

Kravspecifikation Minröjningsbandvagn

Version 1.1

Utgivare: Niklas Ollesson
Datum: 3 oktober 2012



Status

Granskad	Staffan Sjöqvist	2012-09-21
Godkänd	Jonas Callmer	2012-09-21

Kursnamn:	Reglerteknisk projektkurs, CDIO	E-post:	minenmarker@googlegroups.com
Projektgrupp:	MinenMarker (MM)	Dokumentansvarig:	Niklas Ollesson
Kurskod:	TSRT10	Ansvarigs e-post:	nikol038@student.liu.se
Projekt:	Minröjningsbandvagn	Dokumentnamn:	kravspec-1.1.pdf

Projektidentitet

Gruppens e-post: minenmarker@googlegroups.com
Hemsida: <http://www.isy.liu.se/edu/projekt/reglerteknik/2012/minrojningsrobot/>
Beställare: Jonas Callmer (JC), Linköpings universitet
Kund: Torbjörn Crona, Saab Bofors Dynamics
Kursansvarig: Daniel Axehill och David Törnqvist, Linköpings universitet
Projektledare: Staffan Sjöqvist
Handledare: Björn Johansson, Carl Nordheim, Stefan Thorstensson, Saab Bofors Dynamics, Johan Dahlin (JD), ISY

Gruppmedlemmar

Namn	Ansvarsområde	Telefonnummer	E-post (@student.liu.se)
Staffan Sjöqvist (SS)	Projektledare	073-6857771	stasj403
Niklas Ollesson (NO)	Dokument- och Designansvarig	070-2902655	nikol038
Viktor Edman (VE)	Testansvarig	073-0223498	viked065
Fredrik Danielsson (FD)	Informationsansvarig	073-0302889	freda001
Jonas Wallin (JW)	Navigeringsansvarig	070-6764791	jonwa237
Josef Högberg (JH)	AI-ansvarig	070-7171131	josh0859
Jonathan Nilsson (JN)	Mjukvaruansvarig	072-0234148	jonni416

Dokumenthistorik

Version	Datum	Ändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2012-09-13	Första utkastet	Jonathan Nilsson	Niklas Olleson
0.2	2012-09-19	Andra utkastet	Staffan Sjöqvist	NO, JH, JN
0.3	2012-09-20	Tredje utkastet	Jonas Wallin	Josef Högberg
0.4	2012-09-21	Fjärde utkastet	Josef Högberg	Staffan Sjöqvist
1.0	2012-09-21	Version 1.0	Josef Högberg	Staffan Sjöqvist
1.1	2012-10-03	Krav 64 reviderat efter förhandling med beställare	Niklas Olleson	Josef Högberg

Kursnamn: Reglerteknisk projektkurs, CDIO
Projektgrupp: MinenMarker (MM)
Kurskod: TSRT10
Projekt: Minröjningsbandvagn

E-post: minenmarker@googlegroups.com
Dokumentansvarig: Niklas Olleson
Ansvarigs e-post: nikol038@student.liu.se
Dokumentnamn: [kravspec-1.1.pdf](#)

Innehåll

1 Inledning	1
1.1 Parter	1
1.2 Syfte och mål	1
1.3 Användning	1
1.4 Definitioner	1
2 Översikt av systemet	2
2.1 Grov beskrivning av produkten	2
2.2 Beroenden till andra system	2
2.3 Ingående delsystem	2
2.4 Avgränsningar	2
2.5 Designfilosofi	3
2.6 Generella krav på hela systemet	3
3 Delsystem: Basstation	4
3.1 Externa gränssnitt	5
3.2 Funktionella krav för basstationen	5
4 Delsystem: Bandvagn	6
4.1 Funktionella krav för bandvagnen	6
4.1.1 Sensorer	7
4.1.2 Framdrivning	7
4.1.3 Positionering och kartering	8
4.1.4 Ruttplanering	8
4.1.5 Mindetektering	9
5 Krav på vidareutveckling	9
6 Ekonomi och resursbegränsningar	9
7 Leveranskrav och delleveranser	9
8 Dokumentation	10
8.1 Hemsidan	10
8.2 Film	11
8.3 Poster	11



1 Inledning

Saab Bofors Dynamics i Linköping vill utveckla en autonom minröjningsbandvagn. Projektets mål är att utveckla en bandvagn som autonomt söker efter minor inom ett specificerat område. Projektet bygger på flera projekt som genomförts tidigare år och använder samma hårdvara som används inom dessa projekt. Detta avser bandvagnens chassi inklusive framdrivning, industridatorn som finns monterad på bandvagnen samt tidigare skriven mjukvara.

