



CHALMERS

Förstudie av anläggning för pallhantering på SKF

Pre-study of pallet handling facility at SKF

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Mekanik

SARA CLASSON
JAKOB ERIKSSON

EXAMENSARBETE INOM HÖGSKOLEINGENJÖRSPROGRAMMET
MEKATRONIK

Förstudie av anläggning för pallhantering på SKF

SARA CLASSON
JAKOB ERIKSSON



CHALMERS

Institutionen för Industri- och materialvetenskap
Chalmers tekniska högskola
Göteborg, Sverige 2018

Förstudie av anläggning för pallhantering på SKF

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Mekanik

SARA CLASSON

JAKOB ERIKSSON

© SARA CLASSON, 2018

© JAKOB ERIKSSON, 2018

Handledare/Examinator: Mats Alemyr, Industri- och materialvetenskap

Examensarbete 2018 Institutionen för industri- och materialvetenskap

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Telefonnummer + 46 31 772 1000

Göteborg, Sweden 2018

FÖRORD

Detta examensarbete som är ett slutarbete av en högskoleingenjörsutbildning inom mekatronik på Chalmers Tekniska Högskola startades efter ett inledningsmöte med Kristian Klasson på SKF. Arbetet genomfördes våren 2018 där en förstudie på en anläggning som ska hantera pallar skulle utföras.

Det är många personer som har hjälpt oss genom detta examensarbete men vi skulle först vilja skicka ett extra stort tack till våra handledare på SKF, Kristian Klasson, Sofie Johansson Herou och Morgan Karlsson, som har hjälpt oss med all information och data inom SKF. Vi vill också tacka operatörer och andra personer på SKF, särskilt Mattias Liljestränd och David Lyden, som har givit viktig kunskap och information under hela projektets gång. Även Volvo Lastvagnar och Siemens som tog emot och erbjöd sin kunskap till oss, och vår examinator och handledare på Chalmers, Mats Alemyr.

Sara Classon

Jakob Eriksson

SAMMANFATTNING

Problemet är transporten av pallar som sker idag i en fabrik på SKF:s område i Göteborg, då de transporteras med persontruckar som kör en omständlig väg på utsidan av fabriken.

Syftet är att effektivisera och automatisera den nuvarande processen, detta genom att installera en anläggning för att hantera pallarna inomhus. För att senare kunna utföra denna förändring på SKF har det i detta arbete genomförts en förstudie och en nulägesanalys grundad på data från pallar, omloppstider och flöden. Utifrån detta har en lösningsprocess utförts för att komma fram till en rekommendation för dimensionering av anläggningen.

I lösningsprocessen har flera koncept för en anläggning tagits fram utifrån en kravspecifikation. Kravspecifikationen utformades efter önskemål och krav från handledare och operatörer på SKF. För att komma fram till en slutgiltig lösning har utvecklingsmetoder utförts utifrån Pugh's matris och diskussioner kring koncepten. Den slutgiltiga lösningen för anläggningen är uppbyggd efter fyra olika scenarier som anläggningen kan anpassas efter. Dessa scenarier är utformade efter vilket flöde och vad för sorts pallar de hanterar. Vilket gav fyra olika anläggningar som sammanfaller i varandra, som är uppbyggda av en vertikaltransportör och banor. Utifrån scenarierna har en teknisk specifikation skrivits gentemot SKF. Denna ska senare SKF använda som underlag för leverantör av anläggningen.

ABSTRACT

In one of SKF's factories in Gothenburg there is a problem with the transportation of the pallets. They are transported on a circumstance route where one part of the route is located outside the building. The purpose of this project is to streamline and automate this process by install a conveyor system to handle the pallets on the inside of the building. To be able to perform this change a pre-study and an analysis of how the situation look in this moment has been executed based on data from pallets, circulation times and flows. On this basis a solving process has been carried out to get a result for a recommendation for the dimensioning of the conveyor system.

Based on the requirement specification several concepts for a facility has been developed. The requirement specification was designed after requests and requirements from supervisors and operators on SKF. To be able to get to a final solution, methods for developing the concepts has been used such as Pugh's matrix. Also, discussions around the concepts has been held. The final solution is structured after four different scenarios that the equipment can be adjust after. These scenarios are designed after what flow and what kind of pallets they handle. This gave four different conveyor systems which overlaps in each other. The conveyor systems are structured by a vertical conveyor and several horizontal conveyors. Based on the scenarios a technical specification has been written in relation to SKF. SKF will later use this as a support towards suppliers of the facility.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	2
1.1 Bakgrund.....	2
1.2 Syfte	2
1.3 Avgränsningar	3
1.4 Precisering av frågeställningen.....	3
2. TEORETISK REFERENSRAM.....	4
2.1 AGV-truckar.....	4
2.2 Hel- och halvpall.....	4
2.3 Hårdvara.....	5
2.3.1 Banor.....	5
2.3.2 Vertikaltransportör	6
2.4 Styrsystem.....	6
2.4.1 Sensorer och givare.....	6
2.5 Logistik	7
3. METOD.....	8
3.1 Arbetsstruktur	8
3.2 Genomförande.....	8
3.3 Besök och intervjuer	11
3.3.1 Operatörer	11
3.3.2 Siemens	11
3.3.3 Volvo Lastvagnar.....	12
3.3.4 Elmia automationsmässan.....	12
4. ANALYS AV SITUATIONEN	13
4.1 Nulägesanalys för RK.....	13
4.2 Observation för en existerande anläggning.....	15
4.3 Kapacitetsberäkning	16
4.4 Kravspecifikation	18
5. LÖSNINGSPROCESSEN	20
5.1 Lösningförslag	20
5.2 Vidareutveckling	22
6. BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGEN	26
6.1 Vertikaltransportören	26
6.2 Scenarierna	27

6.2.1 Scenario 1	27
6.2.2 Scenario 2	29
6.2.3 Scenario 3	30
6.2.4 Scenario 4	31
6.3 Banorna.....	32
6.3.1 Cylinderbanan	32
6.3.2 Kombinerad cylinder- och kedjebana.....	33
7. TEKNISK SPECIFIKATION.....	34
7.1 Generell information	34
7.1.1 Scenario 1	34
7.1.2 Scenario 2	35
7.1.3 Scenario 3	35
7.1.4 Scenario 4	35
7.2 Mekaniska specifikationer av anläggningen.....	36
7.3 Elektriska specifikationer för anläggningen	36
7.4 Standarder och säkerhet	37
8. DISKUSSION.....	38
9. SLUTSATSER	40
REFERENSER	41
BILAGOR.....	
Bilaga 1 – En del av Excel-fil	
Bilaga 2 – Datasammanställning	
Bilaga 3 – Första Pugh's matris	
Bilaga 4 – Senare Pugh's matriser	
Bilaga 5 – Flödesschema för scenario 2 och 3	
Bilaga 6 – Flödesschema för scenario 4.....	
Bilaga 7 – Utdrag från den tekniska specifikationen, sida 7, 11 och 17.....	

BETECKNINGAR

D-fabriken	Fabrik på SKF-området som tillverkar rullager
E-fabriken	Fabrik på SKF-området som tillverkar stora rullager
RK-fabriken	Fabrik på SKF-området som tillverkar rullar till rullager
RS	Förkortningen för rullarna som är färdiga för montering
CL	Centrallagret på SKF
AGV-truckar	“Automated Guided Vehicles”, självgående truck
SAP	Datasystemet som används på SKF
P0X	Halvpallar med X antal kragar (ex. P01 har en krage)
HMI	Human-Machine Interface, ett användargränssnitt i IT-sammanhang

1. INLEDNING

Effektivisering av arbetsflöde är något alla industrier ständigt strävar efter för att förbättra och snabba på arbetsprocessen och samtidigt hålla en god kvalitet. På SKF i Göteborg har de projektet “World-class manufacturing” som är en del av deras strategi för att satsa på automatisering av alla steg i den industriella processen. Detta projektet kommer senare gå ut globalt inom SKF. [1] [2]

På SKF är det en mängd halvpallar som hanteras då detta är emballaget som används för att transportera och förvara produkter. På många industrier och flera ställen på SKF används bansystem för att transportera pallarna, detta är ett effektivt sätt som reducerar arbetsmoment och är skonsamt för pallarna.

1.1 Bakgrund

SKF grundades 1907 och är ett världsledande företag inom tekniken för lager och lagerenheter, som också innefattar tätningar, mekatronik, service och smörjsystem. SKF:s teknikutveckling syftar främst på att minska produkters miljöpåverkan under hela livscykeln, både för sig själva och för kunderna [3]. SKF Logistics Services, SLS, är en fristående enhet inom SKF som tillstår tjänster inom logistik, distribution, lagerhållning, emballage lösningar och leverans av material inom SKF och till kund. [4]

I Göteborg har SKF en stor del av sin verksamhet innehållande både fabriker och kontorsbyggnader. En av fabrikerna, RK, är där det tillverkas rullar till rullagren som sedan transporteras både till de interna fabrikerna men även ut till andra fabriker runt om i världen. I RK-fabriken sker en transport av pallarna med rullar från maskinplan till våningen under där pallarna förvaras. I dagsläget sker det manuellt med persontruckar som kör via en ramp ner och runt hörnet på utsidan byggnaden in till RS-förrådet. Detta är beroende av väder och pallarna kan ibland få vänta innan det finns tid för att frakta runt de.

SKF arbetar mot att bli mer automatiserade och vill eliminera potentiella stötskador på produkterna som kan förekomma i den transporten som sker idag. Därför är en anläggning med bansystem för pallhantering ett bra alternativ och en förstudie behöver då göras.

1.2 Syfte

Syftet med projektet är att effektivisera och automatisera den nuvarande processen i RK-fabriken genom att genomföra en förstudie för en potentiell anläggning. Detta innefattar en nulägesanalys och en teknisk specifikation, med avseende att ge SKF en teknisk specifikation för en anläggning och rekommendationer för dimensionering. Anläggningen kommer innehålla en vertikaltransportör som är kopplad till bansystem på två våningar i fabriken.

1.3 Avgränsningar

Utifrån syftet och bakgrund har dessa avgränsningar utformats.

- I projektet kommer en förstudie att göras, detta innebär att ingen montering kommer genomföras under detta projektets gång.
- Ingen fördjupning i de ekonomiska faktorerna i offertfrågan kommer att genomföras
- Det kommer inte att tas ett beslut av leverantörer för bansystem och styrsystem

1.4 Precisering av frågeställningen

Utifrån syfte och bakgrund har denna frågeställning tagits fram.

- Hur ser nuvarande situation ut och vad är kapacitetsbehovet?
- Vad måste anläggningen innehålla och anpassas efter för att uppfylla de krav som ställs?
- Hur ska den tekniska specifikationen utformas för att uppfylla SKF:s standard?

2. TEORETISK REFERENS RAM

Här förklaras de mest väsentliga delarna i anläggningen och de huvudsakliga metoderna som användes för att komma fram till en slutgiltig lösning.

2.1 AGV-truckar

AGV står för “Automated Guided Vehicle” vilket betyder att det är ett förarlöst fordon. Det finns olika typer av förarlösa fordon som automatiska vagnar, lastbärare och truckar. AGV-fordon är bra på att hantera arbetsuppgifter som är repetitiva som t.ex. att transportera en pall från plats A till plats B.

Truckarna är de fordon som klarar av högst max-vikt, upp mot 2,5 ton, och de är också de mest frigående av de olika alternativen. De kan transportera både vertikalt och horisontellt vilket gör att de kan användas i samband med olika typer av lagerställage. När en pall lämnas av på en plats i lagret så sparas denna plats i minnet, när den senare ska hämtas upp så kommer trucken ihåg pallens position och kan hämta upp den. Med hjälp av avancerad laserteknologi kan truckarna interagera med omgivningen då de känner av olika hinders position vilket ökar säkerheten och kollisioner kan undvikas [5].

2.2 Hel- och halvpall

På SKF används uttrycket “Helpall” för den standardiserade EUR-pall med måttet 1200x800 mm. Denna pall används inte så ofta i SKF:s verksamhet, mest för verktyg.



Bild 2.1, Halvpall på SKF med två kragar

På bilden ovan syns en halvpall som är en halv EUR-pall, 600x800 mm. Denna pall används flitigt som emballage på SKF för att hantera produkter. Det är efter denna pallens mått som majoriteten av bansystemen och ställagen är anpassade efter. På SKF är alltid etiketterna placerade så att det är en på långsidan och en på den högra kortsidan, så som på bilden. [6]
[7]

2.3 Hårdvara

Det finns många komponenter i anläggningar med bansystem. Här beskrivs de mest relevanta för detta projekt.

2.3.1 Banor

Det finns många olika typer av transportörer, men för tyngre gods så finns det färre alternativ. De vanligaste och mest relevanta alternativen är rullbanor och kedjetransportörer. Rullbanor, som syns på bild 2.2, består av flera cylindrar som är antingen drivna eller odrivna. En odreven rullbana kan vara graviterande vilket betyder att de har en lutning som gör att pallgodset rör sig framåt. En driven rullbana drivs av motorer kopplade till kedjor som i sin tur snurrar cylindrarna vilket gör att pallgodset transporteras framåt. Dessa rullbanor klarar en vikt upp mot 1000 kg/m.



