

Projektplan

Precisionsreglering av gaffeltruck

25 september 2019

Version 1.0



Granskad	Linus Roos	2019-09-25
Godkänd	Erik Hedberg	2019-09-25

Kursnamn: Reglerteknisk projektkurs
Kurskod: TSRT10
Projekt: Precisionsreglering av gaffeltruck

Projektledarens e-post: jongu926@student.liu.se
Dokumentansvarig: Jonathan Carlin
Dokumentansvarigs e-post: jonca673@student.liu.se

Projektidentitet

Grupp E-post: jongu926@student.liu.se

Beställare: Erik Hedberg, Linköpings universitet
Tfn: +46 13 28 13 38
E-post: erik.hedberg@liu.se

Handledare: Olov Holmer
Tfn: +46 13-28 16 17
E-post: olov.holmer@liu.se

Kursansvarig: Daniel Axehill
Tfn: +46 13 28 40 42
E-post: daniel.axehill@liu.se

Projektdeltagare

Namn	Ansvar	E-post
Jonatan Gustafsson	Projektledare (PL)	jongu926@student.liu.se
Jonathan Carlin	Dokumentansvarig (DOK)	jonca673@student.liu.se
Sebastian Haglund	Testansvarig (TEST)	sebha953@student.liu.se
Jennie Bäcklin	Designansvarig (DES)	jenba497@student.liu.se
Carl Hynén Ulfsjö	Mjukvaruansvarig (MA)	carhy681@student.liu.se
Henrik Johansson	Komponentansvarig (KA)	henjo648@student.liu.se
Linus Roos	Informationsansvarig (IA)	linro231@student.liu.se

Kursnamn: Reglerteknisk projektkurs
Kurskod: TSRT10
Projekt: Precisionsreglering av gaffeltruck

Projektledarens e-post: jongu926@student.liu.se
Dokumentansvarig: Jonathan Carlin
Dokumentansvarigs e-post: jonca673@student.liu.se

INNEHÅLL

1	Beställare	1
2	Översiktlig beskrivning av projektet	1
2.1	Syfte och mål	1
2.2	Leveranser	2
2.3	Begränsningar	2
3	Fasplan	3
3.1	Före projektstart	3
3.2	Under projektet	3
3.3	Efter projektet	3
4	Organisationsplan för hela projektet	4
4.1	Organisationsplan hos kunden	5
4.2	Villkor för samarbetet inom projektgruppen	5
4.3	Definition av arbetsinnehåll och ansvar	6
5	Dokumentplan	7
6	Utbildningsplan	7
6.1	Egen utbildning	8
6.2	Kundens utbildning	8
7	Rapporteringsplan	8
8	Mötesplan	8
9	Resursplan	9
9.1	Personer	9
9.2	Material	9
9.3	Lokaler	9
9.4	Ekonomi	9
10	Milstolpar och beslutspunkter	10
10.1	Milstolpar	10
10.2	Beslutspunkter	10
11	Aktiviteter	11
11.1	Modellering	11
11.2	Reglering	11
11.3	IMU	11
11.4	Tester	12
12	Tidsplan	12
13	Förändringsplan	12
14	Kvalitetsplan	12
14.1	Granskningar	12
14.2	Testplan	12
15	Risakanalys	13
16	Prioriteringar	13
17	Projektavslut	13

Kursnamn: Reglerteknisk projektkurs
Kurskod: TSRT10
Projekt: Precisionsreglering av gaffeltruck

Projektledarens e-post: jongu926@student.liu.se
Dokumentansvarig: Jonathan Carlin
Dokumentansvarigs e-post: jonca673@student.liu.se



DOKUMENTHISTORIK

Version	Datum	Utförda ändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2019-09-22	Första utkast	Alla	JG
0.2	2019-09-23	Andra utkast	JB, JC, JG	CHU, HJ, SH
0.3	2019-09-24	Trejde utkast	JB, JC, JG	JC, JG
1.0	2019-09-25	Godkänd version	Alla	LR

1 BESTÄLLARE

Beställare i projektet är Erik Hedberg, doktorand i reglerteknik vid Institutionen för systemteknik på Linköpings universitet.

2 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV PROJEKTET

Toyota Material Handling (TMH) designar och tillverkar truckar för lasthantering och de arbetar för att utveckla autonoma truckar. I ett samarbete med TMH utförs detta projekt för att förbättra lyftprestandan hos en typ av truck som TMH tillverkar. Trucken är av modell BT Reflex RAE.



