

Kravspekifikation

Drönarprojekt Visionen

Redaktör: Emil Gustafsson

Version 1.3

Status

Granskad	DOK	2018-11-21
Godkänd	Beställare	2018-11-21

PROJEKTIDENTITET

2018/HT,
Linköpings Tekniska Högskola, ISY

Gruppdeltagare

Namn	Ansvar	Telefon	E-post
Otto Bergdahl	Projektledare (PL)	070 57 28 442	otto.bergdahl@gmail.com
Ali Murtatha Shuman	Delprojektledare (PLS)	076 26 55 339	ali.m.shuman@gmail.com
Jakob Palm	Delprojektledare (PLH)	076 01 75 783	jakpa844@student.liu.se
Emil Gustafsson	Dokumentansvarig (DOK)	072 55 63 156	emigu569@student.liu.se
Morten Eriksson	Hårdvaruansvarig (HAI)	070 35 15 263	morer916@student.liu.se
Christian Jonsson	Designansvarig (DAI)	073 02 82 738	chrjo915@student.liu.se
Thomas Liersch	Testansvarig (TAI)	076 16 74 114	tholi468@student.liu.se
Roushan Rezvani	Mjukvaruansvarig (MAI)	073 63 50 090	karre337@student.liu.se
Toivo Rodriguez	Informationsansvarig (INF)	070 72 88 457	toiro677@student.liu.se
Irman Svraka	Testansvarig (TAH)	076 39 00 266	irmsv753@student.liu.se
Jonas Vedin	Hårdvaruansvarig (HAH)	073 82 29 811	jonve231@student.liu.se
Albin Vestin	Mjukvaruansvarig (MAH)	079 34 77 055	albve286@student.liu.se
Robert Widén	Testansvarig (TAS)	076 82 90 315	robvi186@student.liu.se
Markus Åstrand	Designansvarig (DAH)	076 25 28 886	maras553@student.liu.se
Erik Östberg	Git-Master (GM), (DAS)	076 80 61 570	erios967@student.liu.se

E-postlista för hela gruppen: dronarprojekt@gmail.com**Hemsida:** <http://www.isy.liu.se/edu/projekt/tsrt10/2018/dronarprojektvisionen>**Kund:** ISY, Linköpings universitet, 581 83 Linköping**Kontaktperson hos kund:** Gustaf Hendeby, 013-285815, gustaf.hendeby@liu.se**Kursansvarig:** Daniel Axehill, 013-284042, daniel.axehill@liu.se**Handledare:** Kristoffer Bergman, kristoffer.bergman@liu.se

Per Boström-Rost, per.bostrom-rost@liu.se

Innehåll

Dokumenthistorik	5
1 Inledning	6
1.1 Parter	6
1.2 Syfte	6
1.3 Bakgrundsinformation	6
1.4 Kravdefinition	6
1.5 Definitioner	7
2 Översikt av systemet	7
2.1 Grov beskrivning av produkten	7
2.2 Produktkomponenter	8
2.3 Beroenden till andra system	8
2.4 Ingående delsystem	8
2.5 Avgränsningar	8
2.6 Designfilosofi	8
2.7 Generella krav	8
3 Infrastruktur	9
3.1 Funktionella krav	9
3.2 Projektionskrav	10
3.3 Säkerhetskrav	10
3.4 Simuleringskrav	11
4 Hollywood-kopter	12
4.1 Gränssnitt	12
4.2 Säkerhetskrav	12
4.3 Funktionella krav	13
4.4 Simulering	15
5 Stunt-kopter	15
5.1 Gränssnitt	15
5.2 Säkerhetskrav	15
5.3 Funktionella krav	16
5.4 Simuleringskrav	17

6	Vidareutveckling	17
7	Ekonomi	17
8	Leveranskrav och delleveranser	17
8.1	Leveranskrav	18
9	Dokumentation	19
10	Utbildning	19
11	Kvalitetskrav	19
12	Underhållbarhet	19
	Referenser	19