Bild 2.2, Rullbanor

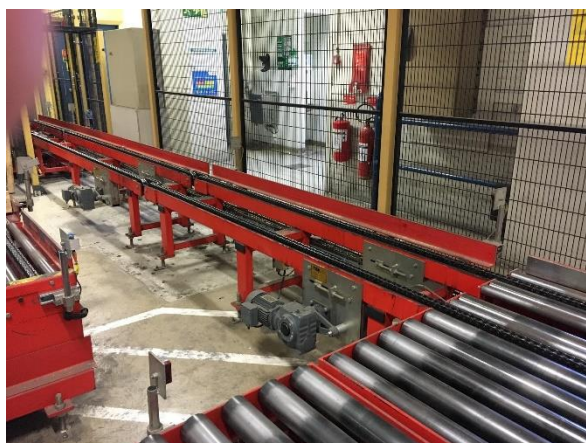


Bild 2.3, Kedjebanor

Kedjebanor, som syns på bild 2.3, består av två eller flera strängar med kedjor som transporterar pallgodset med kortsidan framåt istället för långsidan. Pallgodset vilar här direkt på kedjan som i sin tur ligger på en glidlist för att få så minimal friktion som möjligt. Denna konstruktion är väldigt smidig för att den är lätt att anpassa. Dessa transportörer klarar en vikt upp mot 1000 kg. [8]

Vridbord är integrerade i ett transportsystem för att ändra transportriktningen på pallen i ett flöde. De är anslutna till andra banor med hjälp av antingen kedjetransportörer eller rullbanor. [9]

2.3.2 Vertikaltransportör

En vertikaltransportör används för att transportera pallgods vertikalt, en typ av hiss. Transportören består av antingen drivna rullbanor, kedjor eller en kombination av dom båda för att transportera pallen horisontellt innan den vertikala transporten. För att transportera vertikalt används en utrustning med antingen vajrar eller kedjor som drivs av en motor. Det finns olika storlekar och det går att transportera pallgods till flera olika plan. Denna typ av vertikaltransportör för pallgods klarar av en tyngd upp mot 1000 kg. [8]

2.4 Styrssystem

Oftast kopplas termen styrssystem till PLC, Programmable Logic Controller, som är ett programmerbart styrssystem anpassat till styrning av maskiner och processer i industrin. Detta skapar en kommunikation mellan givare och don till överordnade datorer och databaser för bland annat produktionsplanering och underhållsplanering. [10]

För att få en mjukstart för banorna regleras spänningen i motorn så att det fås en kontrollerad acceleration. Detta görs via styrsystemet som anpassar starten utifrån belastningen [11]. För bansystem så behövs bara en extra sensor för att uppnå detta. I början på flödet när pallen ställs ner på banan, så är det endast programmeringen av styrsystemet som avgör hur snabbt pallen ska köras iväg. När pallen senare ska bromsas in mjukt, måste det sitta en sensor en bit innan stoppet som minskar spänningen successivt tills pallen stannar helt [12].

2.4.1 Sensorer och givare

Sensor är egentligen den engelska benämningen av givare, men betraktas som synonyma till varan i det svenska språket. Det är mätobjektet av ett instrument som omvandlar en insignal till en utsignal. Insignalen är en avläsning av en fysikalisk storhet som omvandlas till en utsignal bestående av en elektrisk storhet, oftast en ström eller spänning. Fysikaliska storheter som mäts kan vara temperatur, position, tryck och varvtal etc. Utsignalen används sen som signalbehandling eller avläsning i regulatorer (PLC), skrivare och panelinstrument.

I bansystem förekommer det vanligtvis positionsgivare. Det finns digitala pulsräknare, resistiva, induktiva och kapacitiva positionsgivare. Men det vanligaste för föremål i rörelse, såsom pallar på en bana, är ultraljud-, laser- och mikrovågsmätare. Principen är den att en sändare sänder ut något av de tre alternativen och sen att en mottagare tar emot den reflekterande pulsen. Genom elektronisk väg räknas avståndet ut med tidsskillnaden. [13]
[14]

2.5 Logistik

Begreppet logistik kan definieras som planering, organisation och kontroll av materialflöden. I detta projekt är mycket av nulägesanalysen kopplat till logistik. För att undvika skillnader i produktionstakter och störningar i fortsatta processen används buffertar för att få ett jämnt flöde av materialet. Vid dimensionering av buffert görs en avvägning mellan lagerhållning och kapacitetbalanseringen, och bufferten kan då användas som en säkerhet. När kapacitet beräknas syftar det på resursens förväntade förmåga att producera. För att få ut ett nettokapacitetsmått multipliceras antal tillgängliga timmar med den planerade beläggingsgraden. [15] [16]

3. METOD

Detta kapitel beskriver hur tillvägagångssättet för projektet har gått till.

3.1 Arbetsstruktur

Innan projektet startade strukturerades arbetet upp i faser, "Gater", tillsammans med handledarna på SKF. Gaterna strukturerades efter vad som skulle göras, och inte förrän allt i gaten hade levererats och godkänts påbörjades nästa gate. Den första veckan för arbetet innefattade första gaten, G0, där syftet var att lösa allt det praktiska, såsom registreringen på skolan, ifylla papper med SKF om sekretess och passerkort etc. Själva projektet delades upp i tre gater motsvarande en månads period var. Där G1 främst innehöll en nulägesanalys med orientering i projektet och problemet, som levererade en sammanfattning av logistiken och kravspecifikationen. G2 handlade om att hitta alternativ för lösningar och sedan använda metoder för att eliminera eller förbättra förslagen, som gav den fulländade lösningen till anläggningen. I G3 har den tekniska specifikationen skrivits för den slutgiltiga anläggningen och fullbordat det sista steget i projektet. Efter varje avslutad gate har ett möte ägt rum för att diskutera resultatet och fortsatt arbetsgång.

Tabell 3.1, Gantt-schema, RPS står för rapportskrivning

	v.12	v.13	v.14	v.15	v.16	v.17	v.18	v.19	v.20	v.21	v.22	v.23	v.24
G0	■												
G1	■	■	■	■									
G2				■	■	■	■	■	■				
G3									■	■	■	■	■
RPS		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

3.2 Genomförande

I projektets begynnelse, G1, utformades en nulägesanalys över RK-fabriken som bestod av flödesschema, kartläggning i layouter och datainsamling av pallar. Genom att studera den nuvarande processen för transporten av pall från tillverkningsplan till RS-lagret togs ett flödesschema fram. Från det och layouten av byggnaden kartlades rutten som är i nuläget. För dataanalysen söktes pallarna upp i programmet SAP, där all information angående pallarna finns, vilket gav en omfattande excel-fil (se Bilaga 1 som är en del av excel-filen). Denna sammanfattades utifrån dagar och tider, och gav diagram över flödena av antal pall per dag, skift och timme. I CL sammanfattades data på samma sätt och utifrån detta kunde en kapacitet räknas ut för RK-fabriken med CL som referens genom att kolla på hur många

pallar som hanteras dagligen med den bemanning som är i nuläget. Med hänsyn till detta och definitionen av problemet togs en kravspecifikation fram.

I del två av projektet, G2, skapades en flödesmodell som visar de huvudsakliga funktionerna anläggningen behöver för att vara ett fungerande system. Därefter definierades de delproblem som behövde lösas och olika lösningsförslag till problemen växte fram.

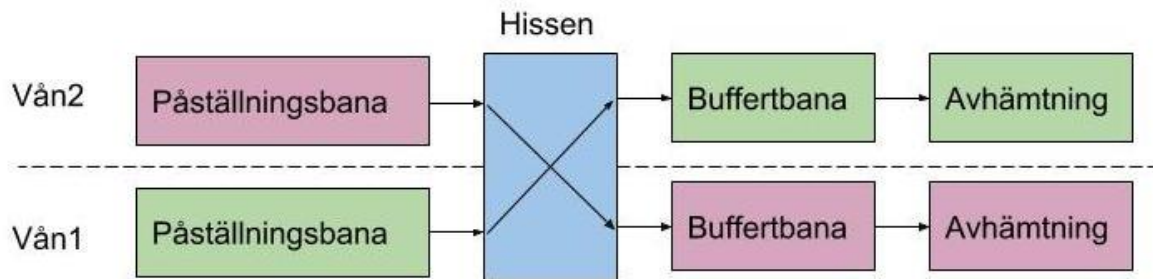


Bild 3.1, Flödesmodell över anläggningen

Flödesmodellen ovan visar vad anläggningen i RK ska innehålla, där det rosa flödet är det mer prioriterade som går nedåt. Det gröna är uppflödet som det inte läggs lika stor vikt på. Påställningsbana är banan där pallarna ställs på och är början på flödet för bansystemet. Buffertbana är den bana pallarna åker ut på efter de har transporterats mellan våningarna. Detta utnyttjas som en buffertplats för att kunna samla ihop pallarna för en viss tid, för att kunna ligga i fas med kanalernas produktion och alltid kunna ha ett konstant flöde. Detta gör också banan kan fyllas på utan att direkt behöva tömmas, vilket betyder att operatörerna inte behöver åka ner efter varje pall. Avhämtningsbana är slutet av buffertbanan där pallarna hämtas för att senare transporteras till ställagen.

Utifrån denna och med hänsyn till kravspecifikationen och den plats som tilldelats för bansystemet togs det fram flera olika koncept. Detta gav början till lösningsprocessen där grundläggande ritningar över koncepten skissades upp för hand. Skisserna innefattade en vertikaltransportör med bansystem i de områden som fanns tillgängliga på båda våningarna.

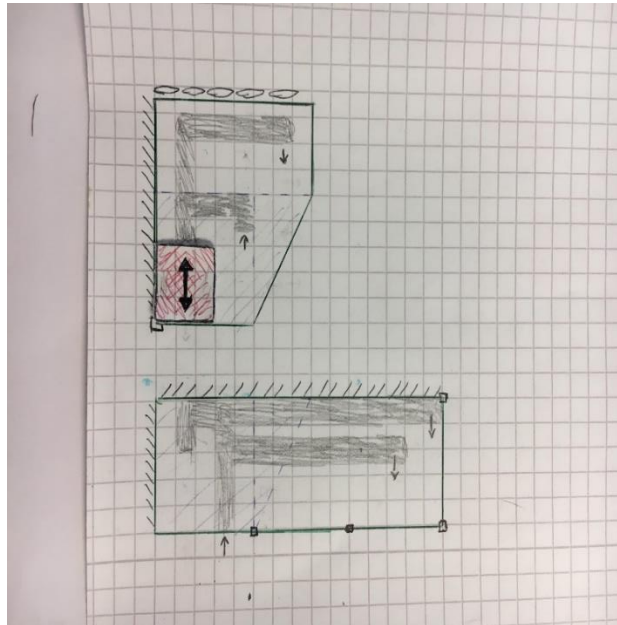


Bild 3.2, Grundläggande skiss för lösning

På bilden ovan representerar den övre figuren våning 2 och den nedre visar våning 1. Detta är en av 15 stycken skisser som är lösningsalternativ för anläggningen. Dessa gav basen för lösningsprocessen som började med att jämföra alternativen med varandra utifrån Pugh's matris. Kriterierna sattes efter önskemålen i kravspecifikationen och det lades tyngd på smidigheten. Dessa värderades i en skala 1–5 efter hur betydelsefullt kriteriet var. Ett av koncepten sattes som referens för att jämföras med de andra. Om koncepten var bättre än referensen på ett kriterium sattes ett plustecken, om de var sämre sattes ett minustecken och om de var lika bra sattes en nolla [17]. När alla kriterier var jämförda så eliminerades de koncept med sämre betyg och de med bättre betyg gick vidare för vidareutveckling.

Efter vidareutveckling av koncepten som gick vidare i processen tillkom det några nya alternativ. Dessa ritades upp på nytt mer detaljerat med mer exakta mått för att få en bättre överblick över koncepten. Då detta gjordes så kunde ytterligare några alternativ elimineras då de inte fick plats på det tilldelade området för att de tog större plats än väntat. Efter detta så gjordes ytterligare en omgång av Pugh's matris där samma procedur gav ett fåtal koncept som återstod. För att få fram den slutgiltiga lösningen så fördes det diskussion kring koncepten där det var ett koncept som passade bättre med förväntningarna för anläggningen.

I G3 utformades den tekniska specifikationen kring den slutgiltiga lösningen. Det första som gjordes var att ta del av och studera tidigare tekniska specifikationer för anläggningar med bansystem på SKF. En anläggning höll på att byggas under tiden så att den tekniska specifikationen var intressant att följa då den fanns i flera versioner. Detta gav en större inblick i vad den ska innehålla och hur den uppdateras under arbetets gång. Vilket betydde att den tekniska specifikationen ändras utefter leverantörer som väljs och nya standarder tillkommer.

Utifrån en standardiserad mall för hur den tekniska specifikationen skulle skrivas och all information som samlats in under G1 och G2, kunde den tekniska specifikationen som skulle levereras ta sin form. I mallen fanns information om hur upplägget skulle se ut och vad för standarder som SKF använder. Från nulägesanalysen användes kravspecifikationen för att rada upp kraven för anläggningen, där kapaciteten också är med. Den slutgiltiga anläggningen skulle också beskrivas detaljerat och här användes mycket av de sista stegen i G2, utifrån detta gjordes också flödesscheman och planlösningar för förtydligande.

Den tekniska specifikationen som levererades i projektet innehåller allt som anläggningen ska klara av att utföra, vilka komponenter som den ska innehålla och hur den ska utformas. Detta representerar de slutgiltiga stegen på arbetet som SKF vill ha dokumenterat, och kommer användas gentemot att välja leverantörer och ta beslutet om hur deras anläggning ska se utifrån rekommendationen av den slutgiltiga anläggningen från projektet.

3.3 Besök och intervjuer

Besök hos olika företag genomfördes under G1 och G2 för att kunna vidga vyerna för olika lösningar som skulle kunna lämpa sig för systemet i RK-fabriken. På dessa besök fördes diskussioner om deras tekniska lösningar kring styr- och bansystem. Även intervjuer med operatörer i RK-fabriken genomfördes.

3.3.1 Operatörer

För att få en inblick i operatörernas perspektiv så hölls intervjuer. Frågor hade förberetts angående hur nuläget ser ut för operatörerna, hur situationen skulle kunna förbättras med ett bansystem. Det var också av stor vikt att ta reda på vad som är viktigt vid en installation av en anläggning ur en operatörs synvinkel. En diskussion fördes med en grupp av operatörer på plats i RK-fabriken, för att få en känsla över det område som var utsatt för anläggningen. Olika idéer växte fram på hur bansystemen skulle kunna utformas med bra ergonomi för operatörerna som anläggningen ska dimensioneras efter.

