

# Kravspecifikation

Redaktör: Sofie Dam

**Version 1.0**

## Status

Granskad	Sofie Dam	2017-09-24
Godkänd		2017-09-24

## PROJEKTIDENTITET

2017/HT, GruppTruck

Tekniska högskolan vid Linköpings universitet, ISY

### Gruppdeltagare

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Gabriel Fredriksson	Projektledare	073-562 18 43	gabfr905@student.liu.se
Sofie Dam	Dokumentansvarig	070-422 32 57	sofda068@student.liu.se
Johannes Bodin	Designansvarig, Uppdragsansvarig Delområde 1 & 4	070-246 05 66	johbo346@student.liu.se
Daniel Nilsson	Mjukvaruansvarig	0707-33 23 10	danni768@student.liu.se
Emil Relfsson	Testansvarig	070-635 08 37	emire260@student.liu.se
Max Antonsson	Uppdragsansvarig - Delområde 2	070-781 77 75	maxan749@student.liu.se
Jasmina Hebib	Uppdragsansvarig Delområde 3	073-672 66 28	jashe481@student.liu.se

**Kund:** Toyota Material Handling Manufacturing Sweden AB, 595 81 Mjölby

**Kursansvarig:** Daniel Axehill, 013-28 40 42, daniel.axehill@liu.se

**Handledare:** Erik Hedberg, 013-28 13 38, erik.hedberg@liu.se

**Beställare:** Andreas Bergström, 010-71 15 45 4, andreas.bergstrom@liu.se

# Innehåll

<b>Dokumenthistorik</b>	<b>5</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>6</b>
1.1 Parter . . . . .	6
1.1.1 Projektgrupp . . . . .	6
1.1.2 Toyota Material Handling . . . . .	6
1.1.3 ISY - Institutionen för Systemteknik . . . . .	6
1.2 Användning . . . . .	6
1.3 Bakgrundsinformation . . . . .	7
1.4 Definitioner . . . . .	7
<b>2 Översikt av systemet</b>	<b>8</b>
2.1 Produktkomponenter . . . . .	8
2.2 Avgränsningar . . . . .	10
2.3 Designfilosofi . . . . .	10
2.4 Generella krav på hela systemet . . . . .	10
<b>3 Delområde 1 - Truckbeskrivning</b>	<b>11</b>
3.1 Funktionella krav . . . . .	12
<b>4 Delområde 2 - Tillståndsmodell</b>	<b>13</b>
4.1 Inledande Tillståndsmodell . . . . .	13
4.2 Brusbeskrivning . . . . .	13
4.3 Gaffelbeskrivning . . . . .	13
4.4 Utvecklingskrav . . . . .	14
4.5 Funktionella krav . . . . .	14
<b>5 Delområde 3 - Precisionsinkörning</b>	<b>15</b>
5.1 Utvecklingskrav . . . . .	15
5.2 Funktionella krav . . . . .	17
<b>6 Delområde 4 - Planering av precisionsinkörningskurva</b>	<b>18</b>
6.1 Inledande beskrivning . . . . .	18
6.2 Utvecklingskrav . . . . .	18
6.3 Funktionella krav . . . . .	18

<b>7 Delområde 5 - Pallidentifiering</b>	<b>19</b>
7.1 Inledande beskrivning . . . . .	19
7.2 Utvecklingskrav . . . . .	20
7.3 Funktionella krav . . . . .	20
<b>8 Delområde 6 - Tornutskjutning</b>	<b>21</b>
8.1 Inledande beskrivning . . . . .	21
8.2 Funktionella krav . . . . .	21
<b>9 Krav på vidareutveckling</b>	<b>22</b>
<b>10 Tillförlitlighet</b>	<b>22</b>
<b>11 Ekonomi</b>	<b>22</b>
<b>12 Krav på säkerhet</b>	<b>22</b>
<b>13 Leveranskrav och delleveranser</b>	<b>22</b>
<b>14 Dokumentation</b>	<b>23</b>
14.1 Förefas . . . . .	23
14.2 Underfas . . . . .	23
14.3 Efterfas . . . . .	23
<b>15 Kvalitetskrav</b>	<b>23</b>
<b>Referenser</b>	<b>23</b>

## Dokumenthistorik

Version	Datum	Utförda förändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2017-09-15	Första utkast.	Daniel Nilsson, Emil Relfsson	Sofie Dam
0.2	2017-09-20	Andra utkast efter beställarens kommentarer.	Daniel Nilsson, Emil Relfsson	Sofie Dam
1.0	2017-09-24	Första version.	Daniel Nilsson, Emil Relfsson	Sofie Dam

# 1 Inledning

Detta kapitel beskriver projektet och hur denna kravspecifikation är uppbyggd.

## 1.1 Parter

I denna sektion beskrivs de parter som är verksamma i projektet. De är projektgruppen, ISY och Toyota Material Handling.

### 1.1.1 Projektgrupp

Består av 7 studenter som alla läser kursen TSRT10, Reglerteknisk projektkurs. De läser 5:e året på civilingenjörsprogrammet inom inriktning teknisk fysik och elektroteknik eller maskinteknik. Medlemmarna läser olika masterinriktningar vilket ger dem kompetens inom olika av projektets delområden.



### 1.1.2 Toyota Material Handling

Projektet genomförs i samarbete med Toyota Material Handling i Mjölby. Detta projekt är en påbyggnad på tidigare projekt som genomförts på företaget. De tidigare projekten har varit grupper med studenter som genomfört antingen samma kurs som detta projekt genomförs under eller sommarjobb.



Toyota Material handling bidrar med 2 datorer, mjukvara för utveckling, iordningställande av material 80h, handledningstid 40h samt tillgång till labb med utrustning för testning vid ett antal tillfällen.

