



AKADEMIN FÖR TEKNIK OCH MILJÖ
Avdelningen för datavetenskap och samhällsbyggnad

Tidsloggningsystem för ambulanshelikopterpiloter

Rebecca Lindberg, Mattias Kranse
2019

Examensarbete, Grundnivå (kandidatexamen), 15 hp
Datavetenskap
Dataingenjörsprogrammet

Handledare: Peter Jenke, Jonas Boustedt
Examinator: Carina Pettersson

Förord

Stort tack till:

Peter Nordkvist, Andreas Kranse och all annan personal på Svensk Luftambulans som testat eller på något sätt hjälpt till att göra detta examensarbete möjligt.

Våra handledare, Peter Jenke och Jonas Boustedt. Robert Ljung som hjälpt till med T-test, samt alla andra som på något sätt har hjälpt till.

Sammanfattning

Tjänstgöringstid och dygnsvila är för ambulanshelikopterpiloter strikt reglerat. Avgångar och ankomster styrs av inkommande larm, vilket kan göra beräkning av tjänstgöringstid och dygnsvila komplicerat. I dagsläget görs beräkning och loggning manuellt, vilket kan generera osäkerhet med onödig larmfrånsägning som resultat.

I detta arbete utförs en förstudie till ett tidsloggningssystem för ambulanshelikopterpiloter, med huvudsyfte att minska onödig larmfrånsägning. Ett IT-system skapas där en smarttelefon samlar in tidsdata som sedan presenteras i en webbapplikation.

Som del i systemet utforskas möjligheten att automatiskt kunna logga flygtid med smarttelefon. En mobilapplikation ämnad för automatisk flygtidsloggning skapas med underlag och idéer hämtade från tidigare forskning och datainsamling. Resultatet visar att applikationen under testning loggar samma flygtid som helikoptern i 5 av 6 fall, med en minuts noggrannhet.

För presentation av insamlade tidsdata tas en visualiseringsmodell fram i form av en webbapplikation baserad på tidigare forskning och vedertagna designprinciper. Testning av visualiseringsmodellen visar att det, för piloterna, är lättare att fatta rätt beslut under tidspress med framtagen visualiseringsmodell än med numeriskt format av samma data. Resultatet analyseras med bland annat t-test som visar att skillnaden mellan graf- och tabellpresentation är statistiskt signifikant.

Abstract

Active duty time is strictly regulated for ambulance helicopter pilots. Departures and arrivals are determined by incoming alarms, which can make active duty time calculations complicated. These calculations are currently done manually, which can generate uncertainty and unnecessary denial of incoming alarms as a result.

In this work, a pilot study is made for a time management system for ambulance helicopter pilots, with the main purpose to decrease unnecessary denial of incoming alarms. An IT-system is created where a smartphone collects time data which in turn is presented in a web application.

As a part of the system, the ability to automatically log flight time with a smartphone is explored. A smartphone application with the purpose of automatically logging flight time is made with its basis and ideas retrieved from previous research and data collection. The test result shows that the application logs the same flight time as the helicopter in 5 times out of 6, with the accuracy of one minute.

For presenting the collected time data, a visualization model is made in the form of a web application based on previous research and established design principles. Testing of the visualization model shows, for the pilots, that it is easier to make an accurate decision under time pressure with the developed visualization model than with a numerical format of the same data. The result is analyzed with a t-test which concludes that the difference between the graphical and table presentation is statistically significant.

Innehållsförteckning

Förord	i
Sammanfattning	iii
Abstract.....	v
1 Introduktion	1
1.1 Syfte	2
1.2 Frågeställningar	2
1.3 Avgränsningar.....	2
2 Teoretisk bakgrund	3
2.1 Aktivitetsigenkänning med sensorer	3
2.1.1 Accelerometer.....	4
2.1.2 Gyroskop	4
2.1.3 Barometer	5
2.1.4 Rörelsemönster	5
2.1.5 Insamling av rådata	5
2.1.6 Relaterade arbeten om aktivitetsigenkänning	6
2.2 Datavisualisering	7
2.2.1 Grafisk eller numerisk presentation	7
2.2.2 Datatyper och taxonomier	8
2.2.3 Designprinciper för grafer.....	9
3 Metod.....	10
3.1 Teoretisk modell	10
3.2 Automatisk flygtidsloggning.....	10
3.3 Datavisualisering	11
4 Resultat.....	13
4.1 Flygtidsloggning	13
4.1.1 Datainsamling.....	14
4.1.2 Utförande	15
4.2 Datavisualisering	18
4.2.1 Webbapplikation.....	18
4.2.2 Förstudie	20
4.2.3 Testresultat	20
4.2.4 Sammanställning av testresultaten	22
5 Diskussion och analys	24
5.1 Flygtidsloggning	24
5.2 Datavisualisering	25
5.2.1 Testresultat	25
5.2.2 Sammanfattning	26
5.3 IT-systemet.....	27
6 Slutsats.....	28
Referenser	29
Bilaga A	A1

1 Introduktion

Inom flygbranschen gäller strikta regler för hur mycket och hur länge personal får tjänstgöra. Inom reguljärflyget dikteras tjänstgöringstid i regel av fasta avgångar och ankomster, vilket gör beräkningar för piloters dygnsvila hanterbara. För flyg i blåljusbranschen gäller dock helt andra villkor. Där bestäms avgångar och ankomster av inkommande larm, vilket gör beräkningar av tjänstgöringstid och dygnsvila mer komplicerade.

En ambulanshelikopterpilots arbetstid kan bestå av allt från 1 till 10 dagar i streck. Under arbetstiden flyttar piloten in på sin bas för att ständigt vara redo. Om inkommande larm accepteras under arbetstiden börjar pilotens tjänstgöringstid räknas. Tjänstgöringstid innebär tid då piloten utför faktiskt arbete. Tjänstgöringstiden är hårt reglerad och får inte överskridas. En del av tjänstgöringstiden består i regel av flygtid, alltså den tid då piloterna befinner sig i helikoptern. Likt tjänstgöringstid är också flygtid hårt reglerat. Flygtid för en ambulanshelikopterpilot räknas så länge motorerna är igång, helikoptern behöver alltså inte vara i luften för att flygtid skall räknas. Tjänstgöringstid kan vara komplicerat att beräkna då villkor varierar beroende på flera aspekter, tid på dygn och längd på senaste flygning är exempel på några. I Sverige är Transportstyrelsen kontrollerande myndighet inom flygindustrin. Transportstyrelsen har bland annat till uppgift att följa upp piloters tjänstgöringstid med inkluderad flygtid för att avgöra om regler har brutits eller inte [1].

Kommunalförbundet Svensk Luftambulans (SLA) ansvarar för den flygoperativa driften inom landstinget i Värmland och Dalarna. Även region Västra Götaland och Uppsala är medlemmar av SLA. När allvarliga incidenter inträffar där snabb utryckningstid är högsta prioritet kan en ambulanshelikopterförfrågan begäras ut av SOS. Flera faktorer måste utvärderas innan ett larm kan accepteras. Piloten måste bland annat bedöma väder, läkare måste bedöma larmet ur ett medicinskt perspektiv och samtlig personal måste vara tillräckligt utvilad innan helikoptern får lyfta.

För att uppfylla gällande regler för tjänstgöringstid och dygnsvila måste SLA:s piloter manuellt dokumentera och övervaka sin tjänstgöringstid så att den inte överskrids. Regelverket är skrivet utefter flera aspekter, bland annat vilken tid på dygnet ett larm kommit in, hur lång tid som gått mellan larmen och hur mycket flygtid piloterna använt. Piloterna får under inga omständigheter medvetet bryta mot regelverket, då medvetet brott riskerar både pilotens tjänst men också arbetsgivarens tillstånd att bedriva luftfart. Detta medför osäkerhet hos personal och det säkra måste tas före det osäkra, alltså fransägning av larm om misstänksamhet för brott mot regelverk finns.

