

Systemskiss Minröjningsbandvagn

Version 1.0

Utgivare: Niklas Olleson
Datum: 21 september 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 Olleson
Kurskod:	TSRT10	Ansvarigs e-post:	nikol038@student.liu.se
Projekt:	Minröjningsbandvagn	Dokumentnamn:	systemskiss-1.0.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	josho859
Jonathan Nilsson (JN)	Mjukvaruansvarig	072-0234148	jonni416

Dokumenthistorik

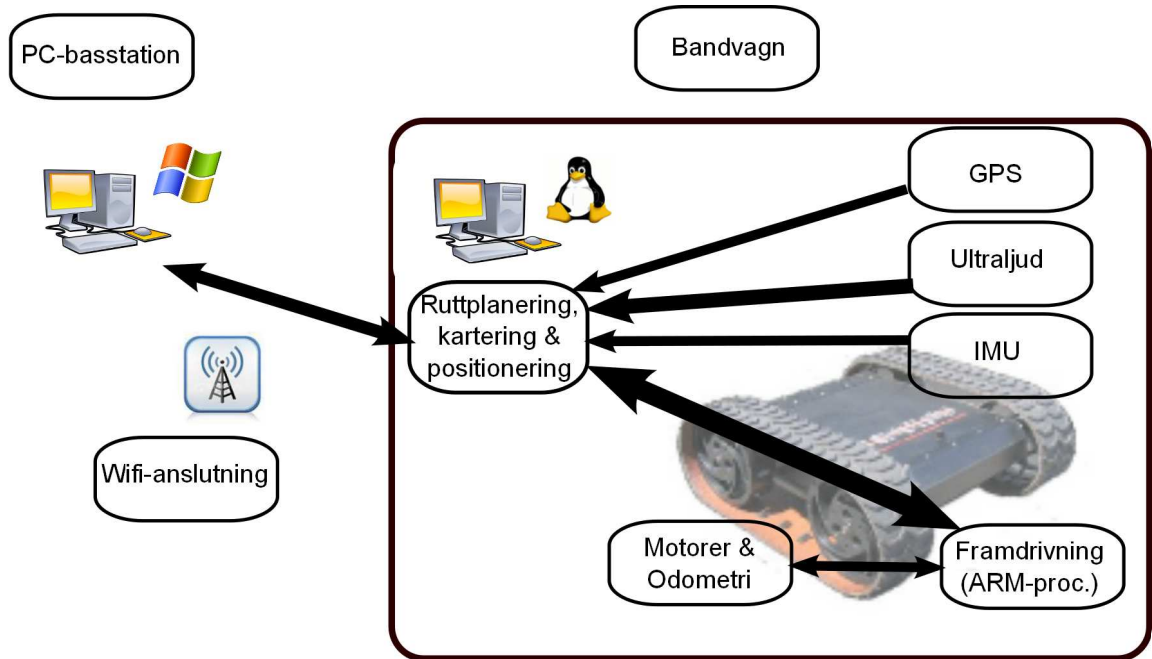
Version	Datum	Ändringar	Utförda av	Granskad
0.1	2012-09-13	Första utkastet	Niklas Ollesson	Jonathan Nilsson
0.2	2012-09-18	Andra utkastet	JW, JH	Niklas Ollesson
0.3	2012-09-20	Tredje utkastet	Staffan Sjökvist	Niklas Ollesson
0.4	2012-09-21	Fjärde utkastet	Josef Högberg	Staffan Sjökvist
1.0	2012-09-21	Version 1.0	Josef Högberg	Staffan Sjökvist

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

E-post: minenmarker@googlegroups.com
Dokumentansvarig: Niklas Ollesson
Ansvarigs e-post: nikol038@student.liu.se
Dokumentnamn: [systemskiss-1.0.pdf](#)