### 1.1.3 ISY - Institutionen för Systemteknik

Kontakten mellan Toyota och projektgruppen förmedlas av ISY. Projektets beställare Andreas Bergström följer upp projektet och att samtliga moment genomförs. ISY tillhandahåller också handledare Erik Hedberg. Handledarens uppgift är att vara ett bollplank för projektgruppen, att undervisa i programvaror, diskutera upplägg på projektet och hjälpa till vid problem och andra mindre formella frågor som kan uppstå.



## 1.2 Användning

Detta dokument används som underlag för vilka uppgifter som ska utföras under projektets gång, hur tester av utvecklad mjukvara ska planeras och för verifiering om projektet uppfyllt de krav som planerats på förhand.

### 1.3 Bakgrundsinformation

Kraven i denna kravspecifikation är framtagna utifrån projektdirektiven [1] för projektet efter diskussion med handledare på Toyota och med beställare och handledare på ISY om vad som kan vara lämpligt att genomföra under projektet.

### 1.4 Definitioner

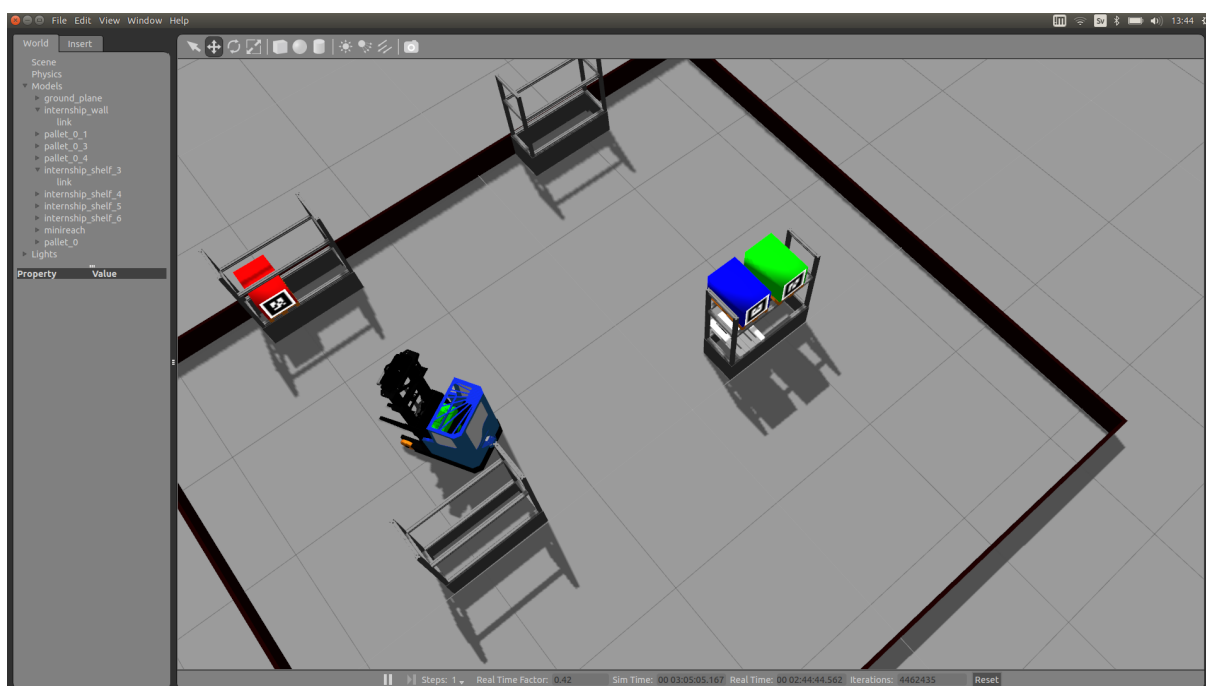
Målen i den första versionen av kravspecifikationen anges som originalkrav. Om något mål måste revideras under projektets gång anges det reviderade målet som reviderat. Varje mål har ett eget nummer och varje revidering av ett specifikt mål får en egen bokstav. Om målet har reviderats efter att den ursprungliga kravspecifikationen har godkänts anges datum för revideringen.

Varje mål specificeras av en kort beskrivning och har ett prioritetsnummer 1, 2 eller 3 som anger målets prioritet där 1 anger ett absolut krav som måste uppfyllas vid projektets slut, 2 anger krav som arbetas med då alla krav med prioritet 1 redan är uppfyllda eller har påbörjats av andra projektmedlemmar och 3 att kravet snarare ses som en möjlig vidareutvecklingsuppgift.

## 2 Översikt av systemet

Systemet består av en eller flera minireach-gaffeltruckar samt en övergripande dator som fungerar som master. Själva gaffeltrucken delas upp i två delar: ett API som sköter manövrering av trucken samt dess delar och en abstrakt del som sköter mer avancerad funktionallitet så som planering och reglering. I vårt arbete med trucken kommer vi bara behandla den abstrakta delen av trucken.