1.1 Syfte

Detta examensarbete är ämnat att vara en förstudie till ett framtida IT-system, där digital- och till viss del automatisk tidsloggning, skall utvecklas och testas. Även hur digitala tidsdata bör presenteras är en viktig aspekt som kommer undersökas och testas. Resultatet av detta arbete kommer ge ett verifierat förslag till ett framtida tidsloggningssystem för ambulanshelikopterpiloter, med huvudsyftet att minska onödig larmfrånsägning.

1.2 Frågeställningar

Mer konkret går detta arbete ut på att försöka besvara huvudfrågan:

- "Hur kan ett IT-system säkerställa att ambulanshelikopterpiloter inte omedvetet bryter tjänstgöringsregler för dygnsvila?"

Huvudfrågan beräknas kunna besvaras delvis genom att söka svar på underfrågorna:

- "Hur kan en smarttelefons tekniska resurser utnyttjas för att automatiskt logga flygtid?"
- "Hur kan visualisering av tidsdata möjliggöra korrekt beslutsfattande under så kort tid som möjligt?"

1.3 Avgränsningar

En tidsram på 10 veckor möjliggör att enbart en prototyp av systemet kommer tas fram och testas.

2 Teoretisk bakgrund

I avsnitt 2.1 beskrivs tekniker för aktivitetsigenkänning med hjälp av olika sensorer. Detta följs upp med en mer ingående beskrivning av sensorer som ofta används inom området aktivitetsigenkänning och hur insamlingen av data från dessa sensorer kan påverka resultatet i slutändan. Kapitlet avslutas med relaterade arbeten inom området.

Avsnitt 2.2 går igenom tidigare studier där grafiska och numeriska datavisualiseringar jämförs. Även designprinciper för generell och tidsorienterade data tas upp.

2.1 Aktivitetsigenkänning med sensorer

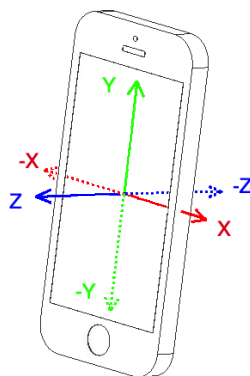
Det har länge forskats inom området aktivitetsigenkänning med hjälp av sensorer. I början av 2000-talet användes ofta kameror som hjälpmedel för att känna igen viss aktivitet. Exempelvis beskrivs i en artikel försök att bestämma en dators kontext genom att låta datorn titta på människor i omgivningen via kamera. Beroende på vad datorn registrerar från kamerabilderna kan den sedan agera utifrån detta. [2] I ett försök att känna igen aktivitet utan kamera använder forskare år 2004 istället accelerometersensorer fastsatta på testpersoner, för att på så vis kunna hitta mönster och försöka känna igen vardagliga mänskliga aktiviteter utifrån loggade data. [3] År 2006 kunde telefonen ensam, utan externa sensorer, användas för att känna igen aktivitet. För att åstadkomma detta användes GSM-data. GSM står för Globalt System för Mobil kommunikation och är en tidig, trådlös, överföringsteknik som används för att överföra data över olika frekvensintervall, också kallade kanaler. Genom att analysera GSM-datan kunde forskare bland annat avgöra om en telefon var i rörelse eller stillastående och således också dennes ägare. [4] Innan accelerometrar och andra sensorer var en inbyggd del i telefonen, testades lösningar där telefonen kunde kopplas ihop med externa sensorer. Även enheter vars enda syfte varit just aktivitetsigenkänning har framtagits just av det växande intresset att med en dator av någon form kunna känna till dess omgivning för att exempelvis veta om personer sitter stilla eller inte. [5]

I dagsläget finns ingen anledning att sätta fast externa sensorer på en person för att ta reda på om denne sitter stilla eller inte. Alla resurser som behövs för att avgöra detta finns med största sannolikhet redan inbyggda i personens telefon. Majoriteten av de telefoner som tillverkas idag innehåller alla de tidigare nämnda sensorerna och många fler därtill. En typisk, mer avancerad, smarttelefon innehåller accelerometer, gyroskop, barometer, GPS, kompass, närhet- och ljussensor, kamera och mikrofon för att nämna de vanligaste. Detta gör den moderna mobiltelefonen optimal för aktivitetsigenkänning. Aktivitetsigenkänning med telefon blir än mer optimalt då den i dagsläget är så allmänt förekommande att den är lika vital att ha med sig som nycklar och plånbok. Detta gör att mängder av data kan samlas in utan att extra sensorer blir nödvändiga att bära runt på. [6]

En aktivitetsigenkännings-applikation tar in rådata från sensorer och kan baserat på datan förutspå aktivitet. Sensorer är alltså källan till rådata. Nedan beskrivs mer ingående tre av de vanligare sensorerna som ofta används till aktivitetsigenkänning.

2.1.1 Accelerometer

En accelerometer mäter hastighetsförändring utmed axlarna x , y och z , se Figur 1. Accelerometervärdena mäts i ökning av gravitationsacceleration, där värdet 1 innebär en acceleration på 9,8 meter per sekund i kvadrat (m/s^2). Som syns Figur 1 kan värdena vara både positiva och negativa beroende på riktningen telefonen förflyttar sig i. [7]



Figur 1: Axlar för accelerometer och gyroskop.

2.1.2 Gyroskop

Ett gyroskop mäter rotationshastighet kring en spatial axel. En vanlig smarttelefon har i regel tre gyroskopaxlar, där gyroskopet detekterar rotationshastighet runt axlarna. Rotationshastigheten mäts i radianer per sekund (rad/s) kring respektive axel. Liket accelerometern kan värdena vara både positiva och negativa beroende på rotationsriktning. [7]

2.1.3 Barometer

Barometersensorer är inte riktigt lika vanligt förekommande som accelerometer och gyroskop, den finns i regel endast i de mer avancerade smarttelefonerna. En barometer mäter atmosfärtryck i den omgivning sensorn befinner sig. Då atmosfärtryck varierar beroende på höjd lämpar sig en barometer ypperligt för att mäta altitud och kallas då för altimeter. [7]

2.1.4 Rörelsemönster

För att telefonen skall kunna vara medveten om sin kontext, exempelvis baserat på accelerometerdata, används ofta något som kallas för "motion pattern", eller rörelsemönster. Ett rörelsemönster kan enkelt beskrivas som ett datamönster en eller flera sensorer i telefonen känner igen. Ofta används data från accelerometer och gyroskop som matas till maskininlärningsalgoritmer för att hitta rörelsemönster. Det finns en mängd olika algoritmer som kan användas, algoritmen väljs ofta baserat på typ av insamlade data samt vad det är för rörelsemönster som eftersöks [8]. När algoritmen matats med tillräckligt mycket data kan den sedan lära sig att känna igen olika mönster baserat på värden från sensorer. Exempelvis skulle en sådan algoritim kunna avgöra om en användare springer eller går med sin telefon. [5]

2.1.5 Insamling av rådata

Hur rådata samlas in från sensorer är direkt avgörande för vad som kan förväntas av utfallet. Om en inlärningsalgoritm tränas med data insamlad av en telefon placerad i ett visst läge, kommer algoritmen i regel inte kunna ge samma resultat om den får data insamlad ur ett annat läge [9]. Antalet sensorer och hur många olika sensorer data samlas in ifrån påverkar också hur väl det går att känna igen aktivitet. Även var data geografiskt samlats in är en faktor som kan påverka resultatet. [10] Ytterligare en viktig faktor att ta hänsyn till vid rådatainsamling är insamlingsfrekvensen (sampling rate). Högre insamlingsfrekvens ger naturligtvis mer data att analysera, å andra sidan innebär också en högre insamlingsfrekvens mer brus. Med brus menas oönskade datavärden som exempelvis fås genom att tappa telefonen i backen av misstag. Av bland annat den anledningen är det inte garanterat att högre insamlingsfrekvens ger högre noggrannhet i slutändan. [9]

För att minska mängden brus i rådata kan förbehandling av datan göras innan den skickas in till en inlärningsalgoritm. Förbehandling innebär reducering av brus skapat av användaren men också sensorerna själva. Brusreducering kan göras på flera sätt, exempelvis genom att ersätta ett datavärde med genomsnittet av de två närliggande värdena [11]. På så vis kan oönskade toppar och dalar minskas exempelvis orsakade av att telefonen tappats i golvet eller liknande. Det går också att brusreducera med hjälp av filter. Bandpassfilter är ett exempel, där kan en övre och undre gräns bestämmas för att filtrera data [12].

