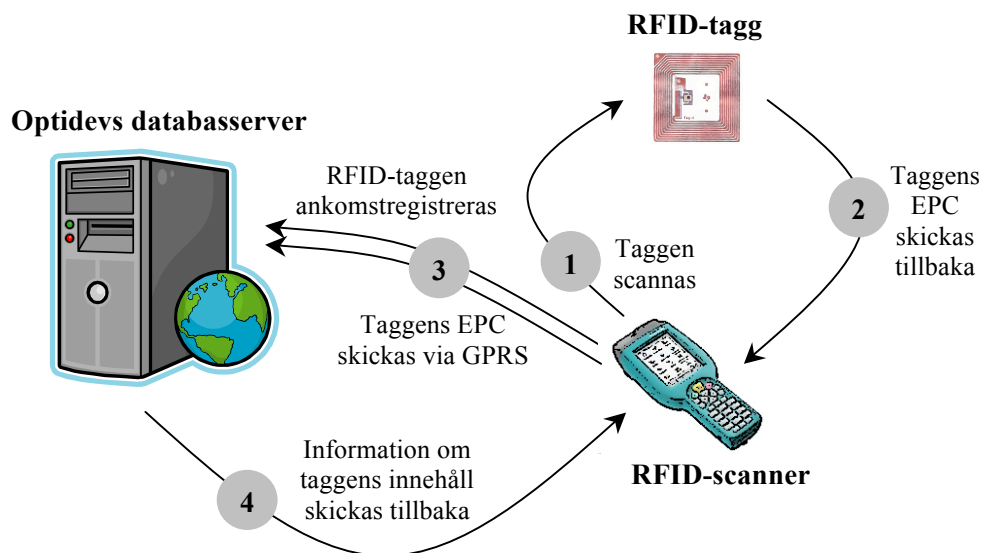
RFID-teknologin och utrustningen har tillhandahållits utav Optidev AB, ett företag som definierar sig själva som en systemintegratör vilken specialiserar sig inom mobil datafångs och realtidskommunikation. Företaget har varit delaktigt under pilotprojektet där deras taggar, scanner med pekskärm och databasserver har använts.

Prolog har tillsammans med Optidev bestämt sig för att använda etikettypen illustrerad i *Figur 63*. Etiketten, innehållande en passiv RFID-tag, *Figur 63*, valdes utifrån synpunkt på funktion och pris. De passiva taggarna är för närvarande det alternativ som är billigast på marknaden, vilken är en av anledningarna till att de ökat i popularitet. Etiketterna har under pilotprojektets gång varit fästa på kollit och vid scannandet av dessa har information återfåtts om innehållet. Informationen som återfåtts vid scannandet av RFID-taggen har på förhand varit definierad.



Figur 63. Etikett med RFID-teknologi använd under pilotprojektet

Ett RFID-system har skapats för detta pilotprojekt av Optidev baserat på Prologs önskemål och krav. Uppbyggnaden av detta RFID-system är en standardlösning som Optidev har modifierat för att passa detta pilotprojekt. Hur detta system fungerar och är uppbyggt illustreras i fyra steg som visas nedan i *Figur 64*.



Figur 64. Pilotprojektets RFID-system

Hela processen inleds med att taggen scannas av scannern vilken omedelbart får tillbaka ett svar innehållande taggens EPC. Med denna information tar scannern kontakt med Optidevs databasserver, via GPRS, och får tillbaka den information som finns lagrad på databasservern om den scannade taggen samtidigt som det sker en ankomstregistrering. Informationen kopplad till RFID-taggen visualiseras sedan på scannerns skärm. Visualiseringen kan se ut på många olika sätt och kan bestämmas efter de kriterier som anses vara viktigast för den slutliga användaren.

För att detta RFID-system skall fungera i pilotprojektet har Prolog varit ansvariga för att dels fästa taggarna på de kollin som studierna skulle utföras på samt att ge den information de vill skall illustreras på scannerns skärm till Optidev. Optidev har i sin tur haft ansvaret för att lägga in denna information, även innehållande taggens EPC, på sin databasserver.

Då det använts passiva RFID-taggar i detta pilotprojekt har det egentligen inte funnits en gräns på mängden information som scannern kan visa om den scannade taggen. Anledningen till detta är att taggen är väldigt enkel i sitt utförande och innehåller endast en EPC. Detta innebär att den information kopplad till en tagg inte återfinns på taggen utan på en databasserver och eftersom scannern inte har någon övre gräns på mottagen datamängd kan informationen i princip vara oändlig.

Författarna av detta examensarbete har deltagit i båda pilotprojekt utförda av Prolog Bygglogistik AB. Vi har även utfört tidsstudier vid dessa tillfällen för att kunna jämföra dessa med de tidsstudierna utförda utan RFID.

5.3.1 Pilotstudie – Värpinge Gård

Entreprenör:	JM
Leverantör:	Knauf Danogips
Materialslag:	Gips
Datum för pilotstudie:	2010-01-28

Pilotstudien utfördes på en leverans utav gipsskivor från Knauf Danogips. Prolog har tillsammans med Optidev varit på Knauf Danogips produktionsanläggning dagen innan denna pilotstudie. Syftet med detta var att dels fästa RFID-taggar på kollina samt att se till att all information gällande leveransen är korrekt och överenskommen.

Avlastningen skedde inte med hjälp av lastkranarna tillgängliga på byggarbetsplatsen utan en hjullastare blev inhyrd för att lasta av godset.

För närmare beskrivning av Värpinge gård i Lund se kapitel 5.1.6.

Leverans av gipsskivor med RFID-tag, 2010-01-28:

Då detta var en pilotstudie var ankomsttiden bestämd i förhand och leveransen av gipsskivor var planerad till klockan 09.00. Lastbilen anlände tidigare än planerat och var på plats klockan 08.12 och avlastningsprocessen inleddes klockan 08.15. Leveransen bestående utav 6 kolli fördelade på 2 lyft lastades av lastbilen och ställdes ungefär 15 meter från avlastningsplatsen. Avlastningsprocessen pågick i 7 minuter och åskådliggörs även i *Figur 65*.



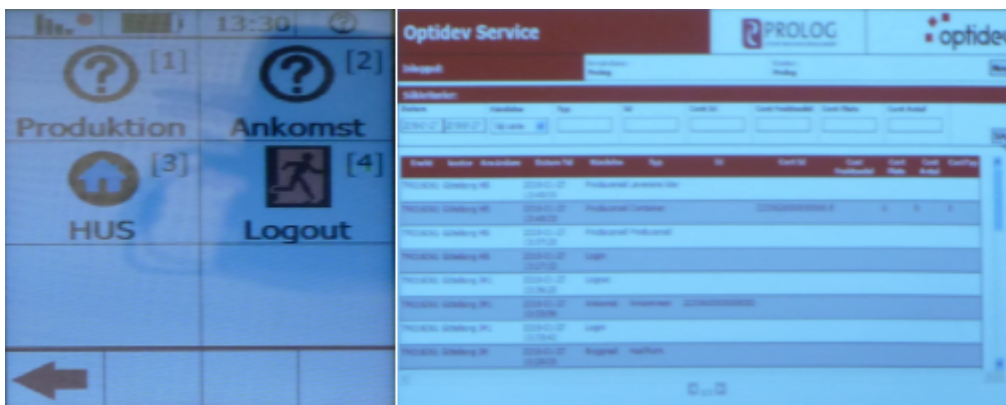
Figur 65. Avlastningsprocess – RFID pilotstudie, Värpinge Gård

När kollina lastats av på en av byggarbetsplatsens avlastningszoner började RFID-delen av godsmottagningen. RFID-taggen scannades av byggarbetsplatsens arbetsledare med Optidevs representant bredvid och blev därmed ankomstregistrerad. Informationen om kollarinnehållet visades sedan omedelbart på scannerns skärm, *Figur 66*.



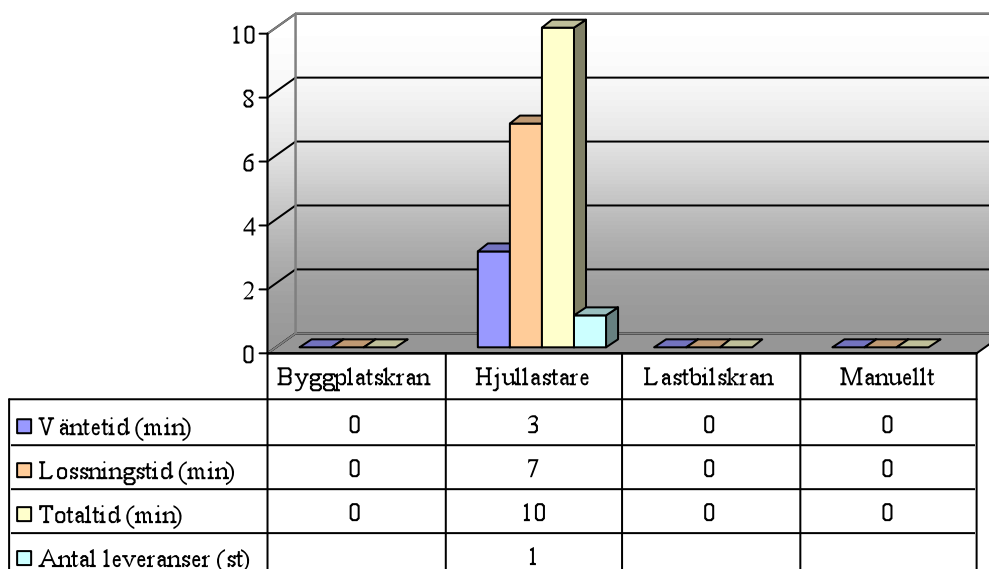
Figur 66. Ankomstregistrering av kolla genom scanning av RFID-tag

Den inledande skärmbilden hos scannern, illustreras i vänstra delen av *Figur 67*, kan anpassas med olika ikoner efter de behov som finns för den slutliga användaren. I detta pilotprojekt fanns det fyra stycken ikoner som visades på skärmen då scannern startades. Den högra delen av *Figur 67* visar exempel på hur gränssnittet av en internetbaserad databas kan tänkas se ut. Även här kan databasgränssnittet anpassas efter de informationsbehov som finns för den slutliga användaren.