Innehåll

1 Inledning	1
1.1 Definitioner	1
2 Delsystem: Basstation	2
2.1 Inledande beskrivning av basstationen	2
3 Delsystem: Bandvagn	2
3.1 Inledande beskrivning av bandvagnen	2
3.2 Underdelsystem: Sensorer	4
3.2.1 Uppgifter	4
3.2.2 Berorende till andra system	4
3.2.3 Utdata	4
3.3 Underdelsystem: Framdrivning	4
3.3.1 Uppgifter	5
3.3.2 Berorende till andra system	5
3.3.3 Indata	5
3.4 Underdelsystem: Mindetektering	5
3.4.1 Uppgifter	5
3.4.2 Berorende till andra system	5
3.4.3 Indata och utdata	6
3.5 Underdelsystem: Hinderdetektering	6
3.5.1 Uppgifter	6
3.5.2 Beroende till andra system	6
3.5.3 Indata	6
3.6 Underdelsystem: Positionering och kartering	7
3.6.1 Uppgifter	7
3.6.2 Beroende till andra system	7
3.6.3 Indata och utdata	7
3.7 Underdelsystem: Ruttplanering	8
3.7.1 Uppgifter	8
3.7.2 Beroende till andra system	8
3.7.3 Indata och utdata	8
3.8 Underdelsystem: Reglering	9
3.8.1 Uppgifter	9
3.8.2 Beroende till andra system	9
3.8.3 Indata och utdata	9
3.9 Underdelsystem: Intern kommunikation	9
3.9.1 Uppgifter	9



Figur 1: Skiss över hela minröjningsbandvagnen.

1 Inledning

Detta dokument är en översikt över ett system för autonom minröjning. Kraven som specificerar vad själva minröjningen består av och vad hela systemet ska klara av definieras i detalj i kravspecifikationen. Detta dokument innehåller en kort beskrivning av alla delsystem som ingår i systemet.

Minröjningsbandvagnen består av två huvudsystem, basstationen respektive bandvagnen, som i sin tur är uppdelade i mindre delsystem. Delsystemens syften och övergripande uppgifter är specificerade i detta dokument. Tanken med indelningen är att varje delsystem ska kunna konstrueras och testas individuellt i så stor mån som möjligt, för att därefter sättas ihop till större system och slutligen till ett system, det vill säga minröjningsbandvagnen.

Varje delsystem berör en eller flera fysiska komponenter och dessa presenteras också för varje delsystem. Notera att vissa delsystem delar vissa komponenter. I figur 1 visas en överblick över minröjningsbandvagnen med en skiss över informationsflödet mellan de olika delsystemen. Inspiration till figuren har hämtats från referens [3].

Systemskissen följer LIPS-mallen, se referens [1] och referens [2] för mer information.

1.1 Definitioner

På de ställen förkortningen PWM används står detta för "Pulse Width Modulation". IMU står för "Inertial Measurement Unit". ARM refererar till en "Advanced RISC Machine"-processor där RISC står för "Reduced Instruction Set Computer".



2 Delsystem: Basstation

Denna del av dokumentet beskriver vad som ingår i delsystemet basstation. Delsystemet består av en dator som kan kommunicera trådlöst med bandvagnen.

2.1 Inledande beskrivning av basstationen

Basstationen är ansvarig för att presentera resultatet av minsökningen och består av en dator med tillhörande programvara. Den har även möjlighet att skicka kommandon, till exempel styrkommandon, till bandvagnen. Utöver detta så kan den ta emot och lagra data från bandvagnen för att möjliggöra senare analys.

Basstationen ska ha möjlighet att visa oprocessad data som är anpassad för att operatören ska kunna felsöka aspekter av bandvagnen under utvecklingsfasen. Detta ska även kunna utnyttjas vid eventuell vidareutveckling av bandvagnen. Felsökningsinformationen ska då visas på ett lämpligt sätt som gör felsökningen enkel och meningsfull. En annan uppgift basstationen har är att spara all data som kommer in till den vid en körning. Detta för att kunna utföra en eventuell analys av körningen vid ett senare tillfälle.

Basstation ska även ha funktioner som är till för att användas då den färdiga produkten används i sitt tilltänkta syfte, det vill säga då den söker av ett område efter minor. I detta läge visas alltså processad data i den mest betydelsefulla formen för en operatör som söker efter minor. Detta inkluderar en tydlig karta över hur bandvagnen har åkt, med osäkerhet presenterad. Positioner med potentiella minor märks ut med en lämplig uppskattad konfidensregion.