I projektet kommer en stor del av arbetet ske i en simuleringsmiljö kallad Gazebo där ny funktionalitet kan simuleras innan den används i det verkliga systemet. En bild över simuleringsmiljön då trucken är på väg att hämta en pall från en hylla visas i figur 1



*Figur 1: Trucken på väg att hämta en pall i simuleringsmiljön.*

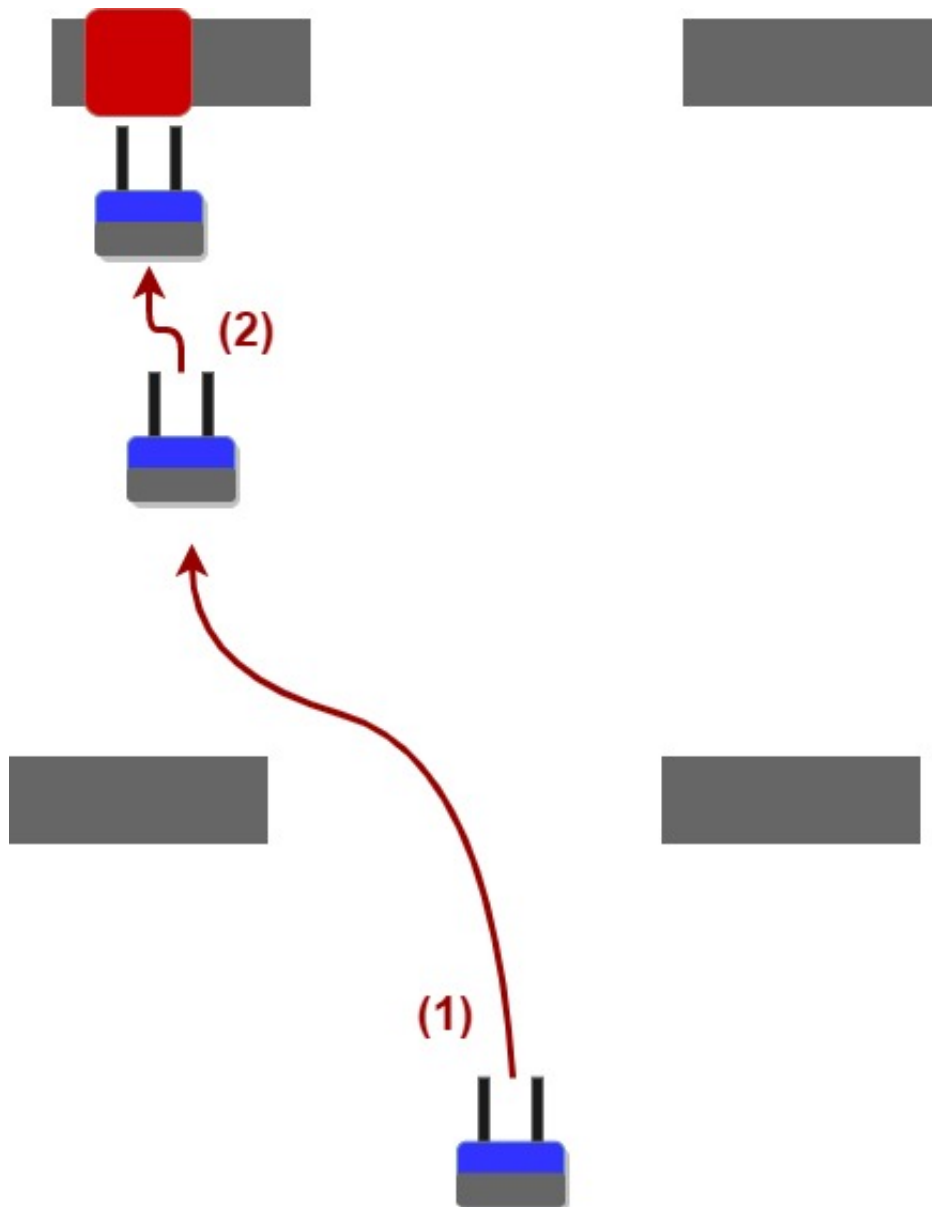
Truckens färdväg från en startposition någonstans i lagret till en hylla där en vara ska plockas upp kan delas upp i två steg, se figur 2. Det första är en lång bana som ska följas med en grov reglering till en ungefärlig position framför hyllan på ungefär 8 dm. Detta steg kommer inte utvecklas under projektet. Därefter inleds en noggrannare reglering fram till hyllan för att placera trucken precis framför pallan som ska plockas upp. Detta steg kallas precisionsinkörning och ska utvecklas med en MPC-regulator så trucken klarar svårare inkörningar till pallan, se mer i kapitel 4 och 5.

### 2.1 Produktkomponenter

Trucken består av en grundplattform, ett lyfttorn med gafflar samt en sensordel.

Grundplattformen har tre hjul, två som är monterade framtill och ett baktill, som går att rotera. Den har även två motorer, en som driver plattformen framåt och bakåt och en