2.1.6 Relaterade arbeten om aktivitetsigenkänning

Principen att samla in data från sensorer, analysera insamlade data och sedan på något vis hitta mönster i datan för att känna igen aktivitet, skulle kunna lämpa sig väl i försöket att automatiskt logga flygtid för en pilot.

Bedogni et. al. beskriver i sin artikel [13] hur de med accelerometer och gyroskop ska försöka bestämma hur en person förflyttar sig. Ett visst mönster är tänkt att kunna skönjas när personen åker bil medan ett annat mönster bör visa sig när personen åker tåg. De skapar en mobilapplikation som lär sig känna igen de intränade mönsterna och kan med denna metod avgöra hur personen förflyttar sig. För kontext-baserade applikationer är det en stor fördel att känna till användarens typ av förflyttning och sedan anpassa sig efter denna. Automatisk ökning av volym på ring-signal om användaren promenerar eller automatisk GPS-aktivering om användaren åker bil är båda exempel på användarfall. Forskarna kommer i artikeln fram till att multipla sensorer, i deras fall accelerometer och gyroskop, markant kan förbättra oddsen att avgöra aktivitet jämfört med insamling från enskild sensor. De kommer även fram till att hög datainsamlingsfrekvens inte nödvändigtvis innebär ett bättre resultat, men garanterat innebär kortare batteritid. Exempelvis konsumeras 4 mA/minut om frekvensen är satt till 10 Hz men endast 0,5 mA/minut om frekvensen sätts till 1,125 Hz. [13]

Accelerometer och gyroskop är lämpliga sensorer att använda för att hitta rörelsemönster, inte minst mänskliga sådana. Om målet istället är att med endast en telefons resurser, ta reda på om ett tunnelbanetåg är i rörelse eller stående vid en station, då kanske inte accelerometer och gyroskop är de mest optimala sensorerna att använda. Akronymen GPS (Global Positioning System) dyker ofta upp när något skall lokaliseras. Det skulle dock vara svårt att använda GPS för att lokalisera ett tunnelbanetåg, då GPS-signalerna blockeras bort när GPS-mottagaren befinner sig under jord. I en studie gjord av S. Hyuga et. al. [14] vars mål just är att försöka lokalisera var ett tunnelbanetåg befinner sig, väljer de att använda en telefons barometer som sensor. Genom att titta på lufttrycket barometern registrerar planerar de kunna reda ut var tåg befinner sig och om de är i rörelse eller inte. Lufttrycket kring ett tunnelbanetåg i rörelse är långt ifrån stabilt, det svänger hastigt i tunnarna enligt Bernoullis princip [15]. När tåget står stilla på en station stabiliseras trycket och en relativt korrekt altitud går att avläsa från barometern. På så vis kan de avgöra om tåget är i rörelse eller inte. De kan också, genom att mäta altituden på tunnelbanestationerna tågen stannar vid, jämföra användarens altitud mot de uppmätta stationernas och på så vis lista ut var användaren befinner sig. I genomsnitt kan de med 86% säkerhet avgöra om tåget står still eller inte och med 56% avgöra var tåget befinner sig. [14]

2.2 Datavisualisering

En del av detta arbete är att skapa en visualisering av tidsdata för korrekt beslutsfattande under så kort tid som möjligt. För att mäta om en visualiserings utformning faktiskt fungerar och presterar bättre inom dessa aspekter än ett vanligt numeriskt format, kan grafisk presentation jämföras mot en numerisk presentation. Forskning och arbeten som jämför grafisk med numerisk utformning kommer därmed sammanställas. För att ta reda på hur en visualisering av tidsdata ska utformas för att uppnå målen om korrekt beslut under kort tid, så kommer även designprinciper för sådana ändamål att tas i beaktning.

2.2.1 Grafisk eller numerisk presentation

Den strategi som används för beslutsfattande varierar mellan olika typer av presentationer av data, t.ex. mellan en numerisk eller en grafisk presentation. Vid statiskt beslutsfattande, d.v.s. då uppgifter inte ändras över tid och då inte beslutsfattaren befinner sig under tidspress, så är numeriskt format att föredra över ett grafiskt sådant. Vid dynamiskt beslutsfattande, vilket involverar flera beslut i realtid i en ständigt föränderlig miljö, måste även tidspress tas i beaktning i valet av presentation. Numeriska presentationer presenterar data mer noggrant än grafiska presentationer, men kräver en längre responstid. Då beslutsfattare har obegränsat med tid fattar de mer korrekta beslut med numeriska presentationer. [16]

Grafisk presentation stödjer inte analytiskt tänkande i lika hög grad som numerisk. Detta hjälper beslutsfattaren att prestera tidsmässigt snabbare med en grafisk presentation. Vid dynamiskt beslutsfattande är tiden att överväga olika beslut begränsad, vilket gör att en grafisk presentation är att föredra i en sådan miljö. [16]

Jarvenpaa och Dickson [17] har visat att elementära processer, såsom att summera data, urskilja trender och att jämföra datapunkter, gynnas av grafisk presentation. Detta då grafer ger snabbare förståelse för data och delvis ökar prestandan i att hitta samt jämföra trender. Gällande beslutsfattande aktiviteter på högnivå, såsom problemsökning, prognoser och informationsförståelse, finns ingen större skillnad i beslutsfattande prestandamässigt mellan grafer och tabeller. [17]

Grafer rekommenderas att användas för att summera data, hitta trender över tid, jämföra punkter och mönster mellan olika variabler, för prognoser och för stora mängder data som ska presenteras för enklare sorters varseblivning. Tabeller rekommenderas för att läsa ut individuella datavärden. [17]

Färg eller monokromt spelar en stor roll i datavisualiseringar. Färg kan göra beslutsfattande mer effektivt gällande både tid och korrekthet. Färg har visat sig minska tid för beslutsfattande för pajografer, barer och tabeller, men inte för linjegrafer. Färg ökar också korrekthet för pajografer och linjegrafer, medan det varken ökas eller hindras för stapeldiagram. Färg kan dock minska korrekthet hos beslut i tabeller om inte gällande standarder för färg i tabeller efterföljs. [18] I detta arbete kommer av denna anledning inte färg användas på något utmärkande sätt i tabell men det kommer användas i grafen. Färg kommer heller inte användas av den enkla anledningen att tabellen ska likna personalens nuvarande Exceldokument där färg inte används.

2.2.2 Datatyper och taxonomier

Till hjälp för att skapa en informationsvisualisering kan data delas in i olika dimensioner, bland annat datatyp och relationsstruktur. Datatyp kan delas in i två kategorier: hög-nivå och låg-nivå, där låg-nivå beskrivs som antingen objekt eller attribut och hög-nivå som metainformation. Relationsstruktur beskriver hur ett dataset är strukturerat. Relationsstrukturen kan vara linjär, cirkulär, ordnat träd, oordnat träd eller hyperrymd. [19] Linjära data är organiserade på ett sekventiellt sätt. Det går även att skilja på typerna tidsmässigt data och 1-dimensionellt linjärt data. Det som utmärker tidsmässigt data är att objekt har en start- och sluttid och att objekt kan överlappa varandra. Till denna datatyp passar sig tidslinjegrafer. [20]

Det data som kommer behandlas i visualiseringen är tidsorienterat data med en tidsmässig relationsstruktur. Den metainformation som kommer användas är totaltid mellan de två attributen starttid och stopptid i ett tidsintervall. Utifrån denna information går det att fastställa att en tidslinje är en passande graf för det data som kommer visualiseras.