Figur 67. Exempel på inledande bild vid uppstart av scanner samt exempel på gränssnitt av en internetbaserad databas

De uppmätta godsmottagningstiderna för pilotprojektet med RFID för Värpinge gård, 2010-01-28, är illustrerade i *Figur 68*.



Figur 68. Godsmottagningstider, RFID pilotstudie – Värpinge Gård, 2010-01-28

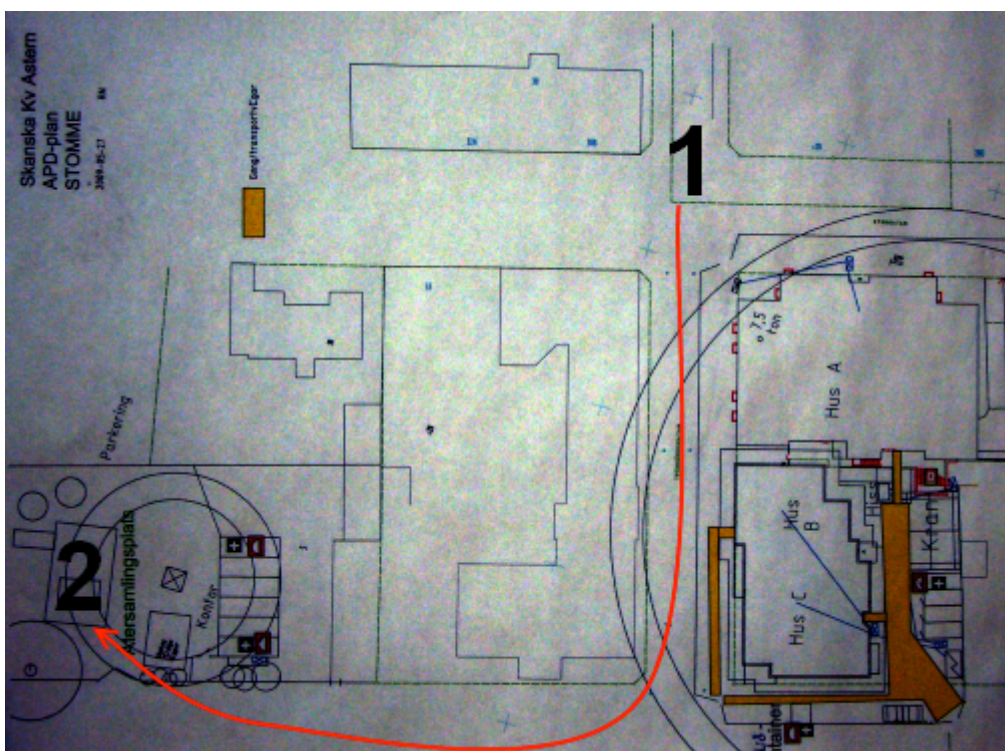
5.3.2 Pilotstudie – Kvarteret Astern

Entreprenör: Skanska
Leverantör: Swedoor – Jeld Wen Door Solutions
Materialslag: Dörrar
Datum för pilotstudie: 2010-02-03

Pilotstudien utfördes på en leverans utav dörrar från Swedoor - Jeld Wen Door Solutions. Företaget använder sig av RFID-taggar i sin dörrproduktion då taggen placeras inuti en skåra precis vid toppen av dörren under en av tillverkningsfaserna. Swedoor använder sig utav RFID-teknologi då de anser att det ökar smidigheten och produktiviteten av deras dörrproduktion. De RFID-taggar som Swedoor använder under sin produktion har dock inte använts under detta pilotprojekt.

Prolog har tillsammans med Optidev varit på Swedoors produktionsanläggning dagen innan denna pilotstudie. Syftet med detta var att dels fästa RFID-taggar på kollina samt att se till att all information gällande leveransen är korrekt och överenskommen.

Kvarteret Astern i Åstorp har beskrivits i kapitel 5.1.4. Nedan finns dock en mer utförlig APD-plan, *Figur 69*, vilken visar en lagringsplats som byggarbetsplatsen har till sitt förfogande. Denna lagringsplats återfinns vid byggarbetsplatsens bodar och är markerad med siffran 2 i *Figur 69*. Högra nedre delen av *Figur 69* visar byggnationens position i förhållande till lagringsplatsen.



Figur 69. APD-plan, Kvarteret Astern

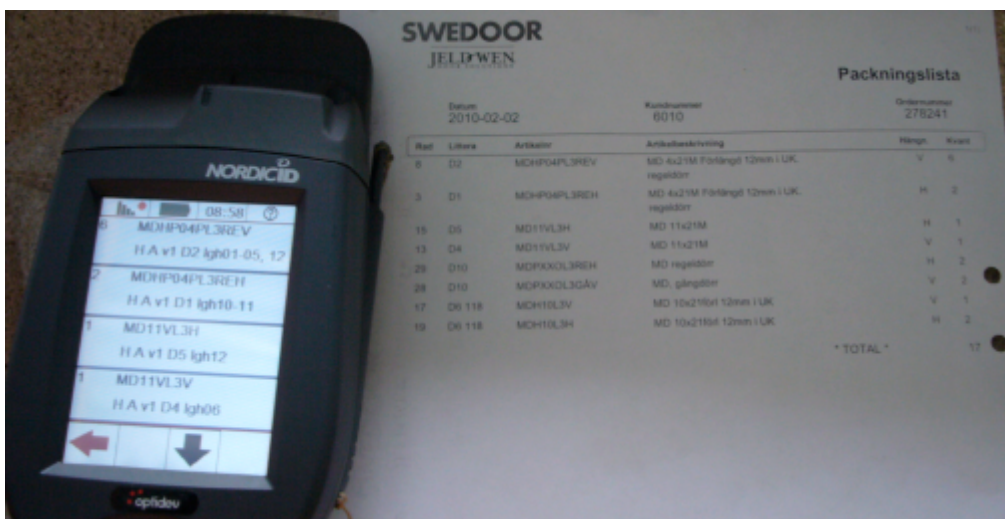
Leverans av dörrar med RFID-taggar, 2010-02-03:

Då detta var en pilotstudie var ankomsttiden bestämd i förhand och leveransen av dörrar var planerad till klockan 08.00. Lastbilen anlände lite senare och var på plats klockan 08.25, på grund av de då rådande väderförhållandena. Leveransen bestående utav 4 kollar fördelade på 2 lyft lastades av lastbilen i punkt 1, *Figur 69*, och kördes bort och ställdes på byggarbetsplatsens lagringsplats, punkt 2, *Figur 69*. Förloppet åskådliggörs även i *Figur 70*. Avlastningsprocessen inleddes 20 minuter efter det att lastbilen anlant och pågick i 15 minuter.



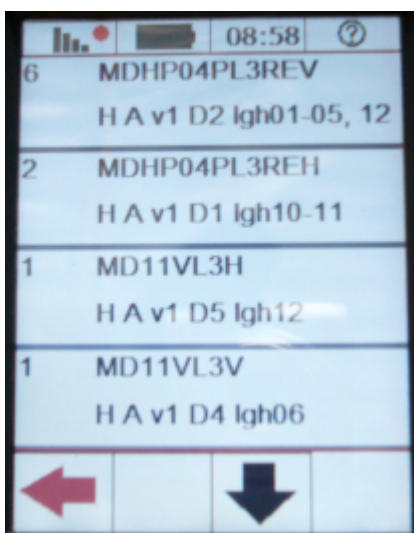
Figur 70. Avlastningsprocess – RFID pilotstudie, Kvarteret Astern

När kollina hade lastats av på lagringsplatsen scannades RFID-taggen av Optidevs representant och informationen om kollar innehålllet visades på scannerns skärm, *Figur 71*. Denna information jämfördes sedan med packningslistan för att se om det överensstämde – vilket det gjorde.



Figur 71. Information om kollar innehåll jämförs med packningslista

Packningslistan innehöll information om artikelnummer, artikelbeskrivning, kvantitet och om dörrarna var höger- eller vänsterhängda.



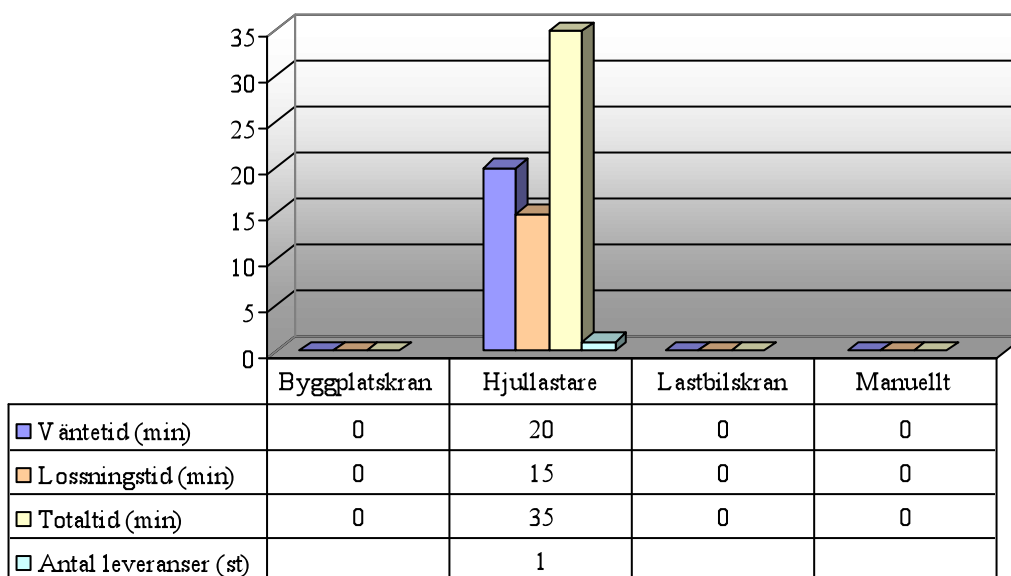
Figur 72. Information på scanner

Vid en närmare granskning av scannerns skärm, *Figur 72*, kan man se att den övre raden visar artikelnumret och att den nedre raden visar information om vilka lägenheter dörrarna skall till. Denna information fanns inte angiven på packningslistan utan blev ett tillägg som på ett väldigt enkelt sätt exemplifierar information som kan bifogas om kollar innehålllet.

