



CHALMERS



Bygglogistik på Arlanda flygplats **Leveranshantering då byggnationer utförs** **innanför säkerhetskontrollerna**

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Byggingenjör

LOVISA BAUER
EMMA DAHLÉN

EXAMENSARBETE BOMX03-17-23

Bygglogistik på Arlanda flygplats

Leveranshantering då byggnationer utförs innanför säkerhetskontrollerna

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

LOVISA BAUER

EMMA DAHLÉN

Institutionen för bygg- och miljöteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2017

Bygglogistik på Arlanda flygplats
Leveranshantering då byggnationer utförs innanför säkerhetskontrollerna

*Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet
Byggingenjör*

LOVISA BAUER
EMMA DAHLÉN

© LOVISA BAUER, EMMA DAHLÉN, 2017

Examensarbete BOMX03-17-23 / Institutionen för bygg- och miljöteknik,
Chalmers tekniska högskola 2017

Institutionen för bygg och miljöteknik
Chalmers tekniska högskola
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 10 00

Omslag:
Stockholm Arlanda Airport etapp 3 (Johansson, 2014) CC-BY-ND.

Chalmers reproservice/Institutionen för bygg- och miljöteknik
Göteborg 2017

Bygglogistik på Arlanda flygplats

Leveranshantering då byggnationer utförs innanför säkerhetskontrollerna

Examensarbete i högskoleingenjörsprogrammet

Byggingenjör

LOVISA BAUER

EMMA DAHLÉN

Institutionen för bygg- och miljöteknik

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Omfattande byggnationer är planerade på Arlanda flygplats. Dessa kommer delvis utföras innanför säkerhetskontrollerna, på airsideområdet. Vid produktionstopparna blir leveransantalet högt och då noggranna kontroller görs vid transporter av material till airside krävs effektiv materialhantering för att klara av topparna. Att undersöka hur bygglogistiken skulle kunna utföras är därav betydelsefullt.

Examensarbetet har utförts i samarbete med Svensk Bygglogistik AB, vilka planerar för den framtida bygglogistiken på flygplatsen. Arbetet syftar till att undersöka hur transporter med samlastningsbart byggmaterial till airside kan utföras som mest effektivt. En ekonomisk jämförelse av alternativen ledsagning och samlastning har utförts. För att besvara syftet har intervjuer med anställda på Svensk Bygglogistik AB samt Swedavia gjorts. Informationen har sedan kompletterats med teori från litteraturstudier.

Ett beräkningsverktyg har tagits fram för kostnadsmässig jämförelse av ledsagning och samlastning. Resultatet visar att det vid leveranser med låg fyllnadsgrad är mer lönsamt att använda sig av samlastning än ledsagning. Tvärtom gäller för leveranser med hög fyllnadsgrad. Det framgick även att röntga pallar utgör en flaskhals i processen. För att klara av att röntga fler pallar per dygn krävs att arbetstiden utökas. Detta är endast möjligt i samlastningfallet, vilket resulterar i att samlastning är den enda möjliga metoden när antalet pallar per dygn är högt.

Andra aspekter som avgör val av transportmetod beror av hur de logistiska flödena löper på, miljön, tidsbesparingar, arbetseffektivitet och hur materialbeställare lägger sina ordrar, som i sin tur avgör leveransernas fyllnadsgrad.

Rekommendationen som ges är att samlastning bör användas utöver ledsagning för att undvika förseningar. Intransport utanför ordinarie arbetstider kan med fördel användas då fler av dygnets timmar kan nyttjas. Vidare rekommenderas även att entreprenören sluter avtal med leverantörer om samlastning, vilket skulle resultera i färre leveranser och mindre trängsel.

Nyckelord: bygglogistik, tredjepartslogistik, just-in-time, materialflöde, samlastning, slöseri

Building logistics at Arlanda airport

Supply management during construction within the safety area

Diploma Thesis in the Engineering Programme

Building and Civil Engineering

LOVISA BAUER

EMMA DAHLÉN

Department of Civil and Environmental Engineering

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Several extensive building projects are planned at Arlanda airport in the next few years. As projects will be implemented inside the security checks, in the area called airside, meticulous controls are made on every transport and materials that reach airside. It is of great importance to take care of incoming deliveries in an efficient way. To decrease the costs for material handling and to reduce the risk of delays in the construction process it is important to overlook how the construction logistics works.

The thesis has been performed in collaboration with Svensk Bygglogistik AB, which is planning for the future material handling at Arlanda airport. The purpose with this report is to investigate how to take care of incoming material transports to airside in an effective way and at a low cost. An economical comparison of the two alternatives escorting trucks or using co-loading has been done. Employees at Svensk Bygglogistik AB and Swedavia has been interviewed. The information has later been complemented with theories from literature.

A calculation tool has been produced to compare the costs for escortation and co-loading. In conclusion, when trucks arrive with a few pallets it is not profitable to use escort. If the filling factor is higher, escort will be the cheaper alternative. The process to xray the material is critical. To increase the number of pallets that can be xrayed daily the number of workhours needs to increase. To expand the workday is only an alternative when co-loading is used. Thus, co-loading is the only possible way to handle incoming transports when the number of transports per day is high. Other aspects that determine the choice of incoming transport method depend on the logistics flows, the environment, time savings, work efficiency and how customers place their orders, which in turn determines the filling factor of deliveries.

The recommendation given is that co-loading should be used in addition to escort to avoid delays. Incoming transport outside regular workhours can be utilized as more hours of the day can be used. Furthermore, it is also recommended that clients set up a contract with suppliers for co-loading that would result in fewer deliveries and less scrum.

Key words: construction logistics, third party logistics, just-in-time, material flow, co-loading and waste

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FIGURFÖRTECKNING	VI
TABELLFÖRTECKNING	VII
FÖRORD	VIII
1 INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.3 Undersökningsfrågor	2
1.4 Avgränsningar	2
2 TEORI KRING LOGISTIK OCH BYGGLOGISTIK	3
2.1 Logistik	3
2.1.1 Vad är logistik?	3
2.1.2 Varför det är viktigt för företag med logistik	3
2.1.3 Logistiska svårigheter	4
2.1.4 Miljöaspekter	5
2.1.5 Samlastning	6
2.2 Logistik i byggbranschen	6
2.2.1 Bygglogistik	6
2.2.2 Slöserier och effektivisering av byggbranschen	7
2.2.3 Tredjepartslogistik	8
2.2.4 Samlastning i byggbranschen	9
2.2.5 Direkta och indirekta kostnader	10
3 METOD	11
3.1 Litteraturstudier	11
3.2 Intervjuer	11
3.3 Studiebesök	12
3.4 Kurs i planeringsverktyget LogNet	13
3.5 Beräkning och jämförelse	13
3.6 Kvalité på studien	13
4 SVENSK BYGGLOGISTIK AB	14
4.1 Så skapades Svensk Bygglogistik AB	14
4.2 Företaget idag	14

5	LOGISTIKHANTERING PÅ ARLANDA FLYGPLATS	18
5.1	Arlanda flygplats framtidsplaner	18
5.2	Logistikhantering på Arlanda flygplats idag	19
5.2.1	Leveranser	20
5.2.2	Kontroller	20
5.2.3	Badge och behörighet	21
5.2.4	Ledsagning idag	21
5.2.5	Föranmälan	21
5.2.6	Ingen förvaring av material på airside	22
5.3	Logistikhantering på Arlanda flygplats i framtiden	22
5.3.1	Checkpoint	22
5.3.2	Omplacering av grindar	24
5.3.3	Transporter genom grind 4	25
5.3.4	Transporter genom grind 5	26
5.3.5	Ledsagning i framtiden	27
5.3.6	Samlastning i framtiden	28
6	ANALYS	29
6.1	Ekonomisk analys	29
6.1.1	Förutsättningar	29
6.1.2	Kostnadsposter	31
6.1.3	Beräkningar	32
6.2	Andra aspekter som påverkar metodval	40
6.2.1	Analys av bygglogistik och slöserier	40
6.2.2	Analys av samlastning och fyllnadsgrad	41
6.2.3	Analys av tredjepartslogistik	42
7	SLUTSATS	43
7.1	Förutsättningar för bygglogistiken	43
7.2	Ledsagning och samlastning	43
7.3	Andra aspekter som påverkar	44
7.4	Rekommendationer	44
8	REFERENSER	45
	BILAGOR	47

Figurförteckning

- Omslag: Johansson, D. (2014) Stockholm Arlanda Airport etapp 3 [Elektronisk bild]. Hämtad från:
<http://www.mynewsdesk.com/se/swedavia/images/stockholm-arlanda-airport-etapp-3-255145>
- Figur 1: Förberedelser inför kranlyft
- Figur 2: Material lossas och hämtas med palldragare
- Figur 3: Sundin, H. och Bergström, T. (2017) LogNet – webbaserat leveransplaneringssystem
- Figur 4: Johansson, D. (2014) Utveckling Stockholm Arlanda Airport [Elektronisk bild] Hämtad från:
<http://www.mynewsdesk.com/se/swedavia/images/utveckling-stockholm-arlanda-airport-255141>
- Figur 5: Swedavia (2017) Är du osäker på var de olika gateområdena ligger? [Elektronisk bild] Hämtad från:
<https://www.swedavia.se/arlanda/utvecklingsplaner/>
- Figur 6: Röntgenmaskin
- Figur 7: Dahlén, E. (2017) baserad på Eniro (2017). Karta över flygplatsområdet
- Figur 8: Sundin, H. och Bergström, T. (2017) Arlanda Checkpoint
- Figur 9: Johansson, C. (2017) Nya grind 4
- Figur 10: Johansson, C. (2017) Nya grind 5
- Figur 11: Beskrivning av händelseförloppet vid ledsagning
- Figur 12: Beskrivning av händelseförloppet vid samlastning
- Figur 13: Beräkningsverktyg ledsagning
- Figur 14: Beräkningsverktyg samlastning
- Figur 15: Snabbverktyg

Tabellförteckning

- Tabell 1: Intervjuade personer, deras arbetsroller samt datum för intervjutillfället
- Tabell 2: Kostnaden för materialhantering då ledsagning används uttryckt i miljoner SEK.
- Tabell 3: Kostanden för materialhantering då samlastning används uttryckt i miljoner SEK. Effektivitetsnivån är 60 %.
- Tabell 4: Kostnaden för materialhantering då samlastning används uttryckt i miljoner SEK. Effektivitetsnivån är 75 %.
- Tabell 5: Kostnaden för materialhantering då samlastning används uttryckt i miljoner SEK. Effektivitetsnivån är 90 %.

Förord

Detta är ett examensarbete omfattande 15 högskolepoäng som avslutar våra studier på programmet Byggt teknik på Chalmers tekniska högskola. Arbetet är utfört i samarbete med Svensk Bygglogistik AB och är skrivet under våren 2017 för institutionen Bygg- och miljöteknik.

Vi vill börja med att tacka vår handledare John-Niclas Agerberg, intransportansvarig på Svensk Bygglogistik AB som utgjort ett stort stöd i projektet. Vi vill även tacka Tobias Bergström, Christoffer Johansson, Patrik Lindgren och Anders Ekroth som med stort engagemang har bidragit med uppgifter om projekten på Arlanda. Ett tack ska också Urban Wallin och Rickard Roos ha som ställt upp och svarat på frågor om företaget och planeringsverktyget LogNet. Vi vill också rikta ett tack till Svensk Bygglogistik AB:s medarbetare på göteborgskontoret för ett riktigt trevligt mottagande.

Vi vill även tacka Linn Hedengren, Roine Eriksson och Erik Sandberg som tog emot och visade oss runt under vårt studiebesök på Arlanda. De har även under hela arbetet ställt upp på både telefonintervjuer och svarat på frågor via mail.

Från Chalmers vill vi tacka vår handledare Viktoria Sundquist, universitetslektor vid institutionen för Bygg- och Miljöteknik, som har stöttat oss genom hela vår arbetsprocess, bidragit med kunskaper inom logistikområdet och gett oss vägledning.

Vi riktar även ett tack till våra opponenter Henrik Bergkvist och Oskar Sköld, samt Erik Botsjö, Adam Emretsson, André Moya Lopez och Laeth Najim som gett oss peer response och tagit sig tid att kritiskt granska vårt arbete.

Slutligen vill vi också tacka varandra för ett gott samarbete under arbetets gång.

Göteborg juni 2017
Lovisa Bauer
Emma Dahlén

1 Inledning

Nedanstående kapitel är rapportens inledande del som syftar till att ge läsaren en inblick i vad rapporten kommer handla om. Först ges en grundlig beskrivning av bakgrunden till varför rapporten uppförs. Därefter beskrivs syftet med rapporten och de undersökningsfrågor som studeras. Slutligen redogörs för vilka avgränsningar som gjorts.

1.1 Bakgrund

Enligt Ekeskär och Rudberg (2016) beskrivs byggbranschen ofta som en ineffektiv bransch med låg produktivitetsnivå som ger upphov till höga kostnader. Många olika företag är inblandade och leveranser kommer från en mängd olika leverantörer. Vid större byggnationer börjar det därför bli allt mer vanligt att använda sig av tredjepartslogistik som tar hand om bygglogistik och intranporter. Agapio et al. (2010) beskriver att logistik i byggsektorn handlar om att från råvaruutvinning till färdigställt projekt, noggrant planera, organisera och koordinera materialflöden.

Under de närmsta åren kommer det ske en stor utveckling av Arlanda flygplats utanför Stockholm. Ett stort antal om- och tillbyggnationer kommer göras för att kunna hantera ett ökat antal resenärer. En del byggnationerna kommer göras innanför säkerhetskontrollerna, i området som kallas för airside. Att bygga på airside medför vissa svårigheter med materialtransporter. Kraven på säkerhet är höga och innan en leverans når airsideområdet utförs en process då förare, fordon och last med olika metoder kontrolleras.

Det kommer uppstå ett högt tryck vid säkerhetskontrollerna i och med det ökade antalet transporter som anländer. Tredjepartslogistikerna Svensk Bygglogistik AB har därför anlitats för att sköta logistikhanteringen under de kommande byggnationerna. Det är viktigt att undersöka om logistiken kan hanteras på ett bättre sätt och hur man i så fall ska gå tillväga för att göra förbättringar. Detta för att få en så ekonomisk, effektiv och tidsbesparande lösning som möjligt som även möjliggör att fler transporter per dygn kan tas emot.

Då det krävs tillstånd i form av en badge för att få köra på airside kan ankommande transporter behöva ledsagning inne på området om behörighet saknas. Alternativet till att använda sig av ledsagning är att samlasta materialet och låta en förare med badge köra in materialet. Att göra en utredning av vilket alternativ som lämpar sig bäst vid olika tillfällen är väsentligt för att kunna effektivisera logistikverksamheten.

1.2 Syfte

Syftet med rapporten är att undersöka hur bygglogistik kan utföras på ett ekonomiskt lönsamt sätt i samband med byggnationer innanför säkerhetskontrollerna på Arlanda flygplats, samt jämföra alternativen ledsagning och samlastning.

1.3 Undersökningsfrågor

Undersökningsfråga 1:

- När är det ekonomiskt mer lönsamt att vid transporter till airside på Arlanda flygplats använda sig av samlastning av byggmaterial jämfört med att använda sig av ledsagning?

Undersökningsfråga 2:

- Finns det ej ekonomiska aspekter som påverkar varför det skulle vara mer lämpligt att använda sig av något av alternativen?

1.4 Avgränsningar

I rapporten studeras hur transporter av material går till på Arlanda flygplats. Till viss del beskrivs Arlanda flygplats utvecklingsplaner. Fokus har här lagts på de projekt som tillhör UPA - Utvecklingsprogram Arlanda, och med ytterligare inriktning på de byggnationer som kommer ske innanför säkerhetskontrollerna. I rapporten undersöks transporter av byggrelaterat material till airside och endast det material som går att samlasta. Vid beräkningar av vilket alternativ för materialtransporter som är mest lämpligt tas ingen hänsyn till kostnader för slitage på vägar, fordon eller maskiner. Kostnad för markarbeten som kommer behöva göras inför anläggning av ytor vid röntgen beaktas likaså inte. Detta eftersom Swedavia i dagsläget inte beslutat vilken yta som ska användas och graden av iordningställande skiljer sig mycket mellan de olika alternativen. På grund av att beslut ännu inte tagits angående ytan har därför beräkningarna koncentrerats till de kostnader som är lika oavsett alternativ.

2 Teori kring logistik och bygglogistik

Första delen av kapitel två beskriver begreppet logistik ur en allmän synvinkel och hur företag med hjälp av en bra logistikplanering kan minska sina utgifter. Vidare beskrivs också olika alternativa logistiklösningar som kan bidra till en mindre miljöpåverkan. Andra delen av kapitlet behandlar logistiken inom byggindustrin och hur den där används för att göra byggprocessen mer effektiv.

2.1 Logistik

I kapitlets första del förklaras vad logistik innebär. Därefter beskrivs hur företag kan använda sig av logistik som konkurrensmedel. Det ges också exempel på vilka dilemman ett företag kan stöta på då de ska besluta hur logistikhanteringen ska fungera. Slutligen beskrivs logistiksystemets påverkan på miljön och vilka förbättringar som kan göras.

2.1.1 Vad är logistik?

I huvudsak handlar logistik om att öka ett företags intäkter genom att sänka kostnaderna för materialhantering. För att uppnå en god logistikhantering arbetar företag med att noggrant planlägga leveranser av material och färdiga produkter. En välplanerad logistikhantering kan bidra till att ett företag får ökad konkurrenskraft gentemot andra företag som säljer samma typ av produkter. (Jonsson och Mattsson, 2016).

Aronsson, Ekdahl & Oskarsson (2013) säger att i priset som en kund betalar för en produkt går en del av pengarna till kärnprodukten och en del till kringtjänster. Två exempel de ger på vad kringtjänster kan vara är logistik eller att varan behöver marknadsföras. I rätt tid, på rätt plats till en låg kostnad är en enkel beskrivning av vad logistikarbetet har som utgångspunkt. De beskriver att det för ett företag kan vara en utmaning att lyckas med detta och samtidigt öka sin omsättning.

Jonsson och Mattsson (2016, s.20) definierar logistik enligt följande:

planering, organisering och styrning av alla aktiviteter i materialflödet, från råmaterialanskaffning till slutlig konsumtion och returflöden av produkt och material, och som syftar till att tillfredsställa kundens och övriga intressenters behov och önskemål, dvs. ge en god kundservice, låga kostnader, låg kapitalbindning, små miljökonsekvenser och goda sociala förutsättningar.

För att kort sammanfatta vad logistik innebär finns de sju R:en. Dessa är: rätt produkt/tjänst, i rätt mängd, i rätt form, på rätt plats, i rätt tid, till rätt mottagare och med rätt pris (Lumsden, 2012).

2.1.2 Varför det är viktigt för företag med logistik

Då logistikkostnader står för 10–30 procent av ett producerande företags totala kostnader anser Jonsson och Mattsson (2016) att det finns mycket pengar att spara genom att sänka dessa kostnader. Transporter och hantering av gods eller varor är några typer av logistikkostnader, men utgifter uppstår även då varor ska hållas i lager

och paketeras på olika sätt. För att få flödet av varor att fungera behöver någon i företaget arbeta med logistikplanering vilket också kostar pengar. Utöver det förklaras att även eventuella förseningar eller brister hos produkter kan resultera i höjda kostnader.