Det går även att strukturera tidsaxeln utifrån taxonomier. En av dessa uppdelningar är att skilja på diskreta tidpunkter och tidsintervall. Diskreta tidpunkter kan jämföras med Euklidiska punkter i rummet. Punkterna har ingen varaktighet. Det har däremot tidsintervallen. Dataelementen definieras då av två tidpunkter. [21]

Det går även att skilja på ordnad tid, förgrenad tid eller tid med flera perspektiv. En ordnad tidsaxel tar hänsyn till händelser en efter en. Förgrenad tid tar hänsyn till olika scenarion där en sekvens med handlingar kan förutsägas och flera alternativa scenarion är möjliga. Tid med flera perspektiv ger möjlighet att lägga in flera dataelement på samma tidpunkt, för att kunna specificera parallella händelser över tid. [21] [22] Tidsaxeln för visualiseringen i arbetet kommer använda sig av tidsintervall och definieras i ordnad tid.

2.2.3 Designprinciper för grafer

D. J. Gillian och E.H Richman [23] förespråkar en minimalistisk design av grafer. Det är ofta en rekommenderad princip och onödiga ting såsom bilder ska inte läggas till i grafen, bara det allra nödvändigaste, för att undvika distraktioner från datan [23] [24]. Trots detta används ofta visuella bakgrunder och visuella dekorationer i grafer, allra helst i massmedia. Å andra sidan finns även forskning som pekar på att ett minimalistiskt förhållningssätt till att designa grafer inte nödvändigtvis är det enda rätta. S. Bateman et. al. [25] har visat att korrekt tolkning av data inte alltid blir sämre av en utsmyckad design. En utsmyckad design kan t.om. vara bättre vid hågkomsten av en graf [25]. Vad gäller läsares attityder till utsmyckade kontra minimalistiska grafer, så föredrar de det mer utsmyckade alternativet [26]. Då varken hågkomst eller preferenser är av betydelse för denna studie, är ett minimalistiskt förhållningssätt att föredra. Speciellt då distraktioner i värsta fall kan öka responstid och icke minimalistiska grafer inte är vida rekommenderade.

Det finns flera olika designprinciper att följa beroende på vad det är för typ av uppgift användaren ska utföra med hjälp av grafen. Vid till exempel en aritmetisk beräkning så kan en graf som visar den resulterande beräkningen användas, som ett staplat stapeldiagram vid addition. Ett staplat stapeldiagram kan dock öka responstiden för en uppgift som inte behöver hela resultatet av en beräkning. Exempelvis addition av bara några av värdena. Det är dock bättre för responstiden att behöva använda så lite aritmetiska beräkningar som möjligt i grafen. [27] Därav kommer grafen visa varningar när en viss tid uppnåtts, och på så sätt behöver inte användaren räkna ut tiden själv. Dock kommer värdena efter en varning att behöva beräknas manuellt. Då detta bara är en del av värdena, tyder det på att ett staplat stapeldiagram skulle öka responstiden och är därav inte att rekommendera.

För att optimera aritmetiska beräkningar tidsmässigt så ska grafen organiseras så att användaren inte behöver ha delar av resultatet i korttidsminnet [28]. Därav är det bra om det finns en totaltid för varje tidsintervall. Detta kommer visas som metadata i grafen.

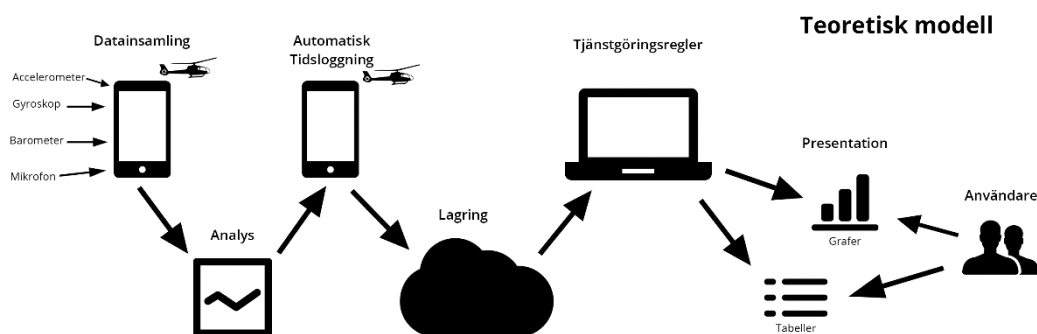
Av alla designprinciper finns det en mest grundläggande, vilken lyder: översikt först, zooma och filtrera, sedan detaljer på begäran [20]. Detta gäller grafer som det går att interagera med. Att följa denna princip möjliggör en lättare interaktion med grafen och hjälper till att utföra uppgifter på grafen. Att enbart visa detaljer på begäran undviker ett informationsöverflöde då användaren vill se en översikt eller inte behöver se vissa detaljer för att utföra en uppgift.

3 Metod

Som grund till de praktiska metoderna beskrivs en teoretisk modell i avsnitt 3.1. I avsnitt 3.2 och 3.3 beskrivs de praktiska metoder som senare skall testas.

3.1 Teoretisk modell

I Figur 2 nedan illustreras en tänkt teoretisk modell för arbetet. Modellen beskrivs från vänster. Datasamling från smarttelefonsensorer under flygning är första steget. Näst kommer analys för att ge svar på vilka sensorer som kan lämpa sig för automatisk flygtidsloggning. Utifrån analysen skapas en applikation som implementerar villkor för automatisk loggning av flygtid. Applikationens loggade start- och stopptider skickas till någon form av molnlagring. Tidstämplarna hämtas sedan till en webbapplikation, varpå de går igenom en algoritm för gällande tjänstgöringsregler. Tidstämplar kombinerat med tjänstgöringsregler presenteras i graf som anger hur mycket tid piloterna har kvar att använda samt i en enklare tabellform. Avslutningsvis jämförs de olika presentationerna, graf och tabell, med hjälp av användar-test.



Figur 2: Tänkt tillvägagångssätt för framtagning av IT-systemet.

3.2 Automatisk flygtidsloggning

Flygtid piloter loggar skiljer sig från helikopterns "flight time"-logg, alltså tiden då helikoptern lyft från marken. För piloten räknas flygtid så länge motorerna på helikoptern är igång.

Försöket att automatiskt logga flygtid med en smarttelefon kommer att inledas med en datainsamling, detta för att utvärdera vilka sensorer som lämpar sig bäst för ändamålet. Datainsamlingen kommer att göras med en egenutvecklad iOS-applikation, "Dygnsvila1.0", som skapas i programspråket Swift. Applikationen kommer att installeras på en telefon av modell iPhone 6. Data kommer att samlas från accelerometern, gyroskop och barometer som loggas till en databas. Även ljudnivå kommer mätas inne i kabinen, ljudnivån mäts i decibel fullskala (dbFS), där -120 dbFS är absolut tystnad och 0 dbFS är maximal volym. Loggningsfrekvensen kommer sättas till en loggning i sekunden. Då cockpit innehåller känsliga mätinstrument är ett krav att testtelefonen måste vara satt i flygplansläge när den befinner sig i helikoptern. Insamlade data kommer analyseras med hjälp av verktyget Matlab.

Efter analysen kommer sensorer väljas till en skarp testapplikation för flygtidsloggning, "Dygnsvila2.0". Dygnsvila2.0 kommer vara uppbyggd av villkor baserade på resultatet från insamlingen i Dygnsvila1.0. Varje sensor som används får ett tillhörande villkor. Villkoren kommer utformas för att vara så helikopter-specifika som möjligt, vilket, om de uppfylls innebär att sannolikheten att telefonen befinner sig i en helikopter, är stor. Dygnsvila2.0 kommer likt Dygnsvila1.0, även logga värden från valda sensorer en gång i sekunden. Om alla villkor uppfylls kommer en tidsstämpel att loggas både vid start och landning. Dessa tidsstämplar kommer sedan jämföras mot helikopterns egenregistrerade "block time", vilket är den tid piloterna i dagsläget bokför manuellt.

3.3 Datavisualisering

Data kommer att visualiseras numeriskt och grafiskt, i form av en tabell en graf. Grafen ska kunna uppdateras dynamiskt i realtid. Tabellen kommer vara i sin enklaste form och bestå av en tjänstgörings start- och sluttid samt en summering av tjänstgöringstid per dygn. Tabellen efterliknar i hög grad det Excelark som personalen använder i nuläget. Detta för att möjliggöra testning utifrån personalens nuvarande förutsättningar och jämföra med ett grafiskt alternativ.