Mängden av extra information kan utökas efter de önskemål som finns. Detta innebär att möjligheten skulle finnas att trycka på den första rutan och därigenom få tillgång till ytterligare information om dörren ifråga, exempelvis speciella monteringsanvisningar, reservdelsinformation och så vidare.

Följesedeln blev mottagen utav arbetsledaren då hela leveransen var avlastad. Lastbilschauffören hade överlämnat följesedeln till chauffören av hjullastaren som i sin tur hade gått upp och lämnat den till arbetsledaren i boden. Arbetsledaren gick vid ett senare tillfälle och kontrollerade varje kolli och såg till att allting var korrekt.

De uppmätta godsmottagningstiderna för pilotprojektet med RFID för Kvarteret Astern, 2010-02-03, är illustrerade i *Figur 73*.

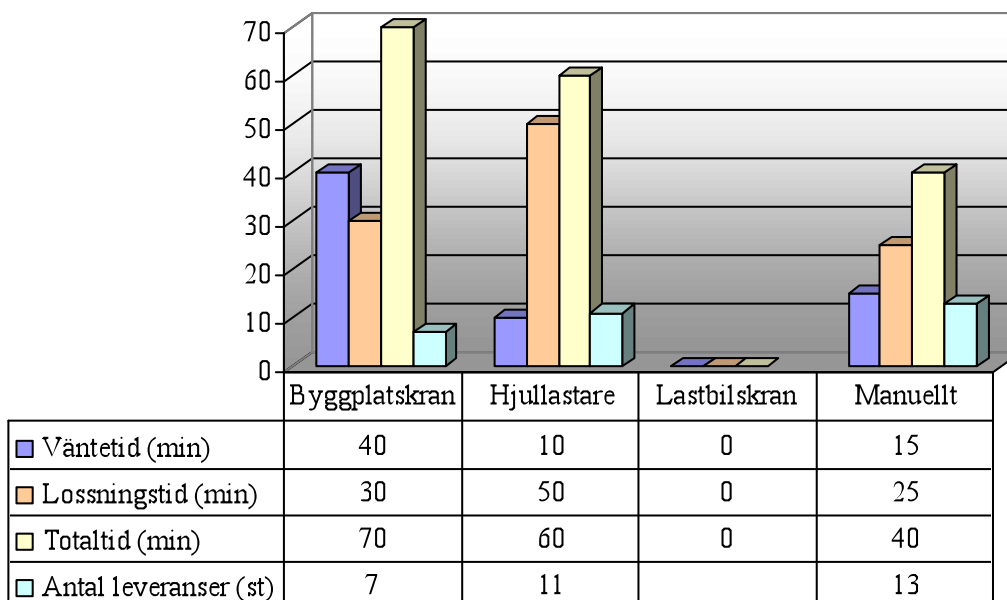


Figur 73. Godsmottagningstider, RFID pilotstudie – Kvarteret Astern, 2010-02-03

6 Tidigare utförda tidsstudier

6.1 Rapport med tidsstudier från 1972

Det hade aldrig tidigare gjorts en undersökning om godsmottagning och framkomlighet för transportfordon på byggarbetsplatser i Sverige förrän 1972. Då utgavs en 94 sidors rapport ”Mottagnings- och transportutrymmen på byggplatser” med bland annat kartläggning över olika lossningsmedel i samband med olika tider så som lossningstid och väntetid. Nedan illustreras en tabell, *Figur 74*, med olika transportfordon och tider, som är tagen ur rapporten, i syfte att i ett senare skede i vårt examensarbete jämföra mätvärdena med våra empiriska mätvärden. Det är värt att poängtera att stapeln med hjullastare ersätter traktorn, som står i den ursprungliga rapporten, eftersom inga traktorer är aktuella idag på byggarbetsplatserna utan de har ersatts med hjullastare och teleskoplastare. Sammanställningen i tabellen gäller enbart dörrar och fönster. Ingen tabell över gipsskivor finns att skåda eftersom inga mätningar för denna materialtyp har utförts i denna rapport.

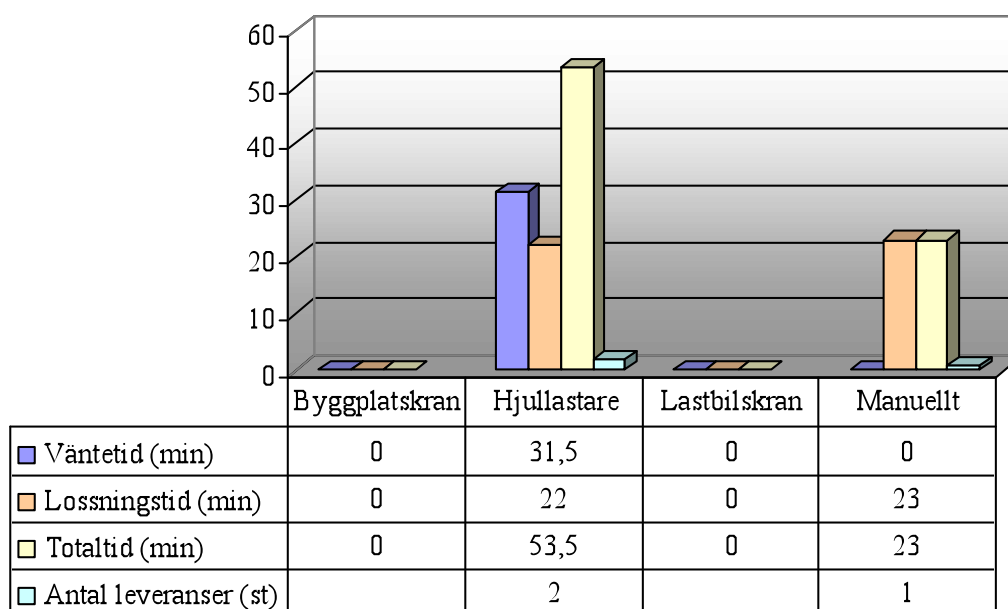


Figur 74. Godsmottagningstider på Fönster/Dörrar från 1972

6.2 Rapport med tidsstudier från 2007

Efter att rapporten från 1972 utgavs tog det 35 år innan en ny liknande tidsstudie utfördes inom godsmottagning. Ett examensarbete, "Leveranslogistik på byggarbetsplatsen". Under arbetets gång har de haft rapporten från 1972 som referenspunkt och utifrån denna har de skrivit en liknande rapport där nya tidsstudier utförts. De har bland annat tagit med godsmottagningstiderna från 1972 och jämfört dessa med deras uppmätta godsmottagningstider.

Nedan illustreras en tabell, *Figur 75*, med olika transportfordon och tider, som är tagen ur examensarbetet, i syfte att i ett senare skede i vårt examensarbete jämföra mätvärdena med våra empiriska mätvärden.



Figur 75. Godsmottagningstider på Fönster/Dörrar från 2007

7 Analys & Slutsats

7.1 Godsmottagningsprocessen

Vi har under detta examensarbete utfört flera tidsstudier på två olika materialtyper där vi har observerat att en godsmottagningsprocess kan se ut på många olika sätt och ingen är den andra lik, men det går att identifiera enstaka moment som alltid ingår.

Varför en godsmottagning aldrig är den andra lik beror på flera faktorer, bland annat är den första och mest uppenbara skillnaden; byggarbetsplatsen. Vad är det som byggs? Var byggs det? Är det exempelvis ett treplans bostadshus eller är det ett område med tvåplans radhus? Befinner sig byggnationen i stadskärnan eller i mindre komplex miljö? Dessa skillnader syns direkt genom att disponeringen av byggarbetsplatsen är annorlunda. Det finns dock egenskaper i en APD-plan som är återkommande, som till exempel besluten om var bodar, förråd, materialupplag samt större maskiner skall placeras.

7.1.1 Godsmottagningsprocess utan RFID

Under tidsstudierna som utförts under detta examensarbete har vi observerat en rad olika områden där problem och oklarheter har uppstått. Vi har nedan valt att analysera de problematiska momenten som uppstått på byggarbetsplatserna som vi anser har haft inflytande på byggnationens produktionsflöde. Vi kommer även att belysa moment som på något sätt gynnar produktionsflödet.



Figur 76. Viktoria Park i Limhamn

Vi utförde tre tidsstudier på Viktoria Park i Limhamn, *Figur 76*, och vid varje tillfälle kunde vi observera något som enligt oss inte gick rätt till. Under det första leveranstillfället, 2010-02-16, fann vi att det var en bristfällig kommunikation och planering. Detta för att yrkesarbetarna fick ta av emballaget ifrån kollina på byggnadsställningen för att sedan lyfta in dörrarna en och en.