Mattsson (2012) beskriver att det sker en förändring i hur företag konkurrerar med varandra. Tidigare låg kundens fokus på produktens kvalitet och funktion, men är något som kunderna idag allt mer börjar se som en självklarhet. Han anser därav att företag behöver använda sig av andra medel för att konkurrera med varandra. Att erbjuda en hög service blir ännu viktigare för att erhålla hög konkurrenskraft. Logistik är då något som företag gör större satsningar på i form av bland annat anpassningsbara leveranser med hög leveranssäkerhet och god kundservice. Sandberg (2015) berättar att användning av så kallade differentieringsstrategier kan vara ett sätt för företag att skapa konkurrenskraft. Detta innebär att kunden erbjuds något speciellt som andra företag som säljer samma typ av vara inte erbjuder. Logistik är ett exempel på en typ av differentieringsstrategi.

Sandberg (2015) påpekar att företag på senare år har börjat arbeta mer globalt och produkter kan skickas mellan olika världsdelar innan de når kunden. Då försörjningskedjan sträcker sig över hela världen står produktens logistikkostnader för en stor del av den totala kostnaden. I boken förklaras att det är genom att ha en väl fungerande, effektiv och billig logistiklösning som företag som arbetar globalt kan lyckas. Har företagen inte det är det troligt att de istället förlorar pengar på att använda sig av billiga globala inköp då logistikkostnaderna blir alltför stora. Det är av större betydelse att fokusera på att sänka logistikkostnaderna för ett företag där dessa kostnader utgör en stor del av företagets totala kostnader. För ett företag där dessa kostnader inte utgör en lika stor del finns det andra saker att fokusera på för att skapa konkurrenskraft.

2.1.3 Logistiska svårigheter

Enligt Aronsson, Ekdahl & Oskarsson (2013) kan logistikkostnaderna delas upp i följande kategorier:

- Lagerföringskostnader
- Lagerhållningskostnader/Hanteringskostnader
- Transportkostnader
- Administrativa kostnader
- Övriga logistikkostnader
 - Informationskostnader
 - Emballagekostnader
 - Materialkostnader
 - Logistikrelaterade kostnader

Jonsson (2008) hävdar att det sällan är en självklarhet vilka val som är de smartaste och mest lönsamma för att öka vinsten för ett företag. Olika storlekar på lagerlokaler har sina för- och nackdelar. Stora lager ger företag möjlighet att köpa in stora volymer och på så sätt dra nytta av kvantitetsrabatter. Då korta leveranstider eftersträvas kan ett stort lager också betyda att kravet på korta leveranstider kan uppfyllas. Detta genom att ha ett omfattande färdigvarulager att ta ifrån. Samtidigt är det mycket kostsamt att ha varor på lager. Oskarsson, Aronsson & Ekdahl (2013) beskriver att ett

annat exempel är då beslut ska tas angående hur transporter av varor ska ske. Genom att samla varor till större transporter istället för att köra ut halvfulla lastbilar minskas kostnaderna för transporter. Samtidigt måste hänsyn tas till att kunderna önskar så korta leveranstider som möjligt. Om ett företag inte kan uppfylla kundens krav på en kort leveranstid kommer kunden istället vända sig till en annan försäljare.

2.1.4 Miljöaspekter

Logistiken är en av många saker som påverkas då samhället och kunder ställer höga krav på miljön (Jonsson & Mattsson, 2016). Oskarsson, Aronsson & Ekdahl (2013) redogör för tre olika miljöhot med koppling till logistik. Logistiksystemet påverkar klimatet och ger upphov till en ökad växthuseffekt då det vid transporterna släpps ut stora mängder koldioxid. Användningen av begränsade naturresurser som till exempel olja beskrivs också som ett miljöproblem som bland annat skapas av transporter. Det tredje miljöproblemet som anges är kopplat till människors hälsa och handlar om trängsel och buller som transporterna ger upphov till. De anser att det i första hand är den stora mängden transporter som utgör det största miljöproblemet. Det finns dock flera åtgärder som kan utföras för att minska transporternas miljöpåverkan.

Jonsson och Mattsson (2016) ger som exempel att miljöpåverkan kan minskas genom användning av alternativa transportmedel som till exempel tåg istället för lastbilar. Transportörerna kan även samlasta sitt gods för att fylla upp lastbilarna och därmed minska antalet transporter.

Att transportera med tåg är ur miljösynpunkt ett bättre transportsätt än att använda sig av lastbilar. Dock krävs omlastning från lastbilar till tåg och transporterna kan köras till begränsat antal platser dit järnvägen sträcker sig. För att frakta godset sista biten till kund krävs ändå transport med lastbil. Därför lämpar sig tågtransporter bra för långa avstånd men sämre för kortare. (Oskarsson, Aronsson & Ekdahl, 2013).

Oskarsson, Aronsson & Ekdahl (2013) påstår att det i många fall är mer gods som ska transporteras till en stad än därifrån. Detta faktum utgör ett problem då fyllnadsgraden i lastbilarna på väg från staden blir väldigt låg. Lumsden (2012) påpekar att även paketeringen av materialet har stor betydelse för hur hög fyllnadsgrad som kan uppnås i lastbilen. En förpackning som gör godset lättpackat och lättstaplat är bra då det medför att mer gods får plats i lastbilen.

Oskarsson, Aronsson & Ekdahl (2013) påstår att en sak som bör ses över är hur snabba leveranser kunderna egentligen kräver är. I vissa fall kanske kunden prioriterar att få materialet levererat vid en specifik tidpunkt högre än vad de prioriterar en snabb leverans. Enligt Mattsson (2012) har leveransservice och efterfrågan inte ett linjärt samband. Det finns ett gränsvärde för hur låg leveransservice som går att ha för att det över huvud taget ska finnas en efterfrågan. Från denna punkt ser sambandet mellan efterfrågan och servicenivån ut som en S-kurva. Vid en viss nivå ger en ökad leveransservice ingen ökad efterfrågan längre.

2.1.5 Samlastning

För att komma ifrån problemet att lastbilar kör med halvfulla lastutrymmen kan företag samlasta sina transporter (Oskarsson, Aronsson & Ekdahl, 2013). Att lastbilarna i genomsnitt fylls till 40–60 procent innebär att en stor miljömässig förbättring är möjlig (Lumsden, 2012). Ottosson (2005) menar på att samlastning av gods till en stad kan bidra med många positiva effekter i staden. Färre tunga transporter ger minskad trängsel på gator, lägre ljudnivåer, en trevligare stadsmiljö att vistas i och minskade emissionsproblem. Oskarsson, Aronsson & Ekdahl (2013) berättar att samlastning kan ske inom ett företag men att det även är vanligt att olika företag samarbetar med varandra och samlastar sitt gods. De uttrycker dessutom att en förutsättning för att kunna göra denna förbättring för miljön är att ha ett bra informationssystem där information om transportbehov lätt går att erhålla.

Därtill menar Ottosson (2005) att det ur trafiksäkerhetssynpunkt kan vara att föredra att använda fordon av lite mindre storlek till samlastning. Detta gäller speciellt vid trafikering av stadsgator där det inte finns tillräckligt med utrymme för stora lastbilar. Ottosson menar på att samlastning endast bör utföras då lastbilar som ankommer inte är helt fyllda. För redan fullastade bilar har istället samlastning en negativ effekt ekonomiskt. Däremot kan det då det ankommer riktigt stora fordon som är fullastade ändå vara fördelaktigt att lasta om och använda sig av mindre lastbilar som lättare kan ta sig fram.

2.2 Logistik i byggbranschen

Kapitlet inleds med en beskrivning av vad bygglogistik innebär. Därefter ges en förklaring av begreppet just-in-time. Vidare redogörs det för byggbranschens behov av att effektiviseras och vilka slöserier som vanligen förekommer på en byggarbetsplats. Därefter beskrivs begreppet tredjepartslogistik, hur det fungerar samt hur det kan användas för att göra byggarbetsplatser mer effektiva. Slutligen tas samlastning inom byggbranschen upp samt en beskrivning av vad direkta och indirekta kostnader innebär görs.

2.2.1 Bygglogistik

Agapio et al. (2010) förklarar att bygglogistik handlar om att planera och organisera materialflöden från utvinning av råmaterial till färdigställande av byggprojekt. Ett av syftena som beskrivs är att undvika att material anländer till byggarbetsplatsen för tidigt eftersom det då behöver läggas på lager. Sena leveranser bör också undvikas då de resulterar i väntan. För att uppnå en bra bygglogistik hävdar de även att faktorer som paketering, lager och eventuella hinder behöver undersökas.

Lumsden (2012) förklarar att ett tillvägagångssätt för att uppnå en bra bygglogistik är att använda sig av just-in-time leveranser. Detta innebär att leveranser av byggmaterial sker vid det tillfälle då det ska användas i produktionen. Just-in-time skiljer sig på flera sätt från det traditionella sättet att leverera material. Just-in-time beskrivs som leveranser som är bättre anpassade än vad de traditionellt sett är. Leveranser sker i mindre mängder då endast material som behövs för tillfället levereras. Detta bidrar till att leveranser också sker mer frekvent. Förpackningar är bättre anpassade efter kundens önskemål och är inte standardiserade. Just-in-time

kräver ett gott samarbete mellan entreprenör och leverantör och rutiner och system behöver vara enkla. Trots att just-in-time innebär mindre leveranser vid fler tillfällen påpekar Lumsden att det inte behöver innebära en låg fyllnadsgrad i lastbilarna. Samarbetar flera byggföretag i närheten av varandra så kan de få en mindre leverans varje dag istället för en större en gång i veckan.

Sundquist (2014) uttrycker att det på byggarbetsplatser ofta är ont om lagerutrymmen och avlastningsplatser. Trots detta är det vanligt att mycket material köps in på samma gång eftersom stora inköp ofta ger mängdrabatter. Material köps ibland in långt innan det behövs ute i produktionen och det behöver då hållas i lager. Ifall lagerutrymmena är små på arbetsplatserna kan det resultera i att material behöver flyttas omkring på grund av att det till en början kan ha placerats på en plats där det sedan är i vägen. I avhandlingen understryks att så mycket som en tredjedel av en arbetares dag kan gå åt till aktiviteter som att leta efter, förflytta eller ompaketera material. Då material ligger på lager finns det enligt Sundquist risk att det tar skada av väder och vind och blir därför obrukbart. Om defekter på material inte upptäcks förrän efter montering har både tid och pengar lagts på arbete som sedan behöver göras om.

Hulthén et al. (2017) hävdar att förändringar av logistiken kan bidra till en effektivisering av byggbranschen. Logistiken beskrivs som byggbranschens blodomlopp på grund av den stora påverkan den har i byggprojekt. Genom att bland annat skapa en bättre koppling mellan den interna logistiken inne på byggarbetsplatsen och den externa logistiken utanför samt att samverka bättre kan störningar och dyra speciallösningar minimeras. I rapporten poängteras också vikten av att i ett tidigt skede planera logistiken för att undkomma nödlösningar som ger upphov till stora kostnader. Redan i förstudie och planeringsskede bör logistiken finnas med i tanken. För att underlätta planeringen av logistiken finns olika IT-lösningar att tillgå.

2.2.2 Slöserier och effektivisering av byggbranschen

Josephsson och Saukkoriipi (2005) beskriver att det finns olika typer av slöserier. När tid spenderas på aktiviteter som inte medför en värdeökning hos produkten eller i projektet kallas det för slöseri. Processer som utförs kan vara antingen värdeökande arbete, tvingat- eller rent slöseri. Främst är det rena slöserier som bör undvikas för att effektivisera produktionen. Därefter kan de tvingade slöserierna ses över. Nedan ges några exempel på slöserier (Josephsson & Saukkoriipi, 2005):

- Lager
- Väntan
- Onödig rörelse
- Överarbete
- Överproduktion
- Omarbete
- Onödiga transporter av material
- Arbetarnas kapacitet utnyttjas inte fullt ut

Ekeskär (2016) hävdar att byggproduktionen i dagsläget är ineffektiv. Enligt Révai (2013) är en orsak till detta att det finns många faktorer som kan ge upphov till störningar på arbetsplatsen. Exempel på störningar kan bland annat vara bristfälliga

leveranser, förseningar eller dåligt utförande. Däremot kan en god planering medföra en minskning av antalet störningar och göra dessa lättare att hantera ifall de uppstår. Ekeskär (2016) påstår att det i många fall är yrkesarbetare som sköter materialhanteringen på byggarbetsplatsen och att det är ytterligare en anledning till varför branschen är ineffektiv. Det är således en liten del av en yrkesarbeters arbetstid som nyttjas till arbete som skapar värde i projektet.

Josephsson & Saukkoriipi (2005) ger ytterligare argument för att byggbranschen skulle kunna effektiviseras. Enligt deras undersökning framgår att endast 17,5 % av yrkesarbetarnas tid läggs på värdeskapande arbete. 45 % av tiden går till tvingat slöseri, vilket innebär olika typer av förberedande arbeten som är nödvändiga för att kunna utföra det värdeskapande uppgifterna. Inom denna kategori finns materialhantering som utgör cirka 14 % av den totala arbetstiden. Det rena slöseriet vilket inkluderar bland annat väntan, tid för förflyttning och avbrott står för så mycket som 33 % av arbetstiden.

För att försöka minska slöserier som till exempel omarbete och fel som leder till höga produktionskostnader och låg produktionsnivå hävdar Thunberg (2016) att ett bättre samarbete mellan de olika parterna i försörjningskedjan är nödvändigt. Flertalet företag lägger mycket fokus på att förbättra sina relationer till kunder men inriktar sig mindre på att ha ett bra samarbete med sina leverantörer. I avhandlingen påpekas vikten av att ha en bra relation till leverantörerna då sena leveranser kan ställa till med stora problem på byggarbetsplatsen.

Enligt Révai (2013) kan en byggarbetsplats beskrivas som en tillfällig fabrik. Till en början finns ingenting på plats och allt som behövs för att kunna uppföra en byggnad behöver tas dit. Thunberg (2016) förklarar att detta innebär att även försörjningskedjan kommer vara tillfällig. Kedjan är komplicerad med många inblandade företag, konsulter, leverantörer och underleverantörer. Det är ständigt ett flöde av material, verktyg och arbetskraft. Om ett större fokus läggs på bygglogistik anser han att både tid och pengar sparas och en högre produktivitet på byggarbetsplatsen kan uppnås. På så vis slipper byggarbetarna vänta på sitt material och mer tid kan läggas på värdeökande arbete.

2.2.3 Tredjepartslogistik

Enligt Ekeskär (2016) innebär tredjepartslogistik att ansvaret för materialhantering överläts till ett logistikföretag. Detta arbetssätt är förhållandevis nytt i byggindustrin och syftet med att använda sig av en tredjepartslogistik är att effektivisera arbetet. Ekeskär anser att byggarbetarnas tid ska användas till att skapa värde i projektet istället för att hantera material. En av de slöserier som nämndes ovan är att medarbetares kompetens inte utnyttjas och tack vare användning av tredjepartslogistik kan detta slöseri minskas eller undvikas. Om beställare väljer att i byggprojektet prioritera att lägga fokus på logistikhantering förklaras det i rapporten att kostnaden för projektet kan bli lägre och även den totala projekttiden kan förkortas.

Alfredsson och Hertz (2003) förklarar att en tredjepartslogistikers arbetsuppgifter kan variera. Främst handlar det om transporter och lagerhållning men de kan även ha andra tilläggstjänster. Sundquist (2014) menar på att de i vissa fall enbart anställs för att utföra intransporter av byggmaterial medan de i andra fall kan ansvara för allt från

logistikplanering i projektets start till att transportera in exempelvis gipsskivor och köksutrustning under projektets gång.

Sundquist (2014) förklarar att materialleveranser vanligtvis ankommer under en byggarbetsplats ordinarie arbetstider mellan 07.00 och 16.00. För att transportera in material till olika ställen på byggarbetsplatser behövs resurser som kranar, truckar och hissar. Då samma utrustning ska användas för både materialhantering som till byggproduktionen säger Sundquist att det finns risk för att resurserna inte räcker till. Därav spenderas mycket tid åt väntan. Avhandlingen visar på att kranen är en mycket viktig resurs på byggarbetsplatsen, men som har en mycket hög dygnshyra. Den bör därför användas mycket och inte vara stillastående. Eftersom kranen har så pass stor betydelse för att projektet ska gå framåt är det dumt att den används till onödig rörelse som att flytta material fram och tillbaka.

Enligt (Agapiou et al., 1998; Thomas et al., 1989) minskar riskerna för att material blir skadat vid transport inom byggarbetsplatsen eller där det står utplacerat då en tredjepartslogistikers tjänster används. Sundquist (2014) uttrycker också att risken att material inte fås till den plats man önskar det och i rätt tid är ytterligare en risk som minskas. Vidare kommer även en minskning av verktyg och människor i omlopp att ske under produktionstiden. Detta underlättar för både byggprojektet och de som sköter intransporter då de slipper störa varandra och inte behöver dela på resurser. På så sätt kan kranar hissar och truckar användas för både byggarbeten och intransporter och fler av dygnets timmar kan utnyttjas. Enligt Thunberg (2016) kan en förbättrad planering av leveranser bidra till att byggprojekt bli allt mer effektiva och det är större möjlighet att budgeten för byggprojekten hålls.

2.2.4 Samlastning i byggbranschen

Sundquist (2017) visar på två olika problematiska fall för leveranser. I det första fallet hanteras alla ordrar som kommer in till leverantören separat vilket medför en låg fyllnadsgrad hos lastbilarna som kör till bygget. Leverantören förutsätter här att kunden vill ha materialet levererat så snart som möjligt, vilket inte alltid är fallet. Detta sätt att hantera leveranser, utan att använda samlastning är inte effektivt för leverantören. I det andra fallet används samlastning i hög grad och fullastade bilar kör ut till byggarbetsplatserna. Dessvärre finns det risk för att samlastning medför att leveranserna inte följer produktionen. I detta fall behöver materialet lagerhållas och det finns stora risker för att material tar skada, försvinner eller blir omkringsflyttat i onödan.

Sundquist (2017) anser att det ändå finns flera anledningar till att samlastning inom byggbranschen skulle vara fördelaktigt. Vid byggnationer i tät stadsmiljö ges flera exempel på då samlastning skulle underlätta. Då det är trångt och lastbilstrafiken till byggarbetsplatserna måste dela samma gator som övriga trafikanter, gör samlastning att färre stora fordon behöver köras på gatorna. Det kan även finnas verksamheter som inte vill bli störda av tung trafik. I städer är det dessutom vanligt med olika typer av restriktioner som till exempel utsläppsgränser eller tidsbegränsningar för när tung trafik får köra på vägarna. Sundquist menar på att en tredjedel av all tung trafik på vägarna är antingen på väg till eller från en byggarbetsplats och därmed har logistiken en stor miljöpåverkan. Det finns dock tillfällen då restriktioner i städerna begränsar

möjligheterna för samlastning. Finns det viktbegränsningar på gatorna kan det medföra att fler transporter är en nödvändighet för att klara kraven.

Enligt Sundquist (2017) står logistikkostnaderna för omkring 10 % av inköpspriset för ett material. I vissa fall kan kostnaden också vara en betydligt större del. Genom att använda samlastning kan kostnaderna för logistik reduceras.

Ottosson (2005) menar på att samlastning av material till byggprojekt kan vara mycket fördelaktigt för material under en viss storlek. Större material kan vara svåra att hantera och gör därför samlastning komplicerat. Ottosson poängterar också att eftersom byggprojekt pågår under en begränsad tidsperiod bör en samlastningslokal för byggmaterial inte vara allt för dyr. En lokal som lätt kan demonteras eller konverteras till annan verksamhet är därför fördelaktig i denna situation.

2.2.5 Direkta och indirekta kostnader

Enligt Lindén (2013) framkommer det att det i byggbranschen förekommer fyra olika typer av kostnadskategorier kopplade till materialhantering. Dessa kostnader delas upp i direkta kostnader, indirekta kostnader, avfallskostnader och övriga kostnader.