Figur 1: Truck av modell BT Reflex RAE 160/200/250

2.1 Syfte och mål

Dagens industri blir allt mer automatiserad, därför arbetar TMH med att utveckla autonoma truckar. När en truck körs autonomt är det viktigt att ha en effektiv lyftprocess utan en förare. Genom att förbättra regleringen vid lyftprocessen möjliggörs ett effektivt autonomt lyft. Projektets mål och syfte är att ta fram en precis reglering av lyftprocessen hos en truck.

Projektets syfte är att utveckla metoder för att förbättra lyftprestandan hos en BT Reflex RAE-truck (se figur 1) som är en av flera truckar som TMH tillverkar.



2.2 Leveranser

Tabellen nedan innehåller samtliga leveranser i projektet.

Typ av leverans	Datum	Format
Projektplan (BP2)	2019-09-25	Dokument
Tidsplan (BP2)	2019-09-25	Dokument
Kravspecifikation (BP2)	2019-09-25	Dokument
Designspecifikation (utkast) (BP2)	2019-09-25	Dokument
Designspecifikation (BP3)	2019-10-09	Dokument
Testplan (BP3)	2019-10-09	Dokument
Fungerande simuleringsmodell och regulator (BP4)	2019-11-22	Dokument
All funktionalitet (BP5)	2019-12-03	Hård-/Mjukvara
Användarhandledning (BP5)	2019-12-03	Dokument
Testprotokoll (BP5)	2019-12-03	Dokument
Leverans till kund	2019-12-06	Presentation
Teknisk rapport (BP6)	2019-12-13	Dokument
Efterstudie (BP6)	2019-12-13	Dokument
Poster (utkast) (BP6)	2019-12-13	Dokument
Hemsida (BP6)	2019-12-13	Hemsida
Demofilm (BP6)	2019-12-13	Film
Projektkonferens	2019-12-16	Presentation

2.3 Begränsningar

- Projektet kommer att löpa under en begränsad tid och har en total ekonomi på 1680 timmar, vilket motsvarar 240 timmar per projektmedlem.
- Simuleringsmodeller kommer att hanteras i Simulink och Simscape. Trucken kommer att regleras och testas med hjälp av en realtidsdator av märket Speedgoat som tillåter styrning från MATLAB och Simulink.
- Validering kommer att ske på en BT Reflex RAE250. Trucken kommer att förses av TMH enligt överenskommelse.



3 FASPLAN

Nedan beskrivs de aktiviteter som kommer att ingå i respektive fas under projektets gång.

3.1 Före projektstart

- Utse projektgrupp där varje gruppmedlem erhåller ett ansvarsområde (se [Definition av arbetsinnehåll och ansvar](#)).
- Skriva en kravspecifikation.
- Skriva en tidsplan.
- Skriva en projektplan.
- Skriva en designspecifikation.

3.2 Under projektet

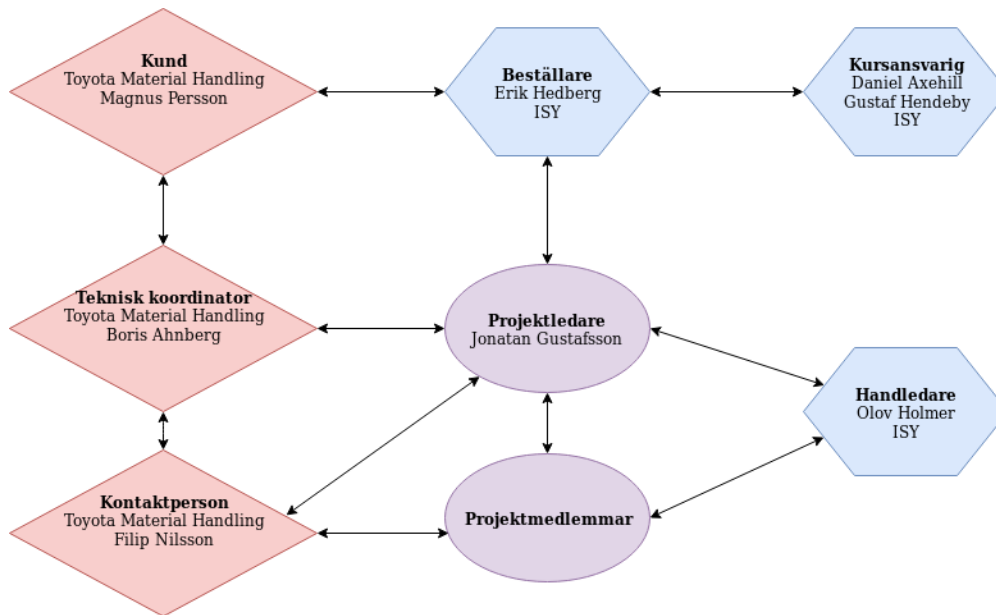
- Arbeta med de tekniska uppgifterna som anges i [Aktiviteter](#).
- Möten med handledare för att stämma av hur projektet fortlöper samt rådgivning.
- Möten med projektgruppen för att stämma av hur arbetet går samt säkerställa att all krav uppnås.
- Modifieringar av tid-, projektplan och kravspecifikation som förhandlas och godkänns av beställaren.