Dokumenthistorik

Version	Datum	Utförda förändringar	Utförda av	Granskad
1.3	2018-12-02	Krav 43 uppdelad, och vissa simuleringskrav ändrat till prioritet 2.	PLH	PL
1.2	2018-11-28	Krav 56 tillagt 23/11, ändrat 28/11. Krav 32 och 35-42 ändrat till prio 2	TAI	PL
1.1	2018-11-21	Krav 48 omformulerat. Krav 54B ändrad till prioritet 2.	PLS	PL
1.0	2018-09-30	Första version.	Alla	DOK
0.3	2018-09-27	Tredje utkast.	Alla	DOK
0.2	2018-09-25	Andra utkast.	Alla	PLS
0.1	2018-09-20	Första utkast.	Alla	PL

1 Inledning

Detta dokument beskriver alla krav som ställs på produkterna som ska tas fram i projektet "Drönarprojekt Visionen" i kursen Reglerteknisk projektkurs, TSRT10 på Linköpings universitet. Projektet är uppdelat i tre delprojekt. Dessa är en infrastrukturdel, en större "Hollywood"-drönare och en mindre stuntdrönare. Delprojekten beskrivs närmare under respektive kapitel.

1.1 Parter

Kund är Gustaf Hendeby, ISY. Beställare är Christian Andersson Naeseth, ISY. Projektgruppen agerar producent.

1.2 Syfte

Projektets syfte är att underlätta användning och demonstration av projektarenan Visionen och på så sätt främja fortsatt forskning och undervisning. Detta görs genom att ta fram en grundläggande infrastruktur samt två drönarplattformar som kan användas för att demonstrera arenans möjligheter.

1.3 Bakgrundsinformation

Kraven i denna kravspecifikation är framtagna utifrån projektkursens projektdirektiv. Efter samtal med kund, beställare och handledare har krav formulerats utifrån vad som kan vara lämpligt att genomföra under projektet.

I projektarenan Visionen är det tänkt att kunna demonstrera, visualisera och realisera projektets resultat, vilket är relaterad till den forskning och utbildning som institutionen bedriver.

1.4 Kravdefinition

Kraven arrangeras i tabeller enligt följande:

Krav nr.	Förändring	Beskrivning	Prioritet
----------	------------	-------------	-----------

Prioriteterna klassificeras enligt följande:

Prioritet	Målsättning
1	Ska uppfyllas.
2	Uppfylls i mån av tid.

1.5 Definitioner

Arenan Visionen är ett cirka 12 x 12 x 8 meter stort rum utrustat med ett Qualisys Track Manager positioneringssystem bestående av 12 IR-kameror.

Projektionssystemet är ett system bestående av tre projektorer med möjlighet att projicera på golvet och en vägg.

Virtuell miljö är en simuleringsmiljö där Arena Visionen eller andra scenarier kan simuleras och visualiseras.

Pixhawk är en open-source flygkontroll för små, autonoma flygfarkoster.

ROS, Robotic Operating System, är en samling av mjukvarubibliotek och verktyg för implementering av robotikapplikationer.

Zon är definierat som ett område där drönaren ska ha ett särskilt beteende. Zonerna definieras enligt följande: **grön** (plattformen färdas i normalläge), **gul** (begränsad rörelse) och **röd** (abortsignal skickas till plattformen).

Trajektorier innebär antingen en referenstrajektorier som plattformen ska följa eller en faktiskt trajektorier som plattformen har färdats.

Sensordata innebär antingen verklig sensordata från positioneringssystemet i Arena Visionen eller virtuell motsvarighet.

Ett **abortläge** innebär att drönaren landar långsamt.

En **punkt** är en position med rumskoordinater x , y och z .

Ett **stationärt mål** är en punkt, som drönaren ska kunna rikta sig mot.

Ett **rörligt mål** är en punkt med varierande position, som drönaren ska kunna rikta sig mot samt följa efter.

Att **utföra en flip** är att utföra en 360° rotation med en given rotationsriktning ex. Roll eller Pitch.

Att **utföra en piruett** är att utföra en 360° rotation kring sin tyngdpunkt.

2 Översikt av systemet

Projektet har delats upp i tre delprojekt benämnda "Visionen infrastruktur", "Hollywood-kopter" samt "Stunt-kopter".