De direkta kostnaderna beskriver Lindén (2013) är kostnader kopplade till de fysiska omständigheterna ute på byggarbetsplatserna. Här ingår mantimmar och maskinkostnader, vilket är kostnader som oftast mäts i timkostnad/person då arbetaren hanterar material eller då maskiner används för att hantera material. Under kategorin ingår även personaladministration vilket syftar till kostnader för planering, inköp och samordning.

De indirekta kostnaderna är enligt Lindén (2013) kostnader som är väsentliga att räkna med då de rör hanteringen av material, men som inte är omedelbart kopplat till aktiviteter som skapar värde i projektet. Dessa kostnader rör till exempel bockar, verktyg och diverse utrustning, som är kategorier som ofta hyrs och inte köps och då betalas per dag.

Lindén (2013) beskriver nästa kostnadskategori som kostnad för störningar och skador. Felaktiga eller sena transporter av material, problem med den tillfälliga hissen på byggarbetsplatsen och att arbetsområdet ej är väl etablerat är scenarier som kan ge störningar på arbetsplatsen. Att material skadas under transport, lossning eller vid ovarsam hantering är händelser som går under skadekostnader.

Den fjärde och sista kostnadskategorin som Lindén (2013) visar på är de övriga kostnaderna. Dessa styrs dels av hur väl materialet är packat och märkt, vilket påverkar effektiviteten av hanteringen av materialet. Kategorin är även relaterad till väderförhållanden, där regn kan ge liggande material fuktskador och där vind kan ställa till problem vid krananvändning.

3 Metod

I följande kapitel beskrivs de olika metoder som använts för framtagning av information till rapporten. Först beskrivs vilka litterära källor som studerats. Därefter redogörs för hur de intervjuer som genomförts har gått till. Efter detta behandlas vilka studiebesök som gjorts och vad dessa bidrog med för information till rapporten. Sedan beskrivs kursen som genomfördes i det planeringsverktyg som kommer användas i det studerade projektet. Vidare presenteras hur det beräkningsverktyg som utformats har tagits fram och var indata till beräkningarna är hämtade ifrån. Slutligen redogörs för kvalitén på rapporten.

3.1 Litteraturstudier

För framtagning av material kring ämnet logistik har information hämtats från böcker, vetenskapliga artiklar samt från elektroniska källor. Chalmers biblioteks databaser har använts för sökning efter material och nyckelord som logistik, bygglogistik, tredjepartslogistik, just-in-time, materialflöden, samlastning och slöseri har då angivits. För att erhålla information om projekten på Arlanda har material från involverade företag studerats.

3.2 Intervjuer

För insamling av information om Svensk Bygglogistik AB och deras verksamhet har en intervju genomförts med företagets VD Urban Wallin. Han gav en bild av historien bakom företaget och hur det utvecklats under årens gång till vad det är idag. Han beskrev även de olika tjänster de idag erbjuder sina kunder och vad dessa innebär.

Tobias Bergström, teknisk konsult på Svensk Bygglogistik AB, intervjuades under ett studiebesök på Arlanda flygplats och stod för information vad det gäller Arlandas framtidsplaner och den framtida hanteringen av byggnadsmaterial. Tid har spenderats på Svensk Bygglogistik AB:s kontor i Göteborg och möjlighet har getts till att ställa frågor, samtala och diskutera information. Diskussioner har förts med de tekniska konsulterna Christoffer Johansson och Anders Ekroth för att få ytterligare information om hur byggmaterial ska hanteras vid transporter in till airside.

Intervjuer har genomförts med Linn Hedengren och Roine Eriksson, vilka verkar som logistiktekniker med inriktning guidning respektive som koordinator på Swedavias godsmottagning. En intervju genomfördes även med Erik Sandberg som arbetar som enhetschef för infrastruktur på Swedavia. Vid dessa intervjutillfällen erhöles information om hur hanteringen av inkommande gods sker vid säkerhetskontrollerna idag. Det gavs även inblick i hur strikta regler som finns på airside och vikten av att dessa sköts på rätt sätt.

Samtliga intervjutillfällen finns listade i tabell 1 som visar på när intervjun genomfördes, vem som intervjuades och vilken befattning personen hade.

Tabell 1. Intervjuade personer, deras arbetsroller samt datum för intervjutillfället

Namn	Företag/Roll	Datum
Tobias Bergström	Svensk Bygglogistik AB, Teknisk konsult	2017-02-08, 2017-03-22
Anders Ekroth	Svensk Bygglogistik AB, Teknisk konsult	2017-04-26
Roine Eriksson	Swedavia, Koordinator	2017-02-08
Linn Hedengren	Swedavia, Logistiktekniker	2017-02-08, 2017-03-07
Christoffer Johansson	Svensk Bygglogistik AB, Teknisk konsult	2017-04-18
Richard Roos	Svensk Bygglogistik AB, IT-ansvarig	2017-01-31
Erik Sandberg	Swedavia, Chef Logistik ARN Infrastruktur	2017-02-08, 2017-03-09
Urban Wallin	Svensk Bygglogistik AB, VD	2017-01-31

Den intervjumetod som använts genom intervjuerna har varit en kvalitativ öppen intervju (Lantz, 2007). Detta har möjliggjort för intervjupersonerna att fritt kunna utveckla sina svar och även föra en diskussion med intervjuaren kring svaren. För att underlätta arbetet vid sammanställning av intervjumaterialet har några av de genomförda intervjuerna med intervjupersonernas samtycke spelats in. För att dessa skulle bli så effektiva som möjligt delades också uppgifterna upp så att en person ställde frågor medan den andra förde anteckningar på det som sas. De frågor som ställdes under intervjutillfällena har arbetats fram med utgångspunkt i material från Svensk Bygglogistik AB samt utifrån information från Swedavias webbsida (se Bilaga 1, Bilaga 2 och Bilaga 3). Vidare har även mailkommunikation hafts med de intervjuade där kompletterande information har erhållits. Mailkommunikation med Sandberg och Hedengren har främst haft att göra med ledsagning, samlastning av Swedavias gods samt diverse frågor angående säkerheten. Mailkontakt med Johansson och Bergström har istället handlat om logistiklösningar i framtiden och olika beslut som har tagits angående transporter in till airside.

3.3 Studiebesök

För insamling av information om hur man i dagsläget går tillväga vid säkerhetskontrollerna på Arlanda flygplats har studiebesök gjorts på Swedavias godsmottagning med tillhörande säkerhetskontroller. Vid besöket genomfördes en rundtur med bil på airside med Linn Hedengren och Roine Eriksson. Det gav en övergripande bild av omfattningen av området och en tydlig beskrivning av de riktlinjer som gäller när man färdas på airside. Detta är information som ligger till grund för den del i rapporten som beskriver dagsläget på Arlanda. Vid studiebesökstillfället gjordes även ett besök på godsmottagningens varumottagningshall för att undersöka och dokumentera hur den röntgenmaskin som genomför skanning av inkommande gods ser ut och fungerar.

För att få en bättre förståelse för hur logistik fungerar ute i praktiken och vad den framför allt innefattar på byggarbetsplatserna, har ett studiebesök på Östra Sjukhuset gjorts. Här sker i dagsläget omfattande byggnationer som kräver en välordnad logistik, vilket Svensk Bygglogistik AB är med och samordnar. Vid studiebesöket studerades deras intransporttjänst, som innebär leverans av byggmaterial till en byggarbetsplats utanför arbetsplatsens ordinarie arbetstider. Vilka fördelar detta arbetssätt kan medföra för projektet undersöktes också.

3.4 Kurs i planeringsverktyget LogNet

Vid de kommande byggnationerna på Arlanda kommer ett planeringsverktyg för samordning av logistiken att användas. En kurs i användningen av detta planeringsverktyg har genomförts för att få inblick i hur verktyget ser ut, hur det fungerar samt hur det kommer användas på Arlanda. Kursen hölls av Rikard Roos på Svensk Bygglogistik AB som beskriver att LogNet, som är namnet på planeringsverktyget, har tagits fram och utvecklats inom företaget och är en del av de tjänster de säljer.

3.5 Beräkning och jämförelse

I analysen i denna rapport har ett verktyg för att utföra beräkningar utformats. Verktyget har arbetats fram i Excel, där kostnadsposter har kopplats till tider som sedan summerats till totalkostnader för de olika alternativen. Med det framräknade resultatet har sedan en ekonomisk jämförelse av de olika alternativen kunnat göras. Verktyget är baserat på teori kring logistik och empiriska undersökningar. Indata till beräkningarna är baserade på siffror angivna av Svensk Bygglogistik AB, Swedavia AB, Linde Material Handling AB och Rubb AB. I vissa fall har kvalificerade gissningar fått göras då den data som krävs för att utföra beräkningarna inte funnits tillgänglig.

3.6 Kvalité på studien

Studien som gjorts är en kvalitativ studie. Informationen som hämtats till rapporten har studerats djupgående, specifikt för det ämne som rapporten rör. Det kommer därför inte vara möjligt att reproducera denna rapport på samma sätt som vid kvantitativa studier. Då projektet som studeras kommer äga rum inom en snar tid finns det inte något syfte i att försöka återskapa ett arbete med likvärdig information i framtiden.

4 Svensk Bygglogistik AB

I detta kapitel beskrivs företaget Svensk Bygglogistik AB. Först redogörs för hur det gick till då företaget startades upp. Därefter presenteras hur de arbetar idag. Avslutningsvis beskrivs de tre olika tjänster som Svensk Bygglogistik AB erbjuder.

4.1 Så skapades Svensk Bygglogistik AB

År 1998 skapades företaget Göteborgs byggvaror AB av Urban Wallin. Under några år sålde Göteborgs byggvaror AB olika typer av byggmaterial till byggarbeten. Vid varje tillfälle de kom för att utföra sina leveranser av material slogs de av hur dålig ordning det var på byggarbetsplatserna. Det saknades struktur för hur leveranser skulle tas om hand. År 2002 bytte företaget namn till Göteborgs Bygglogistik AB och de började då ta hand om logistik samt erbjöd intransporter av byggmaterial. Inom kort blev intransporttjänsten mer lönsam än säljtjänsten av byggmaterial och de avvecklade då denna tjänst för att lägga fokus på utveckling av intransporttjänsten. Logistik var vid den tiden ett nytt och modernt begrepp. Då verksamheten sedan etablerade sig i fler städer som till exempel Stockholm bytte företaget namn till Svensk Bygglogistik AB.

4.2 Företaget idag

Idag arbetar företaget Svensk Bygglogistik AB (benämns fortsättningsvis som Bygglogistik) med att utföra logistikanalyser innan en entreprenör etablerar inför ett byggprojekt. De har logistikentreprenader med logistikansvariga och logistikplanerare som ser till att planen för logistiken följs och som förmedlar till alla som arbetar på byggarbetsplatsen hur arbetet med logistiken ska utföras. Bygglogistik utför även intransporter av byggmaterial på byggarbetsplatser efter byggarbetarnas ordinarie arbetstid. För Bygglogistik är det viktigt att komma in i processen redan från början eftersom logistiken måste komma med i kontraktet, därför arbetar Bygglogistik i samarbete med beställare.

För att försöka effektivisera leveranserna utförs logistikanalyser. Dessa analyser görs redan innan projektets start för att tänka igenom byggprocessen och försöka avvärja problem som kan uppstå redan i tidigt skede. Den yttre logistikanalysen syftar till att få en så produktiv byggprocess som möjligt med minsta möjliga påverkan på den omgivande miljön runtomkring. I den inre logistikanalysen studeras arbetet inne på byggarbetsplatserna och hur man får rätt material, packat på rätt sätt, på rätt plats, i rätt tid. (Bygglogistik, 2017).

Nästa steg i kedjan är delen som går under namnet logistikentreprenad. Här är syftet att få de slutsatser som dragits i logistikanalyserna att funka ute i praktiken, vilket handlar om att i detalj planera transporter till, från och inom byggarbetsplatserna. Detta görs via en logistikansvarig som samordnar transportflödena ute på plats. Dennes uppgift är att upplysa leverantörer och entreprenörer om vad som ska hända och när, så att logistiken flyter på smärtfritt. I större projekt kopplas även en mottagningskontrollant in, som ledsagar, övervakar och i vissa fall avfärdar transporter vid obokade leveranser. Logistikplanerare kan även kopplas in med uppgift att samordna leverantörers olika önskemål på ett ställe. (Bygglogistik, 2017).

Bygglogistikens tredje funktion är dess intransportentreprenad vilken visas i figur 1. Denna del går ut på att efter ett byggprojekts avslutade arbetsdag, klockan 16.00 utföra intransporter av material som skall användas dagen efter. De som utför intransporterna benämns som Logistikpatrullen och är till stor del anställda studenter som läser utbildningar med bygginriktning. Deras arbete visas även i figur 2 där de flyttar material som ska användas på byggarbetsplatsen under nästa dag till rätt plats. Intransportdelen skapades då Bygglogistik upplevde att yrkesarbetare istället för att utföra sina ordinarie arbetsuppgifter, fick lägga sin arbetstid på att förflytta och vänta på material. Genom att utföra intransporter av material utanför ordinarie arbetstid tillåts yrkesarbetarna göra meningsfulla uppgifter under sin arbetstid och materialet hamnar packat på rätt sätt direkt där det skall användas. (Bygglogistik, 2017).



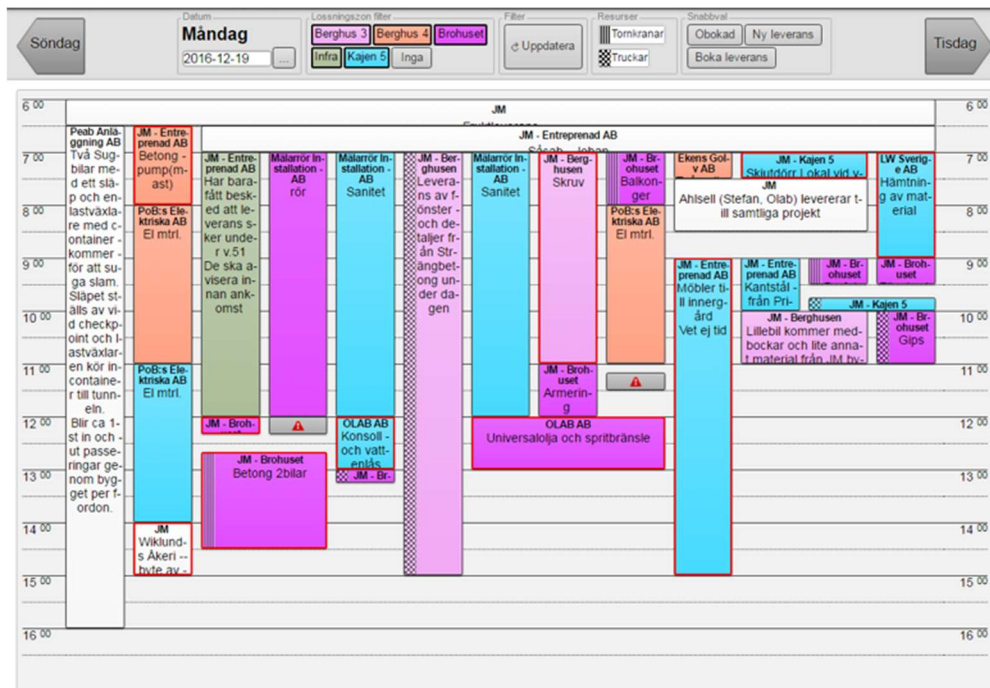
Figur 1. Förberedelser inför kranlyft



Figur 2. Material lossas och hämtas med palldragare

När ett byggprojekt ska genomföras anlitar en beställare en byggtreprenör som sedan anlitar underentreprenörer. De i sin tur kontakter materialleverantörer som kontakter en fabrik. Kedjan fortsätter sedan vidare med en distributör, ett åkeri och en chaufför. Chauffören ansvarar sedan för att komma i rätt tid till bygget. Det är inte någon i denna långa kedja som äger leveransen utan ansvaret för leveransen skickas hela tiden längre ner i kedjan.

Bygglogistik använder sig av ett planeringsverktyg vid namn LogNet som kan underlätta för att styra upp leveranserna. Genom programmet som visas i figur 3 görs bokningar av samtliga leveranser till ett projekt med minst fem dagars framförhållning. Transporten har +/- 15 minuter från den givna ankomsttiden att anlända. All data som kommer ur programmet sparas och blir statistik över till exempel om och vilka leveranser som är beställda i tid och om de ankommit på utsatt tid. Utifrån det leveransschema som byggs upp blir det överskådligt när tid finns för att lämna material och vilka hjälpmedel som finns tillgängliga vid lossning. På så sätt undviks krockar med flera leveranser vid samma tidpunkt och materialflödena på byggarbetsplatsen blir jämna. I systemet framkommer vem som bokat en leverans, mottagare till denna, vilken grind materialet ska tas in genom, vilken lossningsplats som gäller och hur många och vilka resurser som krävs för arbetet.



Figur 3. LogNet – webbaserat leveransplaneringssystem (Sundin & Bergström, 2017). Återgiven med tillstånd.

5 Logistikhantering på Arlanda flygplats

I detta kapitel behandlas först vad som ligger till grund för de kommande ombyggnationerna och vilka framtidsplaner som finns för flygplatsen. Vidare ges en grundlig beskrivning av hur logistikhanteringen sköts i dagsläget. Till sist redogörs för hur logistiken i framtiden kommer fungera i samband med att ombyggnationerna kommer att äga rum.

5.1 Arlanda flygplats framtidsplaner

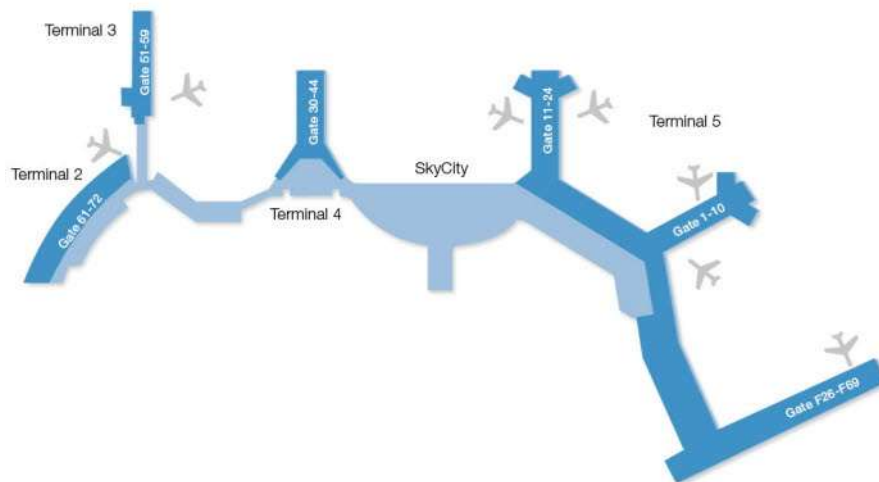
Arlanda är en växande flygplats. Under de senaste fem åren har antalet resenärer ökat från 16 miljoner till omkring 25 miljoner passagerare per år. Från flygplatsen reser i dagsläget cirka 80 flygbolag till 180 destinationer. Uppskattningsvis har flygplatsen 17 500 anställda. Tidigare statistik visar på att antalet resenärer stadigt ökar. En framtida uppgång av flygtrafiken kommer bero av flera faktorer. Några av dessa är att antalet invånare i Sverige ökar, de får högre inkomst, företag arbetar mer globalt, turismen ökar samt att Sverige och Stockholm blir mer attraktivt att besöka. Arlanda flygplats förväntar sig därför en stadig ökning av antalet resenärer med 4–5 % per år.