Grafen kommer bli något mer avancerad. Datan är tidsorienterad, linjär och består av tidsintervall. Därav kommer den typ av graf som används vara en tidslinje då det är rekommenderat vid denna typ av data [20]. Grafen kommer designas utefter ett minimalistiskt förhållningssätt då det är att föredra för att hålla nere responstiden för beslutsfattande [23]. Grafen kommer implementera de regler som gäller under en 24-timmarsperiod av de gällande tjänstgöringsreglerna från SLA:s OM-A kapitel 7.3. Nedan listas de regler som implementeras i grafen, och hur det kommer utföras. Observera skillnaden mellan tjänstgöringsperiod och tjänstgöringstid. Tjänstgöringsperioden beskriver en 24-timmarsperiod och tjänstgöringstiden beskriver aktiv tjänstgöring.

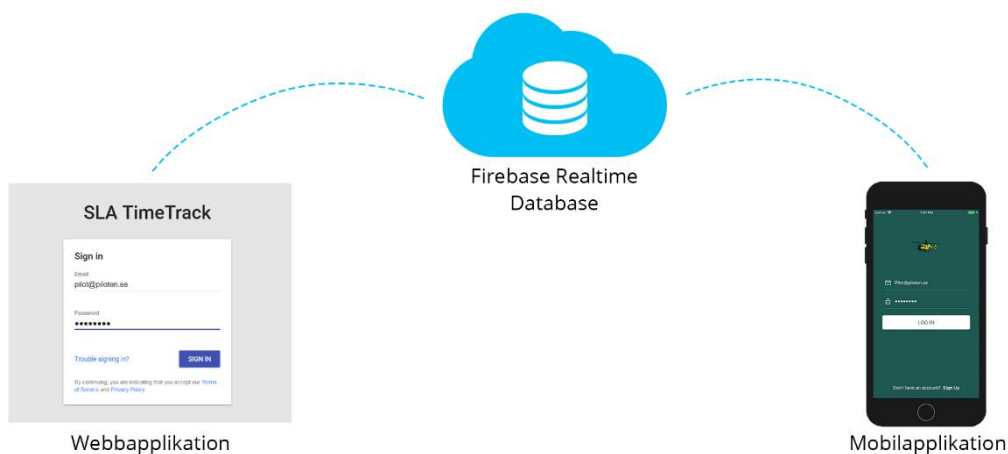
- Om tjänstgöringstiden under en 24-timmarsperiod når 15 timmar, så måste en 8 timmars vila efterföljas. När 15 timmar har nåtts visas en röd markering som sträcker sig över 8 timmar, tillsammans med texten "Limit Reached".
- En varning visas då det är 5 timmar och 1 timme kvar med tjänstgöringstid under tjänstgöringsperioden. Varningen vid 5 timmar visas med texten "5 hours left" och en gul markering som sträcker sig fem timmar framåt vid ett pågående alarm eller till tjänstgöringsperiodens slut vid ett avslutat alarm. Varningen vid 1 timme visas med texten "1 hour left" och en orange markering som sträcker sig antingen 1 timme framåt vid ett pågående alarm eller till tjänstgöringsperiodens slut vid ett avslutat alarm. Varningarna implementeras på begäran från uppdragsgivaren.
- Om vilan utgör 8 timmar eller mer, startas en ny tjänstgöringsperiod. Tjänstgöringsperioden start definieras med ett nytt larm. Starten för en aktuell tjänstgöringsperiods markeras med en blå vertikal linje över grafen.
- Om vilan mellan två tjänstgöringstider underskrider 2 timmar räknas också rasten som tjänstgöringstid.
- Ett icke accepterat larm mellan 23–07 utgör en timmes tjänstgöringstid. En vila på mindre än två timmar mellan ett icke accepterat larm och ett nytt larm ska inte beräknas som tjänstgöringstid.

Ett krav för visualiseringen är att det ska vara möjligt att nå från valfri dator. Det har resulterat i att den kommer skapas som en webbapplikation. Enbart behöriga användare ska kunna nå webbapplikationen, vilket kommer skapas med autentisering i form av inloggning med e-postadress och lösenord. Data till tabeller och grafer kommer läsas från Google Firebase realtidsdatabas. Den data som lagras är starttid och stopptid för tjänstgöringstider med datum och tid enligt ISO 8601. Algoritmen för tjänstgöringsreglerna kommer skrivas i JavaScript. Tidslinjegrafen kommer skapas med hjälp av JavaScript-biblioteket Vis.js.

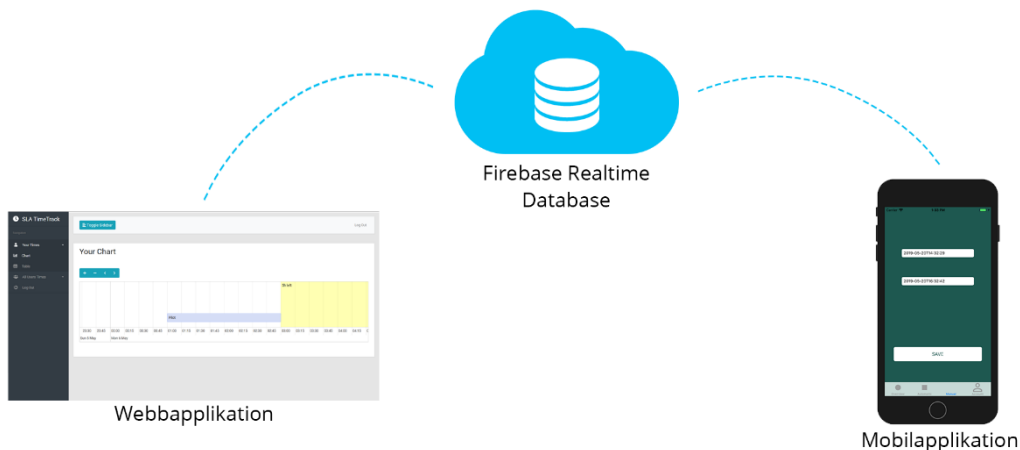
Tabell och tidslinjegraf kommer användas till enskild personal. Tabell och graf kommer jämföras med varandra under tester på berörd personal.

4 Resultat

Ett distribuerat IT-system för ambulanshelikopterpiloter har skapats med en del för datainsamling och en del för datavisualisering. Datainsamlingen sker med hjälp av en applikation för iPhone och datavisualiseringen sker i form av en webbapplikation. Figur 3 och 4 nedan demonstrerar kommunikationen mellan delarna. Datavisualiseringen går även att nå ifrån mobilapplikationen via en webview. Datavisualiseringen har haft som fokus att visualisera reglerna för tjänstgöringstid under arbetet då tjänstgöringstiden har fler regler att kunna testa, men samma visualiseringsprinciper går att tillämpa även för loggad flygtid.



Figur 3: Autentisering sker via Firebase.



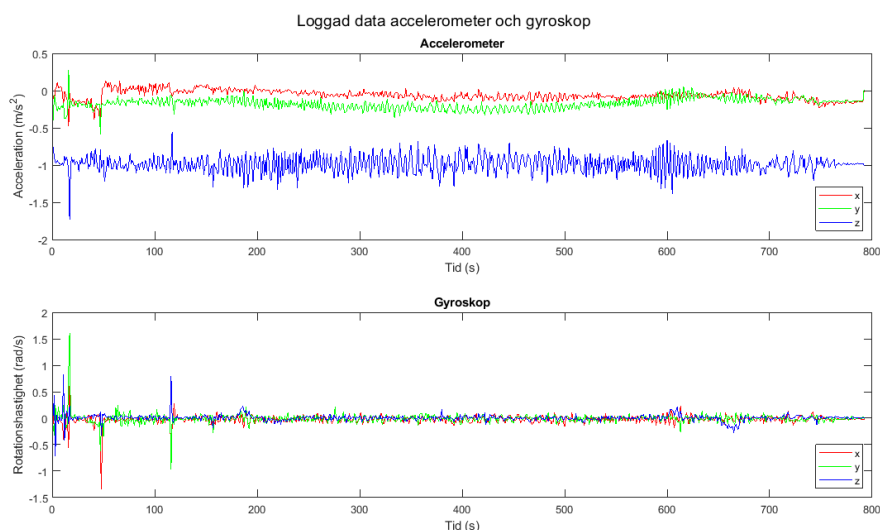
Figur 4: Tidsstämplar sparas i mobilapplikationen och synkroniseras i webbapplikationen via Firebase för autentiserade användare.

