

# Framtidens flygplats med fjärrstyrd flygtrafikledning

---

## *Förstudierapport*

Författare	Mårten Sjöström, Mittuniversitetet
Med bidrag från	Benny Thörnberg, Mittuniversitetet Christer Fröjdh, Mittuniversitetet Roger Olsson, Mittuniversitetet
Datum	2018-09-17

## **Sammanfattning**

En förstudie har genomförts för att undersöka förutsättningar till samverkan för att stärka visioner hos Timrå kommun respektive Mittuniversitetet. Studien har undersökt tillväxt kompetensförsörjning till företagande i Timrå och till Mittuniversitetets forskning. Speciellt har fokus legat på att stärka Mittuniversitetets ledande roll i forskning kring tekniker kopplade till fjärrstyrd flygtrafikledning och avancerad teknik för flygplatser

Förstudien har undersökt och tagit fram en vision kring den framtida flygplatsen. Vidare har en översikt av lämpliga tekniker genomförts. Kompetensen vid Mittuniversitetet och speciellt inom den strategiska forskningsprofilen Nästa generations mätsystem (XGeMS) har identifierats. En fallstudie har planerats men inte kunnat genomföras under förstudietiden på grund av förseningar och brist på lämplig person. Regionala, nationella och internationella utvecklingsföretag har identifierats som potentiellt kan bidra i ett samarbetsprojekt. Slutligen har en projektplan och ansökan om finansiering formulerats och skickats till finansär.

Därmed har förstudien uppfyllt alla mål och har bidragit till dess syfte.

## Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	1
Bakgrund .....	3
Syfte .....	3
Mål .....	3
Målgrupper .....	4
Avgränsning.....	4
Leveranser.....	4
Genomförande.....	5
Omvärldsanalys.....	5
Omvärlden i stort .....	5
Resurser för framtidens flygplats och fjärrstyrd flygtrafikledning.....	6
Koppling till övergripande strategier .....	6
Den framtida flygplatsen .....	7
Vision (Mål 1) .....	7
Översikt över lämpliga tekniker (Mål 2).....	8
Möjliggörande kompetenser och verksamhet vid Mittuniversitetet (Mål 3) .....	10
Fallstudie (Mål 4) .....	11
Regionala och nationella utvecklingsföretag (Mål 5) .....	12
Framtida projekt och forskningsfrågor (Mål 6).....	13
Appendix 1 Plan för projektet Miljön i Kontrollöopen (MiLo) .....	15
Sammanfattning.....	15
Delprojekt Flygplatser .....	16
Appendix 2: Omvärldsanalysens aktiviteter .....	18

## Bakgrund

Sundsvall-Timrå flygplats utgör en unik plats i världen då den inrymmer världens första operativa center för fjärrstyrning av flygtrafikledning, *Remote Tower Centre*. Centret besöks i stort sett varje vecka av internationella delegationer med intresse för tekniken.

Flygplatsen ligger i Timrå kommun. Kommunen ser stora fördelar med att utveckla företagande kring tekniker som kopplas till utveckling av fjärrövervakning av flygtrafik samt övrig verksamhet vid flygplatser av medelstor verksamhet. Sundsvall och Timrå kommuner äger själva flygplatsen. Att komplettera den operativa flygverksamheten med forskning och utveckling av fjärrövervakning breddar och diversifierar kommunens näringsliv och skapar intressanta arbetstillfällen i regionen.

Luftfartsverket äger utrustningen för fjärrövervakning av flygtrafik vid Sundsvall-Timrå flygplats. Verket är pådrivande för vidareutveckling av koncept och teknik för att förbättra säkerhet, funktionalitet och användbarhet. Det har testcenter för användbarhet vid Sturup (Malmö) i samarbete med motsvarande verk i Europa. En uppbyggnad av ett testcenter kring mät- och videotekniker ses som en möjlighet. Verket bedriver forskning i samarbete med flera svenska universitet och har visat stort intresse av den verksamhet som bedrivs vid Mittuniversitetet.

Nuvarande teknik för fjärrövervakning av flygtrafik är framtagen av SAAB. Företaget som har tagit fram nuvarande teknik för fjärrövervakning av flygtrafik har också visat intresse för att genomföra operativ utvärdering av framtagna tekniklösningar vid Sundsvall-Timrå flygplats.

Ledningen för Sundsvall-Timrå flygplats ser stora fördelar med att kombinera ett utvecklande av fjärrövervakning av flygtrafik med introducerande av ny teknik för övrig verksamhet vid flygplatsen, såsom säkerhetskontroller, bagagehantering, incheckning, m.m.

## Syfte

Det övergripande syftet för förstudien var

- I. Att genom samverkan stärka arbetet mot Timrå kommuns och Mittuniversitetets respektive visioner.
- II. Att möjliggöra tillväxt och kompetensförsörjning i befintliga företag i Timrå kommun och till kompetenta forskare vid Mittuniversitetet.
- III. Att förstärka Mittuniversitetets ledande position i specifika forskningsområden kopplade till fjärrstyrd flygtrafikledning och avancerad teknik för flygplatser.

## Mål

Projektets mål var:

1. Att ta fram en vision om den framtida flygplatsen där avancerad teknik i ökad utsträckning kompletterar människor för att öka säkerhet, funktionalitet och användbarhet.
2. Att skapa en översikt över lämpliga tekniker som kan bidra till den framtida flygplatsen genom litteraturstudier, samt sammanställa forskningsverksamhet vid Mittuniversitetet som kan bidra till den framtida flygplatsen. Översikten ska prioritera tekniker som bedöms som särskilt kostnadseffektiva för att nå visionen.

3. Att kartlägga hur kompetensen vid Mittuniversitetet möjliggör utveckling av XGeMS i kontexten av fjärrstyrning av flygtrafikledningssystem samt övrig verksamhet vid flygplatsen kopplat till säkerhetskontroll, bagagehantering, med mera.
4. Att undersöka hur redan framtagen teknik kan tillämpas i en fallstudie – Mittuniversitetet tillämpar tekniken på data som Luftfartsverket tillhandahåller.
5. Att identifiera regionala och nationella utvecklingsföretag som potentiellt kan bidra till den tekniska utvecklingen vid Sundsvall-Timrå flygplats. Upparbeta en relation inom forskning och utveckling med aktörer som bedriver verksamhet vid RTC idag, och positionera platsen Timrå samt Mittuniversitetet som ledande inom utvecklingen fjärrstyrning av flygplatsverksamhet
6. Att skapa en projektplan med tydliga forskningsfrågor samt identifierade finansiärer för samarbete med företag fokuserat på framtagande av tekniker kopplade till visionen och befintlig verksamhet vid Sundsvall-Timrå flygplats.