På grund av detta är flygplatsen i behov av att utöka sin kapacitet för att vara anpassad och kunna ta emot ett högre antal passagerare. Målet är att flygplatsen ska agera som nav för flygtrafiken i hela Norden. Passagerare ska välja att resa till Stockholm för att sedan resa vidare till långväga destinationer över hela världen. För att uppfylla ovan nämnda mål för Arlandas utveckling planeras och utförs flertalet byggprojekt. Figur 4 visar en visionsbild över hur en del av flygplatsen kommer se ut i framtiden efter att planerade byggnationer har genomförts. Med ett större antal passagerare krävs fler och större flygplan, fler pirer och gater och ett större utbud av restauranger och shopping. Utöver detta är det även viktigt att säkerhetskontrollerna går snabbt och smidigt.



Figur 4. Utveckling Stockholm Arlanda Airport (Johansson, 2014) CC-BY-ND.

I terminal 5, som är den största av Arlandas terminaler, kommer det göras upprustningar på flera områden. För att ha möjlighet att ta emot några av världens största flygplan som Airbus A380 byggs en ny pir. Det byggs också ett nytt bagagesystem och en ny säkerhetskontroll. Samtidigt utökas shoppingen i terminalen och restaurangutbudet ökar. En ombyggnation kommer att utföras vid gatorna 11–24 för att underlätta för ankommande resenärer från non-Schengenområdet. Figur 5 nedan visar på placeringen av de olika terminalerna.



Figur 5. Är du osäker på var de olika gateområdena ligger? (Swedavia, 2017)
Återgiven med tillstånd.

För att underlätta för resenärer till USA ska en amerikansk inresekontroll, US Preclearance, byggas på Arlanda i en del av terminal 5. US Preclearance går ut på att resenärerna kontrolleras innan de stiger på planet. Dessa kontroller går till på samma sätt som de kontroller som i vanliga fall utförs när resenärerna anlänt till USA. Detta innebär att de efter genomgången säkerhetskontroll flyger ett inrikesplan till USA från Stockholm.

Ytterligare förändringar som kommer göras är att en ny uppställningsplats och ett nytt driftområde för flygplanen kommer anläggas. Den centrala godsmottagningen behöver utöka sina ytor för att kunna ta hand om alla transporter av gods såsom livsmedel och saker till försäljning, så även en ny och större godsmottagning kommer byggas.

Ovan nämnda utvecklingsplaner tillhör UPA (Utvecklingsprogram Arlanda). I UPA ingår endast utveckling som rör själva terminalerna. Men för att möta ett ökat antal resenärer finns också framtida planer på hur områden utanför säkerhetskontrollerna kring flygplatsen ska utvecklas.

5.2 Logistikhantering på Arlanda flygplats idag

I detta kapitel beskrivs hur hanteringen av logistik går till i dagsläget samt hur de olika kontrollerna av last, förare och fordon går till då transporter ska in till airside. Därefter ges en förklaring av de behörigheter som krävs för att få vistas på airside. Slutligen beskrivs ledsagning av transporter inne på airside.

5.2.1 Leveranser

I dagsläget kommer transporter som har varor att leverera till airside till Swedavias godsmottagning med tillhörande grindar, alternativt till terminalernas gemensamma varuintag. Leveranser mottages vid godsmottagningen om det är byggmaterial till en byggarbetsplats på airside eller material och verktyg till underhåll inne på flygplatsen. Vid terminalernas varuintag finns en annan PVK (person- och varukontroll) där varor till butiker och restauranger mottages av mottagarna själva. Det finns tre grindar placerade på olika ställen på air-/landside gränsen av flygplatsområdet där gods mottags, samt ytterligare en grind för flygbränsle. Grind 1 är den största grinden vilken också tar emot flest leveranser. Här finns en väntyta på ca 100 meter där 4–5 lastbilar får plats. Kommer ytterligare fordon blir dessa ombedda att återkomma senare när plats finns. I dagsläget finns inte någon uppställningsplats för fordon där de kan invänta en plats vid grinden.

5.2.2 Kontroller

Vid ankomst av en leverans är det tre delar som behöver kontrolleras, föraren, fordonet samt materialet som fraktas. Först körs fordonet till godsmottagningen där godset med hjälp av Swedavias motvikt- eller skjutsstativstruckar lyfts av fordonet och in i en röntgenmaskin, vilken visas i figur 6. Där skannas och analyseras godset av säkerhetspersonal, för att sedan efter godkännande lyftas på fordonet igen. Då röntgenmaskinen har måtten 1,45 x 1,80 m² finns det vissa typer av gods som inte går in i maskinen. I detta fall görs en okulärbesiktning av godset samt en undersökning med ETD-utrustning (Explosive Trace Detection), även kallad sniffer, för att leta efter sprängmedel. Vid exempelvis betong- och asfaltstransporter finns det inte heller möjlighet att köra lasten genom röntgenmaskinen. Då krävs det att en securitybil åker efter och övervakar fordonet tills dess att den tippas av och det kan säkerställas att inget otillåtet förts med lasten.



Figur 6. Röntgenmaskin

Swedavia har under denna process inget ansvar för hanteringen av godset, även om det skulle skadas. De utfärdar inte heller någon kvittens/ansvarsöverföring. Ansvaret ligger istället hos chauffören. Efter godskontrollen körs fordonet till den grind som är avsedd för dess leverans, där både chaufför och fordonet kontrolleras. Under denna färd följer en securitybil med och övervakar så inget händer med den kontrollerade lasten, samt överlämnar ansvaret för fordonet till en vakt vid grinden. Väl på plats får föraren ta med sina tillhörigheter och genomgå en kontroll likt den som genomförs för resenärerna inne på flygplatsen, där bagage förs igenom en röntgen och förare går igenom en metalldetektor. Under tiden undersöks fordonet och alla dess utrymmen av securitypersonal. När väl alla delar i ekipaget är godkända är leveransen klar att köras in på airside. Skulle ekipaget inte bli godkänt har säkerhetspersonalen rätt att neka fordonet från att köra in sin leverans.

Liksom för passerande genom säkerhetskontrollen inne på flygplatsen finns det även vid säkerhetskontrollen vid grinden restriktioner för vad som får tas med in till airside. Alkohol, vapen, pepparspray och batonger är exempel på föremål som inte får tas med. Även djur är förbjudna. Det är inte heller tillåtet att ha med material in till airside som inte ska levereras där. Detta fall kan uppstå om en chaufför har ytterligare en leverans med pallar till en annan mottagare utöver de som skall in till flygplatsen.

5.2.3 Badge och behörighet

För att få lov att vistas på airside krävs behörighet. Detta visas genom en så kallad badge som är en form av behörighetshandling. Badgen är ett kort som ska bäras synligt hela tiden och som beskriver vart inom flygområdet du får lov att vistas. För att få en sådan utfärdad krävs att man genomgår en utbildning som sedan förnyas vartannat år. Det krävs också olika former av badger beroende på vart inom området man ska vistas. Ska en person exempelvis framföra ett fordon på airside krävs en badge för personen, ett fordonstillstånd, samt körtillstånd för de olika områdena som flygplatsen består av. Väl inne på flygområdet finns särskilda vägar där fordon får framföras och strikta regler att följa vid vistelse ute på ramperna där flygplanen kör. Till exempel har snöfordon och flygmaskiner alltid företräde. För personer som endast tillfälligt ska vistas inne på airside utfärdas en så kallad visitor-badge som gäller i 24 timmar. Denna ger personen temporär behörighet att få besöka airside.

5.2.4 Ledsagning idag

Förare som kontinuerligt kör leveranser till flygplatsen blir utbildade och får en badge utfärdad, men det är betydligt vanligare att förare inte har en badge. Cirka 5 % av de förare som ankommer har behörighet att köra på airside. Förare utan badge får inte köra inne på området själva, utan blir lotsade fram genom området av en förare med behörighet till detta. När transporterna sedan skall ut från airside krävs att behörig personal följer dessa hela vägen till grinden. Några ytterligare kontroller liknande de vid inpassage utförs inte vid utpassering.

5.2.5 Föranmälan

Vid inkommande transporter till flygplatsen skall föranmälan göras senast 72 timmar innan ankomsttid, vilket dessvärre bara görs i ca 10 % av fallen. Det delas idag inte ut något vite till sena eller oanmälda ankomster, men dessa transporter löper större risk att få vänta på att få komma in om köbildning uppstår vid grindarna. När det gäller leveranser till byggprojekten som pågår på airside har projektledarna vid varje projekt som yttersta ansvar att anmäla sina leveranser till godsmottagningen och när dessa är på väg. Utöver ankomsttiden ska det även föranmälas om transporten kommer behöva ha ledsagning inne på airside, samt om särskilda maskiner såsom kranbil eller truckar kommer att behövas.

5.2.6 Ingen förvaring av material på airside

På byggarbetsplatserna inne på airside är det mycket begränsat med plats och i vissa fall finns inte några ytor att förvara material på. Detta ställer extra stora krav på entreprenörerna att tänka "just-in-time" och bara beställa material som behövs just för stunden. Om det grävs upp grus eller liknande massor som blir samlade på hög, finns det krav på att dessa massor ska forslas ut till landside, de får ej förvaras inne på airside. Detta gäller oavsett om det är byggprojekten som ansamlat massorna eller någon annan disciplin inne på flygområdet.

5.3 Logistikhantering på Arlanda flygplats i framtiden

I detta kapitel beskrivs de förändringar av logistikhanteringen som kommer att göras. Kapitlet inleds med en beskrivning av den checkpoint som planeras att uppföras, vad syftet med den är och hur den kommer att fungera. Därefter redogörs för vilka omplaceringar av nuvarande grindar som kommer göras. Två möjliga alternativ för var transporter av byggmaterial kommer tas in till airside presenteras. Slutligen beskrivs också två alternativa metoder för hur transporter in till airside ska göras antingen med hjälp av ledsagare eller genom samlastning.

5.3.1 Checkpoint

Som nämns i kap 5.1 kommer en mängd byggnationer att göras på Arlanda, både innanför och utanför säkerhetskontrollerna. I och med detta kommer antalet transporter till området öka betydligt och nya lösningar för att hantera transporter av byggmaterial måste tas fram. För att verksamheten på flygplatsen ska rulla på precis som vanligt och resenärer och anställda lätt ska kunna ta sig till och från flygen eller sina arbetsplatser är det av stor vikt att lastbilar inte blockerar den ordinarie trafiken.

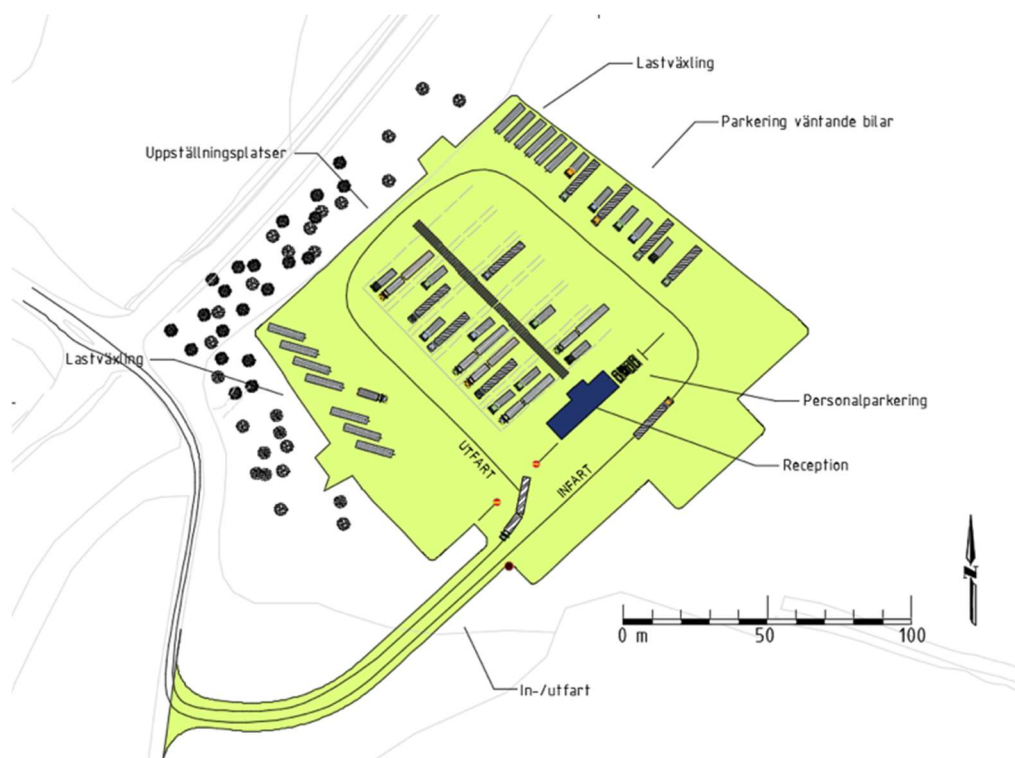
Under våren och sommaren 2017 kommer därför en checkpoint att anläggas, vilken blir leveransadress för alla byggrelaterade leveranser. Bygglogistik står för planeringen av checkpointen vilken sedan bekostas av Swedavia.

Samtliga lastbilar kommer anlända till checkpointen oavsett om de ska till ett byggprojekt på airside eller landside. Checkpointen kommer att som figur 7 visar, vara belägen i närheten av motorvägen. Fördelen med en sådan placering är att lastbilschaufförerna får lätt att hitta dit och slipper hamna bland taxibilar, bussar och bilar. Trots att LogNet kommer att användas för planering av leveranser och föraren har +/- 15 minuter på sig från den angivna tiden att ankomma finns det alltid risk för att förare ankommer för tidigt eller för sent. Då checkpointområdet kommer att vara uppemot 22 000 m² kommer det finnas utrymme för lastbilar att stå och vänta här om de kommer före sin utsatta tid.



Figur 7: Karta över flygplatsområdet (Dahlén, 2017). Baserad på Eniro 2017.

Checkpointen är planerad att utformas enligt figur 8. När en förare ankommer till checkpointen parkeras lastbilen på en av uppställningsplatserna. Sedan går föraren till receptionen där en kontroll mot LogNet görs och information ges om vart föraren ska köra vidare. Mottagaren av materialet kontaktas också så att de på byggarbetsplatsen kan förbereda sig för att ta emot leveransen. Om mottagaren inte har möjlighet att ta emot leveransen för tillfället får lastbilen vänta på checkpoint. På uppställningsplatserna står lastbilar som ankommer i rätt tid och som direkt ska köra vidare. Platsen som benämns som parkering för väntande bilar kommer användas av de lastbilar som ankommer långt före utsatt tid. Denna parkering är även avsedd för leveranser som ankommer efter utsatt tid och som då kan behöva vänta för att hitta en ny tid att leverera sitt material. Lastväxlingen används då det kommer långa lastbilar med släp. Då det inte finns möjlighet att köra till byggarbetsplatserna med alltför stora lastbilar får dessa chaufförer lämna sina släp vid lastväxlingsplatsen för att köra in med lite material åt gången.



Figur 8. Arlanda Checkpoint (Sundin & Bergström 2017). Återgiven med tillstånd.

5.3.2 Omplacering av grindar

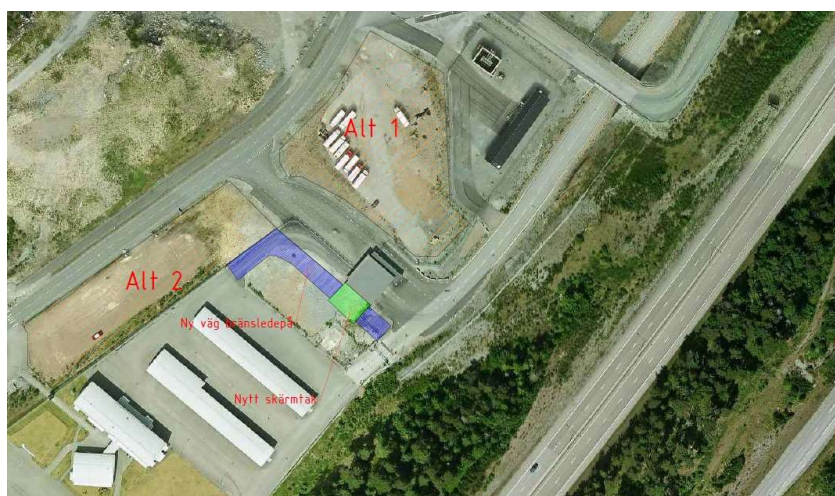
Som beskrivet i kapitel 5.2.2 utförs kontroller av förare, fordon och last och dessa kontroller kommer fortsätta göras på samma sätt som tidigare. Då en ny pir till terminal 5 ska byggas kommer det inte längre finnas plats att ha kvar grind 1, som i dagsläget används för de flesta transporter. Den nuvarande godsmottagningen och röntgen kommer inte heller vara kvar där de är placerade i dagsläget.

För vanligt gods kommer en ny central godsmottagning att byggas i anslutning till Cargo City. Röntgenmaskinen som idag är placerad vid nuvarande godsmottagning i närheten av grind 1 kommer att flyttas dit och godset kommer att tas in genom grind vid Cargo City.

För byggmaterial är det ännu inte fastställt var materialet ska tas in till airside och det finns för tillfället i huvudsak två alternativ som diskuteras. Klart är att materialet inte kommer kunna tas in vid grind 1 och att istället grind 4 eller 5 kommer användas (se figur 7). Beslut har även tagits om att en ytterligare en röntgenmaskin ska köpas in.

5.3.3 Transporter genom grind 4

Det första alternativet som är aktuellt är att använda sig av grind 4 för att ta in transporter med byggmaterial till airside. I anslutning till grinden kommer även en ny lokal för röntgen samt en eventuell samlastningslokal placeras. Det finns två föreslagna ytor som vid detta alternativ kommer användas för röntgen och samlastning, vilka är markerade i figur 9. I dag utgörs dessa ytor av grus vilket innebär att asfaltering av dessa ytor går att utföra förhållandevis smidigt. Då grind 4 redan är anpassad för att ta in större transporter krävs inte några större åtgärder för att denna grind ska kunna användas, vilket är fördelaktigt. Grinden behöver byggas ut en aning för att få plats med en extra fil för byggtrafiken. Ytterligare en fördel med att ta in transporter genom grind 4 är att lastbilarna då kör in till airside utan att behöva passera den högt trafikerade Nordanleden där flygplatsens resenärer, bussar och taxibilar kör.



Figur 9. Nya grind 4 (Johansson, 2017). Återgiven med tillstånd.

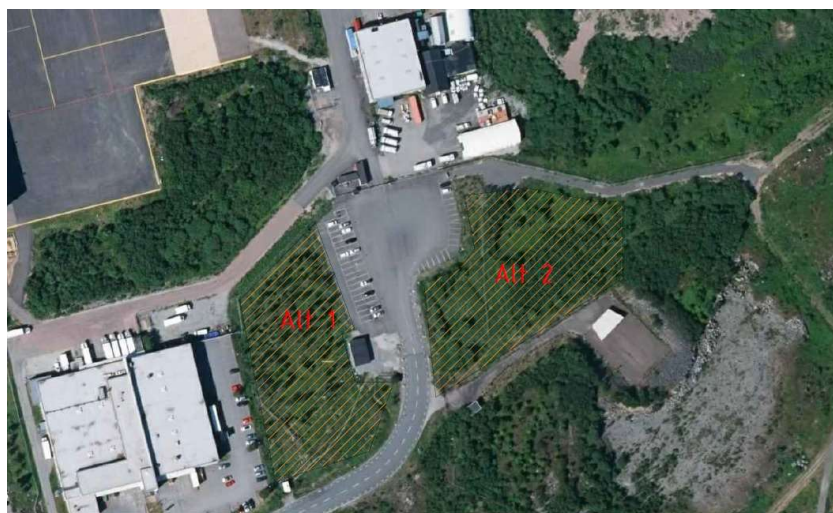
Med detta alternativ finns även en del nackdelar. På grund av den höga säkerheten på flygplatsen kommer byggmaterialleveranser inte få passera på inre transportvägen intill terminalerna där flygplanen befinner sig. De kommer istället bli tvungna att ta en annan, längre väg. Vad som kan ses som en risk och nackdel med att använda grind 4 är att grinden för byggmaterial ligger så pass nära huvudgrinden för övrig godsmottagning till flygplatsen. Detta kan leda till köbildning vid grindarna om det ankommer många transporter samtidigt.