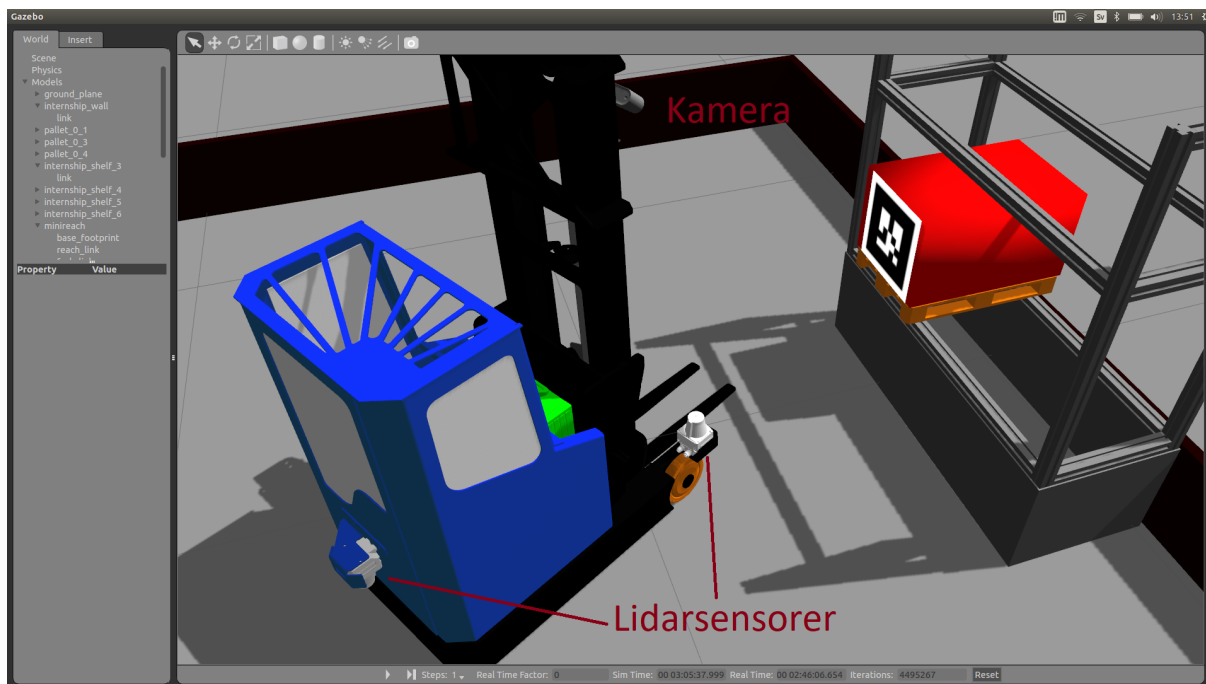
**Figur 2:** Truckens förlopp vid körning fram till hylla. Först kör den från sin startposition till en ungefärlig position framför pallen med grov reglering. Därefter körs en precisionsinkörning in framför hyllan där pallen är placerad med en noggrann reglering.

som roterar det bakre hjulet så att plattformen kan manövreras.

Lyfttornet består av ett torn som går att skjuta fram och tillbaka på grundplattformen med hydrauliska kolvar samt ett gaffelpar som går att skjuta längsmed tornet med en större hydraulisk kolv.

Sensordelen innehåller en kamera, en positionssensor och två lidarsensorer. En kamera är placerad högst upp på tornet och används för att estimeras positionen för pallen i förhållande till trucken. De två lidarsensorerna är placerade framför respektive bakom trucken och används för att positionera trucken i rummet och för att kartlägga rummet. Positionssensorn för gaffelparet används för att mäta var på tornet gafflarna befinner sig.

Kameran och lidarsensorernas placering på trucken i simulatormiljön visas i figur 3.



*Figur 3: Trucken har två lidarsensorer som mäter avstånd framåt respektive bakåt och en kamera som används till positionering av pallar.*

## 2.2 Avgränsningar

I vårt arbete kommer vi bara titta på abstrakta moduler för trucken. Grundläggande API kommer inte att behandlas. Vi kommer bara att behandla vissa specifika moduler.

## 2.3 Designfilosofi

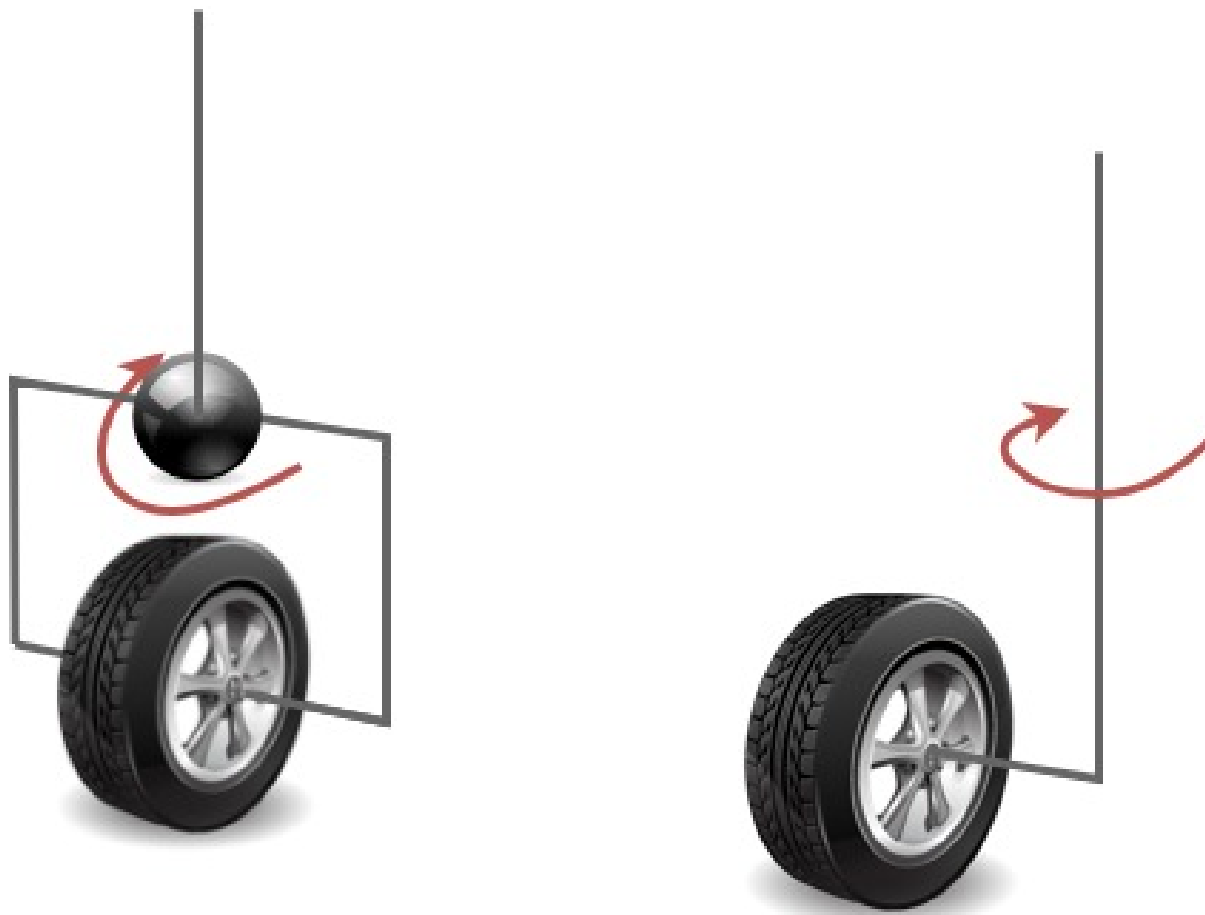
Designen kommer hela tiden fokusera på enkelhet och robusthet. Vi kommer i första hand försöka designa något som fungerar bra och pålitligt istället för att designa något mer avancerat med osäker funktionalitet.

