



# Testprotokoll

Hampus Westerberg  
Joel Wiklund  
Tomasz Mazurek  
Carl Liljeberg  
Mohammad Rajabi  
Anton Lund  
Simon Svahn

12 december 2024

Version 2.0



Autonom Truck

Status

Granskad		
Godkänd		



## Projektidentitet

Grupp E-post: [hamwe392@student.liu.se](mailto:hamwe392@student.liu.se)

Beställare: Gustav Zetterqvist, ISY, Linköpings universitet  
Tfn: 013-28 19 94  
E-post: [gustav.zetterqvist@liu.se](mailto:gustav.zetterqvist@liu.se)

Kund: Johan Lindell, Toyota Material Handling  
E-post: [johan.lindell@toyota-industries.eu](mailto:johan.lindell@toyota-industries.eu)

Handledare 1: Sebastian Karlsson (ISY)  
E-post: [sebastian.karlsson@liu.se](mailto:sebastian.karlsson@liu.se)

Handledare 2: Oskar Bergkvist (Toyota Material Handling)  
E-post: [oskar.bergkvist@toyota-industries.eu](mailto:oskar.bergkvist@toyota-industries.eu)

Handledare 3: Andreas Bergström (Toyota Material Handling)  
E-post: [Andreas.Bergstrom.ext@toyota-industries.eu](mailto:Andreas.Bergstrom.ext@toyota-industries.eu)

Kursansvarig: Daniel Axehill, Linköpings universitet  
Tfn: +4613284042  
E-post: [daniel.axehill@liu.se](mailto:daniel.axehill@liu.se)

## Projektdeltagare

Namn	Ansvar	E-post
Hampus Westerberg	Projektledare (PL)	<a href="mailto:hamwe392@student.liu.se">hamwe392@student.liu.se</a>
Joel Wiklund	Testansvarig (TA)	<a href="mailto:joewi329@student.liu.se">joewi329@student.liu.se</a>
Carl Liljeberg	Informationsansvarig (IA)	<a href="mailto:carli426@student.liu.se">carli426@student.liu.se</a>
Mohammad Rajabi	Dokumentansvarig (DOK)	<a href="mailto:mohra735@student.liu.se">mohra735@student.liu.se</a>
Anton Lund	Mjukvaruansvarig (MA)	<a href="mailto:antlu106@student.liu.se">antlu106@student.liu.se</a>
Simon Svahn	Designansvarig (DES)	<a href="mailto:simsv926@student.liu.se">simsv926@student.liu.se</a>
Tomasz Mazurek	Sekreterare (SEK)	<a href="mailto:tomma870@student.liu.se">tomma870@student.liu.se</a>



## INNEHÅLL

1	Introduktion	1
1.1	Teststruktur	1
1.2	Testresultat	1
1.3	Testcase	1
2	Tester	2
2.1	Kartläggningsmodul	2
2.2	Ruttplaneringsmodul	2
2.3	Simuleringsmodul	3
2.4	Användargränssnitt	4
2.5	Prestanda och felhantering	5
2.6	Övrigt	6



DOKUMENTHISTORIK

Version	Datum	Utförda ändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2024-09-27	Första versionen	JW	Alla
0.2	2024-10-13	Tester för prio 2 tillagda, småändringar	JW	Alla
0.3	2024-10-16	Fler mindre tester, småändringar	JW	-
1.0	2024-10-21	Första versionen. Testcase införda, protokoll delat i olika avsnitt	JW,TM	-
2.0	2024-12-04	Uppdaterad med ifyllt protokoll för alla tester.	JW	TM



# 1 INTRODUCTION

Detta dokument syftar till att ge en strukturerad plan på hur tester kan genomföras som verifierar kraven inom ramen för projektet Autonom truck.

## 1.1 Teststruktur

Varje test kommer att struktureras enligt [Tabell 1](#).

**Tabell 1:** En beskrivning av testets struktur

Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
Testnummer	Prioritet av kopplade krav	Kravnummer	En kort beskrivning av vad som ska ske för att systemet ska klara testet.	Vilket testcase ska användas (om applicerbart)	Veckonummer då testet senast ska ske. "K" för "kontinuerligt under projektets gång"

## 1.2 Testresultat

Efter att ett visst test har utförts kommer resultaten att dokumenteras i ett testprotokoll. Där kommer varje test och tillhörande krav noteras som antingen godkänt/icke godkänt (noterat som Pass/Fail, P/F). Vid icke godkänt ges dessutom en mer detaljerad beskrivning av felen, möjliga lösningar samt plan för att uppnå ett tillfredsställande resultat.