5.3.4 Transporter genom grind 5

Det andra alternativet innebär att transporter av byggmaterial tas in genom grind 5. Även vid detta förslag skulle en ny röntgen samt en eventuell samlastningslokal placeras i anslutning till denna. Förslaget är alltså förhållandevis likt förslaget med att använda sig av grind 4. Den största skillnaden är placeringen av grindarna.

Den främsta fördelen med att använda grind 5 istället för grind 4 är att lastbilarna slipper köra omvägar på airside och att de lätt når byggarbetsplatserna. Området kring grind 4 och grinden vid Cargo City blir inte lika högt belastat och risken för köbildningar där minskas.

Det finns nackdelar även med detta förslag. För att ta sig från checkpoint till grind 5 behöver Nordanleden passeras (se figur 6). På denna gata bör tung trafik undvikas. Grind 5 är inte heller anpassad för den trafik som väntas komma. Grinden är idag endast utrustad med två byggbodar. Det finns gott om plats att placera en byggnad för röntgen och eventuell samlastningslokal intill grinden, vilket visas i figur 10. Som figuren visar finns två alternativa områden föreslagna för placering av röntgen och eventuell samlastningslokal. För att kunna använda grind 5 för transporter krävs stora åtgärder. Området består idag av skog och det finns en viss risk för att marken kan vara sank, då en sjö ligger precis intill. Därför krävs kostsamma markarbeten innan marken kan bebyggas.

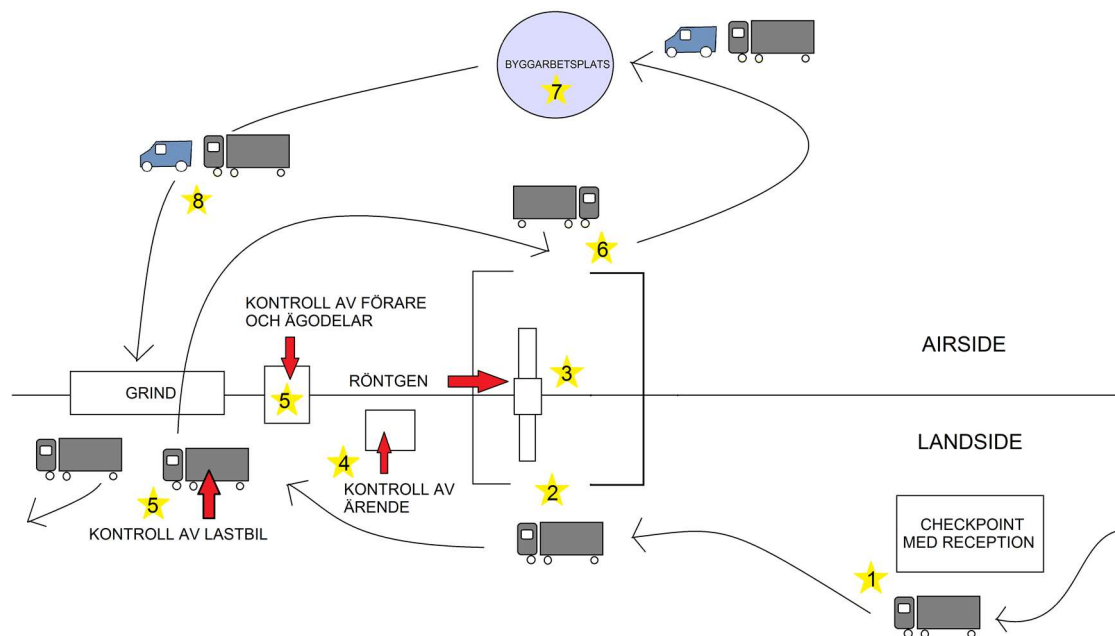


Figur 10. Nya grind 5 (Johansson, 2017). Återgiven med tillstånd.

5.3.5 Ledsagning i framtiden

Det krävs ledsagning på airside för förare utan fordonstillstånd. Av de förare som ankommer med gods idag är det omkring 95 procent som saknar behörighet att få köra på airside. Detta gör att det troligtvis kommer krävas ledsagning för en stor del av de ankommande transporterna även i framtiden. Om ledsagning används sker händelseförloppet överskådligt som i figur 11 och aktiviteterna kan beskrivas på följande sätt:

1. Lastbil anländer till checkpoint med material och anmäler sig i receptionen
2. Lastbil körs vidare till röntgen där material lastas av
3. Material röntgas och befinner sig därefter på airside
4. Förarens ärende till airside kontrolleras
5. Lastbil, förare och dennes ägodelar kontrolleras vid grind
6. Material lastas på lastbil som nu befinner sig på airside
7. Personal ledsagar lastbil till byggarbetsplats på airside där material lastas av
8. Lastbil ledsagas tillbaka till grind



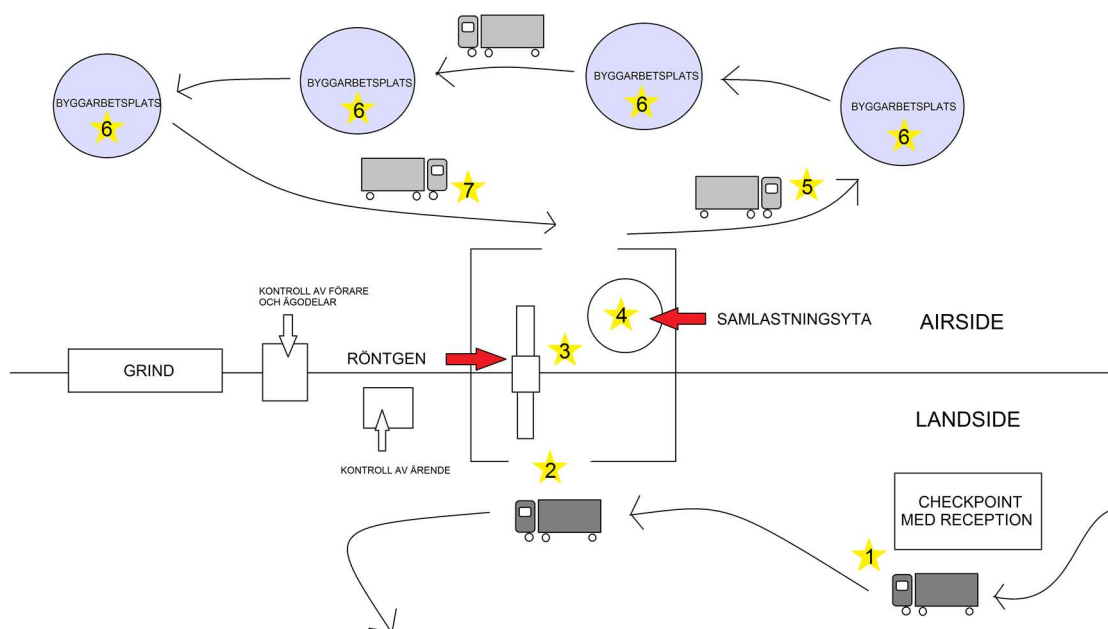
Figur 11. Beskrivning av händelseförloppet vid ledsagning

Då de framtida byggnationerna kommer igång kommer antalet transporter till airside öka markant. Som följd av detta kommer fler fordon att behöva ledsagas och den bemanning som idag finns avsatt för detta kommer med största sannolikhet inte att räcka till. Att bemanna upp denna post är nödvändigt för att transportflödet ska flyta på och det inte ska bli stopp och förseningar i transportkedjan.

5.3.6 Samlastning i framtiden

Ett alternativ till ledsagning är att använda samlastning. Händelseförloppet skiljer sig en del från då ledsagning används. Figur 12 nedan beskriver hur det går till då en leverans kommer med material som ska samlastas. Momenten som genomförs är också listade nedan:

1. Lastbil anländer till checkpoint med material och anmäler sig i receptionen
2. Lastbil körs vidare till röntgen där material lastas av
3. Material röntgas och befinner sig därefter i samlastningslokal på airside
4. Ytterligare material att samlasta inväntas
5. Förare med badge hämtar upp material och kör med samlastningsbil ut det till byggarbetsplatserna
6. Material lastas av
7. Föraren återvänder med samlastningsbil till samlastningslokal



Figur 12. Beskrivning av händelseförloppet vid samlastning

För alternativet med samlastning tillkommer en rad nya kostnader som inte existerar i ledsagningsalternativet. En lokal där det ska finnas plats för både samlastning av material och röntgen kommer behöva upprättas. Utöver lokalen kommer lastbilar som ska köra med det samlastade materialet till arbetsplatserna behöva köpas in samt truckar som sköter pålastning av material till dem. Till dessa fordon kommer truckförare samt lastbilschaufförer behöva anställas. För att samordna samlastningen och transporterna kommer det även behövas en logistikplanerare. Då samlastningsbilarna endast kommer befinner sig på airside behövs inte lika många securityarbetare eftersom inte någon kontroll av förare, ägodelar och fordon utförs vid varje leverans.

6 Analys

I detta kapitel görs en analys av de två alternativen ledsagning och samlastning. Först görs en ekonomisk jämförelse med hjälp av ett framtaget beräkningsverktyg. Andra delen av kapitlet jämför alternativen med avseende på andra aspekter än ekonomiska.

6.1 Ekonomisk analys

I detta kapitel presenteras en ekonomisk jämförelse av samlastning och ledsagning. Inledningsvis redogörs för vilka förutsättningar som har behövt beaktas vid beräkningarna. Därefter beskrivs de olika kostnadsposterna som finns och förklaringar till vad de olika arbetsuppgifterna innebär ges. Efter detta presenteras det beräkningsverktyg som tagits fram för att beräkna kostnaderna för ledsagning och samlastning. Slutligen analyseras beräkningarna och de två alternativen jämförs.

6.1.1 Förutsättningar

Det har varit av intresse att undersöka de transporter som ankommer med material till airside som är möjligt att röntga och samlasta. Det finns än så länge inte någon beräknad siffra på hur många sådana transporter som kommer ankomma eller fyllnadsgraden i dessa. Denna siffra är mycket beroende av hur de som beställer leveranser väljer att göra sina beställningar samt hur leverantörer arbetar med samlastning inom företaget, men även med andra företag. Antalet transporter samt antalet pallar per transport påverkar personalbehovet men även vilka öppettider röntgen, checkpoint och grind behöver ha.

Då byggarbetarna vanligtvis arbetar 07.00-16.00 är det fördelaktigt att göra en begränsning av tiden som leveranser får ankomma till bygget till 07.00-15.00. För att de ska hinna ta emot materialet ordentligt är det därför praktiskt att transporter ankommer mer än en timme innan bygget stänger för dagen. Inom tiden 07.00-15.00 kommer dessutom en timme vara avsatt för lunch. Under denna tid kommer leveranser inte kunna tas emot på byggarbetsplatserna. Lämpligt är att de anställda vid checkpoint, röntgen, samlastningslokal och grind har lunchtid något tidigare än byggarbetarna. Då finns möjlighet för dessa att påbörja kontroller så att leveranser är klara och kan anlända till byggarbetsplatsen direkt då byggarbetarnas lunchtid är slut.

Vid röntgen av pallar finns en begränsning. Endast en pall åt gången kan kontrolleras och detta arbete kan endast utföras av 1 person. Arbetet går inte att utföra mer effektivt även om fler securityarbetare skulle anställas. För att kunna röntga fler pallar per dygn behöver fler av dygnets timmar utnyttjas, alternativt fler röntgenmaskiner köpas in. Momentet att röntga pallar utgör vad som kan kallas för en flaskhals som bromsar upp arbetet med att ta in material till airside.

Vid ledsagningsalternativet är det samma förare och fordon som ankommer med material som ska köra in det till airside. Då material endast kan tas emot på byggarbetsplatsen under 7 av dygnets timmar är det inte möjligt att röntga material utspurt över dygnet. För ledsagningen är därför röntgen endast öppet 7 timmar per dygn. Att det inte finns någon möjlighet att utöka arbetstiden för att höja kapaciteten vid röntgen kan ses som en stor nackdel med att använda sig av ledsagning.

För samlastningsalternativet är en utökning av arbetstiden möjlig. Pallar kan då röntgas under hela dygnet om det är nödvändigt. Detta beror på att det inte är samma lastbil och förare som ankommer med material som kör det till byggarbetsplatsen. Material samlas efter genomgången kontroll i röntgen upp i en samlastningslokal på airside. En eller flera förare arbetar sedan med att köra ut material från samlastningslokalen till byggarbetsplatserna under de timmar material kan tas emot. På grund av möjligheten till mellanlagring på airside kan därför material röntgas under hela dygnet.

Den främsta begränsningen oavsett alternativ ligger i antalet lastpallar och inte i antalet transporter. Det är möjligt att anställa fler leveransplanerare som tar hand om ankommande fordon vid checkpoint samt att anställa fler securityarbetare för kontroll av fordon, förare, ägodelar och ärenden. Det är också möjligt att anställa fler ledsagare vid behov. Trots detta finns ändå en begränsning i antal transporter som kan ankomma eftersom det vid checkpoint och grind inte finns plats att hantera obegränsat antal lastbilar.

För att beräkna kostnaderna för ledsagning respektive samlastning har aktiviteter som kommer utföras vid de olika alternativen tagits fram. I listan nedan presenteras dessa aktiviteter med tillhörande tider. Det är sedan dessa tider som kostnadsberäkningarna för ledsagning och samlastning grundar sig i.

- Ta emot lastbil vid checkpoint ≈ 10 min
- Ledsagning ≈ 30 min
- Kontroll av lastbil ≈ 15 min
- Kontroll av ärende ≈ 5 min
- Röntga en pall ≈ 30 s
- Kontroll av förare och ägodelar ≈ 2 min
- Tid för att lasta av och på en lastpall från röntgen ≈ 30 s
- Tid för att lasta av/på en lastpall från/på lastbil ≈ 30 s
- Tid för att köra ut material för en fullastad samlastningsbil ≈ 40 min

Tiden för att ta emot en lastbil vid checkpoint är approximativt 10 minuter. Med tanke på tiden som material kan tas emot på byggarbetsplatsen är lämpliga öppettider för checkpointen 06.00-15.00. Då det tar lite tid för material att röntgas kan checkpointen öppna något före byggarbetarna är på plats och kan ta emot leveransen. Detta tidsspann gäller vid ledsagning. Vid samlastning kan öppettiderna utökas vid behov.

I genomsnitt tar det 30 minuter per ledsagning. Tiden varierar bland annat beroende på avstånd från grind till byggarbetsplats. Fyllnadsgraden i lastbilarna påverkar också tiden för ledsagning eftersom den påverkar tiden det tar att lasta av material. Till skillnad från de flesta leveranser som ankommer och ska ledsagas kommer samlastningsbilarna ha en fyllnadsgrad på 100 %. En fullastad lastbil antas rymma 34 pallar per leverans, då detta är standard för 13,6 meter långa lastbilar. Då samlastningsbilen kör ut extra många pallar har 10 minuter lagts till för att kompensera för den extra tid det tar att lasta av dessa. Tiden för att köra ut med en samlastningsbil antas därför vara 40 minuter.

Tiden det tar att kontrollera ett fordon kan variera mellan 5–20 minuter. En lastbil tar vanligtvis längre tid att kontrollera än en personbil och därför antas den

genomsnittliga tiden för kontroll av lastbilar vara 15 minuter. För kontroll av förare och ägodelar krävs alltid minst två personer, där en kontrollerar när föraren passerar en metalldetektor och en kontrollerar förarens ägodelar i en röntgen. Denna process tar omkring 2 minuter.

Uppskattningsvis tar det 30 sekunder för en truckförare att lasta av en pall från en lastbil och lyfta upp den på röntgen. Samma tid gäller för då röntgade pallar ska lyftas på lastbilen igen eller förflyttas till en samlastningsyta. Då röntgenmaskinen utgör en gräns mellan landside och airside kommer två truckförare behövas. Hade endast en truckförare arbetat hade denne behövt passera en säkerhetskontroll mellan pålastning och avlastning vid röntgen och då hade även tiden för detta behövt beaktas. Det kommer dessutom att behövas två truckar, en på landside och en på airside.

De angivna tiderna ovan är uppskattningar av hur lång tid det tar att utföra de olika momenten. På grund av väntan som lätt uppstår kan arbetet inte utföras 100 % effektivt. De anställda kostar dock pengar även den tid de väntar och inte kan utföra effektivt arbete.

Samtliga securityarbetare behöver vara på plats under hela tiden röntgen är öppen. Detta gör att de behöver vara betalda under de timmar som röntgen är öppen även om deras effektiva arbetstid är betydligt färre antal timmar. Detsamma gäller för ledsagarna, truckförarna samt för de anställda på checkpointen.

6.1.2 Kostnadsposter

Logistikplanerare

Logistikplanerare är placerade vid checkpoint och har som arbetsuppgift att planera för när leveranser till airside kan tas in samt ta emot ankommande lastbilar. Dessa kontrollerar förarnas följesedlar mot LogNet och ser även om förarna är i tid. Därefter kontaktar de mottagaren av materialet på byggarbetsplatsen för att stämma av att det går bra att ta in materialet. Logistikplanerarna är även de som ger förarna vägbeskrivning till röntgen. Kontakt hålls med truckförare och säkerhetspersonal vid röntgen så att lastbilar inte skickas vidare då det inte finns tid att ta emot dem. Vid samlastning kommer det även behövas logistikplanerare vid samlastningslokalen vars uppgift är att planera samlastningen av materialet.

Truckförare

Truckförare är placerade vid röntgen och arbetar där med att hantera lastpallarna som ska röntgas. De lastar av material från ankommande lastbilar och lastar på det på röntgen. Vid ledsagning lyfts sedan material på lastbilen igen medan det vid samlastning sker en mellanlagring på en samlastningsyta.

Securitypersonal

Securitypersonalen har ansvar för att kontrollera och ha uppsikt över lasten, kontrollera föraren, kontrollera förarens ägodelar, kontrollera ärendet samt genomsöka fordonet. Det finns idag en person som kontrollerar förarens ärende till airside, en som genomsöker fordonet, en som kontrollerar förarens ägodelar i en röntgen och en som kontrollerar föraren med hjälp av en metalldetektor. För lasten behövs en person som håller uppsikt då materialet röntgas och ytterligare en person

som har ögonkontakt med lasten från att den röntgas till att den passerat grinden. Sammanlagt behövs alltså minst sex anställda för att kontrollera ekipaget.

Ledsagare

Vid ledsagningsalternativet behövs ledsagare. De har som uppgift att visa vägen åt lastbilschauffören från grind till byggarbetsplats och sedan tillbaka igen.

Lastbilschaufför

Vid samlastningsalternativet krävs lastbilschaufförer. Deras uppgift är att hämta upp pallar vid samlastningslokalen och köra ut detta till de olika arbetsplatserna på airside.