Vi anser att detta är ett slöseri och ett överarbete som enligt Lean ska undvikas. Det är även ett moment av väntan som ingår i detta scenario vilket utfördes av teleskoplastarföraren då han stod och väntade på yrkesarbetarna. Under den tiden kunde teleskoplastaren utnyttjats till att göra annan nytta på byggarbetsplatsen. Vi anser att detta problem grundar sig i bristfällig kommunikation av platsledningen till yrkesarbetarna. Detta scenario kunde enkelt undvikas genom att exempelvis arbetsledaren gick upp och kontrollerade hur situationen såg ut uppe på byggnadsställningen varpå han skulle insett att en åtgärd krävs för att det finns hinder i vägen vilket kommer att störa inlastningen av leveransen.

Under det andra tillfället, *2010-02-19*, fanns det ytterligare indikationer på att kommunikationen var bristfällig på grund av att leveransen var planerad att anlända klockan 08.00 men anlände inte förrän 13.18. Det är inte byggarbetsplatsledningen som bär ansvaret för förseningen utan ansvaret ligger hos speditörsfirman som inte lyckats hålla den angivna tiden. När leveransen avlastades uppstod det oklarheter mellan två parter angående vilket våningsplan kollina med dörrar skulle lyftas upp på. Då parterna inte hade informationen om vart kollina skulle placeras fick de invänta arbetsledaren som inte fanns vid avlastningsplatsen.

I väntan på arbetsledarens direktiv gick tid förlorad vilket är ett slöseri. Efter att arbetsledaren löst oklarheterna kunde kollina lyftas upp på rätt våningsplan. Innan denna process kunde inledas tog det dock tid eftersom arbetsledaren fick gå igenom varje dörrbeteckning. Arbetsledaren beslutade att vissa av kollina skulle lyftas upp på våningsplan 3 och att de resterande skulle lyftas in på våningsplan 1. Det uppstod ännu ett problem då kollina skulle föras in på våningsplan 1 då detta våningsplan var i en annan byggfas vilket resulterade i att yrkesarbetarna fick ägna tid åt en lösning. Arbetsledaren kunde, innan beslutet att lyfta in kollina på våningsplan 1, gå upp och se efter så att detta var genomförbart. Han kunde även möjligtvis kunnat komma fram till en annan lösning som skulle varit tidsbesparande om han hade insett att den ursprungliga planen hade vissa hinder.

Hela denna leverans kunde tagit mindre tid om det fanns en bättre översikt av vilka dörrar som hade kommit i de föregående leveranserna. Hade denna kunskap funnits innan leveransens ankomst skulle byggarbetsplatsledningen kunnat planera och därigenom spara tid och minska slöserier i form av väntan, rörelse och omarbete. På grund av att de inte var beredda på detta stördes produktionsflödet. För att ha ett väl fungerande materialflöde förutsätts det att de nästkommande momenten är fastställda så att inga oförutsedda moment tillkommer som försenar eller stör produktionsflödet.

Under sista tidsstudien på Viktoria Park, *2010-02-26*, gick leveransen utan hinder. Dock fanns det ingen från byggarbetsplatsledningen som tog emot leveransen. Det var chauffören till teleskoplastaren som mottog följesedeln. Efter den föregående leveransen anser vi att det skulle funnits någon från byggarbetsplatsledningen som kontrollerar att leveransen är korrekt samt att undersöka så att inga skador på dörrarna uppstått.



Figur 77. Kvarteret Gryningen i Lomma

Vid tidsstudierna på Kvarteret Gryningen 2 i Lomma, 2010-02-22 och 2010-02-26, Figur 77, blev inte produktionsledaren kontaktad innan leveransankomsten vilket försvårade planeringen för byggarbetsplatsledningen. Eftersom byggarbetsplatsen bara har en teleskoplyftare till sitt förfogande blir den med en oanmäld ankomst tvungen att avbryta det arbete den utför för att lasta av lastbilen.

Situationen kan även vara omvänd och lastbilen kan få stå och vänta på att bli avlastad till dess att teleskoplyftaren är ledig. När lastbilen kommer oanmäld skapar det ett avbrott i produktionsflödet vilket resulterar i flera olika slag av slöserier. Bland annat minskar de värdeskapande aktiviteterna vilket är en av grundstenarna i Lean-filosofin. Byggarbetsplatsen går då även miste om den eftersökta tidsreduktionen under leveransskedet eftersom de inte hinner förbereda sig inför mottagningsprocessen.

Under tidsstudien 2010-02-26 fick teleskoplastarchauffören utföra ett omarbete då han var tvungen att göra en omstrukturering av lastpallarna, vilket även här är ett slöseri. Vi anser att chauffören inte fick all den nödvändiga information om vart han skulle placera lastpallarna i början av avlastningsprocessen. Denna brist i kommunikationen ledde till ett slöseri som väldigt enkelt kunnat undvikas.

En värdeskapande aktivitet utfördes under avlastningsprocessen då teleskoplastaren ställde in lastpallarna med gipsskivor i husen. Denna aktivitet visar på att byggarbetsplatsledningen har en framförhållning om de kommande momenten och vill reducera slöserier i form av onödiga transporter, rörelse och lagring. Dock enligt yrkesarbetaren på byggarbetsplatsen är detta inte alltid proceduren. Vi anser trots detta att intentionen till förbättring finns och även om det inte utförs vid varje husuppförande så finns tankegången om förbättring och effektivisering bland byggarbetsplatsledningen vilket är ett steg i Lean-filosofin.



Figur 78. Kvarteret Astern i Åstorp

Vid tidsstudien i Åstorp, 2010-02-24, Figur 78, var leveransen aviserad en timme innan ankomst vilket gav platsledningen tillräckligt med tid att förbereda leveransmottagningen genom införskaffning av en hjullastare.

Kollina med dörrar lastades på lastpallar innan de lyftes upp på byggnadsställningen, vilket utgjorde ett extra arbetsmoment.

Detta resulterade i en värdeskapande och tidsreducerande aktivitet som underlättade införseln av leveransen in i byggnaden. Arbetsledarens noggrannhet i att kontrollera leveransen resulterade i att eventuella skador och fel med leveransen skulle upptäckts direkt vilket även detta är en värdeskapande aktivitet. Detta anser vi är ett skede i en godsmottagning som är väldigt viktigt eftersom risken för framtida avbrott eller förseningar i produktionen minskar avsevärt. Om det finns något eller några fel upptäcks de omedelbart vid leveranstillfället och inte i ett senare skede av produktionen då materialet ska byggas in. Detta medför att eventuella fel kan åtgärdas direkt och inte senare vilket minskar de produktionsförseningar som kan uppstå vid denna typ av fel.

Vi anser dock att det var ett slöseri av resurser att det fanns tre yrkesarbetare på byggnadsställningen som tog emot lastpallarna med dörrar. Det skulle varit tillräckligt med två stycken yrkesarbetare. Den tredje kunde istället utnyttjats till värdeskapande aktiviteter på byggarbetsplatsen.



Figur 79. Höjagård i Malmö

På Höjagård i Malmö, 2010-03-02, Figur 79, blev leveransen aviserad en timme innan ankomst vilket var tillräckligt med tid för byggarbetsplatsledningen att tillkalla en teleskoplyftare till byggarbetsplatsen.

Teleskoplastaren kunde bara lyfta två kollin gipsskivor åt gången vilket resulterade i ett tidsslöseri, eftersom teleskoplastarchauffören var tvungen att utföra flera lyft jämfört med om kollina hade lastats på ett annorlunda sätt.

Vi anser att detta kunde undvikas genom ett informationsutbyte mellan de fyra aktörer involverade i processen. Detta genom att de fyra involverande parterna byggarbetsplatsledningen, företaget som försåg byggarbetsplatsen med teleskoplyftaren, leverantören av gipsskivorna och speditörsfirman utbytt informationen om detaljer angående de olika förutsättningarna för leveransen. Om exempelvis företaget, som försåg byggarbetsplatsen med teleskopplastaren, hade framfört att den endast klarar av att lyfta två kolli gipsskivor åt gången hade byggarbetsplatsen kunnat framföra denna information till leverantören. Leverantören kunde i sin tur vidarebefordra detta till speditörsfirman som kunde lastat kollina med gipsskivor efter förutsättningarna. Detta skulle resulterat i att avlastningsprocessen på byggarbetsplatsen skulle blivit betydligt mer tidseffektiv och därmed värdeskapande.

Byggarbetsplatsledningen borde, enligt vår åsikt, vetat att öppningen blivit mindre på grund av ytterväggstillbyggnaden och med denna kunskap kunnat förutse att leveransen inte kommer att kunna ske på samma sätt som den föregående. Eftersom de inte gjorde detta uppstod det flera moment av slöserier, bland annat väntan, rörelse och överarbete.



Figur 80. Värpinge Gård i Lund

På Värpinge Gård i Lund, 2010-03-02, Figur 80, fanns det en väldigt väl utvecklad och genomtänkt APD-plan som vid tillfället för tidsstudien överensstämde helt med byggarbetsplatsens disposition.

APD-planen för denna byggarbetsplats är gjord i syfte att förhindra oklarheter gällande var leveranserna ska lastas av och hur de ska genomföras.

APD-planen ger en god översikt över byggarbetsplatsen och är väl strukturerad med tydliga avlastningszoner som på ett tydligt sätt simplificerar godsmottagningsprocessen, både för byggarbetsplatsen samt för den avlastande parten. Vi anser att upplägget stärks ytterligare genom att man visuellt markerar avlastningszonerna som lätt kan hittas på byggarbetsplatsen i form av A4-blad längs med byggnationen. Med små medel har byggarbetsplatsledningen lyckats göra byggarbetsplatsen lättorienterad.