Kommunikationen mellan basstation och bandvagn sker via ett WiFi-nätverk.

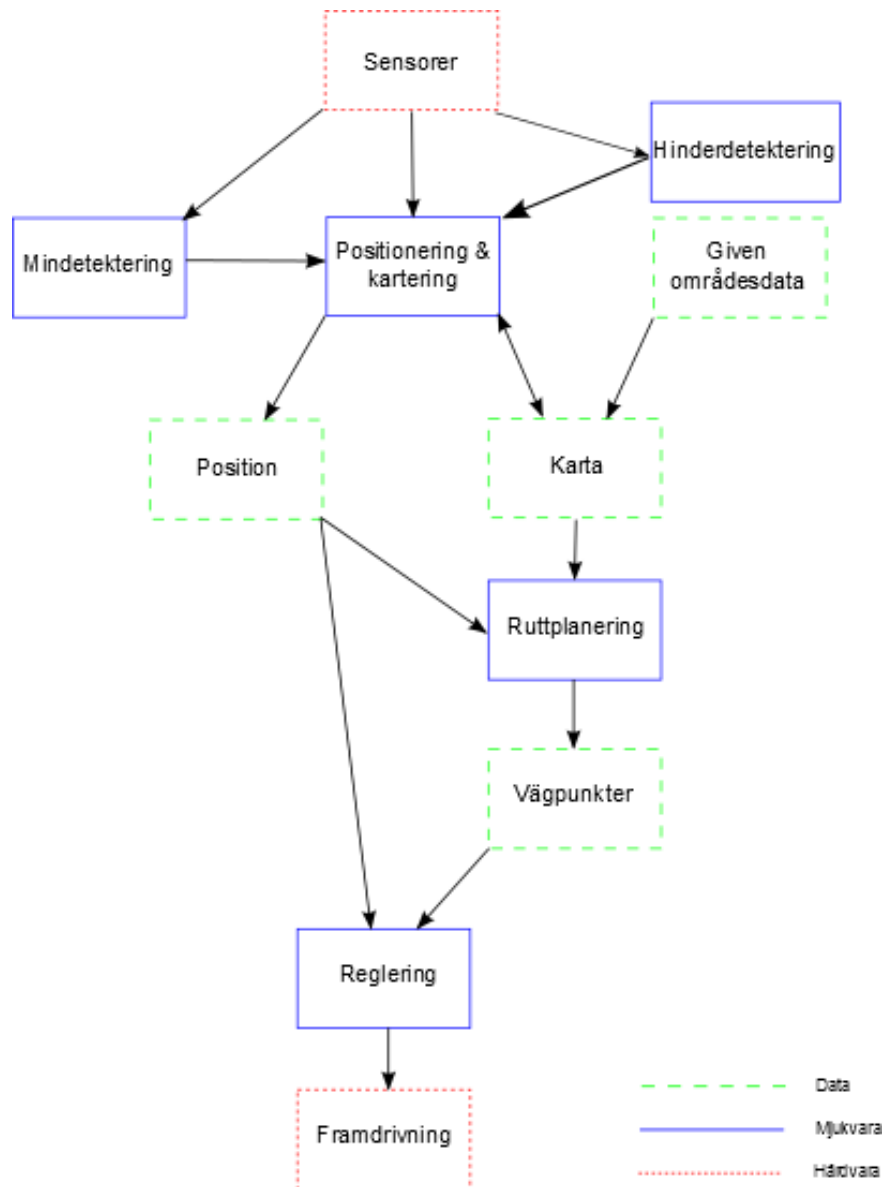
3 Delsystem: Bandvagn

Denna del av dokumentet beskriver vad som ingår i delsystemet bandvagn. Figur 2 visar ett blockschema över informationsflödet inom bandvagnen.