## **Målgrupper**

Sundsvall-Timrå flygplats, teknikföretag främst i Timrå kommun, Luftfartsverket, ledande utvecklare av fjärrstyrda flygtrafikledningssystem, Mittuniversitetet speciellt forskare inom STC.

## **Avgränsning**

Förstudien var begränsad i tid från november 2017 till april 2018. En stor mängd möjligheter öppnades inför ett framtagande av vision i diskussioner med flygplats, företag och forskare. Kopplingen till existerande och planerad verksamhet vid Mittuniversitetet i Sundsvall prioriterades. Litteraturstudien begränsades till översikter av tekniker som kopplar till forskningsområden inom denna verksamhet. Företag som kontaktades begränsades till sådana i kommunens närhet och till sådana där kontakter redan upparbetats vid flygplatsen eller vid Mittuniversitetet, vilka i en framtid anses troliga kunna och vilja bidra till framtidens flygplats Sundsvall-Timrå. Vid Mittuniversitetet har framförallt forskningsaktiviteter beaktats vid forskargrupper relaterad till den strategiska forskningsprofilen Nästa generations mätsystem (XGeMS) vid forskningscentret STC, för att ta fram lämpliga forskningsfrågor. En mindre fallstudie om videokompression av multipla videoströmmar ansågs lämplig som del i förstudien.

## **Leveranser**

Förstudiens leveranser är

- A. En projektplan som sammanställer resultat från uppställda mål. Se Appendix 1.
- B. En presentation av resultaten från utförd fallstudie.  
Fallstudien har förskjutits på framtiden till följd av frånvaro av data, samt senare svårighet med förändringar i personalplanering.

## Genomförande

Förstudien har varit av undersökande karaktär med mål att identifiera fortsatt forskning och utveckling relaterat till framtidens flygplats, speciellt i Timrå kommun och vid Mittuniversitetet. Direkta forskningsresultat har inte eftersträvats utöver en mindre fallstudie.

En vision (Mål 1) har framarbetats i samtal med flygplatsledning, Luftfartsverket, samt forsknings- och centrumledare vid Mittuniversitetet. Företag har involverats i möten och i en workshop. Samtalen ligger till grund för en vision som tar till vara på alla parter intressen. Översikt av lämpliga tekniker (Mål 2) och av kompetens vid Mittuniversitetet (Mål 3) genomfördes parallellt med framtagandet visionen, genom sökning bland tidigare forskningsresultat samt i diskussioner med forskningsledare vid Mittuniversitetet. En plan för en mindre fallstudie (Mål 4) formulerades av förstudieledaren baserat på dennes erfarenhet av forskning inom videokompression, med avsikten att fallstudien kan genomföras av en student eller doktorand. Utvecklingsföretag som potentiellt kan bidra till relaterad teknisk utveckling (Mål 5) identifierades främst genom redan upparbetade relationer med företag hos flygplatsen och vid Mittuniversitetet, men även genom att bjuda in företag till en workshop för presentation och diskussion kring relaterade frågeställningar. En projektplan (Mål 6) togs fram utifrån identifierade problemställningar i samarbete med forskare inom XGeMS vid STC. Projektet identifierade också en större samhällsutmaning till projektet, nämligen uppföljning av miljödata.

## Omvärldsanalys

En omvärldsanalys har genomförts genom att identifiera ett antal trender inom flygövervakning, industri och relaterad forskning. Därvid har ett samtal förts med olika organisationer och företag, liksom med forskare. Speciellt har samtal förts med ledningen vid Sundsvall-Timrå flygplats, Luftfartsverket och SAAB DATS som utvecklat systemet för Remote Tower Service. En workshop har organiserats för att få respons om idéer kring forskningsinriktning. Appendix 2 sammanställer de aktiviteter som genomförts.

## Omvärlden i stort

Mycket av de trender som kan observeras kring flygplatser handlar om att effektivisera processer och öka säkerheten i och kring flygplatsen. Fler möjligheter till att erhålla olika slags data ökar vikten att selektera informationen och dra nytta av den som är viktig i den specifika situationen. För övrigt finns även ett generellt fokus i samhället att övervinna utmaningar med klimatet och miljön. Nedan följer några observationer som på intet sätt ska ses som fullständiga.

Effektivisering innebär att ändliga resurser nyttjas med minsta möjliga förlust, där både tid och även människor med kompetens är, eller kan bli, en brist inom vissa områden. Inom flera områden beaktas därför kompetenscentrering så att processer kan övervakas och styras på distans. Det har till följd att kostnader kan reduceras, men processers flöden och personlig säkerhet är andra aspekter på sådan distansmanövrering. Automatisering och stödsystem är andra åtgärder för att reducera kostnader (tid och personal), som också kan reducera processtopp, undvika olyckor and felbeslut av (trötta) operatörer.

Säkerheten vid flygplatser har blivit betydande med allt mer attacker riktade mot tredje person. Säkerhetskontroller av personer och deras tillhörigheter är rigorösa och tar en ansevärd tid av

resenärernas tid vid flygplatser. Säkerheten och äktheten av data är också i fokus då intrång sker i datorsystem och felaktiga uppgifter lätt figurerar i den digitaliserade världen, både avsiktlig och av misstag. Digitaliseringen av processer har också till följd att data är alltmer tillgängliga i stora mängder. Det innebär att data från komplexa processer måste aggregeras till nyttig information som anpassas till lämplig abstraktionsnivå för mottagaren. En större mängd visuell information kan iakttas, både i form av fotografier och videoströmmar, men även bilder för att komplettera textbaserad kommunikation.