## 2.4 Generella krav på hela systemet

f Målet med projektet kommer vara att få ett mer pålitligt system genom att försöka angripa fyra kända problem hos systemet vilket kommer beskrivas nedan. Inga direkta krav på systemet som helhet kommer ställas.

### 3 Delområde 1 - Truckbeskrivning

I simuleringarna i Gazebo modelleras trucken. Modellen byggs upp av olika volymer med massa och tröghetsmoment som sätts ihop med olika typer av länkar. I den nuvarande modellen sitter det bakre hjulet rakt under rotationsaxeln vilket gör att modellen kan rotera runt sin egen axel vilket visas till vänster i figur 4. I den verkliga trucken däremot roterar det bakre hjulet runt axeln vilket visas till höger i figur 4. Detta medför att den verkliga trucken inte kan röra sig exakt som den i simuleringsprogramet och simuleringarna blir därmed missvisande.



*Figur 4: Bilden till vänster visar hur den nuvarande modellen i Gazebo har det bakre hjulet konfigurerat medan den högra bilden visar hur hjulet är konfigurerat på den verkliga trucken.*

För att simuleringen ska återlikna verkligheten bättre blir en uppgift att uppdatera modellen i simuleringen så den tar hänsyn till offseten mellan hjulet och rotationsaxeln. För att avgöra om den nya modellen förbättrar simuleringarna kan ett test där styrhjulet roteras utan att trucken körs utföras. I den verkliga trucken kommer gafflarna förflytta sig något eftersom trucken inte roterar runt sin egen axel. I simuleringarna däremot står trucken helt still när styrhjulet roteras. Med den nya modellen ska trucken i simuleringen röra sig liknande den i verkligheten.

### 3.1 Funktionella krav

<b>Krav nr 1</b>	<b>Original</b>	Redigera XML-filen som beskriver roboten i simuleringen så modellen beskriver offseten mellan styrhjulet och rotationsaxeln.	<b>1</b>
<b>Krav nr 2</b>	<b>Original</b>	Validera att den nya modellen i simuleringsmiljön efterliknar den verkliga trucken bättre än nuvarande modell.	<b>1</b>

## 4 Delområde 2 - Tillståndsmode

För att kunna utveckla en MPC-regulator till precisionsinkörningen som beskrivs i kapitel 5 måste en tillståndsmode

### 4.1 Inledande Tillståndsmode

Det första steget är att ta fram en tillståndsmode

### 4.2 Brusbeskrivning

Det andra steget blir att utöka modellen så mätfel hanteras som brus. Trucken bestämmer sin position med hjälp av lasersensorer som positionerar den i rummet. Uppgiften blir att undersöka hur exakt denna positionering blir och om det kan generaliseras som vitt brus eller om vi kan utveckla en brusmode

### 4.3 Gaffelbeskrivning

Det tredje steget är att utöka tillståndsmode

#### 4.4 Utvecklingskrav

<b>Krav nr 3</b>	<b>Original</b>	Utveckla inledande tillståndsmodeller av några olika typer.	<b>1</b>
<b>Krav nr 4</b>	<b>Original</b>	Jämför de olika framtagna inledande tillståndsmodellerna med varandra i simulering.	<b>1</b>
<b>Krav nr 5</b>	<b>Original</b>	Besluta om en inledande tillståndsmodell som lämpar sig bäst för trucken.	<b>1</b>
<b>Krav nr 6</b>	<b>Original</b>	Tillståndsmodellen ska hantera hastighet (genom acceleration) och rotationshastighet som styrsignaler till systemet.	<b>1</b>
<b>Krav nr 7</b>	<b>Original</b>	Tillståndsmodellen ska hantera önskad hastighet och rotationshastighet som insignal och ge en position som utsignal.	<b>1</b>
<b>Krav nr 8</b>	<b>Original</b>	Undersök några olika brusmodeller för att modellera mätfel	<b>2</b>
<b>Krav nr 9</b>	<b>Original</b>	Utöka den inledande tillståndsmodellen så att den hanterar mätfel som modellerat brus.	<b>2</b>
<b>Krav nr 10</b>	<b>Original</b>	Utöka tillståndsmodellen med brusbeskrivning så hanterar en mätsignal med gaffelns position och en styrsignal till motorn som styr gaffeln.	<b>2</b>

#### 4.5 Funktionella krav

<b>Krav nr 11</b>	<b>Original</b>	Validera den inledande tillståndsmodellen mot trucken i simuleringsmiljön.	<b>1</b>
<b>Krav nr 12</b>	<b>Original</b>	Validera den inledande tillståndsmodellen mot trucken i verkligheten.	<b>1</b>