2.1 Grov beskrivning av produkten

Delprojekt Visionen infrastruktur har som uppgift att skapa ett ramverk för användning av Visionens sensorer och projektionssystem. Sensorer och positioneringssystem är färdiginstallerade men saknar ett gemensamt gränssnitt för vidare undervisning och forskning inom exempelvis autonoma fordon. De två drönarbaserade delprojekten bygger vidare på den framtagna infrastrukturlösningen i Visionen. Delprojekt Hollywood-kopter innefattar en drönare som autonomt ska kunna följa en bana och aktivt följa ett objekt med en (virtuell) kamera. Delprojekt Stunt-kopter innefattar banföljning och aerobatik det vill säga avancerad flygning.

2.2 Produktkomponenter

- Crazyflie 2.0
- Crazyradio PA
- Pixhawk-baserad dröнарplattform
- Infrastruktur API

2.3 Beroenden till andra system

Den slutgiltiga produkten är beroende av en dator som är kompatibel med ROS Kinetic Kame, samt positioneringssystemet Qualisys Track Manager.

2.4 Ingående delsystem

Produktens delsystem består av en övergripande infrastruktur som ska integreras med två olika demouppvisningar utförda av en Crazyflie (stunt-kopter) och en filmdröנare (Hollywood-kopter) utrustad med Pixhawk. Där stunt-kopter ska utför en avancerad flygning och banföljning, samt Hollywood-kopter ska följa en förutbestämd trajektoria med hjälp av virtuell kamera.

2.5 Avgränsningar

Varje projektmedlem förväntas lägga sammanlagt 240 timmar på projektet. Krav med prioritet ett ska uppfyllas i första hand och övriga krav i mån av tid. Vidare, enbart en dröנare ska ingå i sin respektive demonstration, dvs. arenan ska vara fri från andra farkoster under demonstrationen.

2.6 Designfilosofi

Projektet eftersträvar en långsiktig utveckling av de slutgiltiga produkterna därav vidbehålls en strukturerad och modulär produktdesign. Vidare utveckling och anpassning av de färdiga produkterna ska vara möjlig.

2.7 Generella krav

Nedan listas kraven som ställs för alla delsystemen.

Krav nr 1	Original	Delsystemen ska vara kompatibla med existerande infrastruktur i arenan Visionen.	1
Krav nr 2	Original	Kodutveckling ska följa Googles kodstandard.	1
Krav nr 3	Original	Alla delsystem ska vara kompatibla med ROS.	1
Krav nr 4	Original	Systemen ska vara modulära med dokumenterad API mellan modulerna.	1

3 Infrastruktur

Delprojektet Infrastruktur syftar till att utveckla miljön i arena Visionen på Linköpings universitet med ett mer användarvänligt gränssnitt med syftet att underlätta kommande forsknings- och utbildningsprojekt. Som grund finns ett precist positioneringssystem samt kraftfulla projektorer riktade mot golv samt en av väggarna.

3.1 Funktionella krav

Krav nr 5	Original	Positioneringssystemet ska synkroniseras med projektorerna i Visionen, d.v.s. positioneringssystemets koordinatsystem ska kunna mappas till projektorernas koordinatsystem.	1
Krav nr 6	Original	Positionsdata från Visionens sensorer ska kunna filtreras med syfte att öka noggrannheten.	1
Krav nr 7	Original	En felberäkning mellan planerad trajektoria och mätta tillstånd ska kunna genomföras.	1
Krav nr 8	Original	Tillstånd (position, attityd och hastigheter) ska publiceras till plattformens gränssnitt.	1
Krav nr 9	Original	Virtuell sensordata ska kunna publiceras till plattformens gränssnitt.	1

3.2 Projektionskrav

Krav nr 10	Original	Den virtuella miljön ska kunna projiceras i Visionen.	1
Krav nr 11	Original	Vyn (området som täcks av kameran) från en virtuell kamera ska kunna projiceras av projektionssystemet .	1
Krav nr 12	Original	Kamerafunktionalitet från en virtuell drönare ska kunna simuleras i simuleringsmiljön. Med andra ord ska ovanstående krav kunna uppfyllas även för simulerade drönare.	2
Krav nr 13	Original	En spotlight riktad mot och som följer plattformen ska kunna projiceras av projektionssystemet.	1