Vid detta leveranstillfälle hade de en god framförhållning på leveransankomsten då byggarbetsplatsen kontaktades dagen innan och meddelades angående leveranstid. Detta gav byggarbetsplatsledningen tid att hyra in en teleskopplastare till den angivna tidpunkten.

Avlastningsprocessen på byggarbetsplatsen utförs vanligtvis med en lastkran. Vi anser att detta både har sina för- och nackdelar. fördelarna är att det blir en mer systematisk avlastningsprocess genom att lastkranen ansvarar för detta moment och att inga yttre avlastningsmetoder tillkommer. Om detta utförs på ett sätt som skapar värde genom att exempelvis arbetsledaren kan avsätta mer tid på andra moment och mindre tid för att förbereda eller planera godsmottagningsprocesser kan det i slutändan ge bättre flödesprocesser.

Nackdelarna är bland annat att vid denna typ av lösning, där lastkranen är tänkt att ta emot allt gods, kräver en lastbilstyp med ett avtagbart tak. Detta ställer krav på leverantören att de levererar efter kundens önskemål. Vid denna tidstudie var så inte fallet då lastbilen som anlände inte hade ett avtagbart tak. Även om byggarbetsplatsledningen var förberedda på detta scenario och kunde boka en teleskoplastare tillkom en extra kostnad som eventuellt hade kunnat undvikas genom att hitta ett annat lösningsalternativ, exempelvis en annan typ av gipsskiva eller lastbilstyp. Detta för att hålla fast vid den tänkta avlastningsmodellen.

7.1.2 Godsmottagningsprocess med RFID

Vi kommer nedan att analysera och diskutera pilotprojektet om en RFID-baserad godsmottagningsprocess där vi vill belysa våra tankar runt projektet och de gjorda studierna.

I pilotprojektet valde man att använda passiva taggar av flera anledningar. Vi anser att detta var rätt typ av tagg att utföra ett projekt av denna typ med. Den passiva taggen används numera frekvent och framgångsrikt i olika branscher runt om i världen. Vi anser dock att det skulle varit en mer omfattande studie om alla de olika typerna av taggar skulle kunnat tas med. Även om dessa inte på förhand är ekonomiskt gynnsamma så är det trots detta andra aspekter som tillkommer och kan studeras.

Med semi-aktiva taggar finns möjligheten att registrera de yttre omgivande förhållandena av godset, exempelvis temperatur- och fuktförhållandena under bland annat transportskedet. Denna information skulle kunna vara väldigt väsentlig ifall dörrarna vid ett senare skede visar sig vara angripna av någon form av fuktskada. Med denna typ av tagg ges denna möjlighet då den kontinuerligt registrerar förhållandena runtomkring. Ifall en situation med någon form av fuktskada skulle uppstå kan man på ett enkelt sätt via databasen gå tillbaka i tiden och kontrollera om dörrarna under något skede blivit utsatta för någon avvikande fukt- eller temperaturförhållande. Med denna information skulle det enligt *SCM* och *Returns Management* vara möjligt att på ett enklare sätt visa vem som bär ansvaret för denna skada samt att returneringsprocessen underlättas genom att dörrarna skickas tillbaka till rätt leverantör.

Om aktiva taggar hade använts under projektets gång skulle möjligheten att spåra leveransen infunnit sig vilken skulle kunna på en liten skala visa den enorma potentialen med RFID-tekniken när den integreras med GPS-teknologin. Genom denna integrering skulle möjligheten ges att spåra godset i realtid. Detta skulle kunnat

göra att leveransens ankomst i pilotstudien i Värpinge Gård hade kunnat förutses genom att det funnits en ständig spårning av var leveransen befinner sig. Aktiva taggar öppnar enligt *Order Fulfillment Management* även möjligheten för en ökad logistisk processhantering samt en minskad logistikkostnad.

I pilotprojektet användes passiva taggar som endast innehåller en *EPC*. Detta medförde att all information var samlad i en databas som var tillgänglig via Internet. För att återfå denna information var man tvungen att ha en RFID-scanner med GPRS som då kommunicerade med databasen. Det alternativet är kostnadsmässigt lönsamt, då dessa taggar hör till de billigaste, men även informationsmässigt, eftersom datamängden och därmed informationsmängden kan göras väldigt stor och omfattande. Vi anser att genom att göra på det sättet uppnår projektet en bra nivå men dock inte sin fulla potential sett ur ett rent taggperspektiv.

Sett till godsmottagningsprocessen utan och med RFID är det inte mycket som skiljer de olika momenten åt. Processen inleds med att lastbilen ankommer till byggarbetsplatsen. Sedan lastas godset av och ställs antingen på en gemensam lagringsplats eller på sin individuella inbyggnadsplats som exempelvis på byggarbetsplatsen *Viktoria Park, 2010-02-19*. Om *Viktoria Park* skulle varit en RFID-baserad godsmottagning skulle de problemen som uppstod kunna förhindras genom att vid scannandet av kollina skulle det funnits mer information om dörrarna och vart de skall placeras. Vi anser att informationen i scannern vid pilotstudien på *Kvarteret Astern* är något som skulle kunnat eliminera det ursprungliga felet vid den första och andra leveransen på *Viktoria Park*. Skulle RFID varit implementerat på *Viktoria Park* skulle byggproduktionen effektiviseras samtidigt som flera slöserier i form av väntan, omarbete och transporter eliminerats. Under pilotprojektet scannades godset efter att det lastats av vilket är jämförbart med momentet, under en godsmottagning utan RFID, då följesedeln mottas och godset kontrolleras med skillnaden av informationsmängd och smidighet. Om RFID implementeras i en godsmottagningsprocess med dörrleveranser skulle det kunna vara till stor hjälp att minimera potentiella fel som bevisligen uppstår på byggarbetsplatser.

7.1.3 Tidsstudier

Vårt syfte med att bifoga tidsstudierna från 1972- och 2007-rapporterna var att jämföra dessa tider med våra empiriska insamlade tider samt tiderna från RFID-leveransen med dörrar. Detta gör vi för att undersöka ifall det har skett några tidsmässiga framsteg under de senaste 38 åren men också ifall RFID-teknologin kan effektivisera godsmottagningskedet. Den andra jämförelsen var tänkt att utföras mellan våra empiriska resultat och den RFID-baserade leveransen med gipsskivor.

Utifrån tidsstudierna är det svårt att dra slutsats ifall tiden för godsmottagningsprocessen har effektiviserats under de senaste 38 åren, mellan 1972 och 2010, men även ifall RFID-teknologin är tidsmässigt effektiv vid godsmottagningen. Vi anser att tidsstudierna inte är rättvist jämförbara eftersom det finns en del olikheter i de tidigare utförda studierna vilket är ett resultat av ett inkonsekvent utförande. Bland annat finns det en markant skillnad mellan de två

rapporterna i antalet tidsmätta leveranser som gjorts. I rapporten från 1972 har man gjort tidsstudier på elva leveranser medan rapporten från 2007 innehåller tidsmätningar gjorda vid endast två tillfällen. Vi anser att deras medelvärden är därför inte likvärdigt jämförbara.

Författarna till 2007-rapporten borde ha gjort tidsstudier med liknande antal leveranser som författarna från 1972-rapporten för att få en mer rättvis bild av vilka skillnader eller likheter som föreligger. När det gäller våra empiriska tidsstudier har inte vi heller varit riktigt konsekventa i vårt utförande. I våra tidsstudier, när det gäller dörrar, har vi endast med sex stycken leveranser. Vi antog att det räckte för en likvärdig jämförelse men vi insåg ganska tidigt i analyskedet att siffrorna var otillräckliga. Vi kom även fram till att oavsett om vi hade gjort empiriska tidsstudier, bestående utav elva dörrleveranser, hade det fortfarande varit otillräckliga siffror för att göra en rättvis bedömning.

En mycket viktig observation som vi gjorde i samband med jämförelserna och som även försvagar jämförelserna, är att i 1972-rapporten och 2007-rapporten finns ingen information att tillgå om leveransernas omfattning. I våra empiriska tidsstudier har vi observerat leveranser i ett omfång av allt från ett till 24 kolli. För att kunna göra en mer tillförlitlig jämförelse tycker vi att i de tidigare rapporterna borde ha angivits antal kollin och dels antal lyft som gjorts, vilket vi har tagit med i våra tidsstudier. På så sätt hade vi kunnat få det eftersökta och tillförlitliga resultatet då vi hade kunnat jämföra tiden det tar för ett lyft. Det hade varit av större vikt att jämföra tiden för respektive lyft och inte enbart den sammanlagda tiden för en leverans.

Utifrån våra observationer med de RFID-baserade leveranserna och de traditionella leveranserna kan vi dra slutsatsen att det inte finns någons större skillnad mellan en RFID-baserad och en konventionell godsmottagning. Den enda skillnaden som vi kunde anmärka är att vid den RFID-baserade godsmottagningen scannades kollina när leveransen anlände till byggarbetsplatsen, vilket inte är en tidskrävande handling i sig och tar inte längre tid än att ta emot följesedeln. När leveranserna anlände till byggarbetsplatserna tog en arbetsledare oftast emot den och gav direktiv om vart respektive kolli skulle placeras men ingen direkt kontroll gjordes för att stämma av ifall följesedeln stämde överens med det som levererades eller ifall några skador uppstod under transport. Därför kunde ingen påtaglig skillnad anmärkas.

7.2 RFID-baserad supply chain

Vi har under examensarbetets gång eftersökt relevanta och innovativa teorier som är relaterade till RFID och byggbranschen. Vi fann att RFID har implementerats i många olika branscher runt om i världen. När det gäller den globala byggbranschen har utvecklingen inte nått den nivå där tekniken kan implementeras fullständigt, trots att det finns möjligheter och förutsättningar för en total implementering.