Tekniker som har fått uppmärksamhet under de senaste åren är de som har potential att lösa problem som uppstår i samband med ovanstående trender. Det finns en ökad tilltro till artificiell intelligens och maskininlärande som har visat stor potential att klassificera och prediktera svåra problemställningar, exempelvis datafusionering där kompletterande information aggregeras till säkrare information. Datorseende - och maskinseende är andra områden som har fått uppmärksamhet då de automatiserar extrahering av information från bilder och videoströmmar. Fjärrövervakning och -styrning har gett ett nytt fokus kring lösningar för distansnärvaro (telepresence), bland annat i form av video i huvudburna skärmar, så kallade VR-glasögon, som möjliggör ett naturligt sätt att betrakta fjärrområdet. En annan teknik under stark utveckling är förstärkt verklighet (AR) som möjliggör presentation av information överlagrat bild och videoströmmar.

Klimatet och miljön är i stort fokus eftersom mänskligheten är i en kritisk tidpunkt där åtgärder måste tas för att bevara våra resurser för framtida generationer. Därmed blir det allt viktigare att förstå samspelet mellan våra beslut och miljön både i stort och i närmiljö.

### **Resurser för framtidens flygplats och fjärrstyrd flygtrafikledning**

Existerande system för fjärrstyrd flygtrafikledning har utvecklats i samarbete mellan Luftfartsverket och SAAB. De har utvecklat simuleringssystem för att träna trafikledare och utvärdera tekniken.

MERISSA är en testanläggning vid Sturup flygplats som möjliggör allsköns utvärderingar av hur systemet och situationer upplevs av flygledare. NARSIM är en flygledarsimulator som även den finns vid Sturup och tillåter simulering av mycket funktionalitet. Luftfartsverket har även Xplane 11 som är en simulator för SAAB:s hårdvara byggd på öppen källkod. SAAB DATS har en simulator vid Sundsvall-Timrå flygplats som tillåter simulering av olika fall kopplade till framtida versioner av systemet för fjärrstyrd flygtrafikledning. Därmed kan både ny teknik och flygplatssituationer simuleras i en produktnära omgivning.

Luftfartsverket bedriver testverksamhet vid Örnsköldsviks flygplats för mätsystem relaterat till flygtrafikledning och övervakning av flygplatser. Speciellt beaktas autonoma fordon.

### **Koppling till övergripande strategier**

Denna förstudie har att beakta strategier vid Timrå kommun och vid Mittuniversitetet. Då fokus för förstudien ligger framtidens flygplats med fjärrstyrd flygtrafikledning bör även Luftfartsverkets strategier för sådana system beaktas.

Timrå kommun har som mål att utveckla samarbete med Mittuniversitetet inom fem olika områden, varav en är att utveckla Sundsvall-Timrå flygplats och speciellt fjärrstyrd flygtrafikledning (Remote

Tower). Syftet är att diversifiera kommunens företagande och regionens arbetsmarknad med fokus på framtida, iögonfallande tjänster inom forskning och utveckling.

Mittuniversitet har en vision för forskningscentren STC och FSCN om att Mittuniversitetet ska ha:

- Starka forskningsmiljöer med profiler som stöder industriell transformering.  
Förstudien arbetar för hur flygplatsens arbetssätt ska transformeras till att bli säkrare, effektivare och mer kostnadseffektiv. Förstudien stärker även det interna samarbetet inom profilen XGeMS.
- Starka strategiska forskningsprogram som bygger på storslagna möjligheter.  
Förstudien bygger på att världens första fjärrstyrda flygtrafikledningssystem finns i Mittuniversitetets närhet och stärker därmed den strategiska profilen XGeMS
- Stark samproduktion som förbinder Mittuniversitetet med det industriella ekosystemet.  
Förstudien ska kartlägga företag som främjar fortsatt utveckling av fjärrstyrda flygtrafikledningssystem och framtidens tekniska flygplats.

Luftfartsverket har ett fokus att vidareutveckla fjärrstyrda flygtrafikledningssystem då det är en kostnadseffektiv lösning för flygtrafikledning, speciellt vid flygplatser med tämligen låg trafikintensitet.

## Den framtida flygplatsen

### Vision (Mål 1)

Arbetet med en vision för framtidens flygplats med fjärrstyrd flygledarstyrning har fokuserat på att identifiera målsättningar med arbetet som överensstämmer med olika aktörers önskemål om utvecklingen. Speciellt ska arbetet stärka Timrå kommuns och Mittuniversitetets respektive visioner där samverkan har varit ett ledord. Redan i ansökan beskrevs visionen som:

*Den framtida flygplatsen där avancerad teknik i ökad utsträckning kompletterar människor för att öka säkerhet, funktionalitet och användbarhet.*

Det sammanfattar väl tankar som framkommit under arbetet. I samta lmed ledningen för Sundsvall-Timrå flygplats formulerade det som

*Midlanda – en plats i och för världen.*

Flygplatsen ska därmed vara en plats som används som funktionell flygplats där teknik betjänar resenärer till ett snabbt och behagligt resande, och samtidigt strävar att vara en plats där teknik utvecklas och utvärderas i samarbeten med universitet och företag. Platsen ska därmed vara väl värd ett besök i sig. På så sätt kan flygplatsen bli en

*Verklighetsnära testbädd.*

Nya metoder kan testas och verifieras, bland annat i SAAB:s simuleringssystem som finns kopplat till Remote Tower Centre, och där utveckling av mätsystem och autonoma fordon vid Örnsköldsviks flygplats kommuniceras och utvärderas i kontexten för Remote Tower Centre. Möjligheter till att utvärdera nya metoder på uppdrag av Transportstyrelsen kan undersökas. Utvärderingar kan då genomföras i samarbeten med större flygplatser såsom Schipol eller Köpenhamn, med vilka redan goda relationer existerar, exempelvis med nya generationens 3D röntgen.

En sådan vision ligger i linje med Luftfartsverket som gärna ser en utveckling av Remote Tower system i samarbete med Mittuniversitetet och Sundsvall-Timrå flygplats, speciellt utvecklingen mot nya sätta att betrakta data i rummet, kombinerat med integrerad mätdata, vilket fått arbetsbeteckningen

*Unproject Remote Tower.*

En verklighetsnära testbädd rimmar även det väl med Mittuniversitetets strategiska fokusområde

*Nästa generations mätsystem (XGeMS)*

inom forskningscentret STC vid MIUN. Dess forskning har flera tillämpningar relaterat till mätningar och återkoppling av uppmätta parametrar, speciellt i den omgivande miljön. Dessa miljöparameterer ingår i en kontrollloop så att information från mätningar kan användas för beslut och/eller reglering av processer och verksamheter.