3.1 Inledande beskrivning av bandvagnen

Bandvagnens uppgift är för det första att den skall positionera sig själv med hög precision. För det andra säkerställa att samtliga passerbara områden inom ett specificerat område har avsökts. För det tredje att lokalisera och positionera minor autonomt med hjälp av olika sensorer. Den består av ett chassi med två larvband och tillhörande motorer, en industridator och en ARM-processor. I övrigt är bandvagnen indelad i ytterligare delsystem. Dessa delsystem har olika uppgifter för att se till att bandvagnen söker av och detekterar alla minor på ett säkert sätt. Delsystemen presenteras i större detalj nedan. I bandvagnen ingår följande komponenter:

- Sensorer: GPS, IMU, ultraljudssensorer och odometri (hjulsensorer)
- Industridator
- Chassi
- Framdrivning



Figur 2: Blockschemat över informationsflödet i bandvagnsdelsystemet.



3.2 Underdelsystem: Sensorer

Bandvagnen är utrustad med sensorer för att kunna navigera, detektera minor och skatta sin position. De sensorer som används specificeras nedan:

- En GPS för global positionsbestämning
- En IMU med magnetometer, accelerometrar och gyron
- Ultraljudssensorer för mätning av avstånd till objekt i bandvagnens omgivning
- Odometri för mätning av de individuella larvbandens förflyttning

3.2.1 Uppgifter

Underdelsystemet sensorer har som uppgift att samla in data från sensorerna och presentera dessa data till de andra delsystemen i den form dessa delsystem lämpligast använder dem. Exempelvis om en ultraljudssensor har en spänning som utsignal ska detta omtolkas till ett avstånd i relevant format så att delsystemet för positionering och kartering kan använda det direkt. Detta delsystem ansvarar även för att den data som har samlats in finns tillgänglig för de andra delsystemen. Det kan därför komma att behövas en viss buffring av data och detta sköts av delsystemet sensorer. Tidsstämpling av data kan behövas för att kunna se utveckling över tid.

3.2.2 Berorende till andra system

Följande system beror direkt på sensorsystemet:

- Mindetektering
- Lokalisering och kartläggning

3.2.3 Utdata

Sensorsystemet har följande utdata:

- Magnetometerdata från IMU
- Accelerometerdata från IMU
- Gyrodata från IMU
- GPS-position
- Odometerdata från hjulsensorer

3.3 Underdelsystem: Framdrivning

Bandvagnen drivs av motorer kopplade till larvband, detta delsystem hanterar alla rörelser som bandvagnen kan tänkas göra. I delsystemet framdrivning ingår följande komponenter:

- Motorer
- Larvband
- ARM-processor



3.3.1 Uppgifter

Framdrivningssystemet tar kommandon från delsystemet för reglering och tolkar om dessa till PWM-signaler för motorerna och detta driver då bandvagnen. De kommandon som finns är fördefinierade i ARM-processorn som är en del av framdrivningssystemet.

3.3.2 Berorende till andra system

Framdrivningssystemet beror på följande system:

- Reglering

Inga andra system beror på framdrivningssystemet.

3.3.3 Indata

Framdrivningssystemet har följande indata:

- Börvärde för larvbandens varvtal

3.4 Underdelsystem: Mindetektering

Delsystemet mindetektering har som uppgift att detektera mina när bandvagnen passerar nära eller direkt över en mina. I delsystemet mindetektering ingår följande komponenter:

- Industridator
- Magnetometer

3.4.1 Uppgifter

När bandvagnen med hjälp av de andra delsystemen avsöker det angivna området är det mindetekteringssystemets uppgift att detektera minorna. Till sin hjälp har systemet positionsdata med tillhörande säkerhet från delsystemet positionering och kartering. Minorna som ska detekteras i projektet representeras av magneter och kommer därför att upptäckas av magnetometern som ger utslag på magnetiska föremål. Magnetometern kommer att ge olika starka utslag beroende på om bandvagnen passerar direkt över en mina eller inte vilket ger en osäkerhet i positionsbestämningen av minan. Mindetekteringssystemet ska alltså upptäcka när bandvagnen kör över en mina och bestämma den minans position med en viss säkerhet givet de olika säkerheterna från indata. Det är minans position på operationsområdet som bestäms. Detta kan göras genom att bandvagnen cirkulerar runt och ovan minan tills ett lokalt maximum i magnetometerutslag hittas. Minans position sätts då lika med bandvagnens position justerad med en differens som anger hur magnetometern är placerad i förhållande till bandvagnens centrum.