Detta dokument innehåller de krav som ställs på projektets resultat. Kraven är indelade i tre prioritetsnivåer där prioritet 1 är krav som måste vara uppfyllda vid leverans, prioritet 2 är krav som bör uppfyllas och prioritet 3 är krav som skall uppfyllas i mån av tid.

Kraven anges i tabellform där första kolumnen anger kravets nummer, som är löpande genom hela dokumentet. Andra kolumnen anger om kravet är ett originalkrav eller om det är ett reviderat krav, det vill säga om det fanns med då kravspezifikationen godkändes eller om det ändrats under projektets gång. Om det reviderats under projektets gång finns en referens till aktuellt beslut. Den tredje kolumnen ger en beskrivning av själva kravet och den fjärde kolumnen anger kravets prioritet.

1.1 Parter

Följande parter ingår i projektet:

- Kund är Torbjörn Crona på Saab Bofors Dynamics
- Beställare är Jonas Callmer på ISY
- Handledare är Björn Johansson, Carl Nordheim och Stefan Thorstensson på Saab Bofors Dynamics samt Johan Dahlin på ISY
- Projektledare är Staffan Sjöqvist

1.2 Syfte och mål

Det långsiktiga syftet med projektet är att minimera faran för personal som arbetar med minröjning genom att automatisera en så stor del som möjligt av det farliga röjningsarbetet. Att automatisera sökningen efter minor kan även göra avsökning av stora områden mer effektiv. Projektets mål är att utveckla en bandvagn som skall kunna ta sig fram över och söka av ett område efter minor. Den ska med stor sannolikhet ha sökt av hela operationsområdet.

1.3 Användning

Resultatet av projektet skall kunna användas vid den fortsatta utvecklingen av autonoma minröjningsbandvagnar hos kunden.

1.4 Definitioner

Med *operationsområdet* eller *området* menas det avgränsade område där minröjningssystemet används. Med ett område som är *platt* menas ett område där den maximala lutningen i någon punkt är 3 %. Med ett område som är *kuperat* menas ett område där

Kursnamn:	Reglerteknisk projektkurs, CDIO	E-post:	minenmarker@googlegroups.com
Projektgrupp:	MinenMarker (MM)	Dokumentansvarig:	Niklas Ollesson
Kurskod:	TSRT10	Ansvarigs e-post:	nikol038@student.liu.se
Projekt:	Minröjningsbandvagn	Dokumentnamn:	kravspec-1.1.pdf



lutningen i någon punkt är större än 3 % men mindre än 10 %. Med ett område som är *kraftigt kuperat* menas ett område där lutningen i någon punkt är större än 10 % men mindre än 30 %. Att ett område är *farbart* betyder att det är fritt från hinder som ej kan upptäckas av bandvagnens sensorer, till exempel vatten eller högt gräs. Med *karta* menas ett tvådimensionellt rutnät med markeringar för olika objekt så som bandvagnen, minor och hinder. Att *söka av* en position betyder att bandvagnen besöker positionen på ett sådant sätt att eventuella minor kan detekteras om de finns där. Med *autonomt* menas att bandvagnen åker av sig själv till positioner som den själv har bestämt. Operatören initierar autonomt läge med en startsignal. Bandvagnen fortsätter sedan att åka autonomt tills det att en stoppsignal ges eller tills dess att bandvagnen anser att den utfört sin arbetsuppgift. Att magneterna är *nedgrävda* betyder att det är maximalt 5 centimeter jord ovanpå dem.