Samverkan mellan flygplatsen och Mittuniversitetet kan även göras med examensarbete som genomförs i samarbete med företag där fokus ligger på att undersöka progressiva idéer som skapar framtidens flygplats. Därmed får verksamheten med en verklighetsnära testbädd en synlighet både bland företag, vid flygplatsen och i den akademiska världen, och Midlanda blir en plats i och för världen.

## **Översikt över lämpliga tekniker (Mål 2)**

Denna del av förstudien har undersökt tekniker där forskning finns eller där området har förutsättningar att utvecklas vidare vid Mittuniversitetet. Teknikerna har nedan delats upp efter en behandling från mätning till presentation, men vissa tekniker skulle kunna hamna under flera punkter beroende på dess användning.

### Sensorer och infångning

Framtidens flygplats innebär att så mycket data som möjligt om och kring platsen samlas in och behandlas automatiskt eller semi-automatiskt. Därmed behöver nya, bättre och billigare sensorer och sensorsystem utvecklas som ger tillförlitliga mätdata. Sensorerna kan vara baserade på registrering av olika våglängder av elektromagnetiska vågor, såsom vanligt ljus, infrarött, röntgen eller kombinationer därav, där ljuskällan kan vara omgivande miljö eller skapas för mätningen. Våglängderna påverkas olika av mätobjekten och ger därför information om olika egenskaper, så att speciella ämnen kan detekteras eller beskaffenhet av ytor med mera. Dessa sensorsystem registrerar inte sällan informationen i form av bilder. Placeringen av sensorsystem, till exempel kameror, ger information om mätområdets geometriska beskaffenhet medelst multivy-geometri och fotogrammetri, vilket kan nyttjas till att få förståelse för var intensitet av ämnen eller objekt befinner sig. Sensorsystem kan sedan kombineras med en initial sammanslagning eller anpassad analys av data och på så sätt skapa smarta sensorer i inbyggda system. Därmed kommuniceras endast förfinad information till en mottagare, vilket reducerar behovet på använd kommunikationskanal.

### Dataskommunikation

Data måste kunna kommuniceras från sensorsystem till mottagande analys och presentationssystem utan att informationen har påverkats på något sätt. Vid snabba skeenden måste kommunikationen



fungera både snabbt och säkert, oberoende av väder och störande maskiner, eller om den sker via trådlös eller trådbunden kommunikation. Tillförlitliga kommunikationsprotokoll är därför av stor vikt. Data måste även skyddas mot intrång i datasystem, mot virus och mot att obehöriga får tillgång till data. Det gäller inte minst säkerhetskritiska system som flygtrafikledarsystem.

Datakommunikationen kan bli omfattande speciellt då videoströmmar ska transporteras mellan två platser i ett fjärrstyrt flygtrafikledarsystem. Videokodning möjliggör då effektiv reduktion av mängden data som ska kommuniceras samtidigt som mängden nyttig information inte påverkas.

### Datasammanslagning (fusionering)

Data från olika modaliteter eller våglängder har olika information om området eller objektet där mätningen genomfördes (). Genom att kombinera och slå samman data (datafusionering) kan således informationen om området eller objektet förstärkas. Exempelvis kan information om både bild, radar och ljud skapa en större förståelse för ett skeende. Sammanslagning av data kräver en förståelse för sensorers uppbyggnad, svagheter och fördelar men även för datas statistiska fördelning för att dra bästa nytta av registrerad information.

### Analys

En viktig del i framtidens flygplats är en passande analys av data. Det finns en stor mängd tekniker och metoder för att analysera data, vilka kan vara baserade på kunskap om vad som eftersöks, statistiska egenskaper hos data, och en stor mängd exempel som utgör en kunskapsbas i expertsystem eller modeller. Beskaffenhet av data eller lokalisering kan identifieras utgående från sådana metoder och kombinationer av datakällor, vilket möjliggör automatisk detektering och igenkänning. Av speciellt intresse är bildanalys och datorseende metoder eftersom många sensorer registrerar data i två rumsliga dimensioner. Stora framsteg är nådda för autonoma bilar, vilket kan tillämpas på problemställningar för framtidens flygplats för att detektera, spåra och visualisera data. Bildanalys kombinerat med multiv-geometri och fotogrammetri, liksom med andra modaliteter ger möjlighet till utökad träffsäkerhet i analyser för att exempelvis identifiera objekt på landningsbanan. Sådan analys kan exempelvis även leda till rotationsoberoende objektidentifiering med hjälp av 3D röntgen. Semantisk bildanalys försöker identifiera aktioner hos objekt (en väska lämnas) och profilering av beteenden. Maskininlärande system såsom djupa neurala nätverk har visat sig tillförlitliga i en rad kontexter för klassificering och identifiering och kan med stor sannolikhet tillämpas på data för framtidens flygplats. En ytterligare möjlighet till analys är att nyttja den mänskliga hjärnans förmåga att identifiera mönster, rörelser och klassificera data, vilket sker i visuell analys där databrytningsalgoritmer och datarepresentationer kombineras till visualiseringar.

### Presentation

Presentation av data och analyser ligger till grund för de beslut operatörer tar. En lämplig presentation är därför av vikt för snabba och riktiga beslut. Nya sätt att presentera data och alternativa betraktningssvinklar av bildinformation kan ge insikt om exempelvis flygplans position och riktning. Ett valfritt perspektiv av bildinformationen kan beräknas med multiv-geometri då tillräcklig och redundant bildinformation finns tillgänglig. En förstärkt fjärrstyrning (Augmented Telepresence) överlagrar information på videoströmmar och kan förtydliga skeenden. Med välavvägd informationsvisualisering reduceras informationens komplexitet med dimensionsreduktion, databrytningsalgoritmer och presentation för att snabbt skapa insikt hos betraktaren.

## Utvärdering

Systemens funktionalitet och upplevelse är viktiga att utvärdera för att nå konklusiva slutsatser och för att kunna jämföra med alternativa metoder. Rigorösa metoder finns för att genomföra sådana studier för upplevd kvalitet, användbarhet och användarupplevelse.