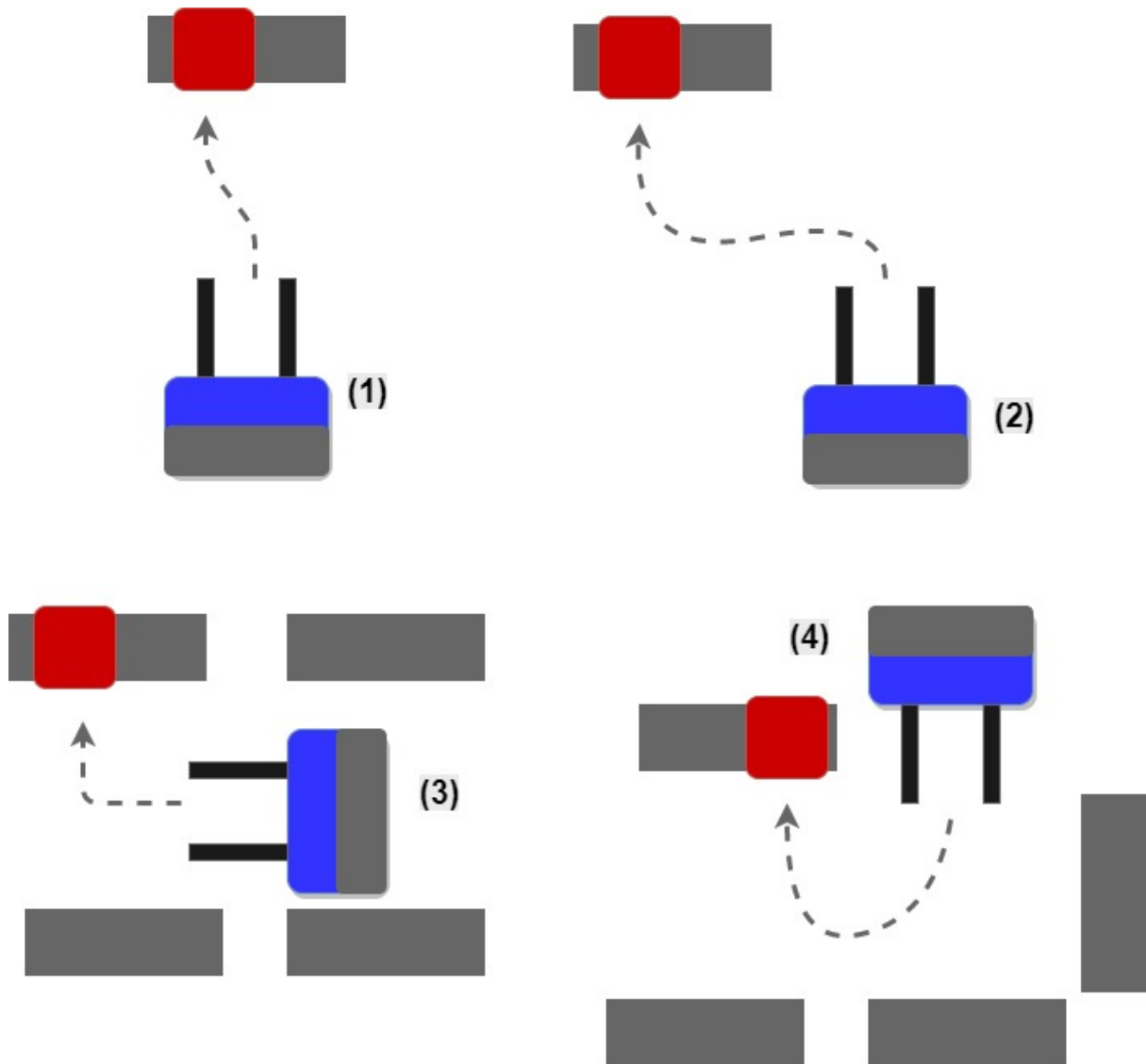
## 5 Delområde 3 - Precisionsinkörning

När trucken kört till en ungefärlig position framför hyllan påbörjas precisionsinkörningen. I nuläget finns det en planerare och en enklare PD-regulator installerad på trucken som körs vid detta moment. Denna regulator används för att reglera efter en bana som planeraren tar fram. Regulatorn klarar bara av att följa banor som inte innehåller några skarpa svängar. Därför tvingas trucken komma in rakt framifrån till hyllan se fall 1 i figur 5. Detta gör trucken väldigt oanvändbar eftersom många lager består av trånga gångar med lite manöverutrymme. Utöver detta sker alla moment seriellt, det vill säga trucken påbörjar precisionsinkörningen, därefter höjer den gafflarna till rätt position, skjuter ut tornet och kör in i pallen. Detta är en tidskrävande procedur som skulle kunna optimeras genom att en del av de olika momenten utförs parallellt.

För att utveckla truckens precisionsinkörning ska regleringen förbättras med en MPC-regulator som klarar skarpare svängar och kan komma in mot pallen från olika håll, se fall 2 - 4 figur 5. Denna regulator ska använda modellen som utvecklas under delområde 2, tillståndsmo-  
dell. Parallellt med precisionsinkörningen ska även gafflarna höjas och tornet skjutas ut.

### 5.1 Utvecklingskrav

<b>Krav nr 13</b>	<b>Original</b>	Projektgruppen ska undersöka möjligheten att implementera MPC för precisionsinkörning.	<b>1</b>
<b>Krav nr 14</b>	<b>Original</b>	Projektgruppen ska undersöka möjligheten att optimera precisionsinkörningen genom att parallellt höja gafflarna till rätt position.	<b>2</b>
<b>Krav nr 15</b>	<b>Original</b>	Projektgruppen ska undersöka möjligheten att optimera precisionsinkörningen genom att parallellt skjuta ut tornet	<b>3</b>



**Figur 5:** Fyra alternativa inkörningsvägar till hylla där pall finns placerad. Nuvarande system klarar enbart fall 1. För att klara fall 2 - 4 ska regleringen förbättras för att kunna följa banor med skarpare svängar.