Vår åsikt är att för att uppnå en total implementering inom byggbranschen krävs det en *RFID-baserad supply chain* vilken vi nedan kommer att benämna som en *Rsc*. Vi kommer nedan att beskriva de ingående komponenterna i en sådan supply chain.

7.2.1 Relationer

För att uppnå en *Rsc* måste det ställas hårdare krav på alla involverade aktörer i ett byggprojekt. Grunden ligger i att med hjälp utav RFID skapa en supply chain där alla aktörer i projektet ingår. I början av ett projekt måste relationerna mellan alla aktörer förbättras och konkretiseras för att uppnå klarare mål och förutsättningar. Alla involverade parter skall hela tiden eftersträva effektivisering utanför gränserna och vilja bistå med hjälp till de andra aktörerna, så att de kärnkompetenser som finns bland aktörerna utnyttjas fullt ut inom en *Rsc*.



Vi anser att initiativtagaren för att skapa en *Rsc* bör vara byggnadsentreprenören då det är han som har det slutliga ansvaret för byggnationens färdigställande. Vi anser även att det är viktigt att det uppstår en supply chain som skapar drivande samverkan och åtagande från alla involverande aktörer. Detta är grunden till att utveckla en öppenhet, gemensamhet, ett förtroende samt ett ömsesidigt beroende genom hela supply chain. När detta utvecklats har den första pusselbiten fallit på plats och det har skapats förutsättningar för gemensamma processer, materialflöden och informationsutbyten. Genom att använda RFID skapas förutsättningen för ett effektivt användande av resurser genom att de gemensamma materialflödena blir synkroniserade och koordinerade i samspel med alla aktörer.

7.2.2 RFID-system

Efter att relationerna mellan alla aktörerna uppstått sammanlänkas de genom ett RFID-system. Ett RFID-system är bland annat ett elektroniskt verktyg, en databas som nås genom Internet, där alla aktörer har ett konto. Ett konto identifierar aktören och aktörens behörighetsgrad för det aktuella projektet. Syftet med behörighetsgraden är att ange vilken typ av information aktören kan lägga in i databasen samt vilken typ av information som är synlig för aktören. Vi anser att RFID-systemet är den viktigaste delen i en RFID-baserad supply chain och måste därför vara uppbyggt på ett användarvänligt och överskådligt sätt

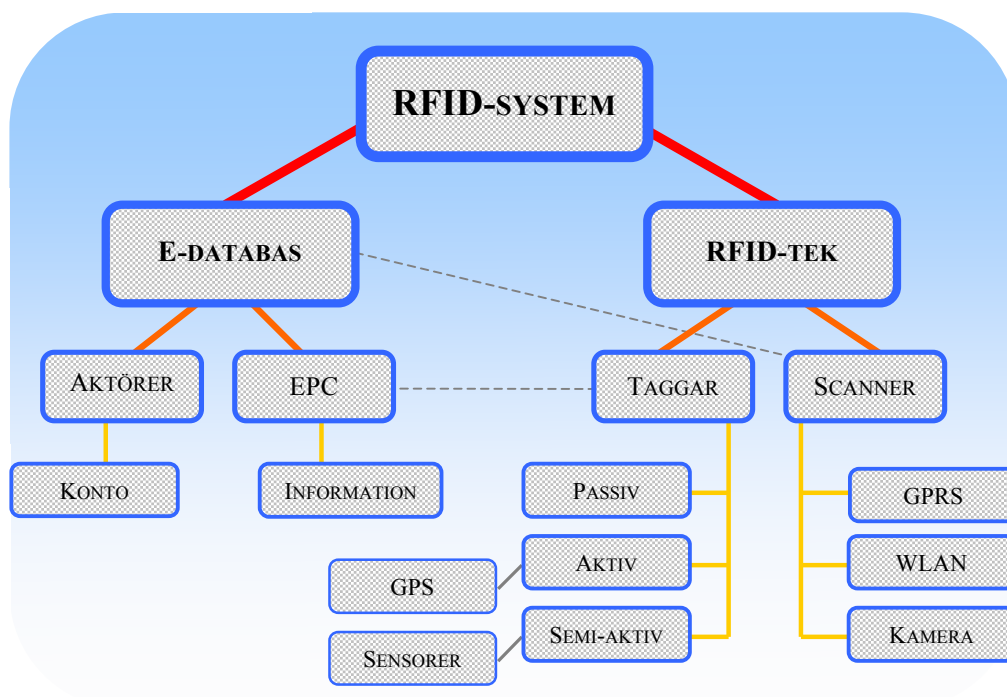


som underlättar kommunikationen mellan alla involverade parter i projektet. Systemet länkar samman alla aktörer i realtid vilket resulterar i att kommunikationen och koordinationen av resurser blir klar och tydlig samtidigt som risken för konflikter och förseningar minskas.



Varje aktör har en egen supply chain och syftet med RFID-systemet är bland annat att koppla samman alla aktörer och göra dem och deras flöden tillgängliga för alla involverade. RFID-systemet kan dels ses som ett spindelnät som länkar samman alla små nätverk till ett stort nätverk. För att det ska kunna uppstå ett sådant spindelnät ligger grunden i en öppen kommunikation mellan alla involverade parter i projektet vilket bygger på väl definierade och strukturerade relationer.

Vi föreslår att ett RFID-system byggs upp enligt *Figur 81*. Det består av två grundkomponenter; en elektronisk databas och RFID-teknologi. Dessa två komponenter är kärnan i systemet och är beroende av varandra för att systemet ska fungera.



Figur 81. RFID-system

E-databasen ska innehålla taggens EPC som är kopplat till informationen om det taggade godset samt konton för alla aktörer. Taggen kan vara av tre olika typer och väljs efter de behov som finns, bland annat beroende på typ av material och krav på leveransegenskaper.

Eftersom alla aktörer är kopplade samman i detta system är informationen om de taggade artiklarna redan inlagd i e-databasen vid produktionsanläggningen. Det är även där RFID-taggen används för första gången. Varje artikel eller kolli i en *Rsc* ska ha en RFID-tag. Vi anser att den största nyttan med RFID och en systemuppbyggnad vilken beskrivs här är för artiklar som dörrar, fönster, kök, prefabricerade betongelement samt större glaspartier för glasfasader.

Gipsskivor, mineralull samt virke av olika slag och dylikt anser vi inte vara speciellt lämpade till en RFID-tagging på artikelnivå, utan är bäst lämpade till en tagging på kollinivå. När taggen scannas återfås enbart taggens EPC och informationen kopplad till denna återfår scannern genom att kommunicera med e-databasen. Detta kan ske på två sätt, dels genom att scannern har inbyggd GPRS-teknologi och kan på så sätt kommunicera med e-databasen eller om scannern har WLAN inbyggt. Om det är en scanner med WLAN ställs det krav på att exempelvis byggarbetsplatsen är uppkopplad till Internet samt att de har WLAN över byggarbetsplatsområdet vilket medför att scannern på ett enkelt sätt kan kommunicera med e-databasen.

Alla scannrar ska även ha en inbyggd kamera för att omedelbart kunna dokumentera exempelvis en skadad artikel i samband med en leverans. Dagens scannrar är väl utvecklade sett till funktionella möjligheter vilket innebär att när ett foto på en skadad artikel tas kan det strax därefter skickas till e-databasen för att direkt läggas in som till exempel ett reklamationsärende. Vi anser att för att enklast kunna finna i vilket skede en skada uppstått är det viktigt att fotografier tas av artiklarna vid olika väl utvalda punkter längs med materialflödet. Gäller det exempelvis ett kolli dörrar ska fotografier tas vid avlämningsskedet på fabrik, vid ankomst och avgång av en eventuell mellanlagringspunkt samt vid avlastningsskedet på byggarbetsplatsen. Fotografier skall tas på artiklarna oavsett om det infinner sig en skada eller inte. Dessa läggs sedan in i e-databasen och vid en eventuell skada kan exempelvis byggtreprenören gå in i databasen via Internet och se över den dokumenterade vägen av artikeln samt se på fotografierna som hör samman med artikeln för att sedan kunna avgöra i vilket skede skadan uppkommit. Detta underlättar även själva reklamationsprocessen då allt finns dokumenterat. Scannrarna i RFID-systemet ska vara utrustade med moduler likt modulerna i kapitel 4.10 *M-ConRDSCM* för att på ett enkelt sätt kunna uppdatera e-databasen och därmed informera alla involverade aktörer om exempelvis den aktuella statusen av byggnationen. RFID tillsammans med scannrarna är ett snabbt och enkelt verktyg för att kommunicera med e-databasen och därmed *Rsc*.

Med ett RFID-system i en *Rsc* blir många av processerna i en standardiserad supply chain automatiserade samtidigt som artiklarna blir identifierade automatiskt. Ett elektroniskt informationsutbyte skapas vilket kan synliggöra alla processer i en supply chain. Detta medför att all information finns att tillgå på en plats så att aktörerna på ett tids- och kostnadseffektivt sätt kan få information om aktuella händelser i projektet. Vi tycker att denna egenskap kan visa sig vara av stor vikt för att reagera fortare på olika typer av förändringar vilket både kan stärka samverkan mellan aktörerna och förbättra relationerna mellan dem.

I en *Rsc* ökar flexibiliteten i många moment. Eftersom kommunikationen och koordinationen sker i realtid förbättras den av den orsaken att alla ändringar blir synliga omedelbart vilket simplifierar synkroniseringen av materialflöden. Resultatet blir ett effektivt utnyttjande av resurser vilket leder till en ökad kostnadseffektivitet och mindre bundet kapital längs med *Rsc*.