3.3 Efter projektet

- Leverans av projektet till beställare senaste tre arbetsdagar innan leverans till kund. Vid denna leverans redovisas att alla krav är uppfyllt genom en presentation. Testprotokoll och användarhandledning bifogas vid leveransen.
- Leverans till kund. Vid denna leverans demonstreras all funktionalitet och alla slutsatser från projektet redovisas.
- Projektkonferens där projektet presenteras med hjälp av en muntlig presentation, film, hemsida och poster.
- Skriva en efterstudie.
- Skriva en teknisk rapport.

4 ORGANISATIONSPLAN FÖR HELA PROJEKTET

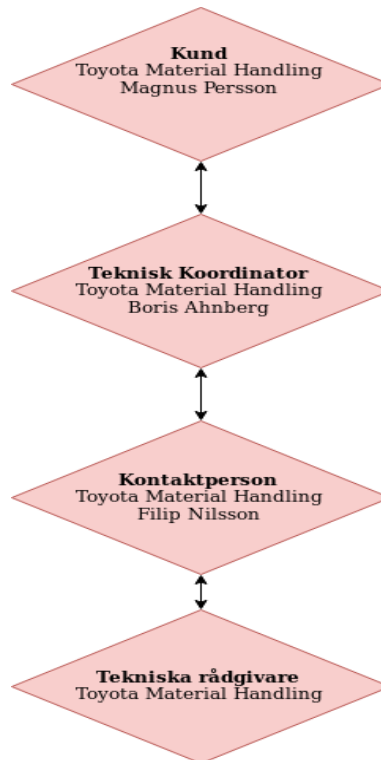
Detta kapitel beskriver den organisation projektet är uppbyggt kring och hur olika delar är sammankopplade. Projektet är ett samarbete mellan studenterna i projektgruppen, ISY och TMH. En mer detaljerad översikt av projektet fås i figur 2.



Figur 2: Övergripande organisation

4.1 Organisationsplan hos kunden

Kunden är TMH som har sin fabrik i Mjölby. Formellt är kunden Magnus Persson. Utöver Magnus Persson finns även en teknisk koordinator, Boris Ahnberg, en kontaktperson, Filip Nilsson, samt resurser för teknisk rådgivning där bland annat David Fahlén är delaktig (se figur 3).



Figur 3: Övergripande organisation hos kund

4.2 Villkor för samarbetet inom projektgruppen

Varje projektmedlem förväntas delta aktivt i projektet och uppfylla det individuella kravet på 240 nedlagda timmar. Projektgruppen har även skrivit ett gruppkontrakt för att ytterligare koordinera samarbetet i gruppen.



4.3 Definition av arbetsinnehåll och ansvar

Följande ansvarområden har utsetts i projektgruppen:

- **Projektledare - Jonatan Gustafsson**
Leder projektet och gruppen samt ansvarar för att projektets mål uppnås. Projektledaren har även ett övergripande ansvar att upprätthålla kontakten med beställaren och handledare samt vara kontaktperson gentemot TMH.
- **Dokumentansvarig - Jonathan Carlin**
Ansvarar för att alla dokument framställs och är färdiga i tid.
- **Testansvarig - Sebastian Haglund**
Planerar tillsammans med gruppen de tester som ska utföras på TMH och ansvarar för testplan och testprotokoll.
- **Designansvarig - Jennie Bäcklin**
Leder designprocessen och sammankallar komponentansvariga vid behov.
- **Mjukvaruansvarig - Carl Hynén Ulfsjö**
Ansvarar för att koden och Simulink modeller följer anvisade kodstandarder, är välstrukturerade, versionshantlade och dokumenterade. Mjukansvarig kommer även att utbilda gruppen i GitHub.
- **Komponentansvarig - Henrik Johansson**
Ansvarar för att dela upp ansvaret för både fysiska och mjukvarukomponenter under projektets gång.
- **Informationsansvarig - Linus Roos**
Ansvarar för projektets hemsida, film, poster och slutpresentation.