## **Möjliggörande kompetenser och verksamhet vid Mittuniversitetet (Mål 3)**

Vid Mittuniversitetet finns kunskaper om många tekniker som nämnts ovan. Nedan redogörs för några grupperingar som kan bidra till utvecklandet av framtidens flygplats.

### Nästa generations mätsystem (XGeMS)

Nästa generationer mätsystem är ett av sex strategiska forskningsinitiativ inom TIE-visionen vid Mittuniversitetet. XGeMS fokuserar på mätsystem för monitorering av miljöparametrar och använder insamlad miljöinformation för återkoppling till processer och verksamheter för att ta beslut eller påverka reglering. Sensorer och sensorsystem registrerar data; analys extraherar information, vilken sedan tokas maskinellt eller av människor. Den vetenskapliga spetsen inom XGeMS ligger inom bildbaserad mätteknik, *Pixelbaserad Mätteknik*. Forskargrupper som bidrar till XGeMS är Realistic 3D, Visual Sensor Systems, Radiaton Sensor Systems, samt Detector and Photonics. De två första har ett fokus på infångning och analys av pixelbaserad data och har en forskningsaktivitet som stämmer mycket väl med framtidens flygplats. De två senare har ett fokus på att ta fram nya sensorer och sensorsystem, vilket kan bidra till nya mätmetoder som kompletterar existerande mätmetoder vid en flygplats.

#### *Realistic 3D*

Forskargruppen *Realistic 3D* inom STC vid Mittuniversitetet bedriver forskning inom multidimensionell bild- och videobehandling, tredimensionell avbildning, samt visualisering:

- Subjektiv utvärdering av videokvalitet, användbarhet och användarupplevelse
- Multi-kamerasystem och fusionering av multimodal data, ex. RGB, NIR, IR; samt fotogrammetri
- Multidimensionell signal- och videobehandling
- Datorseende baserat på multi-vy-geometri: virtuella vyer
- Videokomprimering för multi-kamerasystem
- Visualisering

Utvecklingsbehov inom forskargruppen är framförallt att fördjupa de teoretiska kunskaperna inom multi-vy-geometri samt knyta dessa till tillämpningar inom olika områden, samt att knyta verksamheten till profilområdet XGeMS.

#### *Visual Sensor Systems*

Forskargruppen Visual Sensor Systems inom STC vid Mittuniversitetet bedriver forskning kring inbyggda system där beräkningselektronik, bilddetektorer och bildanalys kombineras:

- Automatisk detektering (Maskinseende)
- Inbyggd av multimodala sensorer (IR och visuellt ljus)
- Kostnadsoptimerade lösningar
- Optisk kontaktlös mätning

Forskningen fokuserar bland annat på tillämpningar för detektering av Foreign Object Debris (FOD), sprickbildning, flygande objekt inom en bestämd volym, samt nedisning.

Utvecklingsbehov inom forskargruppen är framförallt att fördjupa och bygga ut verksamheten kring optisk kontaktlös mätning, samt att förstärka samarbetet inom profilområdet XGeMS

### *Radiation Sensor Systems*

Forskargruppen Radiation Sensor Systems inom STC vid Mittuniversitetet bedriver forskning kring pixelerade detektorer för joniserande strålning, inkluderande både partiklar och fotoner. Gruppen är kopplad till ett omfattande arbete för att bestämma effekterna av laddningstransport, fångst och fluorescens i pixelerade sensorer. Verksamheten omfattar bland annat:

- Avbildning i lätta material, exempelvis för separation av fibrer och beläggning i pappersark.
- Utveckling av en elektronisk radonmätare som är snabb nog att övervaka väderinducerade variationer radonnivåerna i en byggnad
- Framtagande av halvledardetektor för avbildning av neutroner som ger högre rumsupplösning och bättre timing än tidigare sensorer.

### *Detector and Photonics*

Forskargruppen Detector and Photonics inom STC vid Mittuniversitetet bedriver forskning kring framtagande av detektorer samt nya optiska fiberbaserade laserkällor och sensorer.

Forskargruppens arbetar inom följande områden:

- Utveckling av termisk detektor för CO<sub>2</sub>-baserad inomhusklimatkontroll
- Detektorer för termiska neutroner
- Elektron-detektorer
- Fotonik för fiberbaserade laserkällor och sensorer

### Andra grupperingar

Inom STC forskningscenter finns forskargruppen *Communication Systems and Networks* som fokuserar på datakommunikation över trådlösa nätverk för industriella tillämpningar. Speciellt är att kommunikationen är tidskritisk och att det finns många störande element som påverkar kvaliteten i kommunikationen. Forskargruppen fokuserar även på säkerhetsaspekter för kommunikationen där både säkerhet (security) och avskildhet (privacy) beaktas. Därutöver bedriver gruppen även analys av stora datamängder i kommunikationssystem med databrytningsalgoritmer.

Vid Mittuniversitetet finns ett initiativ till ett *tematiskt forskningssamarbete kring visualisering* mellan planeringsområden där ämnena Datateknik, Design, Arkivvetenskap och Pedagogik ingår. Forskningen avser att fokusera på informationsvisualisering och dess tillämpningar, samt visuell analys i olika kontexter.

### **Fallstudie (Mål 4)**

Avsikten med en fallstudie var att tillämpa kunskaper och känd teknik på ett problem relaterat till framtidens flygplats, för vilken specialkompetens finns vid Mittuniversitetet.

En plan har formulerats för en mindre fallstudie som avser undersöka möjligheterna att komprimera videoströmmar med aktuell forskningsfront och visa på vinst i reducerat kapacitetsbehov för videokommunikationen för fjärrstyrda flygtrafikledarsystem. Studien bygger på forskningsmetoder

som tillämpas inom videokodning, i vilket förstudieledare och hans kollegor är mycket förtrodda, speciellt för videoströmmar registrerar samma område. Utformningen av fallstudien är sådan att den kan genomföras av en student eller en doktorand under en begränsad tid.