## 5.2 Funktionella krav

<b>Krav nr 16</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna positionera sig rakt framför en pall då dess startposition är framför pallen och trucken är riktad mot pallen, som i fall (1) och (2) i figur 5.	<b>1</b>
<b>Krav nr 17</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna positionera sig rakt framför en pall då dess startposition är vid sidan om pallen och trucken är riktad vinkelrätt i förhållande till pallen. Som i fall (3) i figur 5.	<b>2</b>
<b>Krav nr 18</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna positionera sig rakt framför en pall då dess startposition är framför pallen och trucken är riktad från pallen. Som i fall 4 i figur 5.	<b>3</b>
<b>Krav nr 19</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna höja gafflarna till rätt position samtidigt som precisionsinkörningen utförs.	<b>2</b>
<b>Krav nr 20</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna skjuta ut tornet samtidigt som precisionsinkörningen utförs.	<b>3</b>

## 6 Delområde 4 - Planering av precisionsinkörningskurva

Regulatorn för precisionsinkörningen (se delområde 3) behöver en referenskurva att följa. I dagsläget genereras en enkel Bézier-kurva som referens vilken är lämplig i vissa fall, t.ex. då truckens start- och slutpositioner är långt ifrån varandra. Om ändpositionerna däremot är väldigt nära varandra blir kurvan onödigt snäv och regleringen försvåras. Kurvan tar inte heller hänsyn till eventuella ställage.

### 6.1 Inledande beskrivning

För att lösa dessa problem kommer projektgruppen undersöka möjligheten att byta till en mer generell planerare. Denna planerare ska ta hänsyn till ställage, klara situationer när trucken står nära pallen samt planera hela vägen in till pallen.

### 6.2 Utvecklingskrav

<b>Krav nr 21</b>	<b>Original</b>	Projektgruppen ska utreda vilken typ av planerare som är lämplig för precisionskörning	<b>2</b>
-------------------	-----------------	--	----------

### 6.3 Funktionella krav

<b>Krav nr 22</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna planera en bana som tar hänsyn till ställage och som kan klara de olika situationern som beskrivs i 5	<b>3</b>
-------------------	-----------------	---	----------

## 7 Delområde 5 - Pallidentifiering

Trucken är utrustad med en kamera för att kunna identifiera och skatta positionen av pallar. Tidigare har projektgrupper använt sig av AR-koder för att kunna plocka upp pallar. Toyota har dock ett mål att en truck ska kunna identifiera pallar utan AR-kod. Under sommaren har sommarjobbare utvecklat bildbehandlingsmetoder för detta. På grund av svårigheter med identifiering av en pall från håll bygger alla metoder på att man innan simulering skriver in vilken lagerplats pallen som ska hämtas befinner sig på.

Det som utvecklats under sommaren är en metod att när trucken kommit fram till pallens plats kunna detektera när den står i rätt läge för att starta inkörningsfasen och hämta upp pallen. Metoden som implementerats är template matching, en modellbaserad identifieringsmetod som använder en virtuell modell av pallen som man försöker matcha med verkligheten. Detta görs genom att man slänger ut en mängd modeller där den tror att pallen är och väljer sedan den med högst korrelation med pallen. Denna metod är dock inte så säker och pallens position estimeras ofta fel. Därför ska man undersöka möjligheten att använda en annan metod som ger säkrare resultat.

### 7.1 Inledande beskrivning

För att förbättra identifiering och positionering av pallen kommer en maskininlärningsalgoritm undersökas. Om algoritmen ger tillräckligt bra resultat kommer den att användas fristående. Om den ger likande resultat som den modellbaserade identifieringsmetoden kommer de båda algoritmerna utföras parallellt. De två olika metoderna ska sedan viktas samman och om inte felen för de olika metoderna korrelerar så borde en säkrare positionering kunna uppnås. De olika metoderna producerar en matris som innehåller olika sannolikheter för var pallen finns. Utförs matrismultiplikation termvis fås en kombinerad sannolikhet. Om en metod verkar säkrare än en annan kan denna matris viktas högre med en enkel multiplikator.

## 7.2 Utvecklingskrav

<b>Krav nr 23</b>	<b>Original</b>	Undersöka möjligheten att identifiera pallen med maskininlärningsalgoritmen.	<b>3</b>
<b>Krav nr 24</b>	<b>Original</b>	Undersöka möjligheten att integrera bildbehandlingsalgoritmen med maskininlärningsalgoritmen för säkrare skattning av pallens position.	<b>3</b>
<b>Krav nr 25</b>	<b>Original</b>	Implementera maskininlärningsalgoritmen.	<b>3</b>
<b>Krav nr 26</b>	<b>Original</b>	Implementera integrationen med bildbehandlingsalgoritmen och maskininlärningsalgoritmen om denna ger bättre resultat.	<b>3</b>
<b>Krav nr 27</b>	<b>Original</b>	Undersöka andra sätt att förbättra pallidentifieringen på.	<b>3</b>
<b>Krav nr 28</b>	<b>Original</b>	Implementera en virtuell dynamisk position för pallen för att minska risken att tappa identifiering.	<b>3</b>

## 7.3 Funktionella krav

<b>Krav nr 29</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna estimeras pallens position utan AR-koder.	<b>3</b>
<b>Krav nr 30</b>	<b>Original</b>	Trucken ska kunna estimeras positionen av pallen för en kortare tid även om pallen går ur bild för kameran.	<b>3</b>

## 8 Delområde 6 - Tornutskjutning

Trucken är utrustad med en så kallad reach-funktion, vilket betyder att den kan skjuta ut tornet för att kunna plocka pallar på pallställ som inte går att köra in under. I nuläget utförs denna utskjutning med on/off-styrning; man styr full fart ut tills man har tornet på rätt position och där stoppar man abrupt. Detta är dels skadligt för aktuatorer och medför även svårigheter för identifiering av den pall som ska hämtas.