3.3 Säkerhetskrav

Krav nr 14	Original	Olika zoner ska definieras i Visionen.	1
Krav nr 14A	Original	Information om vilken zon plattformen befinner sig i ska publiceras.	1
Krav nr 14B	Original	En abortsignal ska kunna skickas till plattformen.	1

3.4 Simuleringskrav

Krav nr 15	Original	Simulering ska ske i lämplig simuleringsmiljö.	1
Krav nr 16	Original	Trajektorior ska kunna visualiseras i simuleringsmiljön.	1
Krav nr 17	Original	Sensordata ska kunna importeras in i simuleringsmiljön.	1
Krav nr 18	Original	Vyn från en virtuell kamera ska kunna visualiseras i den virtuella miljön.	1
Krav nr 19	Original	Bilden från en virtuell kamera ska kunna visualiseras i den virtuella miljön.	2
Krav nr 20	Original	En spotlight riktad mot plattformen ska kunna visualiseras i den virtuella miljön.	1
Krav nr 20A	Original	Resultatet från felberäkningen ska kunna visualiseras i den virtuella miljön.	2
Krav nr 21	Original	Konfidensintervall för sensordatan ska kunna visualiseras i den virtuella miljön.	2
Krav nr 22	Original	Hinder ska kunna simuleras i den virtuella miljön.	2
Krav nr 23	Original	Olika reglerbeslut ska kunna visualiseras i den virtuella miljön.	2
Krav nr 24	Original	Sensordata och tillståndsdata ska kunna visualiseras i den virtuella miljön.	2

4 Hollywood-kopter

Hollywood-koptern är en Pixhawk-baserad quadkopter som är menad att kunna följa en förutbestämd trajektoria och med hjälp av en kamera filma ett rörligt föremål. I detta projekt kommer det inte finnas tillgång till en verklig kamera, utan istället ersätts den med en virtuell kamera. För att klara detta ska positions- och attityddata hämtas från infrastruktursystemet och kombineras med data från Pixhawkens interna sensorer med hjälp av sensorfusion.

4.1 Gränssnitt

Krav nr 25	Original	Användaren ska kunna skicka abort-signal till drönaren.	1
Krav nr 26	Original	En sekvens av punkter ska kunna skapas i ett grafiskt gränssnitt och skickas till drönaren.	2

4.2 Säkerhetskrav

Nedan följer säkerhetskraven som ställs för Hollywood-kopter.

Krav nr 27	Original	Drönaren ska kunna återgå till abortläge, som innebär att den landar långsamt.	1
Krav nr 28	Original	Drönaren ska gå till abortläge vid bruten kommunikation.	1
Krav nr 29	Original	Drönaren ska gå till abortläge vid signal från användare.	1
Krav nr 30	Original	Drönaren ska gå till abortläge vid signal från infrastruktur.	1

4.3 Funktionella krav

Samtliga nedanstående punkter relaterar till autonom flygning.

Krav nr 31	Original	Drönaren ska vara korrekt monterad.	1
Krav nr 32	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna röra sig i 6 frihetsgrader. Dessa är rumskoordinaterna x , y och z . Pitch θ , Roll ψ och Yaw ϕ .	2
Krav nr 33	Original	Drönaren ska kunna styras manuellt.	1
Krav nr 34	2018-11-30 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna flyga till en given punkt i rummet med en noggrannhet på 5 cm.	2
Krav nr 35	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna flyga till flertalet givna punkter i en given sekvens med en noggrannhet på 5 cm från varje punkt.	2
Krav nr 36	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna rikta sig mot ett stationärt mål med en noggrannhet på ± 5 grader under svävning.	2
Krav nr 37	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna flyga till en given punkt med en noggrannhet på 10 cm med riktning mot ett stationärt mål med en noggrannhet på ± 15 grader.	2
Krav nr 38	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna flyga till flertalet givna punkter i en given sekvens med en noggrannhet på 10 cm för varje punkt med riktning mot ett stationärt mål med en noggrannhet på ± 15 grader.	2
Krav nr 39	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna hålla sig riktad mot ett rörligt mål med noggrannhet på ± 15 grader under svävning. Målet ska maximalt röra sig i 6 km/h.	2
Krav nr 40	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna följa efter ett rörligt mål på ett fördefinierat avstånd med en noggrannhet på ± 30 cm. Målet ska maximalt röra sig i 6 km/h.	2
Krav nr 41	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna följa efter ett rörligt mål på ett fördefinierat avstånd med en noggrannhet på ± 30 cm och vara riktad mot målet med en noggrannhet på ± 15 grader. Målet ska maximalt röra sig i 6 km/h.	2
Krav nr 42	2018-11-28 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna använda sig av en alternativ regulator för att flyga till en sekvens av punkter, t.ex. en MPC-regulator.	2