3.3.2 Siemens

Siemens är ett globalt företag som är verksamma inom många olika områden som bland annat energiteknik, automation och digitalisering. De har även flera olika lösningar för styrsystem på anläggningar inom SKF [18]. Ett möte bokades på Siemens kontor i Mölndal med applikationsingenjören Patrik Hansson. Detta med avseende på att få en större förståelse för hur styrsystemen fungerar i samband med bansystem, även att få en inblick i hur dom tänker när dom installerar ett system hos kund. En diskussion fördes angående olika idéer och hur styrsystemet anpassas efter anläggningen. Nyttig information angående hur många motorer som behövs, placering av sensorer etc. erhöles, samt olika lösningar hos andra företag som Siemens har samarbeten med. En viktig punkt från detta mötet var att kedjor var ett måste

som drivning vertikalt av vertikaltransportören, med hänsyn till att det inte ska börja slira på grund av den tunga lasten. [12]

3.3.3 Volvo Lastvagnar

Volvo Lastvagnar är den största tillverkaren av tunga lastbilar i Europa med en stor del av tillverkningen här i Göteborg [19]. I Göteborg är det mestadels tillverkning av specialbeställda lastvagnar vilket medför en stor organiserad materialhantering för att kunna få rätt delar till rätt lastbil. En central del av denna materialhantering består av ett stort lager med bansystem för pallhantering. Ett besök bokades för att få inspiration till olika lösningar för bansystemet i RK-fabriken.

Besöket hos Volvo Lastvagnar genomfördes som en rundtur med ansvarig personal för materialhanteringen, vid varje moment av processen diskuterades lösningar och erfarenheter. Detta var en viktig input för att inte bli låst i det tänk som finns på SKF och för att kunna öppna sig för andra ideér och lösningar, samt kunskap om hur olika steg i processen sammankopplas och fungerar tillsammans. Det var spännande att ta del av deras tänk kring lösningar och funktioner som var annorlunda gentemot SKF, även om företagen har ungefär samma grundläggande teknik bakom hanteringen av pallarna. Något som var intressant var hur Volvo hade löst situationen att hantera både hel- och halvpall. När alla halvpallar anländer till Volvo så ställs dom på en helpall, så att dom kan transporteras runt i bansystemet som bara hanterar helpallar. [20]

3.3.4 Elmia automationsmessa

Elmia automationsmessa i Jönköping arrangerar en av Sveriges största mässor för automation inom produktionsindustrin. Flera olika leverantörer av automatiska lösningar och mekanisk utrustning presenterar och diskuterar nya lösningar för olika system. [21]

På mässan besöktes Toyotas monter som visade upp deras AGV-truckar. På SKF är Toyota leverantören av AGV-truckarna och informationen som de delade med sig av var intressant. I övrigt var mässan inte inriktad på materialhantering, utan mer mot automation inom produktion. Vilket gjorde att besöket inte gav ut så mycket väsentlig information till projektet.

4. ANALYS AV SITUATIONEN

Genom datainsamling och observation skapades en överblick över situationen och problemet, vilket ledde till en nulägesanalys för aktuella flöden och kravspecifikationen. Detta användes senare för att komma fram till en lösning.

4.1 Nulägesanalys för RK

Nulägesanalysen var en metod för att få en överblick över hur det ser ut i RK-fabriken i nuläget. Detta gav en större uppfattning över hur systemet såg ut och gjorde det enklare att definiera problemet. Kartläggningen som skapades visar flödet för transportereringen av pallar från tillverkningsplan hela vägen ner till RS-lagret en våning under.

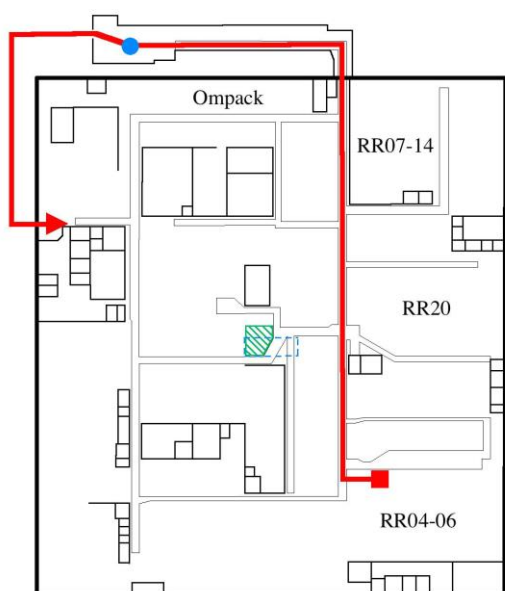


Bild 4.1, Kartläggning våning 2

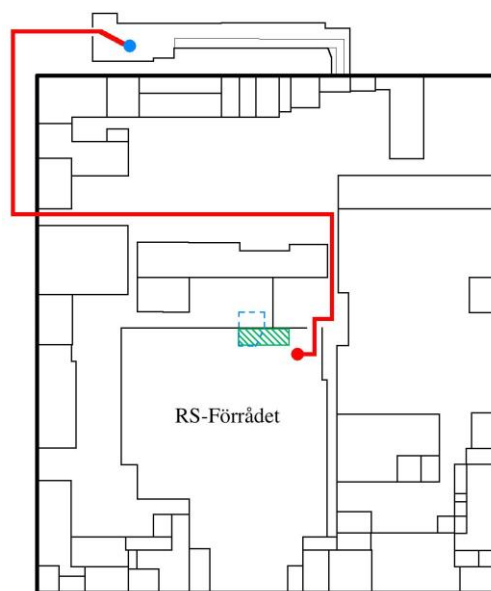


Bild 4.2, Kartläggning våning 1

Bilderna ovan visar planlösningen för de två våningarna som transporten av pallarna sker mellan. Den röda sträckan markerar ruten som sker idag, där den röda fyrkanten representerar starten och är buffertytan för pallarna från kanal RR04-06. RR20 och RR07-14, har också buffertytor vid respektive kanal. Vid kartläggningen togs det hänsyn till den längsta ruten det vill säga från kanalen RR04-06 som är placerad längst bort från rampen. Rampen är den del som ser ut som en förlängning av byggnaden längst upp på bilderna ovan, och är där trucken måste köra för att ta sig ner till våningen under.

När en truckförare hämtar pallarna vid kanalerna så skannas etiketterna på dem som visar deras destination. Efteråt körs de genom våning 2 nedför rampen, där det finns en avställningsyta för pallarna som representeras av den blåa pricken på bilderna ovan. Från avställningsytan transporteras pallarna till källarplanet utomhus med truck vilket ger en stor risk för vibration och stötskador. Vid nederbörd blir pallarna blöta vilket gör att dem riskerar att få fuktskador som senare leder till rostskador på rullarna. Vid denna situation måste

pallarna transporteras med hjälp av en lastbil från rampen till ingången av våning 1. För att sedan transporteras med hjälp av truck in till RS-förrådet som markeras av den röda pricken på bild 4.2, där dom senare placeras på deras plats i ställagen.

Det gröna området på respektive bild ovan motsvarar den yta som finns tillgänglig för en installation av anläggningen. Det blåa streckade området är till för att se vart områdena överlappar varandra på våningarna

Vid tidtagning av att köra den markerade ruten tog det 4 minuter och 30 sekunder. Detta sågs som en bra tid för det här förloppet då det under tidtagningen var goda förhållanden, det var bra väder och det var inga hinder under transportsträckan. Med hinder och dåliga väderförhållanden så tar denna process längre tid, vilket gjorde att vid senare beräkning har denna tid avrundats uppåt till 5 minuter.

För att få en överblick över antalet pallar som hanteras i det aktuella flödet så analyserades excel-filer innehållande alla pallar som transporteras från våning 2 ner till RS-lagret (se Bilaga 1). Datan sorterades under månaderna januari-mars för att få ett genomsnitt av hur många pallar som hanteras per dag och per arbetspass. Genomsnittet blev 50 pallar per dag och 15,27 pallar per arbetspass (se Bilaga 2). Denna information användes senare för att få fram hur stor buffert som behövs för att lagra pallar med hänsyn till ett helt arbetspass, vilket då avrundades uppåt till 16 pallar.

Efter uppföljningsmötet i slutet av G1 fanns det ett önskemål att dubbelkolla detta flöde då det fanns misstankar om att detta inte stämde. Vid detta tillfälle stod det 115 pallar på inflödet i RS-förrådet vilket var en stor skillnad från genomsnittet per dag. Alla pallar kollades upp enskilt för att se vad de hade för ursprung, det visade sig att en stor del av dessa pallar inte kom ifrån RK-fabrikens flöde. 26 pallar kom från E-fabriken, 6 pallar hade gått fram och tillbaka från D-fabriken och åtta pallar innehöll överblivna rullar från produktion som kom från andra fabriker på SKF. När dessa pallar hade sållats bort så var det 75 pallar kvar i inflödet som var fördelade över två olika datum och detta var ett antal som stämde överens med genomsnittet som tidigare hade räknats ut.

Mötet med operatörerna gav flera viktiga punkter inför den fortsatta utvecklingen av projektet. Något som var av stor vikt var att det behövs en buffertyta vid en installation av en anläggning, då operatörerna behöver sortera och samla upp pallarna för att sedan kunna köra dem till rätt plats i ställaget. Operatörerna gav också data på antal helpallar och halvpallar som går från våning 1, upp till våning 2. Detta flöde bestod utav ett genomsnitt på nio halvpallar och max fem helpallar per dag, där helpallarna mestadels är till för att transportera slipskivor.

4.2 Observation för en existerande anläggning

Från D-fabriken till centrallagret finns det en bananläggning med en vertikaltransportör och denna har använts som en referens till RK-fabriken. För att få en överblick över hur denna anläggning fungerar skapades ett flödesschema över processen, se bilden nedan, där varje moment i händelseförloppet antecknades.

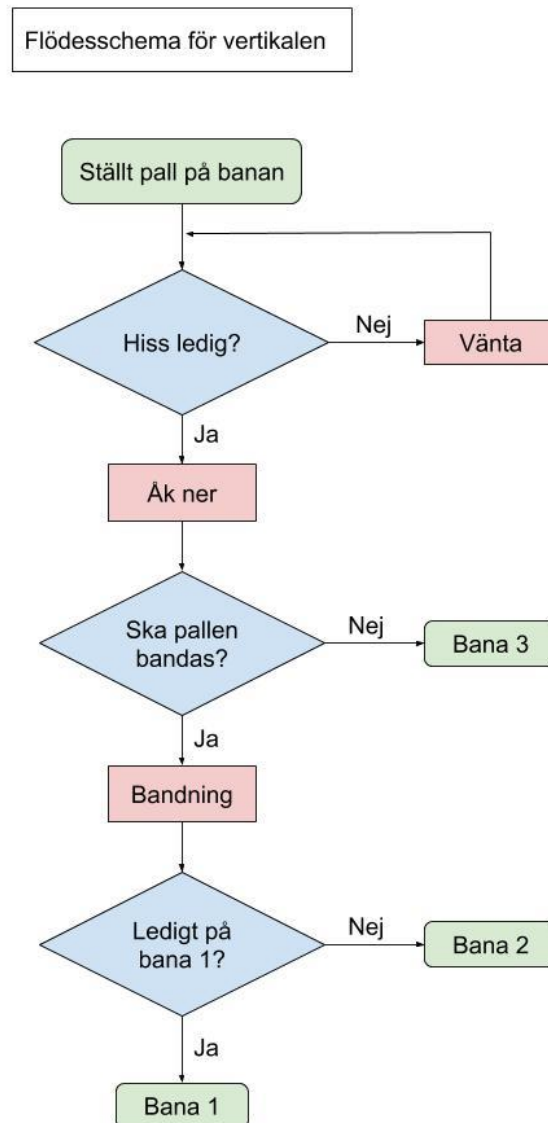


Bild 4.3, Flödesschema för anläggningen i D-fabriken

Anläggningen i D-fabriken har ett moment där pallarna bandas automatiskt. Detta moment kommer inte att finnas i RK-fabriken och av den orsaken har en tidtagning tagits från när en pall kommer in i vertikaltransportören på tillverkningsplan, tills pallen ankommit till bandnings momentet. Denna process tog ca 2 minuter och 13 sekunder och kunde användas som en referens till den framtida transportsträckan i RK-fabriken. På tillverkningsplan används AGV-truckar från tillverkningsbanorna till vertikaltransportören. Detta gav

inspiration till hur anläggningen och processen i RK-fabriken kan anpassas för en mer automatiserad miljö och användes till kapacitetsberäkningarna.

Även här analyserades excel-filer över hur många pallar som hanteras i anläggningen. Datan sorterades på samma sätt som tidigare för att få ett genomsnitt av hur många pallar som hanteras per dag, där genomsnittet blev 298 pallar.

4.3 Kapacitetsberäkning

För att få fram den buffert som anläggningen i RK-fabriken ska rymma så har anläggningen i CL använts som referens. På CL fanns informationen om antal buffertplatser på banorna, och samma information som på RK om antal pallar och tiden som läggs ner på arbetet. En ekvation togs fram baserat på denna information där antal buffertplatser på banorna i RK var den okända variabeln.

Tabell 4.1, Informationen för CL och RK

CL	RK
298 pall/dag	50 pall/dag
4 h/pass	0,667 h/pass
38 buffertplatser	-

I tabellen ovan är 4 h/pass den bemanningen som läggs på att tömma banorna på CL, vilket är halva tiden av ett arbetspass som operatören lägger på arbetet. För RK är det 40 minuter per pass operatören lägger ner på att frakta pallar från maskinplan till RS-förrådet. Detta har räknats ut genom hur lång tid körsträckan tar, ca 5 min, multiplicerat med två för att operatören ska köra upp också, räknat med att det körs 4 pallar i taget och att det är i snitt 16 pallar per arbetspass.

Tabell 4.2, Beräkningen av antal buffertplatser

CL	RK	
$298 \div 24 = 12,4$	$50 \div 24 = 2,08$	pall/h
$12,4 \times 4 = 49,6$	$2,08 \times 0,667 = 1,39$	körda pallar/arbetspass
$49,6 \times 3 = 149$	$1,39 \times 3 = 4,17$	körda pallar/arbetsdag
$298 - 149 = 149$	$50 - 4,17 = 45,8$	pallar som återstår
$149 \div 3 = 49,6$	$45,8 \div 3 = 15,3$	pallar som återstår per skift

Värdena som fås ur beräkningen är bara teoretiska värden, då det egentligen är i snitt 16 pallar per arbetspass som körs i RK och inte 1,39. Men beräkningen sker i hänsyn till tiden som läggs ner på arbetet. Det finns kännedom och erfarenhet av att anläggningen i CL är underbemannad, i verkligheten är det plats för 38 stycken pallar och det borde egentligen finnas plats för 50 stycken med den bemanningen som är idag enligt dessa beräkningar. Antalet buffertplatser som anläggningen i RK ska dimensioneras efter blir då, avrundat uppåt, 16 stycken.