3.4.2 Berorende till andra system

Mindetekteringssystemet beror av följande system:

- Sensorer



Följande system beror på mindetekteringssystemet:

- Positionering och kartläggning

3.4.3 Indata och utdata

Mindetekteringssystemet har följande indata:

- Magnetometerdata från IMU:n

Mindetekteringssystemet har följande utdata:

- Binärt värde som anger om en mina är detekterad eller inte

3.5 Underdelsystem: Hinderdetektering

Delsystemet hinderdetektering upptäcker hinder med hjälp av sensorerna på bandvagnen. Dessa komponenter ingår i delsystemet:

- Sensorer
- Industridator

3.5.1 Uppgifter

Ett hinders position bestäms med hjälp av bandvagnens position och ultraljudssensorer som anger avståndet till aktuellt hinder.

3.5.2 Beroende till andra system

Systemet för hinderdetektering beror av följande system:

- Sensorer
- Positionering och kartering

Följande system beror på systemet för hinderdetektering:

- Reglering
- Ruttplanering

3.5.3 Indata

Systemet för hinderdetektering har följande indata:

- Bandvagnens position och ultraljudssensorer

Systemet för hinderdetektering har följande utdata:

- Position för upptäckta hinder



3.6 Underdelsystem: Positionering och kartering

Delsystemet positionering och kartering har som uppgift att sensorfusionera de data som kommer från sensordelsystemet och med dessa bestämma bandvagnens position samt en karta där hinder och dylikt finns med. I positionering och kartering ingår följande komponent:

- Industridator

3.6.1 Uppgifter

Positionen bestäms med hjälp av GPS, odometri, gyron, accelerometrar och magnetometern. För att detektera hinder används ultraljudssensorer. Med hjälp av alla dessa sensorer ska detta delsystem bestämma bandvagnens position och hitta hinder för att kunna skapa en karta som används av ruttplaneringssystemet. Kartan baseras på ett givet avsökningsområde som definieras av användaren vid basstationen. Detta område delas in i ett rutnät där varje ruta markeras med positionsskattningens säkerhet då bandvagnen söker av dem. Kartan ska vara så pass bra att ruttplaneringssystemet, tillsammans med den skattade positionen, kan utföra sin uppgift att söka av hela det angivna området. Positionen, med tillhörande säkerhet, används även av mindetekteringssystemet för att kunna skatta de positioner där minor har detekterats.

Positionen används även av regleringsdelsystemet för att kunna avgöra bandvagnens position i förhållande till nästa vägpunkt.

Bandvagnens position meddelas i realtid, eller åtminstone då kontakt finns, till basstationen för eventuell felsökning eller övervakning.

3.6.2 Beroende till andra system

Systemet för positionering och kartering beror av följande system:

- Sensorer
- Mindetektering
- Hinderdetektering

Följande system beror på systemet för positionering och kartering:

- Reglering
- Ruttplanering

3.6.3 Indata och utdata

Systemet för positionering och kartering har följande indata:

- GPS, IMU och odometerdata
- Binärt värde för om en mina detekterats eller ej.

Systemet för positionering och kartering har följande utdata:

- Skattad position i ett lämpligt koordinatsystem

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:	systemskiss-1.0.pdf



3.7 Underdelsystem: Ruttplanering

Delsystemet för ruttplanering ansvarar för att bestämma vägpunkter som bandvagnen ska färdas mellan på sin väg till ett givet mål. Bandvagnens aktuella position och dess mål knyts således samman av vägpunkter. Mellan två vägpunkter ska bandvagnen kunna färdas rakt. I ruttplaneringssystemet ingår följande komponent:

- Industridator

3.7.1 Uppgifter

Ruttplaneringsdelsystemet har som uppgift att, givet den karta och den position som delsystemet för positionering och kartering ger ifrån sig, bestämma ett antal vägpunkter som bandvagnen ska ta sig mellan. Vid ett givet tillfälle ska det alltid finnas ett visst antal vägpunkter som beskriver en, för tillfället, bra väg för att så effektivt som möjligt söka av området. Den angivna kartan delas upp i ett rutnät och en vägpunkt består typiskt av en sådan ruta. Vägen mellan vägpunkter ska vara så rak som möjligt för att det ska underlätta för reglersystemet att ta sig mellan dessa.