7.2.3 Materialanskaffningsprocess

Vi har kommit fram till skillnader i en materialanskaffningsprocess i en supply chain jämfört med en RFID-baserad supply chain. En materialanskaffningsprocess i en supply chain har sju steg, *Figur 82*, medan den i en *Rsc* har fem steg, *Figur 83*.

Inköpsbehovet infinner sig alltid men vid upphandlingsprocessen uppstår de första skillnaderna. Vanligtvis är val av leverantör till stor del styrd av priset på varan. Första ändringen måste ske i detta stadium då leverantörerna måste använda RFID-teknologi i sin produktion. Under examensarbetets gång har vi funnit att Swedoor är ett företag som utnyttjar RFID-teknologin i sin produktion. Swedoor är ett utmärkt exempel på ett företag som skulle kunna ingå i en *Rsc*. Taggar som de använder i sin produktion skulle till exempel kunna fortsätta utnyttjas vidare i en *Rsc*. Implementeringskostnaderna för en *RFID-baserad supply chain* minskar enligt *Cost of ownership* modellen i kapitel 4.11 då en del av både infrastrukturuppbyggnadskostnaderna och bearbetningskostnaden för de logistiska processerna redan är utförda av företaget.



Figur 82. Materialanskaffningsprocessen i en supply chain

Om ett företag ska implementera RFID i sin produktion är de initiala kostnaderna omfattande men det är väl investerade pengar på grund av att företaget kommer med största sannolikhet förbättra processflödet och effektivisera produktionen med hjälp av teknologin. Företaget kommer öka kundvärdet samtidigt som de minimerar slöserier i alla led vilket kommer att resultera i att de investerade pengarna kommer återfås och att företagets vinstmarginal ökar. Implementeringen av RFID gäller naturligtvis inte alla företag utan exempelvis ett företag som Swedoor vars produktion består utav olika typer av dörrar med olika modeller, krav och egenskaper.

Leveransvillkoren i en *Rsc* kan utvecklas på många sätt beroende på vilka typer av taggar som används. Oavsett tagg kommer informationen angående leveransen och dess innehåll att vara mer tillförlitlig då användandet av RFID-teknologin minskar människans arbetsmoment vilket minskar risken för att fel uppstår, exempelvis ett felaktigt inmatande av information gällande huskropp och lägenhet för ett kolli dörrar. Om RFID implementeras fullt ut i en produktionsanläggning ser vi att automatiseringsgraden ökar, vilket kommer öka produktionskapaciteten och minska produktionstiderna. Det skapar även ett ömsesidigt beroende mellan både aktiviteterna på produktionsanläggningen samt mellan de olika aktörerna i en *Rsc* då det ställs högre krav på flödesprocesserna vilka beror av varandra.



Figur 83. Materialanskaffningsprocessen i en RFID-baserad supply chain

I en *Rsc* med ett elektroniskt informationsutbyte och RFID kan information föras bakåt i en supply chain och ange exempelvis i vilket byggnation befinner sig i. Med denna information kan materialflödena synkroniseras mellan leverantör och byggnation vilket automatiskt ställer krav på deras samarbete. Om det utförs på rätt sätt kan *Just-in-Time* leveranser ske till byggarbetsplatsen. Detta kan medföra en rad olika nyttor för flera av aktörerna, bland annat kan produktionsfabriken producera rätt mängd varor i rätt tid vilket eliminerar slöserier i produktionen. Leveransförhållandena blir optimala då godset kommer fram till byggarbetsplatsen i precis rätt tidpunkt, det vill säga precis innan det skall byggas in eller precis då det behövs, vilket reducerar ledtiderna i en *Rsc*.

Genom att använda RFID-systemet kan leverantörerna förutom aktuell byggnationsstatus även få information om byggnationens aktuella lagerförteckningar och om de följande byggnationsmomenten. Detta öppnar möjligheten för en behovsstyrd produktion vilken genom RFID-systemet möjliggör automatiska beställningar på alla material och artiklar som behövs i det kommande skedet av en byggnation. Det kan exempelvis handla om enklare saker i form av spikar och skruvar men även om mer avancerade och större element. Det kan vara uppbyggt på exempelvis följande sätt; då byggnationen når ett visst byggskede och detta registrerats i RFID-systemet föreslås beställningar till individen med rätt behörighet. Dessa beställningar finns då redan inlagda från början av ett projekt och följer vanligen tidplanen för byggnationen, men om byggnationen är före tidplanen känner RFID-systemet av detta och föreslår de nödvändiga beställningarna. Om det är byggelement av en större och mer komplicerad struktur innebär det antagligen att det tar en längre tid att tillverka vilket innebär att det är viktigt att beställa byggelementen i rätt tid så att produktionsflödet på byggarbetsplatsen inte stannar upp längre fram i tiden.

Med en behovsstyrd produktion och automatiska beställningar minskar byggnationen sina lagerhållnings- och bundna kapitalkostnader samtidigt som den mänskliga rollen i denna process minimeras vilket skapar nytta och därmed förhindrar slöseri på byggnationen. Med denna process implementerad i en *Rsc* blir två skeden i en materialanskaffningsprocess, inköpsorder och orderbekräftelse, en del av RFID-systemet och resulterar i att tiden och felmarginalen för dessa moment minskar avsevärt.

Under en standardiserad supply chain är leveransbevakning och leveransavisering bland de sista skedena i en materialanskaffningsprocess. I en *Rsc* ersätts dessa med ett moment som vi har valt att kalla en TN-leverans (Trace & Notify leverans). En TN-leverans i en *Rsc* kommer med hjälp utav ADA kunna spåra godset under färden från fabrik till byggarbetsplats. Spårning av gods kan med aktiva taggar och GPS-teknologi vara väldigt exakt där dess aktuella position kan återfås i realtid. Med passiva taggar finns inte denna möjlighet dock går det att registrera gods vid varje passerad punkt och därigenom få en större inblick om var godset befinner sig.

En lösning är att kombinera både passiva och aktiva taggar genom att exempelvis fästa passiva taggar på godset och en aktiv tagg på lastbilen och ange information på den aktiva taggen om vilka passiva taggar det är som transporteras i lastbilen för att på så sätt spåra godset via GPS. Genom att använda sig utav en sådan lösning kan leveransen spåras i realtid vilket ökar spårbarheten och säkerheten över leveransen.

De tekniska egenskaperna runt ett RFID-system möjliggör att ett flertal funktioner kan utvecklas som tillhandahåller exempelvis en byggnation med relevant information gällande leveranser. Om lösningen relaterat till GPS väljs finns möjligheten att bli aviserad om ankomsten av leveransen efter de önskemål som kan tänkas finnas. Ett meddelande kan exempelvis skickas till arbetsledaren när lastbilen är inom en viss mils radie vilket då talar om att leveransen anländer till byggarbetsplatsen inom 45-60 minuter vilket ger arbetsledaren tid att utföra de nödvändiga förberedelserna innan leveransen anländer till byggarbetsplatsen. RFID-systemet ger möjligheten att övervaka leveransen på ett sätt som idag inte finns. GPS-teknologin i samverkan med RFID ger en möjlighet att spåra en leverans på en datorskärm och få kontinuerlig information om dess position. Detta ökar flexibiliteten genom att kunna planera tiden runt en leveransankomst och på så sätt utnyttja tiden och minska slöserier.

Det sista skedet i en materialanskaffningsprocess är leveransmottagningen. När en leverans anländer till en byggarbetsplats i en Rsc ska det finnas personal på plats som tar emot godset, exempelvis arbetsledaren. Varje kolli respektive artikel ska ha en RFID-tagg fäst eller inbygg i materialet vilken identifierar artikeln. Arbetsledaren ska vid ankomst i första hand scanna kollina varpå scannern kontaktar e-databasen och återfår strax därefter information om kollinnehållet. Vid detta tillfälle anges även kollit som levererat i e-databasen.

Den primära kolloinformation som visas på scannerns skärm ska vara tillräcklig för att tala om för arbetsledaren vad kollit innehåller samt vart det ska placeras. Ytterligare information om kollit skall även finnas tillgänglig i scannern ifall en situation utöver den vanliga skulle uppstå. Kollit ska därefter fotograferas och fotografiet ska sedan skickas till e-databasen för dokumentation. Arbetsledaren ska innan leveransen med hjälp utav scannern hämta en lista över vad som ska levereras från e-databasen för att vid scannandet under mottagningsskedet kunna kryssa av kollina som anlänt. Detta fungerar även som en försäkran över att allt verkligen levererats.

Vi anser att de olika momenten i en godsmottagningsprocess är väldigt svåra att ändra på eftersom majoriteten av momenten som ingår fungerar på ett bra sätt. RFID-teknologin kan göra mest nytta vid leveransankomsten samt vid registreringen av leveransen. Stegen därefter kan endast effektiviseras då någon form av missförstånd uppstår, likt problematiken beskriven under vår tidsstudie på *Viktoria Park, 2010-02-19*.

7.3 Nyckelpunkter

För att en implementering av en RFID-baserad teknologi ska vara lönsam och genomförbar krävs det att man implementerar RFID i en hel supply chain. Vi har valt att kalla det för en RFID-baserad supply chain.

För att uppnå framgång med tekniken och en *Rsc* krävs det att man redan i början av ett projekt skapar en ledningsgrupp som är ansvarig för att upprätta en *Rsc*. Vi anser att det är byggtreprenören som ska vara ledande och drivande i att införa en *Rsc*. Byggtreprenören ska även initiera och ansvara för att en ledningsgrupp skapas och att relationerna definieras.

Skapandet och upprätthållandet av RFID-systemet bör överlåtas till en tredje part som innehar en bakgrund i systemutveckling. Denna tredje part skall till en början vara väldigt delaktig i RFID-systemet men deltagandet skall minska successivt med tiden. Detta för att alla involverade parter ska, med tiden, få en bättre kunskap och förståelse över systemet och dess funktionalitet och kapacitet.