Initialt fanns ingen tillgång till data i form av videoströmmar då lagliga begränsningar inte tillät delning av infångat material. tillhandahöll SAAB DATS 360 videoströmmar över en flygplats, och i september 2018 har även Luftfartsverket kunna bidra med en flygplats. Emellertid var det under förstudietiden svårt att engagera en student eller doktorand som kunde genomföra studien.

Förhoppningen finns att under hösten 2018 kunna engagera en student som genomför studien.

## **Regionala och nationella utvecklingsföretag (Mål 5)**

Avsikten med denna aktivitet i förstudien var att uppgradera relationer med aktörer som bedriver forskning och utveckling som kan kopplas till fjärrstyrda flygtrafikledarsystem. Därigenom positioneras Sundsvall-Timrå flygplats och Mittuniversitetet som aktörer inom området för att långsiktigt vara ledande inom utvecklingen av fjärrstyrning av flygplatsverksamhet.

Ett antal företag och organisationer har identifierats och en delmängd har bjudits in till samtal, både enskild och gemensamt vid en workshop. Workshopen anordnades i samarbete med andra förstudier som är relaterade till XGeMS och den större ansökan som bygger på dessa förstudier. Därmed deltog företag och organisationer vid workshopen som endast perifert har koppling till framtidens flygplats. Se Appendix 2. Nedan följer korta beskrivningar av företag och organisationer som är potentiellt intressant för fortsatt arbete med framtidens flygplats.

Luftfartsverket ett statligt affärsverk som har huvuduppgiften att förse både civil och militär luftfart med en säker, effektiv och miljöanpassad flygtrafiktjänst. Verket bedriver forskning och utveckling av bland annat flygledningssystem, speciellt fjärrstyrda flygtrafikledarsystem för en och flera flygplatser, samt empirisk utvärdering av säkerhetskrav för sådana system.

Saab Digital Air Traffic Solutions är ett samägt av Luftfartsverket och SAAB som utvecklar fjärrstyrda flygtrafikledarsystem. SAAB DATS har utvecklat systemet som är placerat vid Sundsvall-Timrå flygplats, och är en viktig samarbetspartner för framtidens flygplats.

Örnsköldsviks flygplats fungerar som testbädd för mätsystem och autonoma fordon i Luftfartsverket regi.

SWEDAVIA är äger, driver och utvecklar de 10 huvudsakliga flygplatserna i Sverige. De äger Umeå flygplats där samarbete kan utvecklas bland annat kring säkerhet.

Alten är ett internationellt konsultbolag som utvecklar och levererar teknik- och IT-kompetens till världsledande företag. Kompetens finns inom visualisering. Alten och SAAB DATS har under förstudietiden inlett samtal kring vidareutveckling av den senares simulator vid Sundsvall-Timrå flygplats.

Obervit är ett Sundsvallbaserat företag som tillhandahåller professionella videoövervakningslösningar med världsledande leverantörer av säkerhetskameror. Produkter är nyckelfärdiga videoövervakningsprodukter och lösningar för både fasta installationer och fordon. Mittuniversitetet har samarbetat med Obervit i tidigare projekt.

FA Works är ett Sundsvallbaserat företag med specialkompetens inom visualisering och modellering av 3D-object och -miljöer.

Concrow Games är ett Sundsvallbaserat företag med specialkompetens inom modellering av 3D objekt, samt accelererade spelmotorer vilket är grunden för snabb och verklighetstrogen simulering.

SWECO Position är ett svenskt konsultbolag som levererar tjänster omfattande systemutveckling, avancerad databehandling, datakoordination, 3D-visualisering, GIT / GIS / GIM, BIM / VDC, med mera. Kontor finns i Sundsvall.

Genetech är ett internationellt företag som levererar säkerhetslösningar för övervakning. Sundsvall-Timrå flygplats är en av dess kunder.

IP Security är ett svenskt företag som tillhandahåller kameror och detektorer för säkerhet för fysisk tillträde till områden. Företaget har en mängd internationella samarbetspartner för säkerhet vid flygplatser.

Axis är ett svenskt företag som är marknadsledande inom nätverksvideo, som levererar nätverkskameror, videokodare, tillbehör och applikationer.

Gunnebo är ett svenskt företag som levererar säkerhetssystem av olika slag, inkluderande entrésäkerhet, kontanthantering, larm och kameraövervakning.

Analogic är ett amerikanskt bolag med flera produktområden, bland annat säkerhet och detektering, exempelvis för snabbare säkerhetskontroll med 3D skanning och 3D visualisering.

Spotter RF är ett amerikanskt bolag som utvecklar kompakta radarsystem för övervakning integrerade med ledande övervakningskameror (PTZ), videohanteringssystem (VMS) och system för informationssäkerhet (PSIM).

Agent Vi är ett internationellt företag som är världsledande leverantör av videoanalyslösningar baserat på öppen arkitektur.

Bosch Security utvecklar och levererar videosystem för högkvalitativ video, intelligent datataktshantering, datasäkerhet, samt säkerhetssystem mot intrång och inbrott och tillträdeskontroll.

IER är ett franskt bolag som förser marknaden med system för incheckning och tillträdeskontroll för bordning av plan.

Dataväxt är ett svenskt bolag med fokus på automatisering av landbruk. Det fokuserar bland annat på autonom styrning av lantbruksmaskiner, registrerar och analyserar resultat samt kopplar denna till visualisering.

Husqvarna är välkänt svenskt bolag som bland annat utvecklar och levererar autonoma fordon för trädgård och hem.

## **Framtida projekt och forskningsfrågor (Mål 6)**

Förstudien undersökte flera idéer kring forsknings- och samarbetsprojekt utifrån samtal med företag och organisationer. Ett par av teknikidéerna presenteras nedan. Finansiärer för ett sådant projekt har också identifierats. Snart utkristalliserades möjligheten att kombinera flera förstudier och formulera ett större gemensamt projekt, vilket därefter var fokus för denna verksamhet av förstudien.

## Tillämpningar av lämpliga tekniker i framtida projekt

Nedan ges exempel på tillämpningar med lösningar byggda på lämpliga tekniker enligt avsnitt ovan, som kan ge positiva effekter på framtidens flygplats. De kan därför ses om presumtiva forskningsinriktningar för samarbetsprojekt.