### 8.1 Inledande beskrivning

För att lösa detta problem måste en mjukare styrning designas och implementeras. Detta kommer utföras genom att implementera en mjuk reglering som kommer sakta ner tornet innan det stannar. I dagsläget tappar systemet identifieringen av pallen i det ögonblick som tornutskjutningen upphör, och återfår identifieringen efteråt men en bit förskjuten i längsled. Detta leder till att trucken därför kör för långt när pallen ska hämtas upp, vilket i praktiken skulle få allvarliga följder, t.ex. att pallställaget välter.

### 8.2 Funktionella krav

<b>Krav nr 31</b>	<b>Original</b>	Undersöka om tornet kan skjutas ut till ändläget på ett sådant sätt att systemet inte tappar identifieringen av pallen.	<b>3</b>
<b>Krav nr 32</b>	<b>Original</b>	Trucken skall kunna åka in med gafflarna under pallen, till ett läge där den är redo att lyfta pallen, utan att stöta i föremål i omgivningen (t.ex. pallställage).	<b>3</b>

## 9 Krav på vidareutveckling

<b>Krav nr 33</b>	<b>Original</b>	Lösningen ska vara moduluppbyggd så att vidareutveckling underlättas.	<b>1</b>
<b>Krav nr 34</b>	<b>Original</b>	Programkod ska vara skriven enligt ROS kodstandarder ([2], [3], [4]).	<b>1</b>
<b>Krav nr 35</b>	<b>Original</b>	Dokumentation som beskriver vad som gjorts i projektet som underlättar för kommande projekt att förstå vad som genomförts i detta projekt ska skrivas.	<b>1</b>

## 10 Tillförlitlighet

<b>Krav nr 36</b>	<b>Original</b>	De uppgraderingar detta projekt gör ska öka tillförlitligheten för trucken.	<b>2</b>
-------------------	-----------------	---	----------

## 11 Ekonomi

<b>Krav nr 37</b>	<b>Original</b>	Gruppen ska inte överstiga de 1680 timmarna som projektet har projekteras för med mer än 10%, dvs. 1848 timmar.	<b>1</b>
-------------------	-----------------	---	----------

## 12 Krav på säkerhet

<b>Krav nr 38</b>	<b>Original</b>	Förändringarna detta projekt utför ska inte göra trucken osäkrare än vad den är i nuläget.	<b>1</b>
-------------------	-----------------	--	----------

## 13 Leveranskrav och delleveranser

Detta kapitel beskriver vad som ska levereras utöver dokumentation och utveckling av systemet.

<b>Krav nr 39</b>	<b>Original</b>	Poster i A1 format som beskriver vad som gjorts i projektet.	<b>1</b>
<b>Krav nr 40</b>	<b>Original</b>	Hemsida som beskriver projektet och som uppdateras kontinuerligt under projektets genomförande med information om projektets fortlöpande.	<b>1</b>
<b>Krav nr 41</b>	<b>Original</b>	Film att publicera på YouTube.	<b>1</b>

## 14 Dokumentation

Detta kapitel beskriver de dokument som ska levereras under projektet. Dokumenten kan delas in i tre kategorier beroende på när de ska vara färdiga, före, under eller efter projektets utförandefas.

### 14.1 Förefas

<b>Krav nr 42</b>	<b>Original</b>	Kravspecifikation. Detta dokument. Beskriver de krav som ska uppfyllas under projektet.	<b>1</b>
<b>Krav nr 43</b>	<b>Original</b>	Projektplan. Beskriver den planerade genomföringen av projektet.	<b>1</b>
<b>Krav nr 44</b>	<b>Original</b>	Utkast till designspecifikation. Grov skiss över systemet som ska utvecklas.	<b>1</b>
<b>Krav nr 45</b>	<b>Original</b>	Tidsplan. Beskriver hur mycket tid varje projektmedlem ska lägga på olika aktiviteter.	<b>1</b>

### 14.2 Underfas

<b>Krav nr 46</b>	<b>Original</b>	Mötesprotokoll från möten som hållits inom projektgruppen. Ska vara justerade.	<b>1</b>
<b>Krav nr 47</b>	<b>Original</b>	Testprotokoll från dem tester som genomförts.	<b>1</b>
<b>Krav nr 48</b>	<b>Original</b>	Protokoll över beslutspunkter.	<b>1</b>

### 14.3 Efterfas

<b>Krav nr 49</b>	<b>Original</b>	Användarhandledning som beskriver hur man ska använda systemet.	<b>1</b>
<b>Krav nr 50</b>	<b>Original</b>	Teknisk rapport med dokumentation över projektresultatet.	<b>1</b>
<b>Krav nr 51</b>	<b>Original</b>	Efterstudie med uppföljning av resultat och användning av tid.	<b>1</b>

## 15 Kvalitetskrav

<b>Krav nr 52</b>	<b>Original</b>	Gruppen har utsett en testansvarig som ska se till att lämpliga tester utförs innan leverans.	<b>1</b>
-------------------	-----------------	---	----------

## Referenser

- [1] *Projektdirektiv*. Andreas Bergström.
- [2] *ROS C++ kodstandard*. Open Source Robotics Foundation
- [3] *ROS Python kodstandard*. Open Source Robotics Foundation
- [4] *ROS JavaScript kodstandard*. Open Source Robotics Foundation