2 Översikt av systemet

Nedan ges en övergripande beskrivning av systemet och dess uppbyggnad. Här beskrivs egenskaper och krav av mer övergripande natur som ej går att koppla till ett specifikt delsystem.

2.1 Grov beskrivning av produkten

Minröjningsbandvagnen är ett system bestående av en bandvagn och en basstation, som ska användas för detektion och positionering av minor.

2.2 Beroenden till andra system

Minröjningsbandvagnen är i stort sett självständig förutom att den måste ha tillgång till GPS-mottagning i åtminstone en del av operationsområdet.

2.3 Ingående delsystem

Minröjningsbandvagnen har delats upp i två större delsystem. Dessa är basstationen och bandvagnen. Basstationen är den del som operatören använder för att kontrollera och övervaka systemet. Bandvagnen är den del som autonomt söker av operationsområdet efter minor efter direktiv från basstationen. Dessa båda delsystem kan i sin tur delas upp i fler undersystem med olika funktion och ansvarsområden. För mer detaljer om ingående delsystem hänvisas till Systemskissen.

2.4 Avgränsningar

Följande avgränsningar finns inom projektet:

- Systemet skall inte hantera rörliga mål på operationsområdet som ska avsökas
- Endast minor som är markerade med magneter ska positioneras
- Startpunkten ska ha GPS-täckning
- Max 25 % av operationsområdet får sakna GPS-täckning
- Icke farbara områden skall inte finnas på operationsområdet



- Operationsområdet skall vara fritt från stora järnföremål
- Operationsområdet skall ej vara så stort att hänsyn behöver tas till bandvagnens batteritid eller radiolänkens räckvidd över öppen terräng

2.5 Designfilosofi

De tekniska lösningar som projektgruppen utvecklar skall så långt som möjligt utnyttja de lösningar som tidigare projektgrupper använt. Vid design av ny mjukvara skall hänsyn tas till att så mycket som möjligt av den kod som skrivs skall kunna återanvändas av framtida projektgrupper.

2.6 Generella krav på hela systemet

Nedan listas generella krav på hela systemet som ej är specifika för ett visst delsystem.



Krav nr 1	Original	Bandvagnen skall utrustas med ultraljudssensorer	Prioritet 1
Krav nr 2	Original	Bandvagnen skall utrustas med accelerometer, gyro och magnetometer	Prioritet 1
Krav nr 3	Original	Ett rektangulärt avsökningsområde skall kunna anges av operatören	Prioritet 1
Krav nr 4	Original	Systemet skall kunna söka av ett platt rektangulärt område som är maximalt 10 × 10 meter stort som saknar hinder	Prioritet 1
Krav nr 5	Original	Systemet skall kunna söka av ett platt rektangulärt område som är maximalt 10 × 10 meter stort där det finns hinder av den typ som är beskrivna i krav 34	Prioritet 2
Krav nr 6	Original	Systemet skall kunna söka av ett platt rektangulärt område som är maximalt 10 × 10 meter stort där det finns hinder av den typ som är beskrivna i krav 35	Prioritet 3
Krav nr 7	Original	Systemet skall kunna söka av ett rektangulärt område innehållandes både platta och kuperade regioner	Prioritet 2
Krav nr 8	Original	Systemet skall kunna söka av ett rektangulärt område innehållandes både platta, kuperade samt kraftigt kuperade regioner	Prioritet 3
Krav nr 9	Original	Systemet skall kunna söka av ett platt rektangulärt område som är maximalt 50 × 50 meter stort som saknar hinder	Prioritet 2
Krav nr 10	Original	Systemet skall kunna söka av ett platt rektangulärt område som är maximalt 50 × 50 meter stort där det finns hinder av den typ som är beskrivna i krav 34	Prioritet 2
Krav nr 11	Original	Systemet skall kunna söka av ett platt rektangulärt område som är maximalt 50 × 50 meter stort där det finns hinder av den typ som är beskrivna i krav 35	Prioritet 2
Krav nr 12	Original	En basstation med användargränssnitt för kommunikation med bandvagnen skall finnas	Prioritet 1

3 Delsystem: Basstation

Basstationen är det delsystem som operatören använder för att kontrollera bandvagnen. Den skall bestå av en bärbar dator som kör en programvara som kommunicerar med bandvagnen.