4.4 Kravspecifikation

Utifrån önskemål och krav från diskussion med handledare och operatörer i projektet utfärdades en kravspecifikation för att kunna dimensionera anläggningen. Där kraven måste uppfyllas, och därför har alla koncepten anpassats efter detta. Önskemålen hjälpte till att utforma olika förslag på koncepten och användes som stöd till kriterierna i Pugh's matris.

Tabell 4.3, Kravspecifikationen

Kriterium	
Använda vertikaltransportör	K
Kan hantera halvpallar	K
Kan hantera helpallar	Ö2
Kan transportera upp	Ö4
Kan transportera ner	K
Buffertbanorna på våning 1 ska rymma minst 16 pallar	Ö5
Buffertbana på våning 2	Ö3
Minsta höjd att hantera = P05	K
Påställningsbanor på våning 1 som ska upp, 3 pallar	Ö4
Påställningsbanor på våning 2 som ska ner, 1 pall	Ö4
Anpassad för AGV-truckar på våning 2	K
Anpassad för AGV-truckar på våning 1	K
Anpassad för persontruckar (ex. ser bra)	K
Styrd bana (Ej gravitationsbanor)	K
Mjukstart	Ö4
Minsta maxlasten 1 ton	K
Skanning i anläggning	Ö1
Etikett åt rätt håll för nedflödet	K
Etikett åt rätt håll för uppflödet	K
Buffertyta bredvid banorna	Ö5
Smidig anläggning	Ö5

Kraven är markerade med ett K. Önskemålen är graderade i en skala 1–5 efter hur prioriterade de är, där 5 betyder att det är mycket prioriterat och 1 att det är lite prioriterat.

Med kriteriet “använda vertikaltransportör” menas att det ska användas en transportör som transporterar pallarna vertikalt och inte på något annat vis då en vertikaltransportör tar upp minsta möjliga plats. Systemet måste kunna transportera halvpallar och det är ett önskemål att kunna transportera helpallar i samma system. På samma sätt är det ett krav att kunna transportera pallarna från våning 2 ner till våning 1 och det är även ett starkt önskemål att även kunna transportera pallarna i motsatt riktning. Utifrån detta är önskemålet sätta hur mycket banorna ska rymma, då dessa beror på om det ska vara ett flöde som går uppåt.

Eftersom SKF i Göteborg och därmed RK-fabriken går mot en mer automatiserad miljö så är det ett krav att banorna på båda våningarna är anpassade efter AGV-truckar. De behöver även vara anpassade för persontruckar då AGV-truckar inte är i drift i nuläget och om oväntade situationer inträffar. Gravitationsbanor har inte fungerat felfritt på tidigare anläggningar och därför är det att föredra banor som är styrda av motorer. Utifrån denna aspekt är det ett önskemål de styrda banorna har en mjukstart för att inte de produkter som förvaras i pallarna ska få några stötskador. Hela systemet måste klara av att kunna transportera minst ett ton då de pallarna som hanteras har en genomsnittsvikt på 300 kg.

I nuläget skannas pallarna manuellt för att bekräfta att dem har kommit fram, således är det ett önskemål att pallarna ska kunna skannas i anläggningen automatiskt. I och med att detta är en manuell process i nuläget så är det ett krav att pallarna ska hamna åt rätt håll i systemet för att kunna skanna dem. För att göra det lättare att hantera flödet av pallarna är det ett stort önskemål från operatörerna att ha en buffertyta bredvid banorna då även detta hanteras manuellt i nuläget.

Kriteriet “smidig anläggning” menas med att anläggningen ska vara så enkel som möjligt i den mån utan att förhindra nödvändiga funktioner. Detta har definierats genom att jämföra antal kurvor, motorer och vändplattor för de olika koncepten i Pugh’s matris. Då antal kurvor har räknats efter hur många gånger pallarna byter riktning i förslaget. Vid beräkning av antal motorer är metoden inspirerad från mötet med Siemens, då det behövs minst en motor för varje “del”. De långa banorna behöver oftast delas upp i flera delar.

5. LÖSNINGSPROCESSEN

Efter analysen av datan från G1 så utformades flera lösningsalternativ som jämfördes mot varandra vilket sedan ledde till en slutgiltig lösning.

5.1 Lösningförslag

Utifrån kraven i kravspecifikationen och utformades flera grundläggande lösningar, för att få ett brett perspektiv och få med så många varierande lösningar som möjligt. Dessa byggdes upp så enkelt som möjligt på ett rutnät, där varje ruta motsvarar 1 m², där storleken på banorna valdes med marginal för mått som tagits på nuvarande anläggning i D-fabriken.

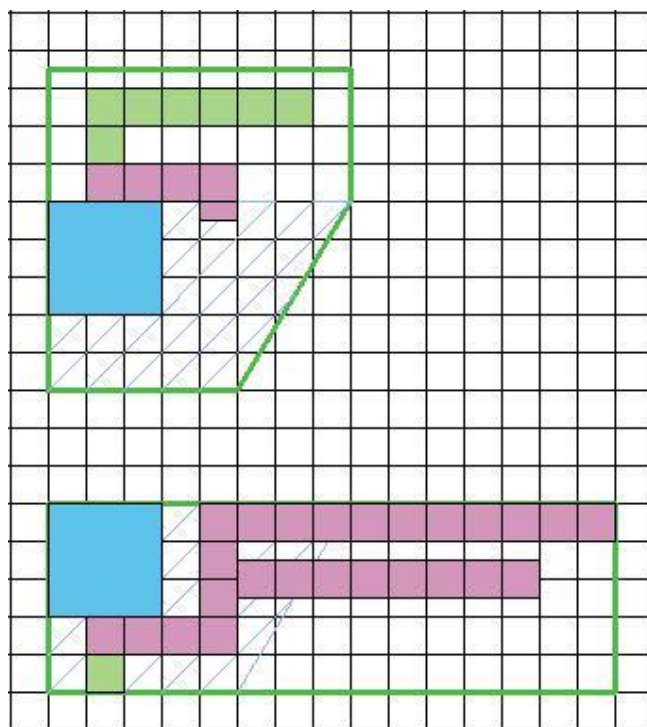


Bild 5.1, Tidigt stadie för en lösning

De gröna strecken på bilden ovan markerar det område som anläggningen ska ligga inom för respektive våning, där det övre området är våning 2 och den nedre är våning 1. De svagt ljusblå strecken anger det område där de två våningarna sammanfaller vertikalt med varandra. Den blå stora rutan markerar hissens placering på respektive våning, så den är tvungen att ha samma koordinater på det ljusblå områden för båda våningarna. De rosa rutorna representerar placeringen av banorna för flödet ner, medan de gröna representerar flödet upp.

Det gjordes 15 lösningförslag för anläggningen. För att hålla isär de namngavs de efter hissens placering, utifrån ett simpelt koordinatsystem, upp (U), ner (N), vänster (V), höger (H), eller mitten (M), och hissens riktning för pallarna, vågrätt (1) och lodrätt (2). Även efter om den kunde ta helpall eller inte (Halv/Helv). Det vill säga att bild 5.1 föreställer lösningen UV1Halv.

För att få bättre koll över lösningarna gjordes en matris där väsentlig information registrerades. Dels för att göra det lättare vid de senare urvalsprocesserna men också för att få en överblick.

Tabell 5.1, Informationsmatrisen

	Motorer	Vändp latta	Buffert yta	Rosa rutor	Gröna rutor	Utanför vån1	Utanför vån2	Skorsten	Antal kurvor	På.b. vån2	På.b. vån 1
UV1Halv	13	Nej	Ja	27	6	Nej	Nej	Nej	7	3,5	1
UV2Halv	12	1	Ja	21	8	Nej	Ja	Nej	7	3	3
NV1Halv	13	Nej	Ja	23	10	Nej	Nej	Ja	6	4	2
NV2Halv	14	1	Ja	22	5	Nej	Nej	Ja	6	1,5	1
UH1Halv	14	Nej	Ja	22	7	Nej	Nej	Nej	8	4,5	1
UH2Halv	15	1	Nej	20	15	Nej	Nej	Nej	6	1	5
NH1Halv	16	Nej	Ja	21	14	Nej	Nej	Nej	10	2,5	6
NH2Halv	14	1	Ja	19	8	Nej	Nej	Nej	7	4	2
MV1Halv	15	Nej	Ja	27	11	Nej	Nej	Nej	8	3,5	3
MV2Halv	14	1	Ja	22	7	Nej	Nej	Nej	5	1	2
MM2Halv	11	1	Ja	21	7	Nej	Nej	Nej	4	4,5	2
UV1Hel	13	Nej	Ja	29	4	Ja	Nej	Ja	6	6,5	2
NV2Hel	18	1	Nej	28	5	Nej	Ja	Ja	7	6	2
UH2Hel	14	Nej	Nej	32	8	Nej	Ja	Nej	6	10	6
NH2Hel	15	Nej	Nej	31	7	Nej	Ja	Ja	6	8	5

Faktorn motorer menas med antal motorer som anläggningen tros behövas, utifrån att studerat andra liknande anläggningar. En del lösningar har vändplatta med i bansystemet och ses som en nackdel. De färgade rutorna ses också som ett mått på hur många pallar det finns plats för på banorna. En del lösningar går lite utanför det tilldelade området som anläggningen ska hållas inom. I fabriken finns en skorsten placerad på våning 2 som inte har varit i bruk på länge, som inte finns med i fabriken layout. Klartecken har getts att den antagligen går att riva. Antal kurvor är hur många gånger banorna svänger i anläggningen. Faktorn på.b är en förkortning av påställningsbana, detta är antal rutor som representerar banan innan hissen för flödet som ska in.

De två röda raderna i tabell 5.1 var de två lösningarna som eliminerades utifrån denna matris. UH2Halv var den enda lösningen av halvpallslösningarna som inte hade någon buffertyta bredvid, vilket är ett stort önskemål från operatörerna. NV2Hel eliminerades för att den hade för många motorer som också visar på att den var alldeles för osmidig.

5.2 Vidareutveckling

För att jämföra och eliminera de resterande lösningarna så var första steget att använda sig av Pugh's metod, där kriterierna utgår från önskemålen i kravspecifikationen. Metoden gav resultatet att ytterligare tre lösningar eliminerades och resten vidareutvecklades (se Bilaga 3). Därefter fördes diskussion om hur aktuellt det var med att anläggningen skulle anpassas efter helpallar då detta flödet är litet och inte prioriterat. Helpallarna används främst för att transportera slipskivor till maskinplan och är därför inte lika känsliga för utomhusmiljö, vibration och vädret. Detta ledde till att de lösningar som endast var anpassat efter helpallar eliminerades.

För att vidareutveckla de lösningar som än så länge bara var enkla skisser så ritades mer ordentliga planlösningar. Där måtten på banor och hissen är tagna från anläggningen i D-fabriken. Detta visade tydligare om en lösning gick utanför det tilldelade området eller blev för trångt mot väggar och pelare. Vilket ledde till att lösningen antingen utvecklades eller eliminerades. På dessa planlösningar gavs det också en tydligare bild över andra möjliga alternativ för banornas placering och fler lösningar togs in.

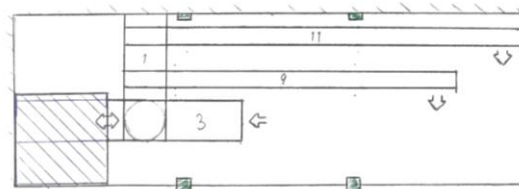
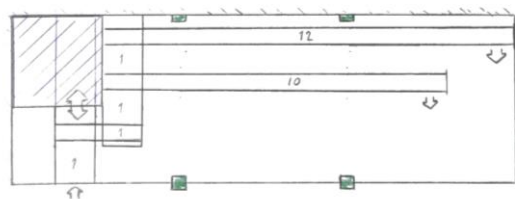
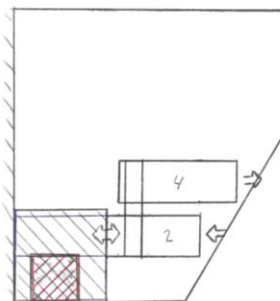
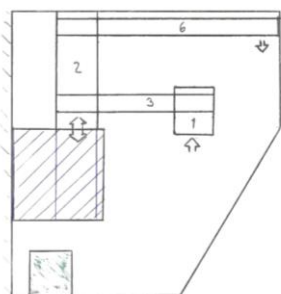


Bild 5.2, Planlösning till UV1Halv

Bild 5.3, Planlösning till NV2Halv

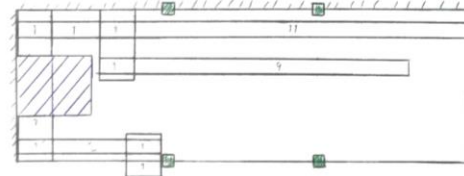
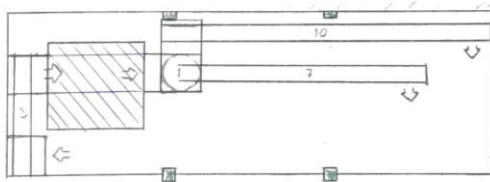
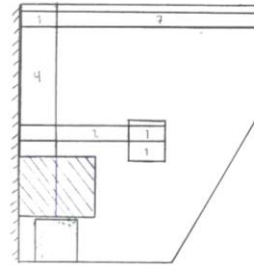
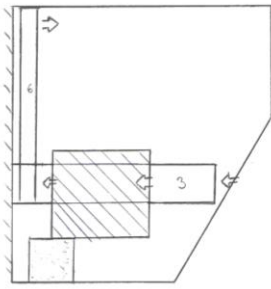


Bild 5.4, Planlösning till MM2Halv

Bild 5.5, Planlösning till MV1Halv

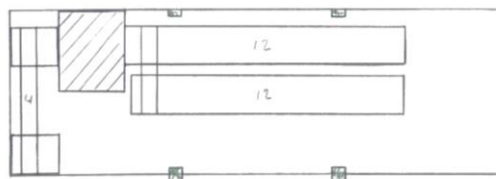
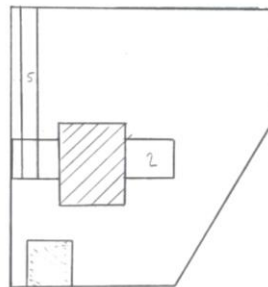


Bild 5.6, Planlösning till MM2HalvNy

Det streckade området på bilderna ovan markerar vertikaltransportören. De smala banorna representerar kedjebanor och de bredare är styrda cylinderbanor. Siffrorna på banorna anvisar antalet pallar som får plats.