Övriga kostnader

Utöver kostnader för personal som krävs tillkommer även kostnader för leasing av truckar, köp av ny röntgenmaskin, byggnation av tält för röntgen eller röntgen och samlastning, hyra för lastbilar samt kostnader för asfaltering av ytor.

Nedan presenteras de kostnader som i beräkningarna används för yrkeskategorierna, leasing och köp.

- Leveransplanerare ≈ 600 kr/tim
- Ledsagare ≈ 550 kr/tim
- Securityarbetare ≈ 350 kr/tim
- Truckförare ≈ 500 kr/tim
- Leasingkostnad truck ≈ 7500 kr/mån
- Lastbilschaufför + lastbil ≈ 1100 kr/tim
- Röntgenmaskin ≈ 5 miljoner kr
- Kostnad tält för enbart röntgen $\approx 300\,000$ kr
- Kostnad tält för röntgen och samlastning $\approx 425\,000$ kr
- Kostnad för material och arbete per kvadratmeter vid asfaltering av ytor för röntgen och samlastning ≈ 100 kr/m²
- Kostnad för etablering $\approx 20\,000$ kr

6.1.3 Beräkningar

För att utföra beräkningar för ledsagning respektive samlastning har ett beräkningsverktyg tagits fram. I figur 13 presenteras den del av beräkningsverktyget som används för att beräkna kostnaden för ledsagning. Figur 13 visar istället beräkningar för samlastningsalternativet och vilka kostnader det alternativet medför. Antaganden och ekvationer som används i beräkningsverktyget presenteras ingående i Bilaga 4. Som nämns i kapitel 6.1.1 finns det inte någon uppskattning av hur många leveranser som förväntas komma med samlastningsbart gods. Därav presenteras i figur 13 och 14 beräkningar för ett exempel på hur det skulle kunna se ut. I figurerna visar de blåmarkerade rutorna de val som har gjorts för antal transporter per kvartal, effektiv arbetstid, antal pallar per transport samt markarea för röntgen och ytor runt omkring. I beräkningsdokumentet är dessa änderingsbara och inställningar kan göras efter de förutsättningar som finns.

LEDSAGNING				
Genomsnittligt antal transporter per kvartal	2000			
Antal arbetsdagar per vecka	5,000			
Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%]	75,00			
Genomsnittligt antal transporter per dygn	30,65			
Genomsnittligt antal pallar per transport	15,00			
Genomsnittligt antal pallar per dygn	459,8			
Leveransplanerare				
Tid för att ta emot en lastbil vid checkpoint [min]	10,00			
Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim]	5,109			
Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser	0,973	Kostnad för en leveransplanerare [kr/tim]		600,0
Antalet timmar som leveransplanerarna tar emot transporter per person och dygn [tim]	5,250	Total kostnad för leveransplanerare [kr/dygn]		4087
Ledsagare				
Tid för en ledsagning [min]	30,00			
Antalet transporter som behöver ledsagning per dygn	30,65			
Totalt antal timmar för alla ledsagningar per dygn [tim]	15,33			
Antalet ledsagare som behövs	2,919	Kostnad för en ledsagare [kr/tim]		550,0
Antalet timmar för ledsagning per person och dygn [tim]	5,250	Total kostnad för ledsagare [kr/dygn]		11 239
Securityarbetare				
Tid för kontroll av lastbil [min]	15,00			
Totalt antal timmar för att kontrollera alla ankommande lastbilar per dygn [tim]	7,663			
Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera lastbilar	1,460			
Antalet timmar för kontroll av lastbilar per person och dygn [h]	5,250			
Tid för kontroll av ärende [min]	5,000			
Totalt antal timmar för att kontrollera alla ärenden per dygn [tim]	2,554			
Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera ärenden	0,487			
Antalet timmar för kontroll av ärenden per person och dygn [tim]	5,250			
Tid för kontroll av förare samt ägodelar [min]	2,000			
Totalt antal timmar för att kontrollera alla förare samt ägodelar per dygn [tim]	1,022			
Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera förare samt ägodelar	2,000	Till detta arbete krävs alltid minst 2 securityarbetare		
Antal timmar för kontroll av förare samt ägodelar per person och dygn [tim]	1,022			
Tid för att röntga en pall [min]	0,500			

Antalet securityarbetare som kan arbeta med att röntga pallar	1,000			
Antal timmar för kontroll av last vid röntgen [h]	3,831		Den rödmarkerade tiden får ej överskrida denna tid [h]	5,250
Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim]	3,831			
Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten	0,730		Kostnad för en securityarbetare [kr/tim]	350,0
Antal timmar för att hålla uppsikt på lasten per person och dygn [tim]	5,250		Total kostnad för securityarbetare [kr/dygn]	13 906
Truckförare				
Tid för att lasta av en pall från lastbil och lyfta upp den på röntgen [min]	0,500			
Tid för att lasta på en röntgad pall på lastbil [min]	0,500			
Totalt antal timmar för hantering av alla pallar per dygn [tim]	7,663			
Antalet truckförare som behövs	2,000		Kostnad för en truckförare [kr/tim]	500,0
Antal timmar för hantering av pallar per person och dygn [tim]	3,831		Total kostnad för truckförare [kr/dygn]	7000
Truckar				
Antalet truckar som behövs	2,000		Kostnad för att hyra en truck per månad [kr/mån]	7500
			Total kostnad för truckhyra [kr/dygn]	700,0
Total kostnad för ledsagning per dygn [kr/dygn]				36 932
Fasta kostnader				
			Kostnad för köp av ny röntgen [miljoner kr]	5,000
			Kostnad för tält för röntgen [miljoner kr]	0,300
Markarea för röntgen och ytor runt omkring [m2]	5000			
Kostnad för material och arbete per kvadratmeter [kr/m2]	100,0			
Kostnad för etablering [kr]	20 000		Total kostnad för markarbeten [kr]	520 000
Total fast kostnad för ledsagning [miljoner kr]				5,820
Antal år med byggnationer				1,000
Total kostnad för ledsagning [miljoner kr]				15,42

Figur 13. Beräkningsverktyg ledsagning

SAMLASTNING				
Genomsnittligt antal transporter per kvartal	2000			
Antal arbetsdagar per vecka	5,000			
Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%]	75,00			
Genomsnittligt antal transporter per dygn	30,65			
Genomsnittligt antal pallar per transport	15,00			
Genomsnittligt antal pallar per dygn	459,8			
Antalet arbetstimmar per dygn [tim]	18,00			
Leveransplanerare				
Tid för att ta emot en lastbil vid checkpoint [min]	10,00			
Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim]	5,109			
Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser	0,378			
Antalet timmar som leveransplanerarna tar emot transporter per person och dygn [tim]	13,50			
Totalt antal timmar för att planera för samlastning per dygn [tim]	8,000			
Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera samlastning	1,000		Kostnad för en leveransplanerare [kr/tim]	600,0
Antalet timmar som en leveransplanerare som hanterar samlastning behöver arbeta per dygn [tim]	8,000		Total kostnad för leveransplanerare [kr/dygn]	8887
Securityarbetare				
Tid för att röntga en pall [min]	0,500			
Antalet securityarbetare som kan arbeta med att röntga pallar	1,000			
Antal timmar för kontroll av last vid röntgen [tim]	3,831		Den rödmarkerade tiden får ej överskrida denna tid [h]	13,50
Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim]	3,831			
Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten	0,730		Kostnad för en securityarbetare [kr/tim]	350,0
Antal timmar för att hålla uppsikt på lasten per person och dygn [tim]	5,250		Total kostnad för securityarbetare [kr/dygn]	10 898
Truckförare				
Tid för att lasta av en pall från lastbil och lyfta upp den på röntgen [min]	0,500			
Tid för att flytta pall från röntgen till samlastning [min]	0,500			
Totalt antal timmar för att flytta pallar till/från röntgen [tim]	7,663			
Antalet truckförare som behövs för att flytta pallar till/från röntgen	0,568			
Antal timmar för att flytta pallar till/från röntgen per person och dygn [tim]	13,50			

Tid för att lasta på pall på samlastningsbil [min]	0,500		
Totalt antal timmar för att lasta på pallar på samlastningsbil [tim]	3,831		
Antalet truckförare som behövs för att lasta på pallar på samlastningsbil	2,000	Kostnad för en truckförare [kr/tim]	500,0
Antal timmar för att lasta på pallar på samlastningsbil per person och dygn [tim]	1,916	Total kostnad för truckförare [kr/dygn]	12 109
Truckar			
Antalet truckar som behövs	2,568	Kostnad för att hyra en truck per månad [kr/mån]	7500
		Total kostnad för truckhyra [kr/dygn]	898,7
Lastbilschaufförer+Lastbil			
Tid för att köra ut material för en fullastad samlastningsbil [min]	40,00		
Antal pallar som får plats på en fullastad samlastningsbil	18,00		
Totalt antal timmar för att köra ut alla ankomna pallar under ett dygn [tim]	17,03		
Antal lastbilschaufförer som behövs	3,244		
Antal timmar för att köra ut pallar per person och dygn [tim]	5,250	Kostnad för lastbil+förare [kr/tim]	1100
Antal lastbilar som behövs	3,244	Total kostnad för lastbil+förare [kr/dygn]	18 731
Total kostnad för samlastning per dygn [kr/dygn]			51 523
Fasta kostnader			
		Kostnad för köp av ny röntgen [miljoner kr]	5,000
		Kostnad för tält för röntgen och samlastning [miljoner kr]	0,425
Markarea för röntgen, samlastningslokal och ytor runt omkring [m2]	5000		
Kostnad för material och arbete per kvadratmeter [kr/m2]	100,0		
Kostnad för etablering [kr]	20 000	Total kostnad för markarbeten [kr]	520 000
Total fast kostnad för samlastning [miljoner kr]			5,945
Antal år med byggnationer			1,000
Total kostnad för samlastning [miljoner kr]			19,38

Figur 14. Beräkningsverktyg samlastning

I beräkningarna i figur 13 för ledsagning och figur 14 för samlastning framgår bland annat hur många anställda som krävs för de olika arbetsuppgifterna, hur många truckar som krävs samt vad kostnaderna för dessa är. Kostnaderna beror av antalet leveranser och deras fyllnadsgrad, effektiviteten hos de anställda samt antalet timmar de arbetar. Under byggnationsåren kommer antalet leveranser att variera och antalet anställda kommer då behöva anpassas efter variationerna.

För att snabbt kunna göra en uppskattning av när vilket av alternativen är mest lämpligt har följande tabeller tagits fram. Tabell 2 visar kostnader för ledsagning. Kostnader kan här avläsas vid 3 olika effektivitetsnivåer, 60, 75 respektive 90 %. Vid de olika nivåerna kan kostnaderna avläsas för olika antal pallar per transport. Tabellerna visar kostnaderna då leveransantalet per kvartal varierar mellan 500–7000. Denna skala används då gränsen för hur många transporter som kan tas emot per kvartal ligger omkring 7000. Gränsen varierar beroende på val av metod, antal pallar per leverans och effektivitetsnivå. Då det inte är beräknat eller uppskattat hur många transporter som väntas ankomma har denna skala valts för att visa på vilka möjliga utfall som finns. I tabellen visas kostnaderna i miljoner kronor vid 1 år med byggnationer. En fördubbling av antalet år innebär inte en fördubbling av kostnaden då det endast är de rörliga kostnaderna som ökar och inte de fasta kostnaderna eftersom de är engångsbelopp.

Tabell 2. Kostnaden för materialhantering då ledsagning används uttryckt i miljoner SEK.

	Ledsagning											
Procent effektiv arbetstid	60				75				90			
Antal pallar per transport	5	15	25	34	5	15	25	34	5	15	25	34
Antalet arbetstimmar per dygn	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Antal leveranser per kvartal												
500	11,41	11,51	11,61	11,69	11,08	11,16	11,23	11,3	10,85	10,92	10,98	11,04
1000	13,1	13,29	13,48		12,42	12,58	12,73	12,87	11,97	12,1	12,23	12,35
1500	14,78	15,07			13,77	14	14,23		13,1	13,29	13,48	
2000	16,46	16,84			15,11	15,42			14,22	14,47		
2500	18,14				16,46	16,84			15,34	15,66		
3000	19,82				17,8				16,46	16,84		
3500	21,5				19,15				17,58			
4000	23,18				20,49				18,7			
4500	24,96				21,84				19,82			
5000	26,54				23,18				20,94			
5500	28,22				24,53				22,06			
6000	29,91				25,87				23,18			
6500	31,59				27,22				24,3			
7000					28,56				25,42			

De fält som i tabell 2 är grönmärkerade innebär att för det givna antalet leveranser med det givna antalet pallar per leverans är billigare att använda sig av ledsagning än samlastning. De röda fälten i tabellen betyder istället att samlastning kostnadsmissigt är ett bättre alternativ. De vita fälten innebär att kapaciteten vid röntgen överskrids för det antalet leveranser och pallar. För att kunna ta emot leveranserna krävs att arbetet utförs mer effektivt. Ett alternativ till detta är att en utökning av arbetstiden görs, vilket för ledsagningsalternativet inte är möjligt.

Tabell 3, 4 och 5 visar kostnaderna för samlastning vid 60, 75 respektive 90 % effektivitet. Kostnaderna är även i dessa tabeller uttryckta i miljoner kr och beräknade för 1 år med byggnationer. I de tre tabellerna som berör samlastning innebär en grön markering att samlastning är ett billigare alternativ än ledsagning. Röd markering innebär att ledsagning är ett billigare alternativ. De fält som är markerade med orange betyder att effektiviteten i arbetet är lägre än vad tabellen anger. Det är med andra ord möjligt att med samlastning eller ledsagning utföra arbetet på en kortare tid än den angivna tiden. Att utföra arbetet under kortare tid är billigare på grund av att lön då behöver betalas ut till de anställda under en kortare tid. Eftersom arbetet är möjligt att utföra under ett kortare tidsspann och till en lägre kostnad har kostnaden för att utföra

arbetet under ett längre tidsspänn med lägre effektivitet ej beräknats. I tabellerna för samlastning finns även här vita rutor som innebär att kapaciteten vid röntgen överskrids. Vid samlastningen finns däremot alternativet att utöka arbetstiden till upp till 24 timmar per dygn. Trots detta finns det fall där antalet leveranser och antalet pallar per leverans är så högt att kapaciteten överskrids även då arbetet utförs dygnet runt.

Tabell 3. Kostnaden för materialhantering då samlastning används uttryckt i miljoner SEK. Effektivitetsnivån är 60 %.

	Samlastning															
Procent effektiv arbetstid	60															
Antal pallar per transport	5				15				25				34			
Antalet arbetstimmar per dygn	7	13	18	24	7	13	18	24	7	13	18	24	7	13	18	24
Antal leveranser per kvartal																
500	10,7				12				13,22				14,31			
1000	11,72				14,16				16,59				19,81			
1500	12,67				16,13				21,04				24,51			
2000	13,61				18,47				24,59				30,63			
2500	14,55				21,71				29,41							38
3000	15,49				23,97				33,4							43,72
3500	16,43				26,23						39,46					
4000	17,37				28,49						43,75					
4500	18,31				32,15						48,05					
5000	19,25				34,74											
5500	20,19				37,33											
6000	21,14							41,91								
6500	22,08							44,62								
7000		24,06						47,33								

Tabell 4 Kostnaden för materialhantering då samlastning används uttryckt i miljoner SEK. Effektivitetsnivån är 75 %.

	Samlastning															
Procent effektiv arbetstid	75															
Antal pallar per transport	5				15				25				34			
Antalet arbetstimmar per dygn	7	13	18	24	7	13	18	24	7	13	18	24	7	13	18	24
Antal leveranser per kvartal																
500	10,68				11,81				12,95				13,97			
1000	11,51				13,78				16,05				18,1			
1500	12,35				15,75				19,16				23,35			
2000	13,18				17,72				23,38				27,67			
2500	14,01				19,69				26,62						33,4	
3000	14,85				22,72				29,87						38,31	
3500	15,68				24,77						34,62				45,31	
4000	16,52				26,83						38,3				50,44	
4500	17,35				28,88						43,98					
5000	18,19				30,94						47,82					
5500	19,02						34,31				51,66					
6000	19,85						36,63									
6500	20,69						38,95									
7000	21,52						41,26									

Tabell 5. Kostnaden för materialhantering då samlastning används uttryckt i miljoner SEK. Effektivitetsnivån är 90 %.

	Samlastning															
Procent effektiv arbetstid	90															
Antal pallar per transport	5				15				25				34			
Antalet arbetstimmar per dygn	7	13	18	24	7	13	18	24	7	13	18	24	7	13	18	24
Antal leveranser per kvartal																
500	10,61				11,69				12,77				13,74			
1000	11,37				13,53				15,7				17,65			
1500	12,13				15,38				18,62				22,57			
2000	12,89				17,22				22,57				26,63			
2500	13,66				19,07				25,61				30,69			
3000	14,42				20,91				28,66				36,17			
3500	15,18				23,8				31,7				40,72			
4000	15,95				25,72				36,1				47,28			
4500	16,71				27,63				39,51				52,02			
5000	17,47				29,55				42,92							
5500	18,24				31,46				48,35							
6000	19				33,38				51,89							
6500	19,76				36,6				55,43							
7000	20,53				38,71											

Med hjälp av tabellerna ovan går det att dra slutsatsen att det är kostnadsmässigt mer fördelaktigt att samlasta då lastbilar ankommer med få pallar per transport. Då antalet pallar per leverans är högre är det istället ledsagningsalternativet som har den lägsta kostnaden. När det gäller ledsagning finns det som tidigare belysts i kapitel 6.1.1 en begränsning i hur många pallar som kan tas in till airside per dygn. Denna begränsning för ledsagning syns tydligt i tabell 2 där flera fält är vita på grund över att kapaciteten överskrids. Var gränsen för max antal pallar går varierar beroende på hur effektivt de anställda arbetar samt hur många timmar de arbetar. Jämförs ledsagning med samlastning är det tydligt att samlastning möjliggör att fler pallar kan tas in till airside per dygn. En förklaring till detta är att man i samlastningsfallet utökar arbetstiden för att hantera det ökade trycket.

Görs en jämförelse mellan tabellerna som redovisar olika effektivitetsnivåer framgår det att en högre effektivitetsnivå ger en lägre kostnad. Orsaken är att vid en högre effektivitetsnivå hinner fler pallar tas emot under en begränsad tid än vad som hinns med om effektivitetsnivån är låg. Kostnaden för ledsagning respektive samlastning per dygn är beroende av hur många timmar de anställda arbetar under ett dygn. Hinner de anställda ta emot exempelvis 10 leveranser under en dag blir kostnaden per leverans 10 gånger så hög som om 100 leveranser hinns med under ett dygn. På så vis ger en hög effektivitet en lägre kostnad per pall.

För att kunna jämföra kostnader för alternativ som inte anges i tabellerna ovan har ett snabbverktyg tagits fram. I snabbverktyget som redovisas i figur 15 kan antalet leveranser per kvartal, antalet pallar per leverans, de anställdas effektivitet, år med byggnationer, area för området som behövs samt arbetstider väljas fritt. Snabbverktyget beräknar därefter den totala kostnaden för ledsagning respektive samlastning. I snabbverktyget redovisas även tiden för det kritiska momentet att röntga pallar. Denna tid måste jämföras med tiden som presenteras i den rödmarkerade rutan nedanför. Den visar den maximala tiden som de anställda kan utföra arbetet på vid den valda effektivitetsnivån. Överskrids denna tid innebär det att kapaciteten är nådd.