De två viktigaste delarna i en *Rsc* är RFID-systemet och relationerna mellan alla aktörer, *Figur 84*.



Figur 84. Flödet genom en RFID-baserad supply chain

En av grundstenarna i *Supply Chain Management* är att alltid se till helheten av flödena och effektivisera processer längs med hela supply chain vilket en fullt implementerad *Rsc* uppnår. Hela *Rsc* får en ökad flexibilitet genom att all informationsutbyte sker elektroniskt och i realtid. Dessa två egenskaper möjliggör en rad fördelaktiga egenskaper längs med hela processflödet för alla involverade. En *Rsc* är ett effektivt verktyg för att skapa mervärde med mindre resurser då RFID-systemet tar över en del ansvarsområden.

Nyckelpunkterna för att uppnå en RFID-baserad supply chain är:

- ❖ Skapa en ledningsgrupp som är ansvarig för upprättandet av en *Rsc*
- ❖ Definiera och strukturera relationerna och ansvarsområden mellan alla aktörer
- ❖ Upprätta och implementera ett RFID-system

8 Diskussion

Då vi har använt oss av den kvantitativa forskningsmetoden har det eftersökta resultatet i samband med tidsmätningarna erhållits. Det eftersökta resultatet har uppnåtts genom att det råkade en Jag- Det- relation där vi enbart varit åskådare och observerat våra tidsmätningar och inte på något sätt lagt oss i leveransprocesserna. På så sätt fick vi resultat som speglar verkligheten utan någon som helst modifiering. Större del av den kvalitativa metoden i examensarbetet har bestått av att inhämta information från vetenskapliga artiklar som är aktuella för byggbranschen och som innehåller teorier och projekt som är nya på marknaden och som framför allt är obekanta för Sverige. Eftersom det är teorier som idag inte ens är i närheten av en etablering i vår byggbransch kan de vara svåra att verklighetsförankra, eftersom utvecklingen i Sverige inte har nått så stora framsteg med RFID som det gjort i övriga världen.

Våra tidsmätningar har utförts på ett sådant sätt som det var tänkt från början, varför validiteten anses vara hög. Utförandet av mätningarna har gjorts på ett konsekvent sätt vilket betyder att vi vid varje mätningstillfälle har mätt på exakt samma sätt oavsett arbetsplatsernas disposition eller leveransmaterial. Intersubjektiva reliabiliteten däremot anses vara låg eftersom vid vissa tidsmätningar användes enbart ett tidtagarur på grund av att några leveranser ägde rum vid samma tidpunkt och vi var tvungna att befinna oss på var sin byggarbetsplats och utföra tidsmätningarna.

Större delen av våra teorier har inhämtats från Internet, från en databas innehållande vetenskapliga artiklar. Eftersom de vetenskapliga artiklarna är relativt nypublicerade, allt från några år tillbaka ända fram till för bara några månader sedan, kan de innehålla teorier som inte har beprövats i ett verklighetsbaserat projekt utan är istället teorier som skulle ha fungerat under idealistiska förhållanden. Eftersom RFID inte är en välkänd teknik inom leveranslogistik finns det en stor risk att dessa teorier inte är omtalade och därför svåra att applicera i ett projekt när det inte finns så mycket praktisk fakta kring ämnet. Eftersom vissa teorier är så pass nya borde läsaren ta dessa med reservation och istället införskaffa mer fakta kring dem för att få ett starkare belegg vid en applicering i ett projekt.

Vi har några förslag på framtida fortsatta examensarbeten i syfte att utveckla vidare idén om att implementera RFID i materialhanteringsprocessen:

- Utföra en kostnadsanalys för en implementering av RFID i en hel supply chain.
- Ett utvecklingsprojekt med en totalimplementering i ett byggprojekt för att få en verklig bild av hur och var RFID-tekniken kommer att sätta sin största prägel.
- En fortsättningsstudie på det föreslagna RFID-systemet. Undersöka möjligheter med systemet på ett djupare stadium. Är integrationen mellan aktörer svår att få till stånd?

Källförteckning

Litteratur

- Andersen, Heine (1994), *Vetenskapsteori och metodlära - En introduktion*, Studentlitteratur 1994, ISBN 91-44-38571-4
- Banks, Jerry & Pachano, Manuel & Thompson, Les & Hanny, David (2007), *RFID Applied*, John Wiley & Sons, Inc., ISBN 978-0-471-79365-6
- Bicheno, John (2006), *Ny verktygslåda för Lean – För snabbt och flexibelt flöde*, Revere AB, ISBN 978-91-631-9548-8
- Björklund, Maria & Paulsson, Ulf (2003), *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*, Studentlitteratur, ISBN 91-44-04125-X
- Dobkin, Daniel M. (2008), *The RF in RFID - Passive UHF RFID in Practice*, Elsevier Inc., ISBN 978-0-7506-8209-1
- Glover, Bill & Bhatt, Himanshu (2006), *RFID Essentials*, O'Reilly Media, Inc., ISBN 0-596-00944-5
- Günther, Oliver & Kletti, Wolfhard & Kubach, Uwe (2008), *RFID in Manufacturing*, Springer, ISBN 978-3-540-76453-3
- Hamon, Emile & Jarebrant, Caroline (2007), *Effektivt byggande – Utmana dina processer!*, IVF, ISBN 978-91-89158-82-2
- Holme, Idar & Solvang, Bernt (1997), *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*, Studentlitteratur, ISBN 91-44-00211-4
- Hunt, Daniel & Puglia, Albert & Puglia, Mike (2007), *RFID A Guide to Radio Frequency Identification*, John Wiley & Sons, Inc., ISBN 978-0-470-10764-5
- Jonsson, Patrik & Mattsson, Stig-Arne (2005), *Logistik – Läran om effektiva materialflöden*, Studentlitteratur, ISBN 978-91-44-04182-7
- Jonsson, Patrik & Mattsson, Stig-Arne (2003), *Produktionslogistik*, Studentlitteratur, ISBN 978-91-44-02899-6

Kotzab, Herbert & Mikkola, Juliana H. & Schary, Philip B. & Skjøtt-Larsen, Tage (2007), *Managing the Global supply chain, 3rd Edition*, Copenhagen Business School Press & Liber AB, ISBN 978-91-47-08793-8

Mattsson, Stig-Arne (2004), *Logistikens termer och begrepp*, Brolins Offset AB, ISBN 91-971593-2-8

Nordstrand, Uno & Révai, Ervin (2002), *Byggstyrning*, Liber AB, ISBN 91-47-05082-9

Patel, Runar & Davidson, Bo (1991, 2003), *Forskningsmetodikens grunder – Att planera, genomföra och rapportera en undersökning*, Studentlitteratur, ISBN 91-44-02288-3

Sweeney II, Patrick J. (2005), *RFID For Dummies*, Wiley Publishing, Inc., ISBN: 0-7645-7910-X

Thurén, Torsten (2007), *Vetenskapsteori för nybörjare*, Liber AB, ISBN 978-91-47-08651-1

Wallén, Göran (1993, 1996), *Vetenskapsteori och forskningsmetodik*, Studentlitteratur, ISBN 91-44-36652-3

Vetenskapliga artiklar

Bo, Yan & Guangwen, Huang (2009), *supply chain Information Transmission based on RFID and Internet of Things*, Vol. 4, Sid. 166-169, IEEE

Hong Sik, Kim & So Young, Sohn (2009), *Cost of ownership model for the RFID logistics system applicable to u-city*, Vol. 194, Sid. 406-417, North-Holland, ISSN 0377-2217

Yoonseong, Kim & Hong Sik, Kim & Hyejin, Jeon & So Young, Sohn (2009), *Economic Evaluation Model for International Standardization of Technology*, Vol. 58, Sid. 657-665, IEEE, ISSN 0018-9456

Lung-Chuang, Wang & Yu-Cheng, Lin & Poa H., Lin (2007), *Dynamic mobile RFID-based supply chain control and management system in construction*, Vol. 21, Sid. 377-390, Elsevier, ISSN 1474-0346

Sabbaghi, Asghar & Vaidyanathan, Ganesh (2008), *Effectiveness and Efficiency of RFID technology in Supply Chain Management: Strategic values and Challenges*, Vol. 3, Sid. 71-81, Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, ISSN 0718-1876

Elektroniska källor

Auto-ID Labs at MIT

<http://autoid.mit.edu/CS/>

Informationen hämtad: 2009-11-06

Datafångst

<http://www.datafangst.se>

Informationen hämtad: 2010-03-01

ID06

<http://www.id06.se/>

Informationen hämtad: 2010-04-30

Infobric

<http://www.infobric.se/>

Informationen hämtad: 2010-04-30

International Telecommunication Union

http://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-IR.IT-2005-SUM-PDF-E.pdf

Informationen hämtad: 2010-02-18

Lean Enterprise Institute

<http://www.lean.org/>

Informationen hämtad: 2010-03-25

Lean Forum Bygg

<http://www.leanforumbygg.se/>

Informationen hämtad: 2010-03-25

Optidev

<http://www.optidev.se>

Informationen hämtad: 2010-03-01

Transcore

http://www.transcore.com/pdf/AIM%20shrouds_of_time.pdf

Informationen hämtad: 2009-10-29

The Code Project

<http://www.codeproject.com/KB/grid/DrawingRadarDisplayWithCS.aspx>

Informationen hämtad: 2009-11-04

Wikipedia

http://sv.wikipedia.org/wiki/Intel_4004

Informationen hämtad: 2009-11-04

Föredrag

Prolog Bygglogistik AB – 2009-11-18