Efter detta gjordes ytterligare en Pugh's matris (se Bilaga 4) vilket ledde till att MV1Halv och MM2Halv eliminerades. MV1Halv för att den var för omständlig och inte fick bra betyg, MM2Halv för att den utvecklade versionen MMV2HalvNy var bättre. Vilket ledde till att tre lösningar återstod.

På uppföljningsmötet för gate två så diskuterades lösningsalternativen och framtidsscenario för anläggningen. Då lades det tyngd på SKF:s arbete kring framtida automatisering av verksamheten och denna anläggningens funktion i detta. Om allt i RK-fabriken ska automatiseras och inga persontruckar kommer användas så borde anläggningen kunna transportera både hel- och halvpallar i båda riktningarna upp och ned. Utifrån detta formades sex stycken scenarier.

Tabell 5.2, Scenarier för anläggningen

1	Halvpall endast nedflöde
2	Halvpall upp- och nedflöde
3	Halvpall endast nedflöde + Helpall endast uppflöde
4 (3)	Halvpall upp- och nedflöde + Helpall endast uppflöde
5	Halvpall endast nedflöde + Helpall upp- och nedflöde
6 (4)	Halvpall upp- och nedflöde + Helpall upp- och nedflöde

Scenario 3 och 5 ströks för att det var onödigt att ha ett uppflöde med endast helpall, då det är mer halvpallar som ska upp till maskinplan. Anläggningen ska anpassas utifrån de fyra olika scenarierna. Detta blev ett avgörande steg i lösningsprocessen, då de tre resterande lösningarna var de bästa och likvärdiga för scenario 2. Dessa tre jämfördes mot varandra för hur bra de kunde anpassas efter de andra scenarierna. Vilket gav resultatet MM2HalvNy, då denna lösning hade hissen placerad med öppningarna fria åt båda hållen för båda våningarna. Denna lösningen blev därför grunden till alla scenarier, för om SKF ändå väljer en lösning för ett scenario så kan anläggningen utvecklas lättare efter hand när automatiseringen sker i fabriken.

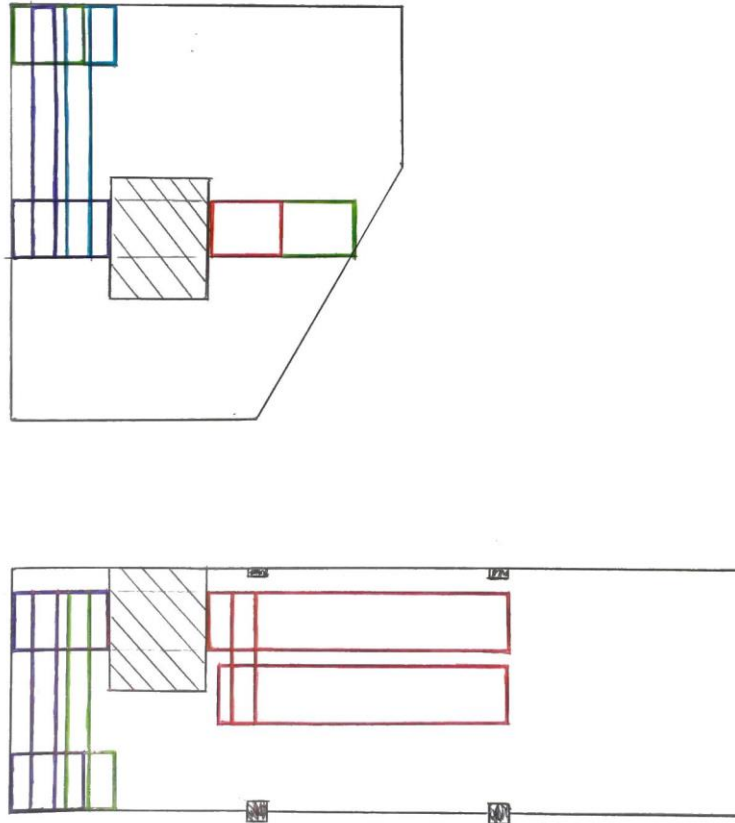


Bild 5.7, Slutgiltiga lösningen

Den slutgiltiga lösningen består av en sammansättning utifrån de fyra scenarier. Där det rödmarkerade i bild 5.7 är för scenario 1 med endast ett nedflöde med halvpallar. Det röda och det mörkblåmarkerade utgör scenario 2, halvpallsflöde upp och ner. På våning 2 är de röda banorna påställning och de blå är buffertbanor för uppflödet. På första våningen är de röda banorna buffertbanor för nedflödet och de blå är påställningsbanor för uppflödet. För scenario 3 ingår också de grönmarkerade banorna, för att få till helpallsflödet upp också. På våning 2 så byter funktionerna plats, så att de mörkblå och gröna banorna är påställningsbanan och den rödgröna banan är buffertbanan. För scenario 4 läggs även de ljusblå banorna på så att påställningsbanan på våning 2 också kan hantera helpallar.

6. BESKRIVNING AV ANLÄGGNINGEN

Den slutgiltiga lösningen för anläggningen beskrivs noggrannare här för respektive scenario. Planlösningarna är ritade i AutoCAD efter banor från tidigare projekt med liknande anläggningar. Här beskrivs även vissa tekniska lösningar för bansystemen noggrannare.

6.1 Vertikaltransportören

Det är vanligt för vertikaltransportörer att de har plats för både hel- och halvpallar. Då antingen en helpall på längden får plats eller två halvpallar på bredden. Det är en sådan som denna anläggning är anpassad efter.

Flödet som går nedåt är det prioriterade flödet och om det då är fullt med pallar på påställningsbanan på övre våningen så ska de i första hand ner. Då ska inte hissen stanna kvar där nere och vänta på en pall som ska med upp. När det har blivit fullt på påställningsbanan på nedre våningen så ska det börja köras.

6.2 Scenarierna

Här beskrivs flödet och funktioner för respektive scenario, utifrån flödesschema och planlösning.

6.2.1 Scenario 1

Första scenariot är grunden för anläggningen, det består endast av ett flöde nedåt med halvpallar.

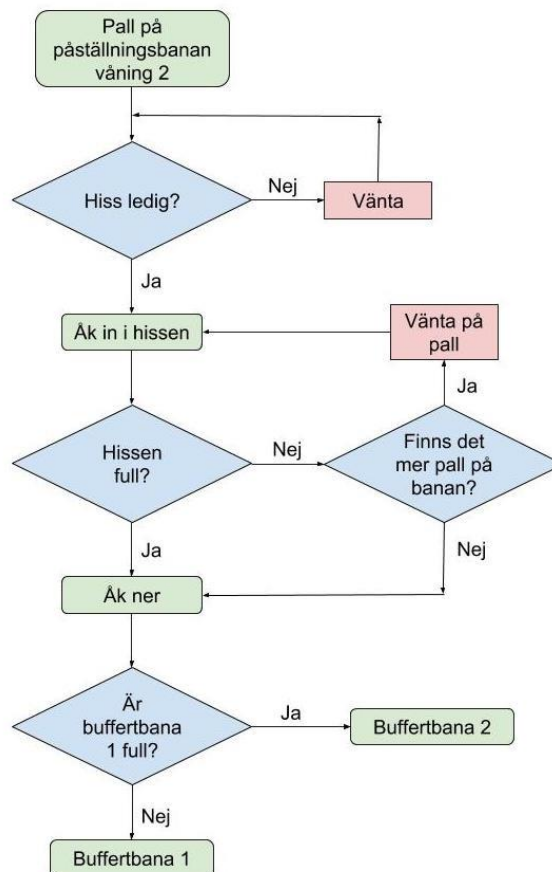


Bild 6.1, Flödesschema för scenario 1

I bilden ovan syns flödesschemat för scenariot, där flödet startar med att pallen ställs på påställningsbanan på våning 2. Efter pallen körts in i hissen så ska det sitta en sensor i hissen som känner av om det får plats en till, om det står en till pall på banan så ska även denna åka in i hissen. Sedan ska pallen/pallarna åka ner i hissen till våningen under där de körs ut på buffertbanorna. Där buffertbana 1 är den övre och buffertbana 2 den nedre, se bilden nedan.

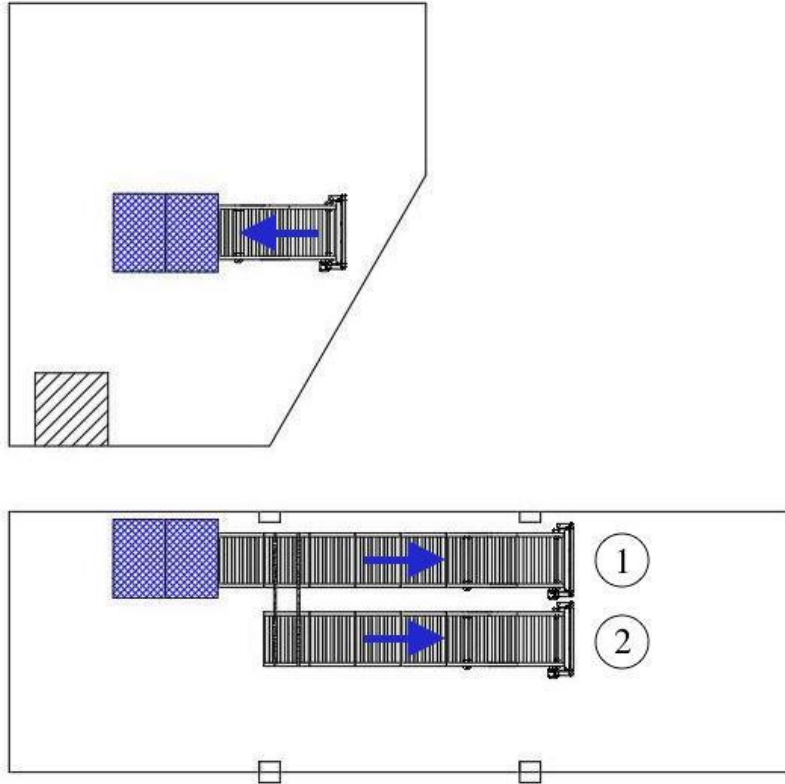


Bild 6.2, Planlösning för scenario 1

Planlösningen för scenario 1 har vertikaltransportören, det blåa området, placerats i mitten för att det ska finnas möjlighet att bygga om anläggningen till något av de andra scenarierna. Om det är så att beslutet tas att det inte ska kunna utvecklas till de andra så kan anläggningen flyttas så den står närmare den vänstra väggen, om så önskas kan då även banorna förlängas.

6.2.2 Scenario 2

Scenario 2 ska även kunna hantera flödet upp för halvpallar, vilket gör att det blir ett till flödesschema (se bilaga 5). De är väldigt lika flödesschemat från scenario 1, med det extra villkoret först som kontrollerar att det finns plats på buffertbanan innan pallen åker iväg. Detta för att inte ockupera hissen med en pall för ena flödet om det andra flödet behöver transportera i hissen.

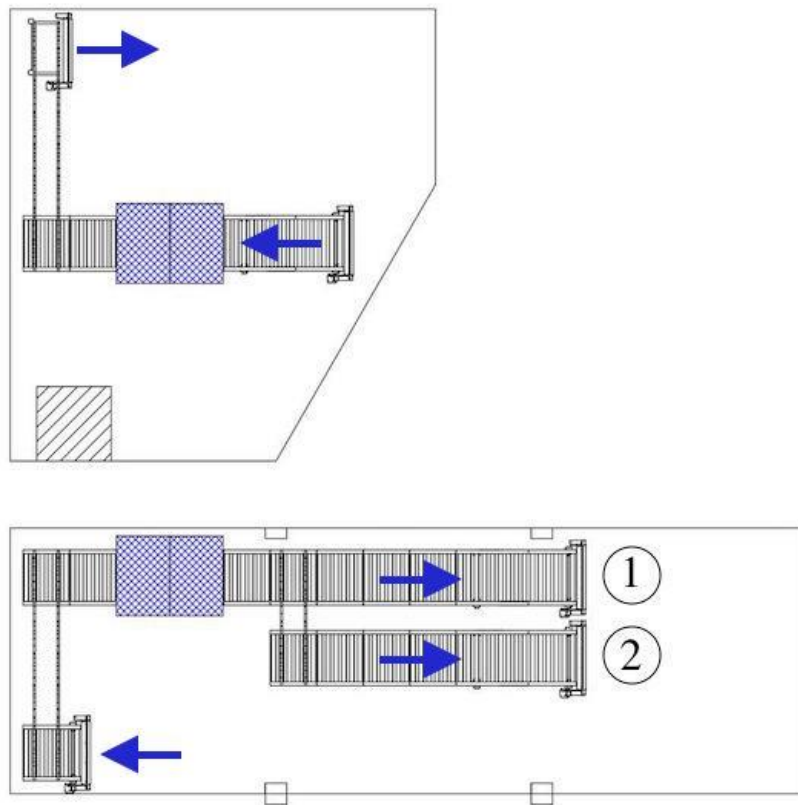


Bild 6.3, Planlösning för scenario 2

Flödet som ska ner använder samma banor som för scenario 1. För flödet upp används banorna som är till vänster om hissen i bilden ovan.

6.2.3 Scenario 3

Scenario 3 har flöde upp och ner för halvpallar, och tillägget att transportera helpallar uppåt. För att styrsystemet inte känner av någon skillnad på hel- och halvpall är flödesschemat likadant som för scenario 2 (se bilaga 5).