4.4 Simulering

Krav nr 43	2018-12-02 vissa funktionella krav ändras till prioritet 2	Krav 32, 34, 35, 40 och 42 ska kunna uppfyllas i en simuleringsmiljö.	1
Krav nr 43A	2018-12-02 funktionella krav som ändrats till prioritet 2	Krav 36, 37, 38, 39 och 41 ska kunna uppfyllas i en simuleringsmiljö.	2

5 Stunt-kopter

Delprojektet stunt-kopter är en demoplattform bestående av en mindre drönare av typen Crazyflie 2.0 [2]. Syftet med denna plattform är att visa hur infrastrukturen i Visionen kan användas för att få en drönare att utföra avancerad flygning.

Drönaren ska kunna utföra aerobatik vid en demouppvisning. Krav på gränssnitt, design och funktion listas nedan.

5.1 Gränssnitt

Krav nr 44	Original	Användaren ska kunna skicka abortsignal till drönaren.	1
Krav nr 45	Original	Användaren ska via gränssnittet kunna initiera förplanerad trajektoria.	1
Krav nr 46	Original	Drönaren ska kunna avbryta sin följning av trajektorian genom kommando från gränssnittet.	1

5.2 Säkerhetskrav

Nedan följer säkerhetskraven som ställs för stuntdrönaren.

Krav nr 47	Original	Drönaren ska kunna ställas om till abortläge.	1
Krav nr 48	2018-11-21 krav omformulerad	Drönaren ska stänga av alla motorer vid bruten kommunikation.	1
Krav nr 49	Original	Drönaren ska gå till abortläge vid signal från användare.	1
Krav nr 50	Original	Drönaren ska gå till abortläge vid signal från infrastruktur.	1
Krav nr 51	Original	Drönaren ska kunna undvika kollision med hinder.	2

5.3 Funktionella krav

Nedan definieras de funktionella kraven som stunt-plattformen ska uppfylla.

Krav nr 52	2018-11-30 prioritet ändrat till 2 och krav omformulerat	Drönaren ska kunna flyga till en given position i rummet, med givna koordinater ex. (x, y, z) med en noggrannhet på 5 cm i positionen.	2
Krav nr 52A	Original	Drönaren ska kunna flyga till en given position i rummet, med givna koordinater ex. (x, y, z, θ) med en noggrannhet på 2 cm i positionen och 2° i vinkel.	2
Krav nr 53	2018-11-30 krav ändrat till prioritet 2	Drönaren ska kunna navigera till en sekvens av punkter med en noggrannhet på 5 cm i positionen.	2
Krav nr 53A	Original	Drönaren ska kunna navigera till en sekvens av punkter med en noggrannhet på 2 cm i positionen och 2° i vinkel, för varje punkt.	2
Krav nr 54	2018-11-30 krav ändrat till prioritet 2	Drönaren ska kunna följa en cirkulär bana med en radiell felmarginal på max 5 cm.	2
Krav nr 54A	2018-11-21 krav ändras till prioritet 2	Drönaren ska kunna variera sin hastighet samtidigt som den följer den cirkulära banan.	2
Krav nr 54B	Original	Drönaren ska kunna följa en cirkulär bana med en radiell felmarginal på max 2 cm.	2
Krav nr 55	2018-11-30 krav ändrat till prioritet 2	Drönaren ska kunna utföra en flip i Roll riktning.	2
Krav nr 55A	2018-11-30 krav ändrat till prioritet 2	Drönaren ska kunna utföra en flip i Pitch riktning.	2
Krav nr 55B	2018-11-30 krav ändrat till prioritet 2	Drönaren ska utföra en piruett i Yaw riktning.	2
Krav nr 55C	Original	Drönaren ska kunna utföra en flip i Roll riktning samtidigt som den färdas.	2