Osäkerheten att en ruta har sökts av eller ej beaktas då nya vägpunkter beräknas.

Ruttplaneringen använder en samplad version av den interna karta som systemet för positionering och kartering uppdaterar. Utifrån den bestäms de nya vägpunkterna och nästa vägpunkt är utsignal till reglersystemet. Dessa vägpunkter representeras i tvådimensionella koordinater uttryckta med den interna kartans koordinater.

Då ny information uppkommer, som exempelvis hinder, så kommer kartan att uppdateras och därmed kommer ruttplaneringsdelsystemet att beräkna en ny rutt. När ett hinder hittats ska bandvagnen utforska hindret genom att åka runt det, så länge hindret befinner sig inom angivet operationsområde. När hindret utforskats i alla riktningar från den position där hindret först upptäcktes ska bandvagnen åka tillbaka till startpositionen för utforskandet av hindret.

Då hela området är av sökt ska ruttplaneringsdelsystemet bestämma bästa vägen tillbaka till startpositionen.

3.7.2 Beroende till andra system

Ruttplaneringssystemet beror direkt av följande system:

- Lokalisering och kartering

Följande system beror direkt på ruttplaneringssystemet:

- Reglering

3.7.3 Indata och utdata

Ruttplaneringssystemet har följande indata:

- Skattad position i ett lämpligt koordinatsystem
- Karta över operationsområdet

Ruttplaneringssystemet har följande utdata:

- Vägpunkter som beskriver planerad rutt



3.8 Underdelsystem: Reglering

Delsystemet reglering har hand om styrningen av bandvagnen. I reglering ingår följande komponent:

- Industridator

3.8.1 Uppgifter

Ruttplaneringsdelsystemet ger ut vägpunkter, i den interna kartans koordinater, som bandvagnen ska ta sig till. Bandvagnens aktuella positionen fås från delsystemet för positionering och kartering. Regleringsdelsystemets uppgift är att se till att bandvagnen tar sig till dessa vägpunkter på ett stabilt sätt, givet den aktuella position som bandvagnen är på. Genom att ge signaler, som talar om hur mycket varje larvband ska rotera och åt vilket håll, till framdrivningssystemet kommer bandvagnen att förflytta sig närmre nästa vägpunkt.

3.8.2 Beroende till andra system

Reglersystemet beror direkt av följande system:

- Lokalisering och kartering
- Ruttplanering

Följande system beror direkt på reglersystemet:

- Framdrivningssystemet

3.8.3 Indata och utdata

Reglersystemet har följande indata:

- Skattad position i ett lämpligt koordinatsystem
- Vägpunkter som beskriver planerad rutt

Reglersystemet har följande utdata:

- Börvärde för larvbandens varvtal

3.9 Underdelsystem: Intern kommunikation

Mellan delsystemen ska kommandon och data kunna skickas så att alla delsystem får den data de behöver, när de behöver den. I intern kommunikation ingår följande komponent:

- Industridator

3.9.1 Uppgifter

Delsystemet intern kommunikation ansvarar för att de andra delsystemen ska kunna skicka data internt i bandvagnen och mellan varandra. Detta sker i realtid.

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:	systems-kiss-1.0.pdf



Referenser

- [1] Tomas Svensson, Christian Krysander, *Projektmodellen LIPs*. version 1.4, 2008.
- [2] Lipsmodellens hemsida, <http://www.liu.se/cul/resurser/lips/word-och-excel-mallar?l=sv>, 2012-09-09
- [3] Autonom bandvagn med stereokamera: Kravspecifikation. Version 1.0, ISY Linköpings tekniska högskola, Linköping. http://www.isy.liu.se/edu/projekt/tsrt10/2010/bandvagn-2010/doc/kravspecifikation_v1.0.pdf Hanning, Gustav (2010).