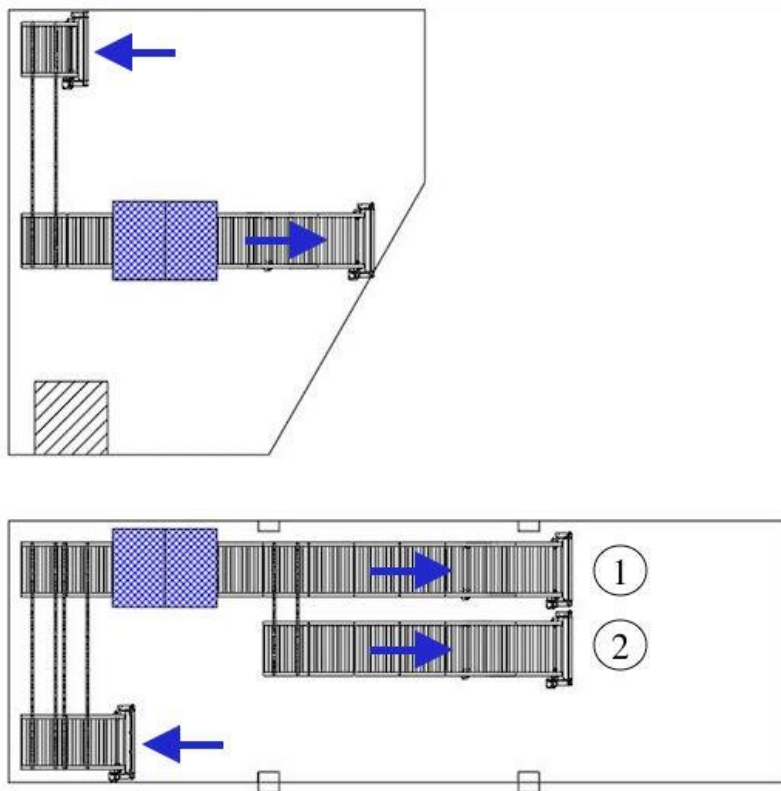


Bild 6.4, Planlösning för scenario 3

I planlösningen ovan syns det att banorna på våning 2 har bytt funktion, där påställningsbanan nu är den banan som är till vänster och buffertbanan är cylinderbanan till höger. Detta för att det blir omständligt att hämta både hel- och halvpallar från kedjebanor, då en halvpall kommer hamna för långt in för att kunna hämtas. Det har även lagts till kedjebanor på våning 1 för att kunna hantera helpallar på längden.

6.2.4 Scenario 4

Scenario 4 har flöde upp och ned både för hel- och halvpallar. Flödesschemat blir nästan samma som för scenario 3, förutom att den prioriterade buffertbanan blir nummer 2 istället (se bilaga 6). För att det inte är så många helpallar i flödet nedåt var det onödigt att ändra kedjorna på buffertbanorna på våning 1 för att kunna hantera dessa, och för att det skulle ta större plats. Detta gör att helpallarna åker rakt ut på buffertbana 1 förbi kedjorna.

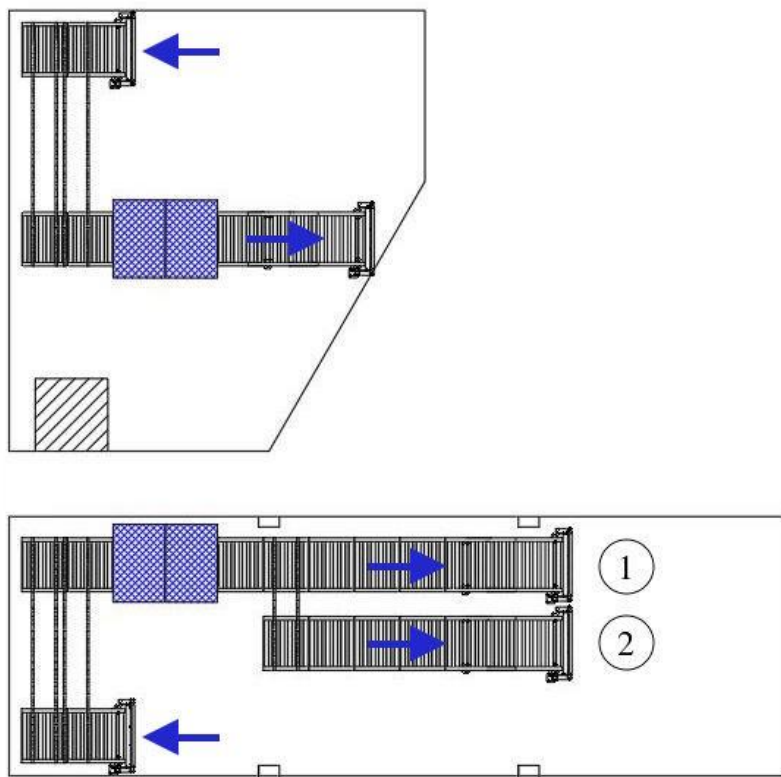


Bild 6.5, Planlösning för scenario 4

I planlösningen som syns ovan har det lagts till kedjebanor på våning 2 för att hantera flödet nedåt för helpallar. När halvpallar kommer ner på våning 1 så åker de först ut på buffertbana nummer 2, efter den har blivit full åker de ut på nummer 1.

6.3 Banorna

Den största utmaningen med bansystemet var att få det att fungera med hel- och halvpall för lösningarna i scenario 3 och 4, detta gör att banornas placering kombinerat med styrsystemet, PLC:n, blir avgörande.

6.3.1 Cylinderbanan

För de raka cylinderbanorna som används som buffert- och avhämtningsbanor på första våningen är styrsystemet avgörande. Då pallen kommer ut ur hissen så ska den vid helpall endast åka rakt ut. Vilket gör att för halvpall ska den prioriterade banan vara den nedersta som är sammankopplad med kedjor. Detta sker med hjälp av positionsgivare som känner av om det är hel- eller halvpall.

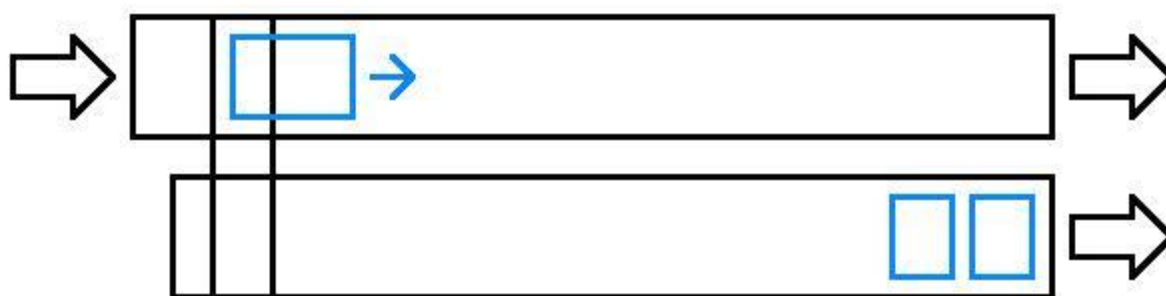


Bild 6.6, Cylinderbanorna på första våningen

Den första pilen till vänster visar flödet ut ur vertikaltransportören. De två pilarna till höger är där pallarna hämtas från banan.

6.3.2 Kombinerad cylinder- och kedjebana

För påställningsbanan nere på första våningen gick det inte att undvika att kombinera cylinder- och kedjebanor. Så oavsett om det ställs på en hel- eller halvpall på den första delen av banan så måste pallen åka längst in, där ska ett mekaniskt stopp stanna pallen och en positionsgivare känner av att pallen står där, sen fortsätter den åka vidare på kedjorna, och liknande process sker vid den andra cylinderbanan.

En sensor känner bara av om det antingen är eller inte är något framför den, så den märker egentligen ingen skillnad på hel- eller halvpall. Så när pallen ställs på den första cylinderbanan så är det en sensor som känner av att där står en pall och säger till styrsystemet att starta motorn så att den börjar rulla iväg. En annan sensor känner av när pallen har åkt förbi första delen av kedjorna, och kedjorna börjar rulla när pallen når stoppet. Sensorerna ska kommunicera med varandra genom PLC:n så att det kan stå en pall och vänta på påställningsbanan medan en annan pall rullar iväg. Pallarna kommer placeras i en rad på kedjorna, för att vänta på sin tur att åka in i hissen.

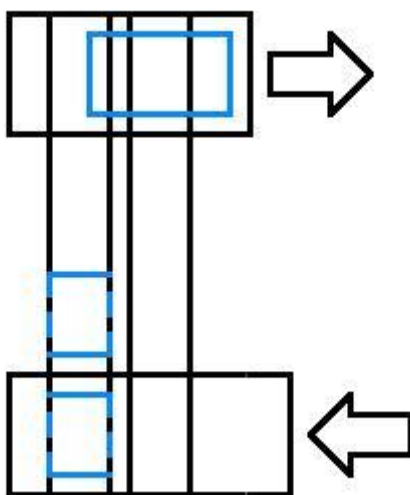


Bild 6.7, Påställningsbanorna på första våningen

Den nedersta pilen riktad till vänster visar där pallen ställs på banan, och den övre pilen riktad till höger visar där pallen åker in i vertikaltransportören. Den liknande banan som finns på övre våningen för påställning av pallar fungerar på samma sätt, bara spegelvänt horisontellt.

7. TEKNISK SPECIFIKATION

Den tekniska specifikationen var det slutgiltiga resultatet av arbetet då det är denna som förarbetet för anläggning leder fram till (se Bilaga 7 för ett utdrag, hela den tekniska specifikationen finns tillgänglig på SKF). Denna innefattar resultatet som förstudien ledde fram till och en rekommendation för hur anläggningen skulle kunna utformas. Den tekniska specifikationen ska sedan skickas ut till leverantörer som återkommer med olika lösningar och prisförslag till SKF. Med hänsyn till detta togs beslutet att ha med de fyra olika scenarier där det i tekniska specifikationen beskrivs vad de olika scenarierna ska klara av. På så sätt kan en uppfattning fås om det är värt att satsa på en mer avancerad lösning som kan hantera både hel- och halvpallar eller att satsa på en enklare lösning. För att ta del av den tekniska specifikationen se Bilaga 7 för ett utdrag och hela specifikationen finns tillgänglig på SKF.

7.1 Generell information

Detta gav en allmän beskrivning av projektets genomförande och omfattning som avser den mekaniska utrustningen för pallhantering på våning 1 och 2. Här beskrivs den utrustning som behövs för anläggningen som står med i den tekniska specifikationen. Ett bansystem innehållande buffertbanor och påställningsbanor ska installeras på våning 1 och våning 2 som är anslutna till en vertikaltransportör. Beroende på vilket scenario som gäller kommer det att läggas till olika funktioner.

7.1.1 Scenario 1

Halvpallar ska lastas på bansystemet på våning 2 med AGV- eller persontruck. Banan ska transportera pallen in i vertikaltransportören som transporterar ner pallen en våning. Pallen åker ut ur hissen och kommer till buffertbanan. Här lastas pallen av för att ställas in i lagerställaget. De komponenterna som behöver installeras för detta scenario beskrivs nedanför.

- Vertikaltransportör för transporterering från våning 2 till våning 1
- Banor för att lasta på vertikaltransportören på våning 2
- Banor för att lasta av vertikaltransportören på våning 1
- Banor för en buffert på minst 16 halvpallar på våning 1
- Styrsystem med PLC och HMI
- Elektrisk installation
- Mekanisk installation av all utrustning
- CE-märkning av hela systemet

7.1.2 Scenario 2

Samma funktion som scenario 1 men halvpallar ska även kunna lastas på bansystemet på våning 1 med persontruck. Banan ska transportera pallen in i vertikaltransportören som transporterar upp pallen en våning. Pallen åker ut ur hissen och kommer till buffertbanan. Här lastas pallen av för att gå till ompaketering. Komponenter som behöver installeras eller modifieras utöver de i scenario 1 beskrivs nedan.

- Vertikaltransportör för transporterering upp och ner mellan våningarna
- Banor med plats för tre halvpallar för att lasta på vertikaltransportören på våning 1
- Banor för att lasta av vertikaltransportören på våning 2

7.1.3 Scenario 3

Samma funktioner som i scenario 1 och 2. Anläggningen ska även kunna lasta på helpallar på våning 1 på samma bana som halvpallarna. Pallen transporteras genom en bana in i vertikaltransportören, upp till våning 2 där den senare går ut på en bana för att lastas av. Komponenter som behöver installeras eller modifieras utöver de i scenario 1 och 2 beskrivs nedan.

- Vertikaltransportör för att transportera halvpall både upp och ner mellan våningar, och helpall i flödet uppåt
- Banor för att lasta på halv- och helpall till vertikaltransportören på våning 1, som rymmer tre halvpall eller 2 helpall
- Banor för att lasta av halv- och helpall från vertikaltransportören på våning 2

7.1.4 Scenario 4

Samma funktioner som i scenario 1, 2 och 3. Systemet ska även kunna lasta på helpallar på våning 2 på samma banor som halvpallar. Pallen transporteras genom en bana in i vertikaltransportören, ner till våning 1 där den senare går ut på buffertbanan. Komponenter som behöver installeras eller modifieras utöver de i scenario 1, 2 och 3 beskrivs nedan.

- Vertikaltransportör för transport av halv- och helpall både upp och ner mellan våningarna
- Banor för att lasta på halv- och helpall till vertikaltransportören på våning 2
- Banor för att lasta av halv- och helpall från vertikaltransportören på våning 1

7.2 Mekaniska specifikationer av anläggningen

I den tekniska specifikationen ges en summering av alla de krav som ställs på de mekaniska delarna i anläggningen. Utifrån detta bestäms det hur anläggningen ska designas och utformas. Det ska även finnas dokumentation på att det finns ett miljötänk vid val av material och utrustning. Bästa möjliga teknik ska användas samtidigt som det är ekonomiskt och tekniskt möjligt att installera. Anläggningen ska även beskrivas med hjälp av layouter, detta för att förtydliga konstruktionen av anläggningen för respektive scenario. Vilket också visar på vilket område som är avsatt för anläggningen.

De produkter som ska hanteras i anläggningen är pallar, antingen bara halvpallar eller både hel- och halvpallar, beroende på vilket scenario. Vilket betyder att storleken på banorna behöver anpassas efter detta. Även riktningen som pallen har under flödesprocessen har betydelse för anläggningens konstruktion, då det behövs en kombination av kedje- och cylinderbanor. Detta för att också hålla koll på att pallen hamnar i rätt position med etiketten åt rätt håll när den ska hämtas. Banorna ska också anpassas efter kapaciteten och cykeltiden som har fått fram i nulägesanalysen i början av projektet. Där det ska ta till hänsyn över antalet pallar som ska rymmas på buffertbanorna och påställningsbanorna.