Identifiering av objekt och rörelser på landningsbanan, ytter och inre flygplatsområde, fåglar, samt väderobservationer. Friktionsmätning för landningsbana med hjälp av multifrekvenssensorer, möjligen med självkörande drönare. Säkerställande av flygplatsens lokaler och känsliga områden med automatiserade drönare. Optimerad videokompression för fjärrstyrd flygtrafikledarsystem. Stödsystem för detektering av farliga material i 3D röntgen. Realtidsmätningar och -spårning av bullerföroreningar. Kontinuerliga mätningar av luftföroreningar vid flygplatser. Mätsystem för molninformationer, speciellt cumulonimbus-aktiviteter. Valfria 3D-perspektiv av videodata från fjärrstyrd flygtrafikledning. Mätning av väderdata och korrelation med halkbekämpningsmedel.

## Finansiärer

Identifierade huvudsakliga finansiärer för ett samverkansprojekt är Vinnova, KK-stiftelsen och Europeiska regionala utvecklingsfonden. Därtill kommer direktmedfinansiering från region Västernorrland, kommuner, samt indirekt medfinansiering (in-kind) från företaget.

## Projektplan

En projektplan och ansökan om finansiering har tagits fram utgående från flera förstudier, och har skett i samarbete med övriga forskargrupper inom XGeMS vid STC forskningscenter. Ansökan är inskickad till finansiärerna.

Projektet handlar om att skapa förutsättningar för att ta med miljöparametrar i den industriella kretsgången. Därmed måste nya mätmetoder skapas, nya analysmetoder utarbetas, samt lämpliga presentation och visualisering utformas för att ge underlag för återkopplingen till industriella processer och affärsmässiga beslut som grundar sig i en hållbar samhällsutveckling.

Projektet har olika forskningsinriktningar som angriper olika problemställningar kopplade till industri och samhälle. Dessa problemställningar är sammanställda i fem olika samverkansprojekt med regionala industrier och kommuner. Alla samverkansprojekt angriper större frågor som rör samhället i stort och vår region i synnerhet.

I appendix 1 redogörs för det samverkansprojekt som riktar sig mot framtidens flygplats.

## Relaterad visualiseringsteknik

I ett parallellt initiativ tas ett projekt fram som arbetar för forskning inom informationsvisualisering och visuell analys. Det initiativet är fokuserat på att skapa förbättrade kunskaper kring hur information visualiseras på lämpligt sätt för att skapa insikt om underliggande data, samt hur databrytningstekniker kombineras med visualisering för att möjliggöra förbättrade analyser där den mänskliga hjärnans styrkor tas med i analysprocessen. Denna forskningsansats sker i samarbete mellan ämnena Datateknik, Design, Arkivvetenskap och Pedagogik, och kan mycket väl resultera i nya kunskaper som kan vara tillämpliga för framtidens flygplats.

## **Appendix 1 Plan för projektet Miljön i Kontrollloopen (MiLo)**

Övergripande projektbeskrivning finns nedan. Projektet har fem delprojekt, varav ett riktar sig mot framtidens flygplatser.

Tidsrymd: 3 år med start is november 2018.

Finansiärer:

- Timrå kommun
- Sundsvall kommun
- Region Västernorrland
- Europeiska Regionala utvecklingsfonden

### **Sammanfattning**

Projektets övergripande mål är att bidra till en bättre miljö, ökad jämställdhet, ett hållbart samhälle och ökad tillväxt i regionen genom nya och växande företag inom miljöövervakning.

Den omgivande miljön i form av exempelvis väder, föroreningar och ljud har stor påverkan på samhällets och på företagens utveckling. Genom att mäta miljön skapas stora förbättringsmöjligheter för samhälle och industri. Information från mätningarna används för att styra verksamheter, skapa beslutsunderlag eller till att presenteras för anställda och medborgare. Att ta hänsyn till miljöparametrar innebär en ny dimension på effektiv samhälls-, verksamhets- och processtyrning, det vill säga att använda den omgivande Miljön i kontrollloopen, MiLo

Samhällsutvecklingen är i stor grad beroende av att vid investeringar och nybyggnationer säkerställa att dessa inte skadar miljön på ett negativt sätt. Klimatförändringarna ökar betydelsen av övervakning av miljön eftersom ökade vädervariationer kan medföra stor påverkan på samhälle och företag. Det finns också en stor potential i att använda omgivande miljömätningar för att optimera och effektivisera verksamheter i samhället.

Projektet har valt att fokusera på miljöerna flygplatser, fiberbankar, industrier och skidanläggningar. Detta är miljöer där det finns stort behov av ny forskning och kunskap samt har bra förutsättningar för förbättring och effektivisering av samhälle och företag vilket stärker företagets och regionens attraktions- och konkurrenskraft. För att uppnå önskad effekt kommer projektet att innefatta metoder och tekniker för strategisk kommunikation av miljöövervakning och projektresultat i syfte att stimulera investeringar i miljösanering, nyetableringar och investeringar i regionen.

Målsättningen med projektet är att öka de små och medelstora företagens investeringar i FoU inom mätteknik för miljömätningar samt bidra till nationella investeringar och nyetableringar i regionen.

Den ökade forskningen skapar en stor möjlighet för att företagen att själva på sikt utveckla nya produkter och tjänster vilket leder till att företagen växer. Om regionens företag inte stärker sin forsknings- och utvecklingskompetens riskerar dessa företag istället konkurreras ut vilket kan leda till att många arbetstillfällen försvinner i regionens företag.

Projektet kommer även att bidra till de horisontella kriterierna genom att den nya kunskapen och de nya lösningarna inom mätteknik och miljöövervakning kommer att medföra minskad miljöpåverkan och en bättre miljö. Projektets planerar flera aktiviteter som syftar till att fler kvinnor och utrikesfödda börjar arbeta med forskning och utveckling vilket är viktigt för ökad jämställdhet och

ökad innovationsförmåga. Genom den nya mättekniken kommer även personer med funktionsnedsättning få bättre tillgång till industriella miljöer.

Projektets resultat kommer att spridas och kommuniceras till målgrupper och intressenter genom såväl bred som riktad kommunikation anpassad efter syfte och mottagare.