5 DOKUMENTPLAN

Formella dokument skrivs i \LaTeX och versionhanteras samt lagras i Overleaf. Enklare dokument så som mötesprotokoll och tidsplan hanteras med en gemensam Google Drive. I tabell 1 listas alla dokument som ska levereras.

Tabell 1: Projektets dokumentplan

Dokument	Syfte	Levereras till	Färdig till
Kravspecifikation	Entydig bestämning av kraven som ställs på projektet och den färdiga produkten.	Beställare	BP2
Projektplan	Bestämning av projektet utförande och vilka villkor som gäller projektmedlemmar sinsemellan.	Beställare	BP2
Tidsplan	Används för att spåra gruppmedlemmars tidsåtgång samt hålla en god tidsplanering under projektets gång.	Beställare	BP2
Designspecifikation	Beskriver hur systemet ska konstrueras för att uppnå kraven.	Beställare	BP3
Testplan	Testplanen beskriver hur kraven ska testas och i vilket omfång.	Beställare	BP3
Testprotokoll	Testprotokollet beskriver hur testerna har utförts och resultatet av dessa.	Beställare	BP5
Användarhandledning	Dokument som beskriver för användaren hur produkten ska användas.	Beställare	BP5
Teknisk rapport	Dokument som beskriver den färdiga produktens konstruktion.	Beställare och kund	BP6
Efterstudie	Sammanfattande dokument som sammanställer projektgruppens erfarenheter av arbetssätt, samarbete och användandet av projektmodellen.	Beställare	BP6
Mötesprotokoll	Dokument som ligger till underlag för uppföljning av projektet.	-	-

Innan respektive beslutspunkt kommer dokumenten att skickas in för granskning av beställare och handledare. Detta är en iterativ process inför godkännande av dokumenten. Första iterationen bör itereras senast 3 arbetsdagar innan respektive deadline. Har ett dokument skickats in bör handledare/beställare ha lämnat eventuella kommentarer på dokumentet senast två arbetsdagar efter det skickats in. Deadline för beslutspunkterna (BP) anges i [Beslutspunkter](#).

6 UTBILDNINGSPLAN

Nedan presenteras utbildningar som projektgruppen behöver för att kunna utföra projektet samt vad kunden behöver veta för att använda produkten.

Kursnamn: Reglerteknisk projektkurs
Kurskod: TSRT10
Projekt: Precisionsreglering av gaffeltruck

Projektledarens e-post: jongu926@student.liu.se
7 Dokumentansvarig: Jonathan Carlin
Dokumentansvarigs e-post: jonca673@student.liu.se



6.1 Egen utbildning

- Gruppen kommer att utbildas av mjukvaruansvarig om versionshantering i Git.
- TMH kommer att utbilda gruppen om realtidsdatorn Speedgoat.
- TMH kommer att introducera projektgruppen till systemet, inklusive mät- och styrutrustning.
- Projektgruppen utbildar sig i olika metoder som kan komma att användas. Detta kan även handledaren hjälpa till med.

6.2 Kundens utbildning

Den utvecklade produkten kommer att presenteras av projektgruppen vid leverans till kund. Kunden kan också utbilda sig om den färdiga produkten i användarhandledningen och kommenterad kod.

7 RAPPORTERINGSPLAN

Varje gruppmedlem är ansvarig för att sin egen tidsrapportering sköts kontinuerligt. Gruppens status kommer att veckovis rapporteras av projektledaren till beställare och kund. Även en tidsrapport innehållande hur gruppen ligger till i stort, jämfört med vad som är planerat, samt hur varje enskild gruppmedlem ligger till i tid ska rapporteras veckovis till beställaren.

8 MÖTESPLAN

Möten med hela gruppen kommer att hållas på avsatt mötestid på måndagseftermiddagar och vid behov efter överenskommelse med projektgruppen. Projektledaren ansvarar för att mötena upprätthåller god struktur och dokumenteras. Ett möte mellan projektledaren och beställaren hålls varje tisdag.