Programvaran i basstationen skall innehålla funktioner för att presentera bandvagnens status och tillstånd för operatören, samt funktioner för att kontrollera bandvagnen. Basstationen skall även innehålla funktioner för felsökning och diagnostisering av systemet.



3.1 Externa gränssnitt

Basstationen skall ha en trådlös kommunikationslänk med bandvagnen. Nedan listas de krav som ställs på kommunikationslänken.

Krav nr 13	Original	Basstationen skall trådlöst kunna skicka kommandon och data till bandvagnen, givet att avståndet mellan bandvagn och basstation inte överstiger den trådlösa länkens räckvidd	Prioritet 1
Krav nr 14	Original	Basstationen skall trådlöst kunna ta emot data från bandvagnen, givet att avståndet mellan bandvagn och basstation inte överstiger den trådlösa länkens räckvidd	Prioritet 1
Krav nr 15	Original	Bandvagnen skall kunna buffra data om kommunikationen med basstationen tappas	Prioritet 2

3.2 Funktionella krav för basstationen

Nedan listas de funktionella kraven för basstationen.



Krav nr 16	Original	Data som skickas från bandvagnen skall kunna sparas på basstationen	Prioritet 1
Krav nr 17	Original	En karta över området som avsöks skall kunna visas	Prioritet 1
Krav nr 18	Original	Bandvagnens position skall kunna visas på kartan	Prioritet 1
Krav nr 19	Original	Bandvagnens positionshistorik skall kunna presenteras	Prioritet 1
Krav nr 20	Original	Osäkerheten för bandvagnens position skall kunna visas på kartan	Prioritet 1
Krav nr 21	Original	Upptäckta minors position skall kunna visas på kartan	Prioritet 1
Krav nr 22	Original	Upptäckta hinder skall kunna visas på kartan	Prioritet 1
Krav nr 23	Original	Bandvagnen skall kunna nödstoppas från basenheten då kommunikation finns	Prioritet 1
Krav nr 24	Original	Basstationen skall visa status för kommunikationslänken mellan basstationen och bandvagnen	Prioritet 1
Krav nr 25	Original	GPS-stödd navigering skall kunna slås på och av via användargränssnittet under körning	Prioritet 1
Krav nr 26	Original	Kartan skall kunna presenteras med satellitbild som bakgrund	Prioritet 2
Krav nr 27	Original	Osäkerheten för minornas position skall kunna visas på kartan	Prioritet 2
Krav nr 28	Original	Basstationen skall kunna presentera med vilken sannolikhet varje del av området är avsökt	Prioritet 2
Krav nr 29	Original	Planerad rutt skall kunna visas på kartan	Prioritet 2
Krav nr 30	Original	Operatören skall kunna ange icke-farbara områden på kartan	Prioritet 2
Krav nr 31	Original	Operatören skall kunna ange en bana som bandvagnen ska följa	Prioritet 2
Krav nr 32	Original	Då området som avsöks är kraftigt kuperat ska basstationen kunna visa en 3D-karta över området	Prioritet 3

4 Delsystem: Bandvagn

Bandvagnen är delsystemet som fysiskt åker runt och söker efter minor. Delsystemet består av en bandvagn utrustad med en industridator.

4.1 Funktionella krav för bandvagnen

Nedan listas funktionella krav på delsystemet bandvagn uppdelade per underdelsystem.

Kursnamn:	Reglerteknisk projektkurs, CDIO	E-post:	minenmarker@googlegroups.com
Projektgrupp:	MinenMarker (MM)	Dokumentansvarig:	Niklas Ollesson
Kurskod:	TSRT10	Ansvarigs e-post:	nikol038@student.liu.se
Projekt:	Minröjningsbandvagn	Dokumentnamn:	kravspec-1.1.pdf



Krav nr 33	Original	Bandvagnen skall kunna buffra sensor-data om kommunikationen med basstationen bryts tillfälligt	Prioritet 2
Krav nr 34	Original	Hastigheten för bandvagnens larvband skall kunna styras från industridatorn som sitter på bandvagnen	Prioritet 1