7.3 Elektriska specifikationer för anläggningen

Detta kapitel beskriver hur alla de elektriska delarna i anläggningen ska designas. Leverantören måste överlämna en detaljerad beskrivning på hur alla säkerhetsfunktioner är konstruerade, även de licenser och standarder som behövs och följs.

Hårdvaran ska vara kopplad till mjukvara genom en PLC och HMI. Genom sensorer ska information om vad pallar befinner sig och vad nästa funktion i processen visas grafiskt på en skärm. Mjukvaran ska kunna felsökas och uppdateras genom ett nätverk. Systemet ska kunna styras manuellt om det uppstår en situation då detta behövs.

Flödet ner från våning 2 ska vara första prioritet på grund av att det finns två flöden i samma system, och för att det andra flödet inte är lika stort. När möjlighet finns ska flödet upp från våning 1 genomföras. Vertikaltransportören ska ha plats för antingen två halvpallar eller en helpall, med hänsyn till detta så ska den aldrig stå stilla och vänta med en halvpall inuti.

Alarm ska finnas för situationer som inte får uppstå och de ska presenteras både som en ljussignal som är placerad på anläggningen och grafiskt med text på operatörernas paneler. Texterna ska vara informativa på svenska och berätta hur felet kan korrigeras.

7.4 Standarder och säkerhet

Det finns många standarder på utrustning, design, säkerhet etc. inom EU, Sverige, SKF och även hos leverantörer, detta innebär också att kraven för CE-märkning ska följas. På grund av detta är det en stor del av den tekniska specifikationen som är standardiserad och dessa områden behövde inget större fokus riktas mot. Dessa standarder finns tillgängliga i form av appendix i slutet av den tekniska specifikationen som leverantörer ska följa och utöka vid behov.

Materialval och design av utrustning ska utformas för att inte skada produkterna, utrustningen ska även designas så att den är lättillgänglig för service och underhåll. Det samma gäller för inspektionspunkter, de ska vara lättillgängliga och det ska vara ergonomiskt att kunna nå dem, vid dessa områden ska det även finnas belysning. För vertikaltransportören gäller samma principer, den ska ha en dörr för tillgänglighet av inspektion och belysning ska finnas till hands.

8. DISKUSSION

- SKF har sitt datasystem SAP som används i hela verksamheten. Där finns all information om alla pallar, arbetsscheman och kommunikationen sker via detta nätverk. Detta gjorde det svårt under arbetets gång då vi inte hade tillgång till SAP. Vilket gjorde att vi var tvungna att alltid fråga någon av handledarna för att få hjälp med att hitta information om pallar. Även när möten skulle bokas var det tvunget att gå via handledarna.
- Under projektet har några besök hos företag ägt rum. I början av arbetet så var det förhoppningar av att fler besök skulle genomföras. Det blev inte av för det var svårt att få tag på rätt person i företagen.
- Ett problem som stöttes på under projektet var diskussionen om huruvida antalet pallar per dag stämde eller inte. Då många med erfarenhet tyckte att det var mycket fler pallar per dag som kördes. Detta ledde oss till den dubbelkontroll som beskrivs i kapitlet 4.1. Antagligen berodde denna misstro på att enbart ett av flödena i RK-fabriken hade studerats, och att många tänkte att siffrorna gällde samtliga flöden. Men efter dubbelkontrollen som visade att det stämde med det första värdet vi hade fått fram så verkade alla nöjda.
- Ett annat problem som uppstod var i slutet av G2 när vi trodde att vi hade kommit fram till den slutgiltiga lösningen. På mötet som var på SKF mellan övergången för G2 och G3 så lades det tyngd på att SKF skulle satsa mer på att automatisera så mycket som möjligt, genom projektet "World Class Manufacturing". På grund av det så är det onödigt att bygga en anläggning som inte skulle kunna hantera alla flöden. Diskussion om kostnad och hur prioriterat det var att få alla flöden automatiserade ledde till fyra scenarier för anläggningens funktion.

Första tanken var att vi hade kommit fram till helt fel lösningskoncept och att vi behövde börja om. Med tanke på att vi ändå hade tre olika alternativ till lösningen för det flödet som var mest aktuellt, tyckte vi fortfarande att dessa var relevanta. Så beslutet togs att vi fortfarande ville använda den lösningsprocess vi redan gjort i G2. Utifrån de tre alternativen från G2 sågs det över hur man skulle kunna utveckla dessa för att kunna hantera alla scenarier, vilket sedan ledde fram till den slutgiltiga lösningen. Detta skrivs det om i kapitlet 5.2.

- Det slutgiltiga vi skulle leverera till SKF var en förstudie som skulle utformas som en teknisk specifikation innehållande en rekommendation. Detta gjorde det lite knepigt i början att veta exakt hur den tekniska specifikationen skulle se ut. Vilket ledde till att vi ändå la ner mycket tid på att få fram en rekommendation för att vi tyckte det behövdes något att utgå ifrån när vi skrev den tekniska specifikationen. Det var också till stor hjälp att vi fick tillgång till både exempel och mall att ha som utgångspunkt.
- Det har varit intressant och lärorikt att utföra detta projekt på SKF. Något vi kommer ta med oss är arbetsstrukturen med gaterna där vi fick en tydlig bild på hur vi låg till i arbetet och hur vi gick vidare efter detta. Det var roligt att alla engagerade sig i arbetet, då vi alltid fick hjälp när vi frågade och fick djupgående svar. Ibland var det svårt att få tag på rätt person då majoriteten var upptagna med möten och det kunde ta tid. Men annars har vi fått en positiv bild av SKF:s verksamhet i Göteborg.

9. SLUTSATSER

Syftet med projektet var att genomföra en förstudie för en anläggning som hanterar pallar i RK-fabriken. Denna anläggning ska effektivisera och automatisera den nuvarande processen. Detta innefattade att göra en teknisk specifikation som SKF ska kunna använda mot leverantörer i ett senare skede.

Detta genomfördes genom att göra en nulägesanalys för dagens situation, vilket gav viktiga resultat om kapaciteten och flödet. Det studerades också kring vad anläggningen var tvungen att anpassas efter, utefter kapaciteten och flödet. Detta ledde till vad anläggningen var tvungen att innehålla och dimensioneras efter, utifrån detta gjordes en rekommendation för SKF hur anläggningen kan se ut.

Med syfte och frågeställningen som utgångspunkt har vi kommit fram med en rekommendation för en anläggning. Rekommendationen innehåller lösningsalternativ för fyra scenarier beroende på hur de ska prioritera flöde och typ av pall som ska hanteras. Där scenario 1 hanterar flödet ner för endast halvpall, de tre andra scenarierna grundas på denna. Där scenario 2 hanterar halvpallar i flöde både upp och ner. Scenario 3 hanterar också helpallar i flöde uppåt och scenario 4 hanterar båda riktningarna av flöden för båda typerna av pallar.

Utifrån rekommendationen har vi skrivit en teknisk specifikation som innehåller alla scenarier. Där beskrivs detaljerat hur anläggningarna ska utformas utifrån dimensionering, flöde och standarder. Denna kommer SKF i senare skede fortsätta sitt arbete runt för att utveckla anläggningen och därmed få en mer automatiserad miljö. Därför var det viktigt att få ner vårt arbete i deras standardiserade arbetsstruktur för att de också ska kunna använda specifikationen mot leverantörer.

REFERENSER

[1] Strategi | SKF

<http://www.skf.com/se/investors/strategi> (Acc 2018-06-07)

[2] The SKF Smart Manufacturing Transformation <http://www.skf.com/id/en/news-and-media/news-search/2017-06-20-the-skf-smart-manufacturing-transformation.html>

(Acc 2018-06-07)

[3] Om SKF

<http://www.skf.com/se/our-company/index.html> (Acc 2018-04-24)

[4] SKF Logistics Service

<http://www.skf.com/se/services/logistics-demandchain/index.html> (Acc 2018-04-24)

[5] Automatiserade lagertruckar | Toyota-Forklifts (2018)

<https://toyota-forklifts.se/vart-erbjudande/produktutbud/automatiserade-vagnar/>

(Acc 2018-05-28)

[6] Köp EUR pallar, engångspallar och begagnad lastpall, EDGE emballage

<http://www.edgeemballage.se/category/pallar/> (Acc 2018-05-24)

[7] Morgan Karlsson, SKF AB, Göteborg, tel 031-337 27 14

[8] Transportörer och kompletta transportörsystem - Hanter IT (2014)

<http://www.hanter.se/transport%C3%B6rer> (Acc 2018-05-21)

[9] Vridbord för pallgods | Hanter IT (2014)

<http://www.hanter.se/vridbord-pallgods>

[10] Osbeck M, Hult G. et al: Styrteknik EI, MeI, Kompendium Chalmers, S2, 2015/2016
Göteborg

[11] Don, Göteborg 2016, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för signaler och system

[12] Patrik Hansson, applikationsingenjör, Siemens

[13] Thomas B. et al: Modern Reglerteknik, Liber AB, Kina 2013

[14] Givare, Göteborg 2014, Chalmers Tekniska Högskola, Institutionen för rymd- och geovetenskap

[15] Mattsson S. et al: Logistikens termer och begrepp, Brolins Offset AB, Stockholm 2004

[16] Jonsson P, Mattsson S. et al: Logistik: Läran om effektiva materialflöden, Studentlitteratur AB, Lund 2016.

[17] Bergman B, Klefsjö B. et al: Kvalitet: Från behov till användning, Studentlitteratur AB, Lund 2014.

[18] Om Siemens - Om Siemens - Siemens (2018)

<https://w3.siemens.se/home/se/sv/cc/om-siemens/Pages/om-siemens.aspx> (Acc 2018-05-03)

[19] Om oss, 80 år ute på vägarna | Volvo Lastvagnar (2018)

<https://www.volvotrucks.se/sv-se/about.html> (Acc 2018-05-03)

[20] Emma Strömblad, Volvo Lastvagnar AB, mail: emma.stromblad@volvo.com

[21] Elmia Automation | Elmia (2018)

<https://www.elmia.se/automation/> (Acc 2018-05-03)

BILAGOR

Bilaga 1 – En del av Excel-fil

	D	E	F	G	H	I	K	M
1	Created On	Created At	Confirmation Date	Confirmation Time	Queue	Activity Area	Dest. Storage Type	Dest. Stor. Bin
4289	2/24/2018	7:37:48 FM	2/24/2018	12:08:44 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4290	1/12/2018	6:01:40 FM	1/12/2018	8:49:12 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4291	2/16/2018	2:32:14 EM	2/16/2018	3:42:17 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4292	3/15/2018	12:51:34 FM	3/15/2018	3:06:30 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4293	3/14/2018	2:54:03 FM	3/14/2018	3:34:48 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4294	1/29/2018	5:29:07 FM	1/29/2018	6:19:49 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4295	2/23/2018	9:45:21 FM	2/23/2018	4:39:38 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4296	2/22/2018	3:04:58 EM	2/22/2018	5:12:26 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4297	3/8/2018	7:54:32 EM	3/8/2018	8:56:04 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4298	1/18/2018	3:28:20 EM	1/18/2018	11:11:15 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4299	3/25/2018	10:41:13 FM	3/25/2018	10:53:13 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4300	2/16/2018	2:32:26 EM	2/16/2018	3:42:08 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4301	3/16/2018	7:48:27 FM	3/16/2018	9:12:32 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4302	3/23/2018	11:20:56 EM	3/24/2018	7:27:25 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4303	3/8/2018	7:29:58 EM	3/8/2018	8:51:53 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4304	2/16/2018	2:29:50 EM	2/16/2018	3:43:08 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4305	3/8/2018	7:28:08 EM	3/8/2018	8:58:45 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4306	3/16/2018	7:48:49 FM	3/16/2018	9:16:00 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4307	1/4/2018	11:50:45 EM	1/5/2018	3:25:10 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4308	3/8/2018	7:26:08 EM	3/8/2018	9:00:06 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4309	3/8/2018	7:37:33 EM	3/8/2018	9:12:31 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4310	3/20/2018	4:56:26 FM	3/20/2018	5:29:17 FM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4311	3/8/2018	7:51:49 EM	3/8/2018	9:09:29 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4312	1/20/2018	4:58:55 EM	1/21/2018	4:06:02 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE
4313	2/16/2018	2:29:01 EM	2/16/2018	3:56:18 EM	RKS_FR_CH	R911	R911	R911_GR_ZONE

Bilaga 2 – Datasammanställning

	Januari	Antal pall / dag	Antal pall / FM	Antal pall / EM
mån	1	-		
tis	2	41	10	31
ons	3	17	12	5
tors	4	43	17	26
fre	5	37	16	21
lör	6	41	21	20
sön	7	34	12	22
mån	8	31	13	18
tis	9	41	25	16
ons	10	58	25	33
tors	11	41	22	19
fre	12	66	44	22
lör	13	39	16	24
sön	14	33	13	20
mån	15	39	15	24
tis	16	28	0	27
ons	17	46	24	22
tors	18	75	17	58
fre	19	45	22	23
lör	20	29	13	16
sön	21	45	16	29
mån	22	125	95	30
tis	23	69	52	17
ons	24	17	9	8
tors	25	83	19	64
fre	26	53	23	30
lör	27	50	22	28
sön	28	55	15	40
mån	29	44	27	17
tis	30	83	24	59
ons	31	70	45	25
	sum:	1478	684	794
	genomsnitt:	49,26666667	22,8	26,46666667

	Februari	Antal pall /dag	Antal pall / FM	Antal / EM
tors	1	41	21	20
fre	2	34	19	15
lör	3	44	9	35
sön	4	50	26	24
mån	5	53	21	32
tis	6	75	43	32
ons	7	35	6	29
tors	8	83	42	41
fre	9	74	41	33
lör	10	30	6	24
sön	11	20	7	13
mån	12	37	13	24
tis	13	42	15	27
ons	14	16	6	10
tors	15	118	68	50
fre	16	51	12	39
lör	17	44	23	21
sön	18	88	39	49
mån	19	68	21	47
tis	20	80	40	40
ons	21	49	27	22
tors	22	63	19	44
fre	23	42	26	16
lör	24	60	26	34
sön	25	35	27	8
mån	26	68	33	35
tis	27	91	26	65
ons	28	64	27	37
	sum:	1555	689	866
	genomsnitt:	55,53571429	24,60714286	30,92857143