5.4 Simuleringskrav

Krav nr 56	2018-11-23 krav 56 tillagt	De funktionella kraven 52, 53 och 54 ska kunna uppfyllas i en simuleringsmiljö.	1
-------------------	---------------------------------------	---	----------

6 Vidareutveckling

Samtliga nedanstående krav möjliggör en vidareutveckling av projektet.

Krav nr 57	Original	Kod som genereras av projektet ska dokumenteras och kommenteras så att projektet kan drivas vidare av en ny projektgrupp.	1
Krav nr 57A	Original	Kod och kommunikationsprotokoll ska skrivas så en framtida uppdatering, som behandlar möjlighet till flertalet plattformar aktiva samtidigt, ska vara möjlig.	1

7 Ekonomi

Krav nr 58	Original	Varje gruppmedlem ska lägga ner 240 timmar för projektet.	1
Krav nr 58A	Original	Totalt ska hela projektgruppen lägga 3600 timmar för projektet.	1
Krav nr 58B	Original	Gruppen ska ha tillgång till 2x40 timmar handledartid.	1

8 Leveranskrav och delleranser

Förutom två demoplattformar kommer en hemsida med en videofilm samt dokumentation levereras enligt nedan.

8.1 LeveranskraV

Krav nr 59	Original	En hemsida med information om projektet ska levereras.	1
Krav nr 60	Original	En videofilm för demonstrering av varje delprojekt ska produceras och presenteras på hemsidan som beskrivs i krav 58.	1
Krav nr 61	Original	Gruppen ska ta fram en poster som ska visas under en projektkonferens.	1
Krav nr 62	Original	Gruppen ska, varje vecka, redovisa en tidsrapport för föregående veckas arbete.	1

9 Dokumentation

Nedan listas de olika dokument som ska levereras i samband med olika Beslutspunkter.

Krav nr 63	Original	Samtliga dokument ska upprättas enligt LIPS-mallarna (se [1]).	1
Krav nr 64	Original	Gruppen ska lämna in kravspecifikation, inför BP2.	1
Krav nr 65	Original	Gruppen ska lämna in projektplan, inför BP2	1
Krav nr 66	Original	Gruppen ska lämna in tidsplan, inför BP2	1
Krav nr 67	Original	Gruppen ska lämna in testplan, inför BP3	1
Krav nr 68	Original	Gruppen ska lämna in designspecifikation, inför BP3	1
Krav nr 69	Original	Gruppen ska lämna in testprotokoll för simuleringsverifikation, inför BP4	1
Krav nr 70	Original	Gruppen ska lämna in testprotokoll, inför BP5	1
Krav nr 71	Original	Gruppen ska lämna in användarhandledning, inför BP5	1
Krav nr 72	Original	Gruppen ska lämna in teknisk rapport, inför BP6	1
Krav nr 73	Original	Gruppen ska lämna in efterstudie med uppföljning av resultat och använd tid, inför BP6	1

10 Utbildning

Krav nr 74	Original	Minst tre i gruppen ska genomföra en utbildning om positioneringssystemet i arenan Visionen.	1
-------------------	-----------------	--	----------

11 Kvalitetskrav

Krav nr 75	Original	All mjukvara ska utvecklas med stabilitet i åtanke för att på så sätt undvika minnesläckor och dylikt.	1
-------------------	-----------------	--	----------

12 Underhållbarhet

Krav nr 76	Original	Produkter ska utvecklas modulärt så att de kan bytas ut utan att systemet förlorar funktionalitet.	1
-------------------	-----------------	--	----------

Referenser

- [1] *LIPS – nivå 1. Version 1.0.* Tomas Svensson och Christian Krysander. Kompendium, LiTH, 2002.
- [2] *Crazyflie 2.0* [<https://www.bitcraze.io/crazyflie-2/>].