4.1.1 Sensorer

Krav nr 35	Original	Ultraljudssensorerna skall kunna upptäcka rätblocksformade hinder med en minsta sidlängd på 1 meter, parallella med operationsområdets sidor och ett minsta inbördes avstånd på 3 meter	Prioritet 1
Krav nr 36	Original	Ultraljudssensorerna skall kunna upptäcka rätblocksformade hinder med en minsta sidlängd på 50 centimeter, och ett minsta inbördes avstånd på 2 meter	Prioritet 2
Krav nr 37	Original	Ultraljudssensorerna skall kunna upptäcka hinder av godtycklig storlek med en minsta höjd på 30 centimeter	Prioritet 3

4.1.2 Framdrivning

Krav nr 38	Original	Bandvagnen skall kunna köras framåt och bakåt med styrkommandon från basstationen, då kommunikation finns	Prioritet 1
Krav nr 39	Original	Bandvagnen skall kunna rotera åt höger och vänster med styrkommandon från basstationen, då kommunikation finns	Prioritet 1



4.1.3 Positionering och kartering

Krav nr 40	Original	Bandvagnen skall kunna positionera sig med en noggrannhet motsvarande GPS-systemets då GPS-täckning finns	Prioritet 1
Krav nr 41	Original	Bandvagnens position skall kunna skattas med hjälp av GPS, IMU och odometrar	Prioritet 1
Krav nr 42	Original	Bandvagnens position skall kunna skattas även utan hjälp av GPS	Prioritet 1
Krav nr 43	Original	Noggrannheten i bandvagnens position skall kunna skattas	Prioritet 1
Krav nr 44	Original	Bandvagnen skall, om GPS-täckning saknats under en tidsperiod och sedan återfås, kunna förbättra skattningen av positionshistoriken under den tidsperiod då GPS-täckning saknades	Prioritet 3
Krav nr 45	Original	Bandvagnens position skall kunna skattas i höjdled då området är kraftigt kuperat	Prioritet 3

4.1.4 Ruttplanering

Avsikten med krav med prioritet 1 är att kunna planera en rutt för att avsöka ett område med enstaka hinder, utan att ta hänsyn till varians i positionsskattningen.

Krav med prioritet 2 är avsedda för att systemet skall kunna hantera en större variation av hinderplacering. Målet är också att, om GPS-täckning förlorats, kunna hitta tillbaka till ett område med GPS-täckning för att förbättra sin positionsskattning, samt att kunna återbesöka områden som avsökts med stor osäkerhet för att förbättra dessa.

Krav nr 46	Original	Bandvagnen skall kunna planera framtida rutt för att söka av delar av området som ej tidigare sökts av enligt positionshistoriken	Prioritet 1
Krav nr 47	Original	Bandvagnen skall kunna undvika att köra in i redan upptäckta hinder	Prioritet 2
Krav nr 48	Original	Bandvagnen skall, om avsöknings-säkerhet av en del av området är dålig, kunna planera rutt så att denna del avsöks igen	Prioritet 2
Krav nr 49	Original	Bandvagnen skall när allt område är avsökt, återvända till startpunkten	Prioritet 1
Krav nr 50	Original	Bandvagnen skall om GPS-täckning saknas och positionsskattningens osäkerhet bedöms för stor kunna planera en rutt till en punkt där den tidigare har haft GPS-täckning	Prioritet 2
Krav nr 51	Original	Bandvagnen skall kunna planera en rutt som söker av hela området runt ett upptäckt hinder	Prioritet 2



4.1.5 Mindetektering

Krav nr 52	Original	Bandvagnen skall kunna upptäcka minor som markeras med magneter på marken	Prioritet 1
Krav nr 53	Original	Osäkerheten på en minas position skall kunna skattas	Prioritet 2
Krav nr 54	Original	Minornas position skall anges i latitud och longitud	Prioritet 2
Krav nr 55	Original	En minas position skall markeras ut med färg på marken	Prioritet 3
Krav nr 56	Original	När bandvagnen hittar en mina och markerar den skall den även sända ut en ljudsignal	Prioritet 3
Krav nr 57	Original	Bandvagnen skall kunna upptäcka minor som markeras med nedgrävda magneter av den typ som gäller för krav 52	Prioritet 3