4.1 Flygtidsloggning

I detta avsnitt presenteras resultatet av den automatiska flygtidsloggningen. Avsnitt 4.1.1 visar resultatet av datainsamlingen från Dygnsvila1.0. I avsnitt 4.1.2 visas resultatet från Dygnsvila2.0, alltså flygtidsloggnings-applikationen.

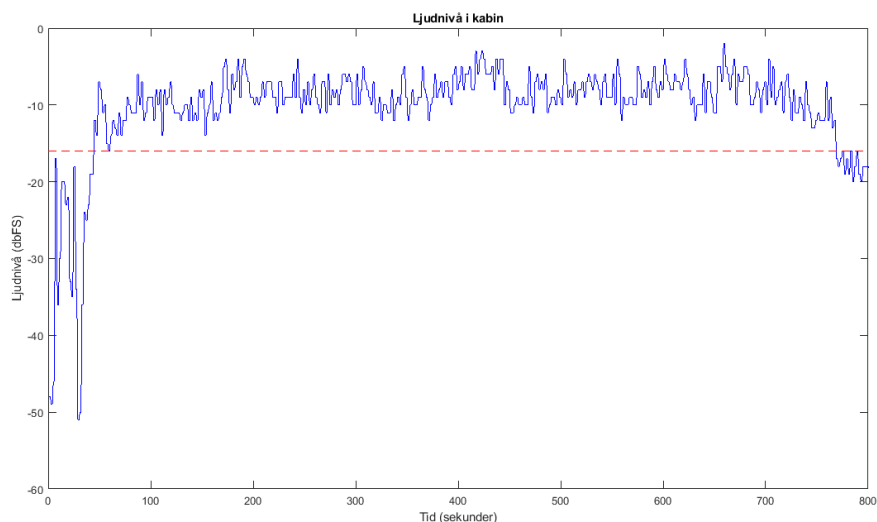
4.1.1 Datainsamling

Nedan presenteras resultatet från datainsamlingen med hjälp av grafer. Testapplikationen Dygnsvila1.0 samlade in data från totalt fyra stycken flygningar. Figur 5 visar värden från accelerometer och gyroskop från testflygning 1, från start till landning. Sensorerna registrerar relativt konstanta värden med undantag för några utstickare. Telefonen är placerad på en medåkares lår med skärmen pekande upp mot taket.



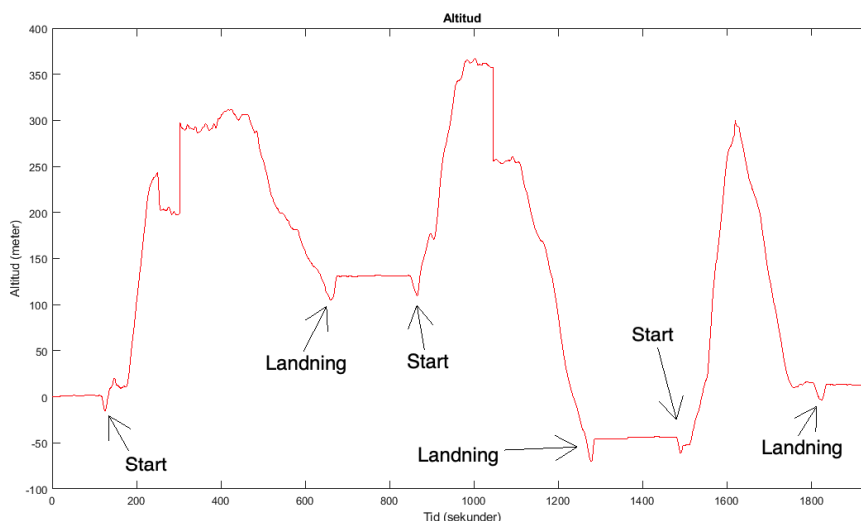
Figur 5: Insamlad accelerometer- och gyroskopdata från flygning.

Figur 6 visar en graf över ljudnivå i kabinen under testflygning 1. Den rödsträckade linjen indikerar en gräns för -16 dbFS, vilket motsvarar ungefär 81 decibel (dB). Grafen visar att så länge motorerna är igång ligger ljudnivån konstant högre än -16 dbFS, alltså >-16 dbFS.



Figur 6: Konstant >-16 dbFS då motorerna är igång.

Figur 7 demonstrerar altimeterdata loggat från barometersensorn. Datan är hämtad från testflygning 2, 3 och 4. Helikoptern landar på olika platser därav olika höjd på marknivån. Tydligt syns att precis innan helikoptern lyfter och landar, genererar rotorbladen så pass mycket lufttryck mot marken att barometern registrerar upp till 20 meter negativ höjd.



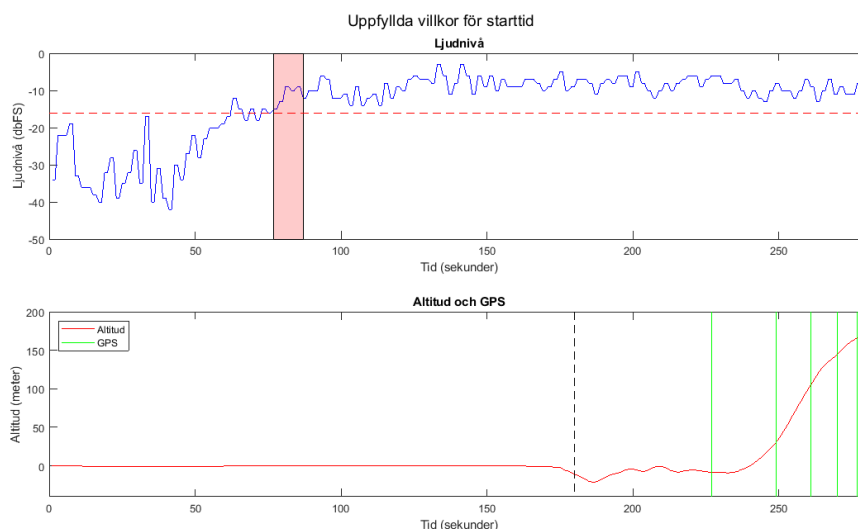
Figur 7: Tydliga markeringar för start och landning.

Totalt från de fyra testflygningarna insamlades drygt 2700 värden från vardera sensorn.

4.1.2 Utförande

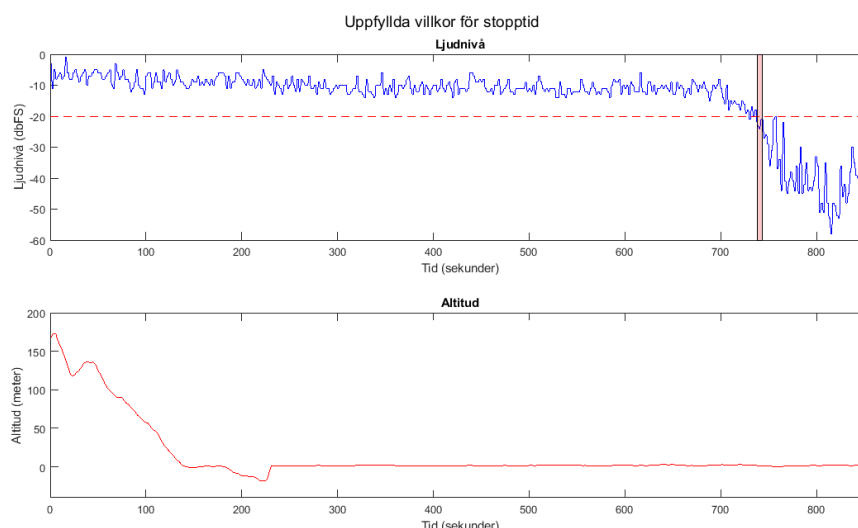
Efter analys av data från datainsamlingen valdes mikrofon, barometer och GPS som sensorer till flygtidsapplikationen, Dygnsvila2.0. Som första villkor valdes ljudnivå. Resultatet av datainsamlingen visar att ljudnivån i kabinen är relativt konstant så länge motorerna är igång. När mikrofonen registrerar 10 sekunder av konstant ljudnivå > -16 dbFS sparas en temporär tidstämpel som, om nästkommande villkor uppfylls, blir start för flygtiden. För att kunna garantera att telefonen befinner sig i helikoptern och inte bara i närheten av någon högljudd maskin sätts även ett villkor på barometern. När altimetern (värde från barometern) loggar en relativ negativ höjd uppfylls villkor nummer två. Baserat på datainsamlingen sattes värdet som altimetern måste registrera till < -10 meter. Som sista villkor sattes GPS uppdatering. GPS:en uppdaterar position varje gång telefonen förflyttar sig 500 meter. Förflyttningen måste uppfyllas minst en gång för att villkoret skall vara uppfyllt. Om inte alla villkor uppfyllts inom 10 minuter loggas ingen starttid. För att logga en sluttid måste endast två villkor uppfyllas; applikationen måste ha loggat en starttid och ljudnivån måste vara konstant < -20 dbFS i 5 sekunder. Uppfylls detta sparas en stopptidstämpel direkt efter att villkoret uppfyllts.