	Mars	Antal pall /dag	Antal pall / FM	Antal pall / EM
tors	1	51	20	31
fre	2	54	34	20
lör	3	16	8	8
sön	4	14	4	10
mån	5	73	45	28
tis	6	38	26	12
ons	7	45	13	32
tors	8	69	23	46
fre	9	42	19	23
lör	10	50	38	12
sön	11	51	25	26
mån	12	90	24	66
tis	13	33	14	19
ons	14	66	38	28
tors	15	57	24	33
fre	16	58	31	27
lör	17	33	13	20
sön	18	52	12	40
mån	19	42	13	29
tis	20	36	26	10
ons	21	29	14	15
tors	22	26	15	11
fre	23	46	26	20
lör	24	20	9	11
sön	25	69	47	22
mån	26	81	42	39
tis	27	41	36	5
ons	28	0		
tors	29	0		
fre	30	0		
lör	31	0		
	sum:	1282	639	643
	genomsnitt:	47,48148148	23,66666667	23,81481481

Bilaga 3 – Första Pugh's matrix

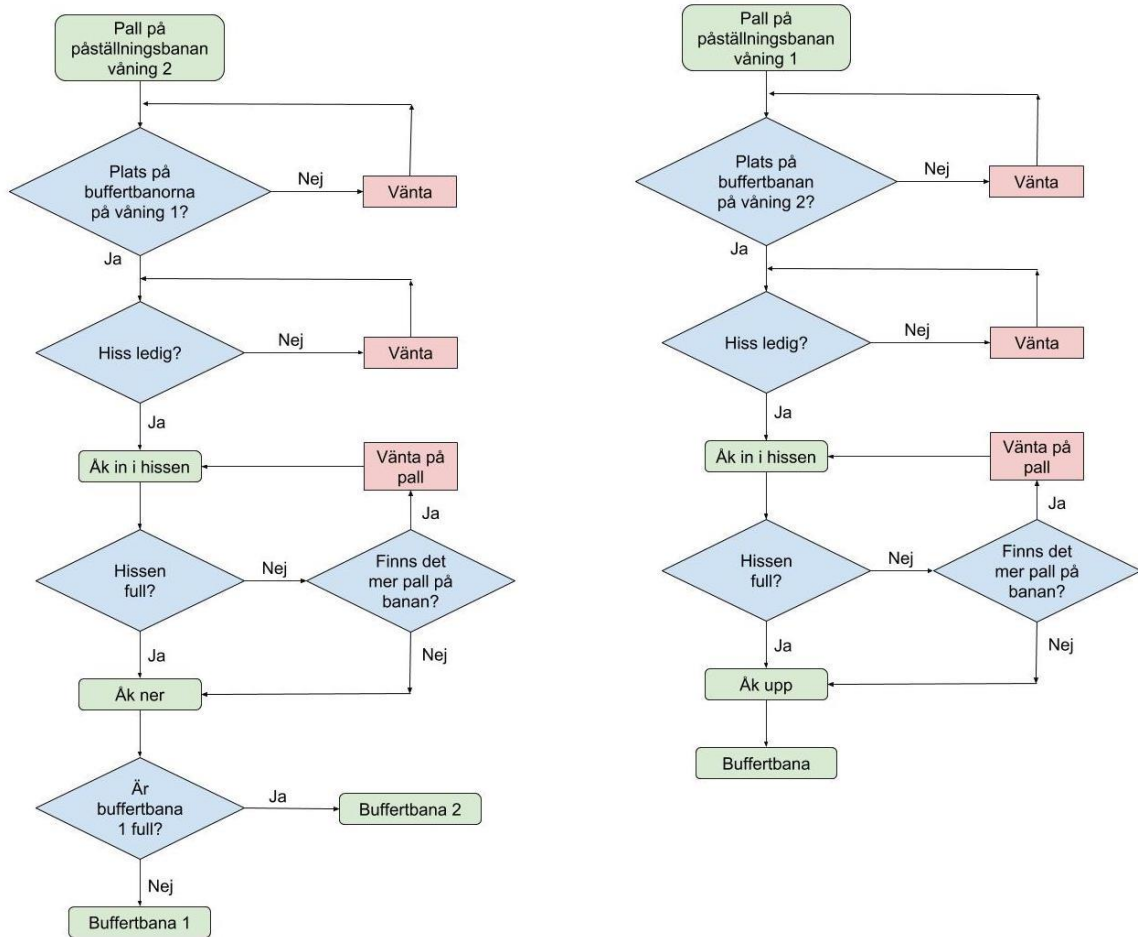
Kriterium:	Värde:	UV1Halv	UV2Halv	NV1Halv	NV2Halv	UH1Halv	NH1Halv	NH2Halv	MV1Halv	MV2Halv	MM2Halv
Motorer	3		plus	0	minus	minus	minus	minus	minus	minus	plus
Vändplattor	2		minus	0	minus	0	0	minus	0	minus	minus
Buffertplatser nerflöde	4		minus	minus	minus	minus	minus	minus	0	minus	minus
Kurvor	3		0	plus	plus	minus	minus	0	minus	plus	plus
Längd av.b. vän2	2		plus	minus	plus	minus	plus	minus	0	plus	minus
summa +			5	3	5	0	2	0	0	2	2
summa 0			3	5	0	2	2	3	3	0	0
summa -			6	6	9	12	10	11	2	3	3
Nettovärde		0	-1	-3	-4	-12	-8	-11	-6	-4	0
Rangordning		1	2	3	4	8	6	7	5	4	1
Vidareutveckling?		ja	ja	ja	ja	nej	nej	nej	ja	ja	ja

Bilaga 4 – Senare Pugh's matriser

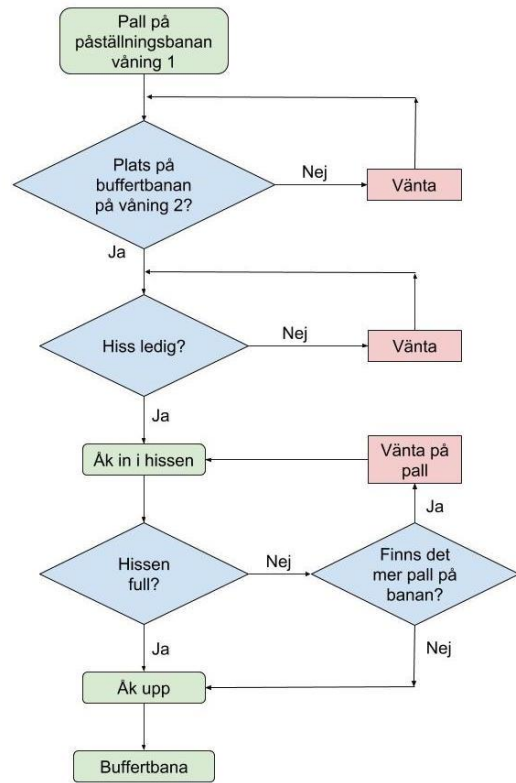
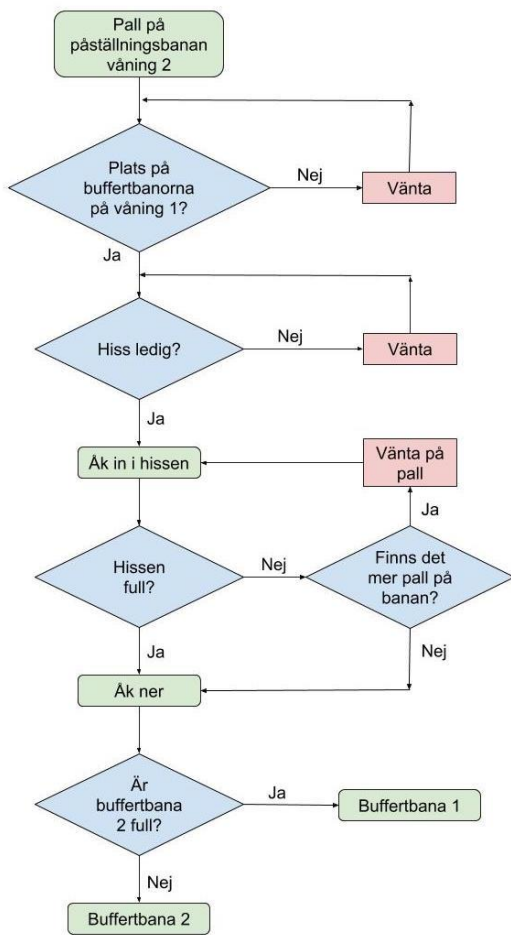
Kriterium:	Värde:	REFERENS (UV1Halv)	NV2Halv	MM2Halv	MM2HalvNy	MV1Halv
Motorer	3		plus	plus	plus	minus
Vändplattor	2		minus	minus	0	0
Buffertplatser nerflöde	4		minus	minus	minus	minus
Skorsten ivägen?	2		minus	0	0	0
Längd påställningsb. vån2	2		plus	plus	plus	0
summa +			5	5	5	0
summa 0			0	0	0	0
summa -			8	6	4	7
Nettovärde		0	-3	-1	1	-7
Rangordning		2	4	3	1	5
Vidareutveckling?		Ja	Ja	Nej	Ja	Nej

Kriterium:	Värde:	REFERENS (UV1HalvNy)	NV2HalvNy	MV1HalvNy
Motorer	3		0	minus
Vändplattor	2		0	0
Buffertplatser nerflöde	4		minus	minus
Skorsten ivägen?	2		0	0
Längd påställningsb. vån2	2		plus	0
summa +			2	0
summa 0			0	0
summa -			4	7
Nettovärde		0	-2	-7
Rangordning		1	2	3
Vidareutveckling?				

Bilaga 5 – Flödesschema för scenario 2 och 3



Bilaga 6 – Flödesschema för scenario 4



Bilaga 7 – Utdrag från den tekniska specifikationen, sida 7, 11 och 17



1 General Information

Below here follows a general description of project implementation and scope.

This enquiry relates to mechanical equipment for handling of pallets between machine floor and floor 2. The equipment shall be installed in the RK-factory located in Gothenburg.

1.1 Scope of Supply and Interface

Supply in accordance with this enquiry covers the following items of equipment.

The fundamental equipment

- Vertical conveyor for transportation
- Conveyor for loading the vertical conveyor on machine floor
- Conveyor for unloading the vertical conveyor on floor 2
- Conveyors for buffering 16 half pallets on floor 2
- Control system with PLC and HMI
- Electrical installation, cabling and canalization
- Mechanical installation of all equipment
- CE-marking of the complete system

Scenario 1

- Handling of half pallets
- Vertical conveyor for transportation from machine floor down to floor 2

Scenario 2

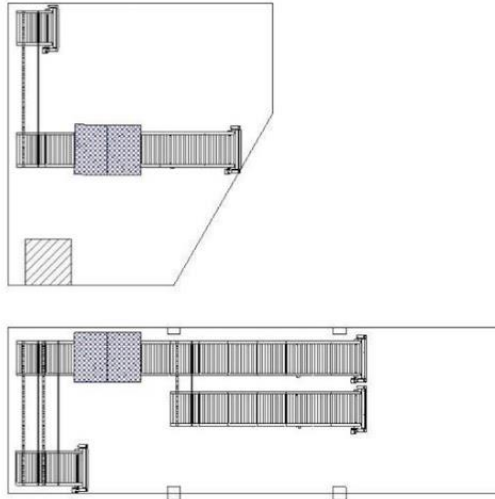
- Handling of half pallets
- Vertical conveyor for transportation up and down between the floors
- Conveyors for loading the vertical conveyor on floor 2 that can buffer three half pallets
- Conveyors for unloading the vertical conveyor on machine floor

Scenario 3

- Handling of half and EU pallets
- Vertical conveyor for transportation half and EU pallets up and half pallets down
- Conveyors for loading half and EU pallets to the vertical conveyor on floor 2 that can buffer three half pallets or two EU pallets
- Conveyors for unloading half and EU pallets from the vertical conveyor on machine floor

2.3.3 Scenario 3

Half pallets shall be transferred between machine floor and floor 2 by a vertical lift. EU pallets shall be transferred from floor 2 to machine floor in the same system.



2.3.3.1 Vertical conveyor

The vertical conveyor shall connect the conveyors on floor 2 with the conveyors on the machine floor. The vertical conveyor shall have openings on two sides on both floors.

2.3.3.2 Conveyors on the machine floor

Half pallets shall be loaded on a conveyor, that is connected to a vertical conveyor, by an AGV or forklifts on one side. On the other side both half- and EU pallets from the vertical conveyor shall be unloaded to a new conveyor.

AGV or forklifts unload pallets from the new conveyor. The tolerance for the pallet in lateral position at the unloading position is +/- 5 mm.

2.3.3.3 Conveyors on floor 2

Half- and EU pallets shall be loaded on a conveyor, that is connected to a vertical conveyor, by an AGV or forklifts on one side. On the other side half pallets from the vertical conveyor shall be unloaded to a conveyor system that can buffer 16 pallets.

AGV or forklifts unload pallets from the conveyor system. The tolerance for the pallet in lateral position at the unloading position is +/- 5 mm.

2.8.1 Pallets

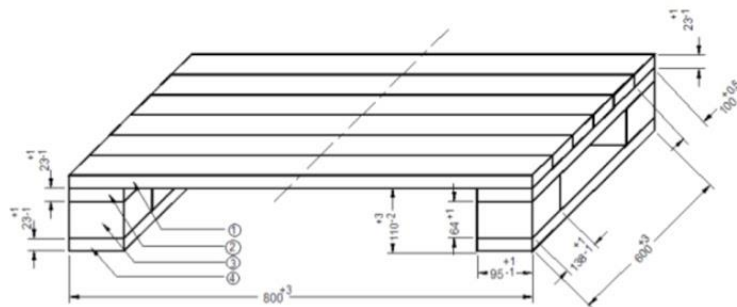
Pallet position shall be showed on the HMI-panel.

Half pallets (wood): 800 x 600mm

EU pallets (wood): 800 x 1200mm

Max height, the pallet included: 1133mm

Max weight: 1200kg



2.8.2 Infeed/Outfeed – Mechanical Interface

The conveyors at the intake and outtake of pallets must work with a AGV or forklift with the fork length 600mm.

For the scenarios that handles EU pallets the conveyors must also work with a AGV or forklift with the length 1200mm.



See appendix Autopilot SAE 160.pdf

The supplier is responsible to control all measures for the installation site.