## 1.3 Testcase

För vissa test används förutbestämda case för att på ett strukturerat sätt kunna se till att testet kan genomföras på ett repetativt sätt. Grundprincipen är en rak rutt längs en lång korridor med väggar på varje sida. Där kan sedan hinder och avstånd till väggar varieras till följande case. Testet ska startas med trucken mer än 5m innan eventuella hinder.

**1:** Ett rektangulärt hinder på ruten, väggarna  $\geq 5\text{m}$  från ruten.

**2:** Ett rektangulärt hinder på ruten. En vägg  $\geq 5\text{m}$  från ruten, en inom en truckbredd från hindret (så att rutt ej ska planeras mellan hinder och vägg).

**3:** Två hinder längs ruten. Ett på ruten, ett längre från ruten mindre än en truckbredd från det första (så att rutt ej ska planeras mellan hinder).

**4:** Ett rektangulärt hinder på ruten. Båda väggarna inom en truckbredd från hindret (så att genomförbar rutt ej ska kunna planeras).

**5:** Ett hinder brett nog för att täcka hela truckens tillåtna avstånd från originalruten (så att felmeddelande ska ges vid planering runt hindret).

För vissa tester är valet av case godtyckligt, och för andra är det ej applicerbart. Detta markeras med "Alla" respektive "N/A"



## 2 TESTER

I den här delen anges de tester som projektgruppen planerar att genomföra under projektets gång.

### 2.1 Kartläggningsmodul

Detta avsnitt beskriver alla tester relaterade till kartläggning.

Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
1	1	3.1	Se till att LIDAR-data korrekt översätts till kartesiska koordinater.	N/A	43
2	1	3.2, 5.4	Se till att en framkomlighetskarta skapas korrekt utifrån LIDAR-punktmolnet.	Alla	45
3	1	3.2, 6.1, 6.2	Se till att en karta presenteras korrekt i realtid under både normal och omplanerad körning.	Alla	45
4	1	3.3	Kontrollera att kartans upplösning är inom toleransen på 5cm	N/A	49

#### Protokoll

Test	Genomfört vecka	Resultat	Kommentar
1	42	P	
2	44	P	
3	48	P	Kartan presenterades korrekt långt tidigare, datumet avser uppdatering under omplanerad körning.
4	44	P	Kartans upplösning går att ändra, och går i teorin att göra ännu mycket mindre, på beskostnad av prestanda.

### 2.2 Ruttplaneringsmodul

Detta avsnitt beskriver alla tester relaterade till ruttplanering.

Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
5	1	4.1	Se till att trucken korrekt kan identifiera hinder som kräver omplanering, samt korrekt ignorerar hinder som ej påverkar rutten.	Alla	45
forts. på nästa sida					



forts. från föregående sida					
Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
6	1	4.5	Se till att planeringsalgoritmen gör rutter med tillräcklig säkerhetsmarginal från alla föremål.	Alla	45
7	1	4.2	Se till att trucken drar rätt slutsats angående omplanering av ruten samt beräknar en ny rutt innan den är två meter från hindret.	Alla	45
8	1	4.3	Se till att den skapade ruten är genomförbar.	1-3,5	45
9	2	2.2, 4.3-4.6, 5.6	Se till att trucken klarar att skapa och genomföra en rutt runt enklare hinder med tillräcklig marginal utifrån truckens kinematik.	Alla	46
10	2	4.7	Se till att trucken kontinuerligt uppdaterar ruten efter att ytterligare information om omgivningen blir tillgänglig.	Alla	46

#### Protokoll

Test	Genomfört vecka	Resultat	Kommentar
5	46	P	
6	47	P	
7	48	P	
8	47	P	
9	49	F	Ruttplaneringsalgoritmen tar ej hänsyn till truckens kinematik. Det gör dock regulatorn och truckmodellen som följer ruten.
10	49	P	

## 2.3 Simuleringsmodul

Detta avsnitt beskriver alla tester relaterade till simulering.

Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
11	1	2.1, 5.2	Kontrollera att den tvådimensionella simuleringsmiljön fungerar korrekt.	N/A	41
12	1	5.5, 5.10-13	Observera samt rimlighetskontrollera den simulerade truckens kinematik.	N/A	42
13	1	5.7	Observera korrekt och rimligt beteende vid specificerat köruppdrag med ett hinder samt blockerande vägg på ena sidan.	2	46
forts. på nästa sida					



forts. från föregående sida					
Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
14	2	5.8	Observera korrekt och rimligt beteende vid specificerat köruppdrag med två rektangulära hinder i bredd.	3	48
15	1	5.14, 5.15	Kontrollera att den aktuella simuleringsdatorn når upp till specifikationerna	N/A	K

## Protokoll

Test	Genomfört vecka	Resultat	Kommentar
11	42	P	Simuleringen har från starten varit tredimensionell
12	42	P	Delstegen i krav 5.10 och 5.11 utnyttjades aldrig.
13	48	P	
14	48	P	Trucken klarar godtycklig storlek samt form på hinder.
15	Alla	-	Utveckling och simulering har skett på flera olika datorer av olika prestanda. Tester av simulering har gjorts på kraftfulla datorer med åtminstone denna prestanda.

## 2.4 Användargränssnitt

Detta avsnitt beskriver alla tester relaterade till användargränssnittet.

Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
16	1	6.1-3	Observera att användargränssnittets karta visas korrekt. (se även test 2 & 3)	Alla	47
17	1	5.1, 6.4, 6.10, 6.11	Kontrollera att ändring av parametrar fungerar och att data visas korrekt under en körning.	Alla	47
18	1	6.5, 6.6	Observera att trucken kan meddela när ett hinder är detekterat samt när en alternativ rutt är planerad.	Alla	47
19	1	6.7	Observera att trucken kan meddela när en alternativ rutt inte går att ta fram.	4	47
20	2	6.8	Observera att trucken kan meddela när maximalt avstånd från originalrutten nåtts.	5	47





### Protokoll

Test	Genomfört vecka	Resultat	Kommentar
16	46	P	
17	48	P	
18	48	P	Alla meddelanden visas som en tidslinje.
19	48	P	
20	49	F	Simuleringen har ingen sådan funktionalitet, men ruttplaneringsalgoritmen är begränsad så att rutter inte kan skapas för långt bort.

## 2.5 Prestanda och felhantering

Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
21	1	7.1	Se till att trucken klarar att köra uppdrag av olika komplexitet utan att stanna för beräkningar.	Alla	46
22	2	7.2	Se till att trucken klarar att köra ett uppdrag utan att stanna samt hålla en hastighet om minst 0.3 m/s.	Alla	46
23	1	7.3	Observera att trucken vid vägval tar den väg som bör leda till kortast körsträcka.	Alla	46
24	1	8.1	Se till att trucken kan detektera då en genomförbar rutt ej kan beräknas eller genomföras och larma på lämpligt sätt. (Se även test 13)	4	47
25	2	8.2	Se till att trucken kan detektera då den lämnat att givet tillåtet område och larma på lämpligt sätt. (Se även test 14)	5	47

### Protokoll

Test	Genomfört vecka	Resultat	Kommentar
21	48	P	Ruttberäkning går mycket fort, på mindre än en sekund.
22	48	P	
23	48	F	Då algoritmen för att ta fram rutter bygger på slumpgenerering för att ta fram nya punkter finns alltid en risk för suboptimala rutter. Detta kan alltså aldrig helt garanteras.
24	48	P	
25	49	F	Simuleringen har ingen sådan funktionalitet, men ruttplaneringsalgoritmen är begränsad så att rutter inte kan skapas för långt bort.



## 2.6 Övrigt

Test	Prioritet	Krav	Beskrivning	Testcase	Vecka
26	1	9.1	Gruppen ser till att kod som skrivs följer kodstandard.	N/A	K
27	1	10.1	Alla gruppmedlemmar strävar efter att lägga 240 timmar på projektet, samt ser till att meddela PL omedelbart om större avvikelser sker.	N/A	K

### Protokoll

Test	Genomfört vecka	Resultat	Kommentar
26	-	-	Ej ännu applicerbart. Under utveckling har vissa delar av naturliga skäl inte följt standard, men detta kommer givetvis att vara uppfyllt till slutleverans av koden.
27	-	-	Ej ännu applicerbart