Figur 8 visar hur alla villkor för starttidloggning har uppfyllts. I ljudnivå-grafen markerar den rödfyllda arean 10 sekunder där ljudnivån är högre än -16 dbFS. Altituden når -10 meter vid den vertikala streckade svarta linjen i den undre grafen. GPS:en uppdaterar sin latitud och longitud vid varje vertikalt grönt streck, alltså då telefonen förflyttat sig 500 meter.



Figur 8: Uppfyllda villkor för mikrofon, barometer och GPS.

Nedan syns i Figur 9 att villkoren för stopptidsloggning uppfyllts. Applikationen har registrerat en starttid och det rödmarkerade området i ljudnivå-grafen visar att ljudnivån är konstant lägre än -20 dbFS i 5 sekunders följd. Tydligt är också att tiden då helikoptern befinner sig i luften markant skiljer sig från tiden piloterna räknar som flygtid, alltså motortiden.



Figur 9: Ljudnivå vid- och efter landning.

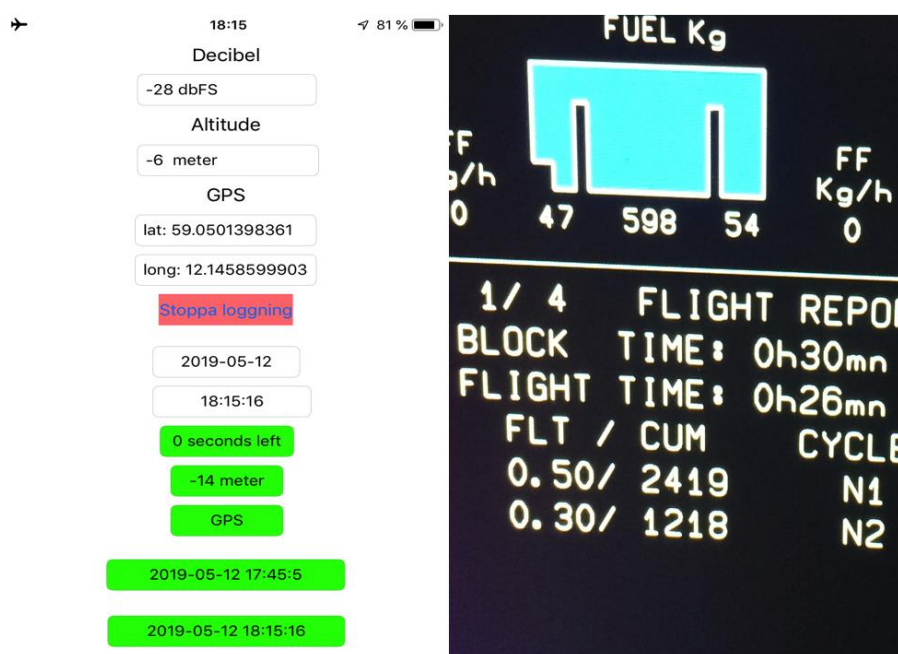
Dygnsvila2.0 kunde testas under sex stycken flygningar. I Tabell 1 nedan visas de automatiskt loggade start- och sluttidsstämplarna för vardera flygningen, den gångna tiden mellan stämplarna "Summa tid" och längst till höger helikopterns registrerade "Block time".

Flygning	Starttid	Sluttid	Summa tid	Block time (min)
1	13:54:33	14:20:04	00:25:31	26
2	09:02:53	09:15:31	00:12:38	13
3	22:48:38	23:43:34	00:54:56	55
4	17:45:05	18:15:16	00:30:11	30
5	19:18:38	19:44:42	00:26:04	27
6	20:32:24	21:20:27	00:48:03	48

Tabell 1: Sammanställt resultat.

Skulle samtliga tider under "Summa tid" avrundas till närmaste hela minut har Dygnsvila2.0 loggat samma tid som helikoptern 5 av 6 gånger, undantaget är flygning 5.

I Figur 10 visas en skärmdump från Dygnsvila2.0 innehållande resultatet från flygning 4. Start- och stopptid står registrerade längst ner till vänster i bild. Övre delen av applikationen visar nuvarande värden för sensorerna. Undre delen kontrollerar villkor. Den gröna färgen i ett fält indikerar att ett villkor uppfyllts. I Figur 10 har alla villkor uppfyllts.



Figur 10: Flygning 4. Dygnsvila2.0 till vänster, helikopterlogg till höger.

Testtelefonen har genomgående varit samma iPhone 6. Helikoptern som använts för testning är av märke Airbus, modell H145-D2. Resultatet är således specifikt för just dessa modeller.

4.2 Datavisualisering

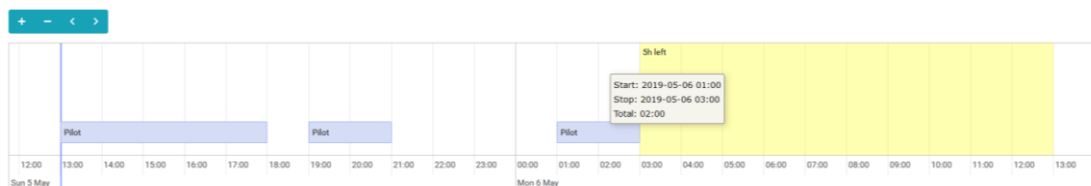
Utvecklingsarbetet har efter noga överväganden och avstämningar resulterat i en föreslagen visualiseringsmodell. Denna beskrivs i avsnitt 4.2.1. Modellen har sedan testats och utvärderats i en förstudie, vilket beskrivs närmare i avsnitt 4.2.2 och 4.2.3.

4.2.1 Webbapplikation

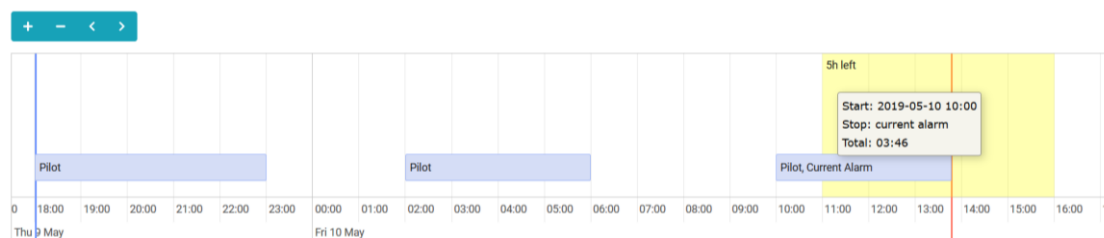
Den resulterade delen av systemet för datavisualiseringen presenteras här.