5 Krav på vidareutveckling

Krav nr 58	Original	Kommunikationsprotokoll mellan basstation och bandvagn skall vara skrivna så att de lätt går att utöka	Prioritet 1
------------	----------	--	-------------

6 Ekonomi och resursbegränsningar

Krav nr 59	Original	Projektet får maximalt ta 1680 timmar	Prioritet 1
Krav nr 60	Original	Handledningstiden från ISY får omfatta maximalt 40 timmar	Prioritet 1
Krav nr 61	Original	Handledningstiden från Saab Bofors Dynamics får omfatta maximalt 50 timmar	Prioritet 1
Krav nr 62	Original	Gruppen förhandlar med Saab Bofors Dynamics om eventuellt inköp av ny hårdvara	Prioritet 1

7 Leveranskrav och delleveranser

Följande tabell innehåller de olika leveranserna samt krav för dessa.

Kursnamn:	Reglerteknisk projektkurs, CDIO	E-post:	minenmarker@googlegroups.com
Projektgrupp:	MinenMarker (MM)	Dokumentansvarig:	Niklas Ollesson
Kurskod:	TSRT10	Ansvarigs e-post:	nikol038@student.liu.se
Projekt:	Minröjningsbandvagn	Dokumentnamn:	kravspec-1.1.pdf



Krav nr 63	Original	Projektplan med tidsplan, systemskiss och kravspecifikation skall vara godkänd och levererad till beställare senast fredag 2012-09-21T23:59SE	Prioritet 1
Krav nr 64	Reviderat	Designspecifikation och testplan skall vara godkänd och levererad till beställare senast tisdag 2012-10-09T23:59SE	Prioritet 1
Krav nr 65	Original	Teknisk dokumentation och efterstudie skall vara godkänd och levererad till beställare senast tisdag 2012-12-04T23:59SE	Prioritet 1
Krav nr 66	Original	Leverans till kund skall ske under vecka 48 eller vecka 49	Prioritet 1
Krav nr 67	Original	All materiel skall vara återlämnad senast måndag 2012-12-13T23:59SE	Prioritet 1
Krav nr 68	Original	Tid- och statusrapporter skall lämnas in till beställare senast klockan 12:00 följande datum: 2012-09-17, 2012-09-24, 2012-10-01, 2012-10-08, 2012-10-15, 2012-10-22, 2012-10-29, 2012-11-05, 2012-11-12, 2012-11-19, 2012-11-26, 2012-12-03 och 2012-12-10	Prioritet 1

8 Dokumentation

Krav nr 69	Original	Dokument skall skrivas i \LaTeX och ha ett utseende som överensstämmer med LIPS-modellens mallar	Prioritet 1
Krav nr 70	Original	Dokument skall ha ett enhetligt utseende	Prioritet 1
Krav nr 71	Original	Samtliga dokument skall skrivas på svenska	Prioritet 1
Krav nr 72	Original	Projektgruppen skall vid förfrågan från beställaren leverera en statusrapport	Prioritet 1
Krav nr 73	Original	Mötesprotokoll skall skrivas då gruppen har möten	Prioritet 1
Krav nr 74	Original	Datum skall skrivas enligt standard ISO-8601	Prioritet 1

8.1 Hemsidan

Krav nr 75	Original	Det skall finnas en hemsida med information om projektet	Prioritet 1
Krav nr 76	Original	På hemsidan skall en beskrivning av projektet finnas, kontaktuppgifter till projektgruppen samt foto och video på bandvagnen senast vid slutleverans till kund	Prioritet 1



8.2 Film

Krav nr 77	Original	Det skall vid slutleverans finns en film där projektets resultat redovisas	Prioritet 1
------------	----------	--	-------------

8.3 Poster

Krav nr 78	Original	Det skall vid slutleverans finns en poster som beskriver projektet och dess resultat	Prioritet 1
------------	----------	--	-------------