SNABBVERKTYG	
Antal transporter per kvartal	2000
Antal pallar per leverans	15
Procent effektiv arbetstid [%]	75
Antal år med byggnationer	1
Antal arbetstimmar per dygn för ledsagning [tim]	7
Antal arbetstimmar per dygn för samlastning [tim]	18
Markarea för röntgen och ytor runt omkring [m2]	5000
Markarea för röntgen, samlastningslokal och ytor runt omkring [m2]	5000
Effektiv arbetstid som behövs vid ledsagning [tim]	3,831417625
Får ej överskrida denna tid! [tim]	5,25
Effektiv arbetstid som behövs vid samlastning [tim]	3,831417625
Får ej överskrida denna tid! [tim]	13,50
Total kostnad ledsagning [miljoner kr]	15,42
Total kostnad samlastning [miljoner kr]	19,38

Figur 15. Snabbverktyg

6.2 Andra aspekter som påverkar metodval

I detta kapitel utreds ifall det finns andra aspekter än ekonomiska som påverkar valet av metod för transport av material in till flygplatsen. Olika ämnen belyses och ställs mot information från rapportens teoridel. Först berörs delar inom bygglogistik och slöserier. Därefter vidrörs samlastning, vad det kan ha för inverkan på miljön samt vilka ej påverkningsbara faktorer som uppkommit. Slutligen lyfts och diskuteras tredjepartslogistik och ur vilken aspekt detta kan röra frågan.

6.2.1 Analys av bygglogistik och slöserier

Byggproduktionen är i många avseenden väldigt ineffektiv. Förekomsten av olika typer av störningar och förseningar menar Ekeskär (2016) hör till vanligheten och han menar även att yrkesarbetare ofta får stå för materialhantering istället för att utföra sina ordinarie arbetsuppgifter. Detta tillsammans med väntetider samt att onödiga transporter av material sker inne på byggarbetsplatserna, pekar Josephsson och Saukkoriipi (2005) på är former av slöserier vilka inte bidrar till någon värdeökning i projekten. Genom att använda sig av en välplanerad bygglogistik likt den man planerar att utföra för transporter till Arlanda, undviks slöserikategorierna och byggarbetarna kan skapa mer värde ute i projekten. Vid användning av samlastning

kommer något färre transporter än vid ledsagning köra in till byggarbetsplatserna på airside. Därav kommer byggarbetarna vid samlastningsalternativet inte bli störda i sitt arbete lika ofta som vid alternativet för ledsagning. Detta talar för att samlastning är att föredra.

Lager är ytterligare en slöserikategori som Johsephsson och Saukkoriipi (2005) tar upp. Att använda sig av lager medför extra kostnader för etablering samt extra materialhantering för förflyttning av material till lokal. Detta skulle följaktligen kunna ses som en nackdel vid användning av samlastning som transportalternativ, i och med att en samlastningslokal med lagringsmöjligheter skulle behöva byggas.

En annan typ av lagerföring är den som kan ske ute på byggarbetsplatser. Då material ankommer innan det ska användas måste det lagras på byggarbetsplatsen. Agapiou (2010) menar att detta är något som i mesta möjliga mån bör undvikas. I Arlandafallet finns inte möjlighet till lagring på plats då ytorna är begränsade. Genom att använda sig av planeringsverktyg och logistikplanerare för att samordna leveranser går det att komma ifrån problemet med tidiga leveranser. Vid användning av LogNet krävs dock mer planering än i vanliga fall. Då LogNet kommer vara en grundpelare för samordningen av transporter kommer arbetet inne på byggarbetsplatserna kunna flyta på som det ska som en följd av att leveranserna anländer enligt överenskommet.

6.2.2 Analys av samlastning och fyllnadsgrad

Det har under arbetets gång framkommit att det finns en faktor som endast är styrbar av särskilda yrkesroller i materialflödeskedjan. Fyllnadsgraden på de transporter som ankommer till flygplatsen är en sådan faktor. Där är det materialbeställaren som beroende på hur denne väljer att utföra sina beställningar, avgör vilken fyllnadsgrad transporter kommer ha vid ankomst. Väljer materialbeställaren att göra många småbeställningar där varje order resulterar i en enskild leverans, kommer fyllnadsgraden bli betydligt lägre än om denne hade klumpat ihop orderarna och endast gjort en beställning. Om det redan från början planeras att leveranser som ankommer ska ha högsta möjliga fyllnadsgrad, kommer det inte finnas ett lika stort behov av att samlasta. Som kan utläsas av värden ur Tabell 2 kommer ledsagning i detta fall vara det mest fördelaktiga alternativet att använda sig av.

Att använda sig av samlastning, inte bara in till flygplatsen utan även från leverantörer till flygplatsen skulle enligt Lumsden (2012) inte bara ge en kostnadsminskning då färre lastbilar kör, utan även en miljömässig förbättring då utsläppen av bland annat koldioxid minskar. En fördel med att endast låta en samlastningsbil av mindre storlek och inte flertalet stora långtradare köra in på flygplatsen är att framkomligheten ökar och det blir mindre risk för störningar av trafikflödet inne på flygplatsområdet. Då det enligt Sundquist (2014) ofta är trångt och svårframkomligt på byggarbetsplatserna skulle en lösning av detta slag vara fördelaktigt. Att sluta avtal med särskilda leverantörer eller med leverantörer sinsemellan att använda samlastning skulle även kunna vara ett sätt att bidra till färre och mer samlade leveranser, men skulle enligt Lumsden (2012) kräva mer och noggrannare planering.

6.2.3 Analys av tredjepartslogistik

Att till ett projekt ta in en tredjepartslogistiker som sköter samordningen av logistiken, menar Ekeskär (2016) är ett sätt att effektivisera arbetet på en arbetsplats. Till projekten på Arlanda används både logistikplanerare och planeringsverktyg för samordning av logistiken. I och med användningen av dessa verktyg styrs flödena från utsidan, genom säkerhetskontrollen och till projekten på ett kontrollerat sätt, samtidigt som övriga yrkesgrupper runt omkring kedjan kan sköta sina arbeten smärtfritt. På så sätt tillåts byggarbetarna göra värdeskapande arbete under sin arbetstid, vilket Ekeskär (2016) visar på är viktigt. Genom användningen av verktygen möjliggörs alternativet med samlastning, vilken utan planeringen bakom inte hade varit genomförbar.

Att även använda sig av intransporter av material under kvällstid, skulle bidra till att mycket tid som tidigare inte utnyttjats kan användas. För ledsagning skulle detta innebära att man även under tiden då byggarbetsplatserna håller stängt skulle kunna köra in material som dagen därpå kan användas direkt, varpå mycket tid kan tjänas in. Vid samlastningsfallet skulle man även där kunna arbeta fler timmar och på så sätt spara in tid. Men framför allt skulle färre förare och lastbilar krävas, då det är möjligt att köra ut samma mängd material under en längre tidsperiod. Oavsett val av inkörningmetod menar Ekeskär (2016) att tid skulle kunna sparas och arbetet effektiviseras vid användning av en tredjepartslogistikens intransporttjänst.

7 Slutsats

Följande kapitel beskriver de slutsatser som arbetet resulterar i. Först beskrivs förutsättningarna för bygglogistiken och hur leveranserna förväntas tas omhand. Därefter presenteras resultatet av att använda sig av ledsagning och samlastning. Vidare lyfts andra aspekter som kan påverka valet av transportmetod. Slutligen ges rekommendationer för hur bygglogistiken på Arlanda kan utföras effektivt.

7.1 Förutsättningar för bygglogistiken

Rapporten har utrett hur leveranser av byggnadsrelaterat material ska transporteras in till byggprojekten på airside på Arlanda flygplats. Till att börja med kommer en checkpoint att byggas. Samtliga airsideleveranser får checkpointen som leveransadress och därifrån fås sedan vidare vägbeskrivning. Tack vare användningen av en checkpoint kontrolleras flödet av tung trafik på de vältrafikerade vägarna vid flygplatsen. Transporterna kommer dessutom att planeras med hjälp av ett planeringsverktyg vid namn LogNet.

För transporter av material till airside finns två alternativa tillvägagångssätt. Det första alternativet är att alla ankommande transporter kör in med det materialet de ska leverera hela vägen till byggarbetsplatsen på airside. Då få av de ankommande förarna har tillstånd att själva köra omkring på airsideområdet krävs i detta fall att lastbilen ledsagas runt. Det andra alternativet är istället att samlasta materialet. I detta fall kör lastbilen efter godkännande vid checkpoint vidare till röntgen där materialet lastas av. Efter avlastningen lämnar lastbilen området. Materialet röntgas och ställs därefter på en samlastningsyta. Samlastningsbilar lastas fulla och materialet körs ut av egna anställda lastbilschaufförer.

7.2 Ledsagning och samlastning

Ledsagning och samlastning medför olika stora kostnader beroende på hur många leveranser som ankommer per kvartal och hur många pallar varje leverans kommer med. Vid transporter med låg fyllnadsgrad generellt är mer ekonomiskt att samlasta materialet. Vid högre fyllnadsgrad är ledsagning det billigaste alternativet.

Rapporten har visat på att röntgen av material är den aktivitet som utgör den största begränsningen i hur mycket material som kan tas in till airside. Endast en röntgen för byggnadsmaterial kommer att finnas tillgänglig. Arbetet med att röntga pallar utförs av en securityarbetare och är inte möjligt att effektivisera genom att anställa mer säkerhetspersonal.

För ledsagning finns en begränsning i hur många timmar per dygn som material kan tas emot och röntgas. Då det är samma förare som ankommer med material som ska leverera det till mottagaren på byggarbetsplatsen kan detta endast utföras under sju av dygnets timmar eftersom byggarbetarna behöver vara på plats för att kunna ta emot materialet.

Används samlastning gäller fortfarande att materialet endast kan tas emot under sju timmar. Vad som skiljer samlastning från ledsagning är dock att röntgen av material, som är en kritisk aktivitet, kan utföras under alla dygnets timmar. Anledningen till

detta är att material som röntgas under de timmar byggarbetarna inte är på plats läggs på en samlastningsyta och körs ut under nästa dag.

Ledsagning innebär vissa problem. Då antalet leveranser per kvartal och på så vis också antalet pallar per dygn ökar är det inte längre möjligt att använda sig av ledsagning. På grund av begränsningen som finns i arbetstid vid ledsagningsalternativet är samlastning i dessa fall det enda alternativet. Troligen kommer gränsen för när det är möjligt att använda ledsagning överskridas under de kvartal som flest byggnationer pågår på Arlanda. Slutsatsen är därför att det inte kommer att vara möjligt att utföra de kommande byggnationerna utan att arbeta med samlastning av material.

7.3 Andra aspekter som påverkar

När det kommer till andra aspekter än de ekonomiska som kan ha inverkan på vilket metodval som är lämpligast att göra, kan några slutsatser dras. Att ha en välplanerad bygglogistik är en mycket viktig del att beakta vid transporter in till Arlanda, därför att uppkomsten av störningar som förseningar och onödig materialhantering kan undvikas i transportkedjan. Att använda sig av tredjepartslogistik är ett sätt att effektivisera arbetet på arbetsplatsen. Resultatet av att använda sig av en sådan tjänst är att yrkesarbetare tillåts göra värdeskapande uppgifter samtidigt som tid sparas och arbetet blir effektivt. Att använda sig av intranporter under kvällstid är även det mycket fördelaktigt eftersom ytterligare tid av dygnet då kan användas. Hur materialbeställare väljer att lägga sina ordrar är sedan det som avgör hur stor fyllnadsgraden är på ankommande leveranser. Det är en faktor som endast den specifika yrkeskategorin kan styra, men som spelar stor roll för vilket transportalternativ som är lämpligast att använda sig av.

7.4 Rekommendationer

- Samlastning bör användas. Det kommer ej vara möjligt att under de arbetstider som idag gäller klara sig med endast ledsagning utan att byggprojekten blir försenade då antalet leveranser per dygn är högt. Vid låg fyllnadsgrad är det mer ekonomiskt att samlasta. Vid hög fyllnadsgrad är ledsagning det mest lämpliga alternativet.
- Det är fördelaktigt att använda sig av en tredjepartslogistikers tjänst att ta emot material på byggarbetsplatsen efter arbetstid. På så vis kan ledsagning användas under fler av dygnets timmar alternativt kan samlastningsbilarna köra ut med pallar under en större del av dygnet. Detta ger att färre samlastningsbilar kommer att behövas.
- Om entreprenören kan sluta avtal med leverantörer så leveranserna blir mer samlade uppnås högre fyllnadsgrad. Färre leveranser kommer då att anlända till checkpoint och trängseln kommer att minska. Detta är fördelaktigt ur bygglogistiksynpunkt.
- På grund av platsbrist för att förvara material på airside bör leveranser planeras noga och levereras just-in-time. På så vis undviks onödig materialförflyttning och risken för att material tar skada vid förflyttning eller lagerhållning minskas. Just-in-time bidrar också till att yrkesarbetarna kan utnyttja tiden till värdeskapande arbete istället för materialhantering.

8 Referenser

- Agapio, A., Clausen, L-E., Flanagan, R., Norman, G. och Notman, D. (2010). The role of logistics in the materials flow control process. *Construction Management and Economics*, Volym (16:2), 131–137. doi 10.1080/014461998372420
- Alfredsson, M., Hertz, S. (2003). Strategic development of third party logistics providers *Volym* (32), 139–149
- Aronsson, H., Ekdahl, B. och Oskarsson, B. (2013). *Modern logistik - för ökad lönsamhet* (4. uppl.). Malmö: Liber AB
- Bygglogistik. (2017). *Enkelt men jättesvårt*. Hämtad från <http://bygglogistik.se/logistiktjanster/> (2017-03-22)
- Ekeskär, A. (2016). *Exploring Third-Party Logistics and Partnering in Construction: A Supply Chain Management Perspective*. Norrköping: Linköping University Department of Science and Technology
- Ekeskär, A., Rudberg, M. (2015). Third-party logistics in construction: the case of a large hospital project. *Construction Management and Economics*, Vol (34), 174–191. doi 10.1080/01446193.2016.1186809
- Hulthén, K., Sundquist, V., Gadde, L-E. och Eriksson, V. (2017). *Logistikens roll i effektiva byggprocesser: En forskningsrapport från Sveriges byggindustrier*. Sveriges Byggindustrier. Hämtad från www.sverigesbyggindustrier.se
- Jonsson, P., Mattsson, S-A. (2016). *Logistik: Läran om effektiva materialflöden* (3:e uppl.). Lund: Studentlitteratur AB
- Jonsson, P. (2008). *Logistics and Supply Chain Management*. Berkshire: McGraw-Hill Education
- Josephsson, P-E., Saukkoriipi, L. (2005). *Slöseri i byggprojekt: Behov av ett förändrat synsätt* (nr 0507) Göteborg: FoU-Väst
- Lantz, A. (2007). *Intervjumetodik* (2. uppl.). Lund: Studentlitteratur AB
- Linden, S., Josephson P-E., (2013). In-housing or out-sourcing on site materials handling in housing?. *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol (11) No. 1, 90–106. doi 10.1108/17260531311309152
- Lumsden, K. (2012). *Logistikens grunder* (3:e uppl.). Lund: Studentlitteratur AB
- Mattsson, S-A. (2012). *Logistik i försörjningskedjor* (2:a uppl.). Lund: Studentlitteratur AB

- Ottosson, M. (2005). *Handbok Samordnade godstransporter i stadsmiljö: Logistikcentraler* (Trendsetter, 2005:18) Stockholm: Environment and Health Administration
Hämtad från
www.stockholm.se/.../D9_1_%201_Handbok_samordnade_godstransporter.pdf
- Révai, E. (2013). *Byggstyrning* (4. uppl.). Stockholm: Liber AB
- Sandberg, E. (2015). *Logistik och strategi: -för lönsamhet och tillväxt*. Lund: Studentlitteratur AB
- Sundquist, V. (2014). *The Role of Intermediation in Business Networks* (Xavhandling, Chalmers, Department of Technology Management and Economics)
- Sundquist, V. (2017). *Logistikens roll i tät stadsmiljö*. [Powerpoint-presentation].
http://www.cmb-chalmers.se/wp-content/uploads/2017/04/Presentation_Viktor_Sundquist.pdf (2017-04-07)
- Thomas, H., Sanvido, V. and Sanders, S. (1989). Impact of material management on productivity - a case study. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol (115) No. 3, 370–84. doi 10.1061/(ASCE)0733-9364(1989)115:3(370)
- Thunberg, M. (2016). *Developing a Framework for Supply Chain Planning in Construction* (Xavhandling, Linköping University, Department of Science and Technology)

BILAGOR

Bilaga 1-Intervjufrågor Arlanda

Om den som blir intervjuad:

- Vad heter du?
- Vad har du för arbetsroll?
- Hur länge har du arbetat som det, och har du haft tidigare roller som lett fram till denna?
- Kontaktuppgifter/mailadress?

Checkpoint

Om gamla kontrollområdet:

- Hur många kvm är området?
- Hur många bilar får plats att vänta vid kontrollplatsen idag?
- Var är det placerat i dagsläget?
- Vad finns där?

Om nya checkpointområdet:

- När ska checkpointen anläggas?
- Vem bygger/bekostar den?
- Hur stort kommer området som tillhör checkpointen att bli?
- Hur långt avstånd kommer det vara från checkpoint till byggarbetsplatsen?
- Hur lång tid kommer det ta att ta sig till airside från checkpoint?
- Vad avgjorde var checkpointen ska placeras?
- Hur många bilar kommer den nya checkpointen ha plats för?
- Vad kommer finnas där?
- Vilken interaktion/kommunikation sker mellan checkpoint och leverantör och chaufför? På vilket sätt, vad kommuniceras, vem är inblandad?

Om de som arbetar där:

- Vilka arbetar där?
- Vem/vad styr vilka bilar som får komma in och när de får leverera sin last?

Leveranser:

- Har ni koll på var transporterna befinner sig på vägen och om de är i tid eller försenade?
- Hur tidig och hur sen får man vara för att det ska räknas som att man är i god tid?
- Hur länge kan en bil få vänta på området innan dess leveranstid infaller?
- Vart skickas lastbilar som är flera timmar för tidiga?
- Om man kommer sent vad händer då?
- Om det betyder att man får vänta längre hur tar man hänsyn till om bygget är i stort behov av materialet för att komma vidare i arbetet?
- Kommer både byggmaterial och övrig logistik hanteras på samma ställe?
- Hur görs det idag?

- Hur kommer det fungera i framtiden med den nya checkpointen?
- Hur ser lagringsmöjligheterna ut inne på byggena?
- Görs beställningar från bygget och att t.ex arbetsledaren bokar in en tid i planeringssystemet då lastbilen ska komma?
- Vad händer om de på byggarbetsplatsen inte har möjlighet att ta emot leveranser som de har beställt t.ex pga att de inte ligger i fas i bygget eller att det inte finns plats att förvara materialet på?
- Hur många procent av de lastbilar som kommer med material har tillstånd att utan vägledning köra inne på airside?
- Kontrolleras det ifall det finns brister på materialet, t.ex. om det är skadat innan det transporteras in genom säkerhetskontrollen till byggarbetsplatsen?
- Kontrolleras det att det är i rätt mängd?

Kontrolleringsprocessen

Föraren:

- Hur kontrolleras föraren till lastbilen?
- Vad är tillåtet/inte tillåtet att föraren har med sig?
- Hur lång tid tar kontrollen?
- Vad händer om föraren har saker som inte får tas med in på airside?
 - Slängs det?
 - Tas det omhand så att han får tillbaka det efter transporten är klar?
 - Snus och cigaretter?
 - Personliga saker?
- Finns det några förbättringsåtgärder som skulle kunna göras i denna process för att det ska gå snabbare att genomföra?

Personal:

- Kontrolleras alla yrkesarbetare innan de ska in till airside?
- Hur går kontrollen till?
- Hur lång tid tar det?
- Ligger arbetsbodarna inne på airside eller måste arbetarna passera genom säkerhetskontroller vid varje rast?