## **Delprojekt Flygplatser**

Örnsköldsviks flygplats fjärrstyrs från Sundsvall-Timrå flygplats vilken utgör en utmärkt miljö för nya innovationer. Distansflygledningen vid Sundsvall-Härnösand flygplats är ett världsunikt koncept som kan användas på fler flygplatser regionalt, nationellt och internationellt. Delaktiviteten syftar till att utveckla ökad kunskap för miljöövervakning för att möjliggöra och förbättra fjärrstyrd flygledningen (RTC). Inom delaktiviteten kommer nya metoder utvecklas för att miljöövervaka flygplatsområdet. Sundsvall-Timrå flygplats har en tydlig bild av de behov och krav som ställs på forskning inom tillförlitlig övervakning med säkerställd identifiering av objekt såsom människor, servicefordon, flygplan, djur och föremål på rullbanor. Detta inkluderar de krav som formuleras från behoven av karakterisering av rullbanornas beläggning av snö, vatten och is vid vinterunderhåll av flygplatsen. Flygplatser är en miljö där personer med funktionsnedsättning har svårigheter att vistas på grund av miljön i flygplatsen med buller och mycket folk.

### Ansvarig forskare:

Prof. Mårten Sjöström

### Deltagande företag

Sundsvall-Timrå flygplats, LfV, Saab Digital Air Traffic Solutions, Ö-viks flygplats, Combitech, Observit

Företagen bidrar med sin kunskap och erfarenhet från distansflygledning och tillhandahåller en flygplatsmiljö som kan användas i forskningen. Generella behov är att få ny kunskap för distansflygledning genom att på distans få realtidsinformation om miljöförhållandena på flygplatsen. Miljöparametrar som är intressanta för företagen är snö, vatten samt fordon och föremål i flygplatsområdet.

### Målsättning

Målsättningen för delaktiviteten är att öka kompetensen och forska om nya metoder för stödsystem till flygledning. Vidare är befästandet av samarbetet med Mittuniversitetet viktigt som ett led i att skapa ett kompetenscenter kring stödsystem för RTC. Utan detta projekt riskerar kompetensen kring RTC omlokaliseras från Sundsvall-Timrå flygplats till andra delar av landet. Projektet kommer även att etablera ett företagskluster kring fjärrstyrd flygledning. En långsiktig målsättning är att kunna utöka fjärrövervakningen till flera flygplatser. Aktiviteten har även som målsättning att ta fram nya mättekniker och metoder för ökad tillgänglighet för personer med funktionsnedsättning.

### Förväntade resultat

- En större nationellt uppmärksammas demonstrator för fjärrövervakning av flygplatser.
- Metoder för karakterisering av rullbanornas beläggning av snö, vatten och is.
- Visualisering av miljöförhållanden och miljöparametrar (snö, isfåglar) på fjärrstyrda flygplatser.



- Övervakning och visualisering av väderförhållanden på flygplatser.
- Förbättrad säkerhet på flygplatser genom övervakning av fordon och objekt på flygplatsområdet.

### Horisontella resultat

- Förbättrad tillgång till flygplatser för personer med funktionsnedsättning.

## Appendix 2: Omvärldsanalysens aktiviteter

Nedan följer en kronologisk lista över de huvudsakliga aktiviteter som genomförts. Vissa aktiviteter påbörjades redan innan den officiella starten av förstudien.

2017-06-08: Samtal med Luftfartsverket och översikt av kompetens vid Mittuniversitetet och behov hos Luftfartsverkets verksamhet mot Remote Tower Centre

2017-06-27: Samtal och visionsarbete med Luftfartsverket

2017-08-22: Samtal kring Luftfartsverkets framtidsavsikter och Mittuniversitet medverkan, samt presentation av kameralösning från företaget Panomera

2017-09-07: Workshop med Luftfartsverket, SAAB DATS och MIUN gällande kring långsiktig vision, finansieringsmöjligheter, samarbetsavtal.

2017-10-17: Science and Innovation Day, Sundsvall. Presentation av XGeMS (Benny Thörnberg), speciellt *Framtidens flygplats med fjärrstyrd flygtrafikledning* (Mårten Sjöström)

2018-01-16: Samtal med Luftfartsverket om dess testverksamhet kring mätteknik vid Örnsköldsviks flygplats

2018-01-16: Samtal med SAAB DATS

2018-01-18: Samtal med Luftfartsverket gällande inriktning på projektförslag.

2018-01-30: Presentation och diskussion med RISE Acreo

2018-01-31: Workshop inför projektansökan Miljön i kontrollloopen (MiLo) (se nedan)

2018-03-14: Samtal med SAAB DATS och Alten AB gällande RTS simulator dess vidareutveckling

2018-04-11: Presentation av forskning vid Mittuniversitetet för olika tjänstemän inom Timrå Kommun

2018-04-17 Konferens Digitalisering av industri och miljö

### Workshop

En workshop genomfördes 2018-01-31 i samarbete mellan flera förstudier som samverkade för att formulera en större gemensam projektansökan. Nedan beskrivs programmet

Program:

**08.30-09.00**

**Kaffe**

**09.00-09.10**

**Presentation**

**09.10-09.20**

**Introduktion;** Mattias O’Nils, Vice dekan och centrumledare för forskningscentret STC - Sensible Things that Communicate, Mittuniversitetet

**09.20-09.40**

**Några inspirerande ord;** Andreaz Strömgren, Kommunchef Timrå Kommun

**09.40-10.10**

**MiLo – Miljön i kontrollloopen;** Benny Thörnberg, projektledare, Mittuniversitetet

- Övergripande projektpresentation

- Företagsbehov och utmaningar inom miljöövervakning

- Presentation av fokusområden och tillämpningar

**10.10-11.40**                      **Workshop kring behov, möjligheter och utmaningar**

**11.40-11.45**                      **Summering**

**11.45-12.45 ca**                      **Lunch**

Företag och organisationer som besökte workshopen

Saab Digital Air Traffic Solutions AB, SCA, Sundsvall Energi AB , Xavitech AB, Härnösand Energi och Miljö AB (Hemab), MittSverige Vatten & Avfall AB, Luftfartsverket, GELAB, Peak Innovation, Miljökontoret i Timrå kommun, FAWorks, Alten AB, SWECO (flera med inriktning mot olika samverkansprojekt), Örnsköldsviks flygplats, Sundsvall-Timrå flygplats