Kursnamn: Reglerteknisk projektkurs
Kurskod: TSRT10
Projekt: Precisionsreglering av gaffeltruck

Projektledarens e-post: jongu926@student.liu.se
8 Dokumentansvarig: Jonathan Carlin
Dokumentansvarigs e-post: jonca673@student.liu.se

9 RESURSPLAN

Nedan presenteras de resurser som tillhandahålles i projektet.

9.1 Personer

Projektgruppen består av sju studenter från Linköpings universitet som läser kursen TSRT10 Reglerteknisk projektkurs. Studenterna läser kursen på sina masterinriktningar vilka är; *Mekatronik* samt *Styr- och Informationssystem*. Studenterna kommer från två olika program; *Civilingenjör i Maskinteknik* och *Civilingenjör i Teknisk fysik och Elektronik*.

Till projektgruppens hjälp finns handledare Olov Holmer och beställare Erik Hedberg på LiU samt kontaktperson Filip Nilsson och tekniska rådgivare på TMH.

Alla personer involverade i projektet presenteras mer utförligt i [Organisationsplan för hela projektet](#).

9.2 Material

- LiU bidrar med bil för resor till TMH.
- TMH förser projektgruppen med simuleringsmodeller av det verkliga systemet.
- TMH ger tillgång till en truck av modell BT Reflex RAE250.
- TMH ger tillgång till en realtidsdator av typ Speedgoat.

9.3 Lokaler

- Gruppen har ett projektrum på ISY:s avdelning till förfogande.
- TMH kommer att ge tillgång till deras laborationslokaler efter skriftlig överenskommelse.

9.4 Ekonomi

- Projektet har en ekonomi på 1680 arbetstimmar, vilket motsvarar 240 timmar per projektmedlem.
- ISY bidrar med 40 timmar handledningstid.
- TMH bidrar med kontaktpersoner för 40 timmar handledningstid.

Kursnamn:	Reglerteknisk projektkurs	Projektledarens e-post:	jongu926@student.liu.se
Kurskod:	TSRT10	9 Dokumentansvarig:	Jonathan Carlin
Projekt:	Precisionsreglering av gaffeltruck	Dokumentansvarigs e-post:	jonca673@student.liu.se

10 MILSTOLPAR OCH BESLUTSPUNKTER

Nedan presenteras de milstolpar och beslutspunkter som har satts upp i projektet samt vad som förväntas vara uppnått vid dessa.

10.1 Milstolpar

För att påvisa viktiga punkter i planeringen har projektgruppen satt upp milstolpar som ska följas upp under projektets genomförande. Dessa milstolpar presenteras i tabell 2.

Tabell 2: Projektets milstolpar

Milstolpar	Beskrivning	Deadline
1	Ett fungerande test med Speedgoat	2019-10-18
2	Fungerande regulator	2019-10-18
3	Användbara mätsignaler från IMU:n	2019-11-05
4	Fungerande simuleringsmodell	2019-11-22

10.2 Beslutspunkter

För att följa upp projektet delas projektet upp i ett antal beslutspunkter. Vid dessa beslutspunkter sker en avstämning med beställaren för att avgöra om projektet får fortsätta. Beslutspunkterna beskrivs mer detaljrikt i tabell 3.

Tabell 3: Projektets beslutspunkter

Beslutspunkt	Beskrivning	Deadline
2	Godkännande av kravspecifikation, tidsplan och projektplan. Ett utkast till designspecifikation ska också presenteras. Beslut tas om att påbörja utförandefasen.	2019-09-25
3	Godkännande av designspecifikation och testplan. Beslut tas om att fortsätta utförandefasen.	2019-10-09
4	Delleverans av en fungerande simuleringsmodell.	2019-11-22
5	Godkännande av testprotokoll och användarhandledning. Beslut tas om leverans.	2019-12-03
6	Godkännande av teknisk rapport, efterstudie, poster till projektkonferens, film och hemsida. Beslut tas om att upplösa projektgruppen.	2019-12-13

11 AKTIVITETER

För att utföra projektet och få en överblick av vad som behöver göras har projektet delats upp i aktiviteter, som tillsammans fyller ut de 1680 timmar som ingår i projektets budget. Dessa aktiviteter listas i tidsplanen. En beskrivning av de viktigaste aktiviteterna beskrivs i tabellerna nedan.