Bilen:

- Hur kontrolleras lastbilen?
- Hur noga genomsöks alla små utrymmen som under säten m.m?

Lasten:

- Hur kontrolleras lasten?
- Kontrolleras olika material på olika sätt?
- Hur lång tid tar kontrollen?
- Hur lång tid tar av- och pålastning av lastbilarna inför kontrollerna?
- Kan man på något sätt öka effektiviteten i denna process?
- Är det någon del av processen som tar extra lång tid, eller är extra svår?
- Vad finns det för svårigheter?
- Vilka maskiner används vid av och pålastning?
- Kan flera lastbilar kontrolleras samtidigt?

- Behövs mer personal på plats för att göra samlastning av materialet
- Finns det något lager för samlastning av material
- Vad skiljer sig kostnadsmässigt mellan alternativen?
- Behövs mer yta för något av alternativen?
- Hur länge kan man samla för gemensam transport om dom behöver materialet nu? hur tar man hänsyn till det? t.ex vid sena transporter.

Verktyg och maskiner:

- I vanliga fall får man ju inte ha med sig verktyg in genom säkerhetskontrollen, hur gör man när man ska bygga saker innanför säkerhetskontrollen?
- Hur fungerar det säkerhetsmässigt om hantverkare ska bygga/laga något i de offentliga miljöerna innanför säkerhetskontrollerna, där det ständigt rör sig människor?

Om- och tillbyggnationerna

- Varför gör man så stora satsningar på Arlanda just nu?
- Hur vet man att det kommer öka till 40 miljoner resenärer år 2040?
- Vad ingår i om- och tillbyggnationerna som ska göras på och kring Arlanda?
- När planerar man vara "klar"?
- Vad är målet med området när det är färdigbyggt?

Bilaga 2 - Intervjufrågor Bygglogistik

Historia

- Hur ser din bakgrund ut inom byggbranschen?
- När startades företaget?
- Hur har företaget utvecklat sig genom året?

Företaget idag

- Vilka samarbetar ni med?
- Vad har ni för mål i Svensk Bygglogistik?
- Hur fungerar de logistikanalyser ni gör och när görs dessa?
- Vad innebär er tjänst logistikentreprenad?
- Hur fungerar er intransportentreprenad?
- Vem kan jobba i logistikpatrullen i er intransportsentreprenad?
- Vad använder ni er för program för att samordna logistiken?

Bilaga 3 - Intervjufrågor LogNet-kurs

Start

- Hur uppkom LogNet?
- Varför skapades det?
- När skapades det?
- Av vem?
- När upptäckte man att man hade ett behov av det?
- Tog det lång tid från att det skapades till att användningen av det kom igång?

Användning

- Vad används det till?
- Av vem används det?
- Finns det andra användningsområden än vid byggprojekt?
- Om LogNet används vid ett projekt, är det ni som styr det eller köper företag in sig att få använda er tjänst?
- Hur ofta använder ni det? Dagligen?
- Anmäler leverantören själv sin leverans i LogNet eller är det den som ska ta emot leveransen som gör det?
- Hur går leverantörer tillväga för att göra en registrering i LogNet?
- Är det en fast tid på 5 dagar innan leverans man måste säga till för att sedan få leverera, eller är detta just i Arlandafallet?
- Vad händer om en leverans inte kommer vid det angivna tillfället, får den leverera direkt, får man inte leverera alls eller får man en ny tid? Får man något slags vite?

Förbättringspotential

- Finns det några funktioner i LogNet som inte fungerar så bra, som ni skulle kunna utveckla för att få programmet att fungera bättre?
- Finns det några andra alternativ till LogNet? Hur gör dom som inte använder det?

Bilaga 4 - Beräkningsförklaring

Ledsagning

1. Genomsnittligt antal transporter som ankommer per kvartal väljs för beräkning.
2. Antal arbetsdagar per vecka är 5 då det är så många dagar som byggarbetsplatserna antas vara öppna och kan ta emot leveranserna.
3. Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt väljs för beräkning.
4. $\text{Genomsnittligt antal transporter per dygn} = \text{Genomsnittligt antal transporter per kvartal} / ((365 - (7 - \text{Antal arbetsdagar per vecka}) * 52) / 4)$
5. Genomsnittligt antal pallar per transport väljs för beräkning.
6. $\text{Genomsnittligt antal pallar per dygn} = \text{Genomsnittligt antal transporter per dygn} * \text{Genomsnittligt antal pallar per transport}$

Leveransplanerare

7. Tid för att ta emot en lastbil vid checkpoint ≈ 10 min
8. $\text{Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim]} = (\text{Genomsnittligt antal transporter per dygn} * \text{Tid för att ta emot en lastbil vid checkpoint [min]}) / 60$
9. $\text{Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser} = \text{Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim]} / (7 * \text{Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [\%]} * 0,01)$
10. $\text{Antalet timmar som leveransplanerarna tar emot transporter per person och dygn [tim]} = \text{Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim]} / \text{Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser}$
11. $\text{Kostnad för en leveransplanerare} \approx 600 \text{ kr/tim}$
12. $\text{Total kostnad för leveransplanerare [kr/dygn]} = \text{Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser} * \text{Kostnad för en leveransplanerare [kr/tim]} * 7$

Ledsagare

13. Tid för en ledsagning ≈ 30 min
14. $\text{Antalet transporter som behöver ledsagning per dygn} = \text{Genomsnittligt antal transporter per dygn}$
15. $\text{Totalt antal timmar för alla ledsagningar per dygn [tim]} = (\text{Tid för en ledsagning [min]} * \text{Antalet transporter som behöver ledsagning per dygn}) / 60$
16. $\text{Antalet ledsagare som behövs} = \text{Totalt antal timmar för alla ledsagningar per dygn [tim]} / (7 * \text{Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [\%]} * 0,01)$
17. $\text{Antalet timmar för ledsagning per person och dygn [tim]} = \text{Totalt antal timmar för alla ledsagningar per dygn [tim]} / \text{Antalet ledsagare som behövs}$
18. $\text{Kostnad för en ledsagare} \approx 550 \text{ kr/tim}$

19. Total kostnad för ledsagare [kr/dygn] = Antalet ledsagare som behövs * Kostnad för en ledsagare [kr/tim] * 7

Securityarbetare

20. Tid för kontroll av lastbil ≈ 15 min
21. Totalt antal timmar för att kontrollera alla ankommande lastbilar per dygn [tim] = (Genomsnittligt antal transporter per dygn * Tid för kontroll av lastbil [min]) / 60
22. Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera lastbilar = Totalt antal timmar för att kontrollera ankommande lastbilar per dygn [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)
23. Antalet timmar för kontroll av lastbilar per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för att kontrollera alla ankommande lastbilar per dygn [tim] / Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera lastbilar
24. Tid för kontroll av ärende ≈ 5 min
25. Totalt antal timmar för att kontrollera alla ärenden per dygn [tim] = (Genomsnittligt antal transporter per dygn * Tid för kontroll av ärende [min]) / 60
26. Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera ärenden = Totalt antal timmar för att kontrollera alla ärenden per dygn [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)
27. Antalet timmar för kontroll av ärenden per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för att kontrollera alla ärenden per dygn [tim] / Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera ärenden
28. Tid för kontroll av förare samt ägodelar ≈ 2 min
29. Totalt antal timmar för att kontrollera alla förare samt ägodelar per dygn [tim] = (Genomsnittligt antal transporter per dygn * Tid för kontroll av förare samt ägodelar [min]) / 60
30. Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera förare samt ägodelar = Det största värdet av (Totalt antal timmar för att kontrollera alla förare samt ägodelar per dygn [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)) * 2 och 2
31. Antal timmar för kontroll av förare samt ägodelar per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för att kontrollera alla förare samt ägodelar per dygn [tim] / (Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera förare samt ägodelar / 2)
32. Tid för att röntga en pall $\approx 0,5$ min
33. Antalet securityarbetare som kan arbeta med att röntga pallar = 1
34. Antal timmar för kontroll av last vid röntgen [tim] = ((Genomsnittligt antal pallar per dygn * Tid för att röntga en pall [min]) / Antalet securityarbetare som kan arbeta med att röntga pallar) / 60
35. Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim] = Antal timmar för kontroll av last vid röntgen [tim]
36. Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten = Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)

37. Antal timmar för att hålla uppsikt på lasten per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim] / Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten
38. Kostnad för en securityarbetare ≈ 350 kr/tim
39. Total kostnad för securityarbetare [kr/dygn] = Kostnad för en securityarbetare [kr/tim] * 7 * (Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera lastbilar + Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera ärenden + Antalet securityarbetare som behövs för att kontrollera förare samt ägodelar + Antalet securityarbetare som kan arbeta med att röntga pallar + Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten)

Truckförare

40. Tid för att lasta av en pall från lastbil och lyfta upp den på röntgen $\approx 0,5$ min
41. Tid för att lasta på en röntgad pall på lastbil $\approx 0,5$ min
42. Totalt antal timmar för hantering av pallar per dygn [tim] = (Genomsnittligt antal pallar per dygn * (Tid för att lasta av en pall från lastbil och lyfta upp den på röntgen [min] + Tid för att lasta på en röntgad pall på lastbil [min])) / 60
43. Antalet truckförare som behövs = Det största värdet av (Totalt antal timmar för hantering av alla pallar per dygn [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)) och 2
44. Antal timmar för hantering av pallar per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för hantering av pallar per dygn / Antalet truckförare som behövs
45. Kostnad för en truckförare ≈ 500 kr/tim
46. Total kostnad för truckförare = Kostnad för en truckförare [kr/tim] * Antalet truckförare som behövs * 7

Truckar

47. Antalet truckar som behövs = Antalet truckförare som behövs
48. Kostnad för att hyra en truck per månad ≈ 7500 kr/mån
49. Total kostnad för truckhyra [kr/dygn] = Antalet truckar som behövs * (Kostnad för att hyra en truck per månad [kr/mån] / (30*(Antal arbetsdagar per vecka / 7)))
50. Total kostnad för ledsagning per dygn [kr/dygn] = Total kostnad för leveransplanerare [kr/dygn] + Total kostnad för ledsagare [kr/dygn] + Total kostnad för securityarbetare [kr/dygn] + Total kostnad för truckförare [kr/dygn] + Total kostnad för truckhyra [kr/dygn]

Fasta kostnader

51. Kostnad för köp av ny röntgen ≈ 5 miljoner kr
52. Kostnad för tält för röntgen ≈ 0.3 miljoner kr = 300 000 kr
53. Markarea för röntgen, samlastningslokal och ytor runt omkring väljs för beräkning
54. Kostnad för material och arbete per $m^2 \approx 100$ kr/ m^2
55. Kostnad för etablering ≈ 20 000 kr

56. Total kostnad för markarbeten [kr] = Markarea för röntgen, samlastningslokal och ytor runt omkring [m²] * Kostnad för material och arbete per m² [kr/m²] + Kostnad för etablering [kr]
57. Total fast kostnad för ledsagning [miljoner kr] = Kostnad för köp av ny röntgen [miljoner kr] + Kostnad för tält för röntgen [miljoner kr] + (Total kostnad för markarbeten [kr]) / 1 000 000
58. Antal år med byggnationer väljs för beräkning
59. Total kostnad för ledsagning [miljoner kr] = (Total kostnad för ledsagning per dygn [kr/dygn] * Antal arbetsdagar per vecka * 52 * Antal år med byggnationer) / 1 000 000 + Total fast kostnad för ledsagning [miljoner kr]

Samlastning

1. Genomsnittligt antal transporter som ankommer per kvartal väljs för beräkning.
2. Antal arbetsdagar per vecka är 5 då det är så många dagar som byggarbetsplatserna antas vara öppna och kan ta emot leveranserna.
3. Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt väljs för beräkning
4. Genomsnittligt antal transporter per dygn = Genomsnittligt antal transporter per kvartal / ((365 - (7 - Antal arbetsdagar per vecka) * 52) / 4)
5. Genomsnittligt antal pallar per transport väljs för beräkning.
6. Genomsnittligt antal pallar per dygn = Genomsnittligt antal transporter per dygn * Genomsnittligt antal pallar per transport
7. Antalet arbetstimmar per dygn väljs för beräkning.

Leveransplanerare

8. Tid för att ta emot en lastbil vid checkpoint ≈ 10 min
9. Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim] = (Genomsnittligt antal transporter per dygn * Tid för att ta emot en lastbil vid checkpoint [min]) / 60
10. Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser = Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim] / (Antalet arbetstimmar per dygn [tim] * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)
11. Antalet timmar som leveransplanerarna tar emot transporter per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för att ta emot lastbilar vid checkpoint per dygn [tim] / Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser
12. Totalt antal timmar för att planera för samlastning per dygn ≈ 8 tim
13. Antal leveransplanerare som behövs för att hantera samlastning = 1
14. Antalet timmar som en leveransplanerare som hanterar samlastning behöver arbeta per dygn [h] = Totalt antal timmar som behövs för att planera samlastning per dygn [tim] / Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera samlastning
15. Kostnad för en leveransplanerare ≈ 600 kr/tim
16. Total kostnad för leveransplanerare [kr/dygn] = Kostnad för en leveransplanerare [kr/tim] * ((Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera airsideleveranser * Antalet

arbetstimmar per dygn [tim]) + (Antalet leveransplanerare som behövs för att hantera samlastning * Antalet timmar som en leveransplanerare som hanterar samlastning behöver arbeta per dygn [tim]))

Securityarbetare

17. Tid för att röntga en pall $\approx 0,5$ min
18. Antalet securityarbetare som kan arbeta med att röntga pallar = 1
19. Antal timmar för kontroll av last vid röntgen [tim] = (Genomsnittligt antal pallar per dygn * Tid för att röntga en pall [min]) / 60
20. Antal timmar för kontroll av last vid röntgen [tim] får ej överskrida tiden [tim] = Antalet arbetstimmar per dygn [tim] * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)
21. Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim] = Antal timmar för kontroll av last vid röntgen [tim]
22. Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten = Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)
23. Antal timmar för att hålla uppsikt på lasten per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar som en securityarbetare behöver hålla uppsikt på lasten [tim] / Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten
24. Kostnad för en securityarbetare ≈ 350 kr/tim
25. Total kostnad för securityarbetare [kr/dygn] = Kostnad för en securityarbetare [kr/tim] * Antalet arbetstimmar per dygn [tim] * (Antalet securityarbetare som kan arbeta med att röntga pallar + Antalet securityarbetare som behövs för att hålla uppsikt på lasten)

Truckförare

26. Tid för att lasta av en pall från lastbil och lyfta upp den på röntgen $\approx 0,5$ min
27. Tid för att flytta pall från röntgen till samlastning $\approx 0,5$ min
28. Totalt antal timmar för att flytta pallar till/från röntgen [tim] = (Genomsnittligt antal pallar per dygn * (Tid för att lasta av en pall från lastbil och lyfta upp den på röntgen [min] + Tid för att flytta pall från röntgen till samlastning [min])) / 60
29. Antalet truckförare som behövs för att flytta pallar till/från röntgen = Totalt antal timmar för att flytta pallar till/från röntgen [tim] / (Antalet arbetstimmar per dygn [tim] * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)
30. Antal timmar för att flytta pallar till/från röntgen per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för att flytta pallar till/från röntgen [tim] / Antalet truckförare som behövs för att flytta pallar till/från röntgen
31. Tid för att lasta på pall på samlastningsbil $\approx 0,5$ min
32. Totalt antal timmar för att lasta på pallar på samlastningsbil [tim] = (Genomsnittligt antal pallar per dygn * Tid för att lasta på pall på samlastningsbil [min]) / 60
33. Antalet truckförare som behövs för att lasta på pallar på samlastningsbil = Det största värdet av (Totalt antal timmar för att lasta på pallar på samlastningsbil [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)) och 2

34. Antal timmar för att lasta på pallar på samlastningsbil per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för att lasta på pallar på samlastningsbil [tim] / Antalet truckförare som behövs för att lasta på pallar på samlastningsbil
35. Kostnad för en truckförare ≈ 500 kr/tim
36. Total kostnad för en truckförare [kr/dygn] = Kostnad för en truckförare [kr/tim] * (Antalet truckförare som behövs för att flytta pallar till/från röntgen * Antalet arbetstimmar per dygn + Antalet truckförare som behövs för att lasta på pallar på samlastningsbil * 7)

Truckar

37. Antalet truckar som behövs = Det största värdet av (Antalet truckförare som behövs för att flytta pallar till/från röntgen + Antalet truckförare som behövs för att lasta pallar på samlastningsbil) och 2
38. Kostnad för att hyra en truck per månad ≈ 7500 kr/mån
39. Total kostnad för truckhyra [kr/dygn] = (Antalet truckar som behövs * Kostnad för att hyra en truck per månad [kr/mån]) / (30*(Antalet arbetsdagar per vecka / 7))

Lastbilschaufförer + Lastbil

40. Tid för att köra ut material för en fullastad samlastningsbil ≈ 40 min
41. Antal pallar som får plats på en fullastad samlastningsbil = 18 st
42. Totalt antal timmar för att köra ut alla ankomna pallar under ett dygn [tim] = ((Genomsnittligt antal pallar per dygn / Antal pallar som får plats på en fullastad samlastningsbil) * Tid för att köra ut material för en fullastad samlastningsbil [min]) / 60
43. Antal lastbilschaufförer som behövs = Totalt antal timmar för att köra ut alla ankomna pallar under ett dygn [tim] / (7 * Procent av arbetstiden de anställda antas arbeta effektivt [%] * 0,01)
44. Antal timmar för att köra ut pallar per person och dygn [tim] = Totalt antal timmar för att köra ut alla ankomna pallar under ett dygn [tim] / Antal lastbilschaufförer som behövs
45. Antal lastbilar som behövs = Antal lastbilschaufförer som behövs
46. Kostnad för lastbil + förare ≈ 1100 kr/tim
47. Total kostnad för lastbil + förare [kr/dygn] = Kostnad för lastbil + förare [kr/tim] * Antal lastbilschaufförer som behövs * Antal timmar för att köra ut pallar per person och dygn [tim]
48. Total kostnad för samlastning per dygn [kr/dygn] = Total kostnad för leveransplanerare [kr/dygn] + Total kostnad för securityarbetare [kr/dygn] + Total kostnad för truckförare [kr/dygn] + Total kostnad för truckhyra [kr/dygn] + Total kostnad för lastbil + förare [kr/dygn]

Fasta kostnader

49. Kostnad för köp av ny röntgen ≈ 5 miljoner kr
50. Kostnad för tält för röntgen och samlastning ≈ 0.425 miljoner kr = 425 000 kr
51. Markarea för röntgen, samlastningslokal och ytor runt omkring väljs för beräkning
52. Kostnad för material och arbete per $m^2 \approx 100$ kr/ m^2

53. Kostnad för etablering $\approx 20\,000$ kr
54. Total kostnad för markarbeten [kr] = Markarea för röntgen, samlastningslokal och ytor runt omkring [m^2] * Kostnad för material och arbete per m^2 [kr/m^2] + Kostnad för etablering [kr]
55. Total fast kostnad för samlastning [miljoner kr] = Kostnad för köp av ny röntgen [miljoner kr] + Kostnad för tält för röntgen och samlastning [miljoner kr] + (Total kostnad för markarbeten [kr]) / 1 000 000
56. Antal år med byggnationer väljs för beräkning.
57. Total kostnad för samlastning [miljoner kr] = (Total kostnad för samlastning per dygn [kr/dygn] * (365 * (Antalet arbetsdagar per vecka / 7))) * Antal år med byggnationer / 1 000 000 + Total fast kostnad för samlastning [miljoner kr]