11.1 Modellering

Nr	Aktivitet	Beskrivning
28	Datansamling	Insamling av verklig data för jämförelse med modellering.
29	Modellering av last och vertikaloscillationer	Undersöka förbättringsmöjligheter för modellen över systemets påverkan av olika laster.
30	Teleskopmastens övergångslägen	Modellering av teleskopmastens övergångslägen från huvudlyft till frilyft.

11.2 Reglering

Nr	Aktivitet	Beskrivning
35	Framtagning av framkopplingsalgoritm	Framkoppling för att ta fram styrsignaler, kommer hänga ihop med referenstrajektorian.
36	Lärande algoritm	Undersökning och eventuell implementering av en lärande algoritm för att ytterligare optimera framkopplingen.
37	Optimering av återkoppling	Skapa en återkoppling som minimerar reglerfelet.
38	Generering av referenstrajektoria	En referenstrajektoria tas fram från den kända höjden på gafflarna.

11.3 IMU

Nr	Aktivitet	Beskrivning
43	Montering, integration och prestandaanalys av IMU	Montera och ta ut data från IMU:n, samt undersöka dess prestanda. IMU:n ska även integreras med resten av systemet.



11.4 Tester

Nr	Aktivitet	Beskrivning
46	Modellverifikation	Verifiering av krav gällande modelleringen i kravspecifikationen.
47	Reglertest	Verifiering av krav gällande regleringen i kravspecifikationen.
48	Sluttest	Verifiering av alla krav i kravspecifikationen.

12 TIDSPLAN

En plan för hur projektets arbete fördelas över tid och personer finns i det separata dokumentet *Tidsplan*.

13 FÖRÄNDRINGSPLAN

Projektgruppen planerar att se över kraven för eventuella modifikationer med beställaren vecka 42. Vid ytterligare behov av att ändra kraven eller planen diskuteras detta först i projektgruppen varefter projektledaren tar upp förändringen med beställaren. Bastidsplanen kommer att kompletteras med en modifierad tidsplan som uppdateras vid behov.

14 KVALITETSPLAN

Under respektive rubrik nedan anges kvalitetsplanen för projektet.

14.1 Granskningar

För att upprätthålla god kvalitet granskas alla framställda dokument och kod av minst en projektmedlem innan inlämning. Författaren får inte granska sitt eget arbete.

14.2 Testplan

En plan för hur projektets arbete fördelas över tid och personer finns i det separata dokumentet *Tidsplan*.

Projektets *Testplan* tas fram till beslutspunkt 3 och presenteras i ett separat dokument. Testansvarig ansvarar för testplanen.

15 RISKANALYS

Eftersom delar av projektet utfärdas i TMHs laborationslokaler finns det flertalet, oförutsägbara fysiska risker. Dessa risker minimeras genom att följa TMHs regler och säkerhetsföreskrifter. Vid vistelse i TMHs laborationslokaler kommer alla projektmedlemmar utrustas med skyddsskor och reflexväst samt övervakas och handledas av en handledare från TMH.

Utöver fysiska risker riskeras projektet bli försenat. Ifall vissa moment tar längre tid än budgeterat kommer bufferttid att användas och den modifierade tidsplanen uppdateras, men vid kritiska förseningar riskerar gruppen skära ner på andra resurser eller, i värsta fall, omförhandla kraven med beställaren. Eftersom projektgruppen har högre arbetsbelastning i HT2 är riskerna för försening under höstterminen större vid oväntade händelser så som sjukdom.

Vid långtidssjukdom eller avhopp kommer det efterlämnade ansvarsområdet delas upp bland projektmedlemmarna. Det huvudsakliga ansvaret att ansvarsområdet blir uppdelat faller i så fall på projektledaren.

16 PRIORITERINGAR

På grund av projektets omfattning kan gruppen under projektets gång råka ut för problem eller förseningar som innebär att samtliga krav inte kan uppfyllas. I de fall krav blir mycket svåra att uppfylla ska dessa förhandlas med beställaren. Utöver detta ska projektgruppen i första hand fokusera på att uppfylla de krav som har högst prioritet i kravspecifikationen.

17 PROJEKTAVSLUT

Projektet anses avslutat efter projektkonferensen 2019-12-16. Innan dess ska samtliga högprioriterade krav i kravspecifikationen uppfyllas och produkten ska levereras till kunden efter godkännande av beställaren. Beslut om att avsluta projektet tas vid BP6.