Tjänstgöringstid i grafen visas med en ljusblå box längs tidslinjen, tillsammans med användarens namn (se Figur 11). En ny 24-timmarsperiod markeras med en blå vertikal linje. Nuvarande tid markeras med en röd vertikal linje i realtid. Grafen kan zoomas in eller ut med scrollhjul eller med plus- och minus-knappar ovanför grafen. Tidslinjen kan dras åt höger eller vänster genom att klicka och dra i grafen, eller genom höger- och vänsterpil ovanför grafen. Meta-data för ett pass går att se genom att hålla muspekaren över passet. Exakt starttid och stopptid samt passets längd visas då i en ruta i grafen. Detta följer den grundläggande designprincipen: översikt först, zooma och filtrera, sedan detaljer på begäran [20]. Under ett pågående larm uppdateras varningar och tider dynamiskt.

Då det är 5 timmar kvar att tjänstgöra under en 24-timmarsperiod visas det med en gul markering som sträcker sig till 24-timmarsperiodens slut. Se Figur 11. Då en pågående tjänstgöring når 5 timmar, sträcker sig den gula markeringen 5 timmar framåt. Se Figur 12.

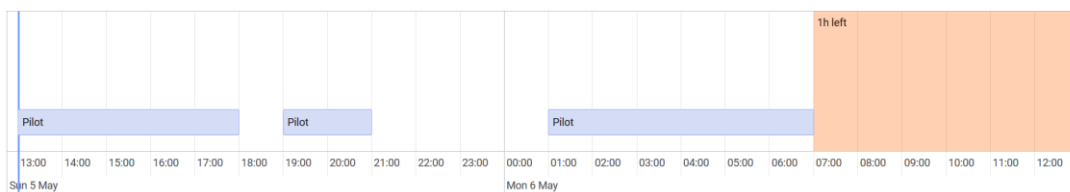


Figur 11: Varning visas då det finns 5 timmar kvar att tjänstgöra.

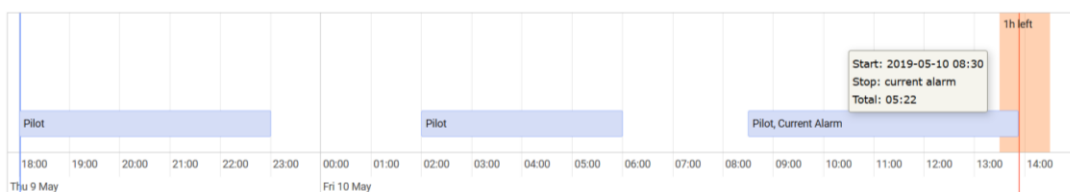


Figur 12: Vid ett pågående larm. Varning visas när det är 5 timmar kvar att tjänstgöra.

När 1 timmes tjänstgöringstid återstår visas det med en orange markering som sträcker sig till 24-timmarsperiodens slut. Se Figur 13. Då en pågående tjänstgöring når 1 timme, sträcker sig den orangea markeringen 1 timme framåt. Se Figur 14.

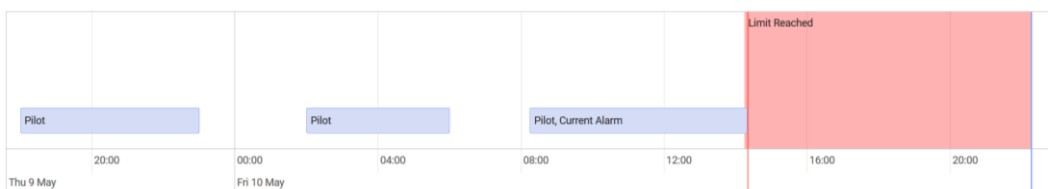


Figur 13: Varning visas när det är 1 timme kvar att tjänstgöra.



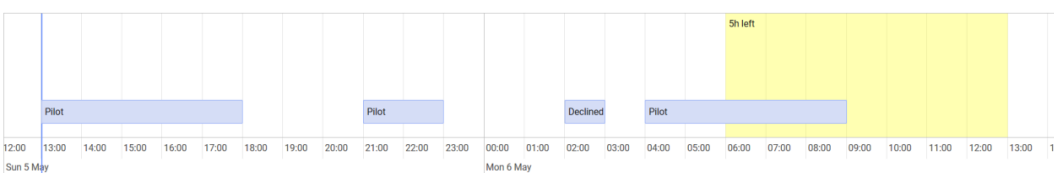
Figur 14: Vid ett pågående larm. Varning visas när det är 1 timme kvar att tjänstgöra.

Då tjänstgöringstiden nått 15 timmar eller mer, visas det med en röd markering som sträcker sig 8 timmar framåt. Detta då det krävs en vila på 8 timmar för att få tjänstgöra igen. Den röda markeringen visas på samma sätt oavsett om det är ett pågående larm eller inte. Se Figur 15.



Figur 15: Varning visas när det inte finns några tjänstgöringstimmar kvar.

Ett avböjt larm visas med texten "Declined". En timmes tjänstgöring räknas. Vila på mindre än två timmar efter ett avböjt larm tas inte med i den totala tjänstgöringstiden. Se Figur 16.



Figur 16: Avböjt larm visas med texten "Declined".

Tabellen innehåller start- och stopptid, totaltid för ett pass och totaltid för ett dygn. Totaltiden för ett dygn räknas från midnatt och tar inte hänsyn till när den faktiska 24-timmarsperioden började för tjänstgöringen. Vila under två timmar tas inte heller med i beräkningen för totaltiderna. Tabellen efterliknar hur tiden i nuläget fylls i och beräknas i personalens Excelmall. Se Figur 17.

Start Time	Stop Time	Duty Time	Day Total
2019-05-05 18:00	2019-05-05 22:00	04:00	04:00
2019-05-06 02:00	2019-05-06 04:00	02:00	
2019-05-06 05:00	2019-05-06 09:00	04:00	06:00

Figur 17: Tabellens utformning med tjänstgöringstider.

Grafen och tabellen går att nå via webbapplikationen. Applikationen är designad i form av en dashboard. Enbart autentiserade användare kan nå innehållet och det går enbart att se sina egna tider.

4.2.2 Förstudie

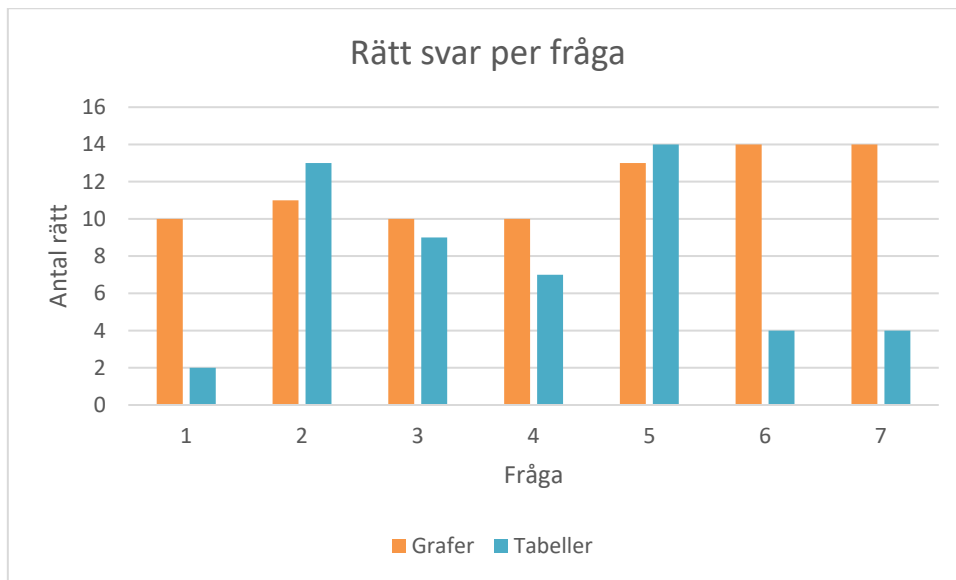
Besättningen som åker med i helikoptern under ett larm består av pilot, läkare och HEMS Crew Member (HCM). För pilot och HCM gäller samma regler för tjänstgöring. Då det kommer in ett larm samlas alla tre för att besluta om de kan acceptera larmet eller inte. Detta beslut fattas i regel inom 30 sekunder till 1 minut. Om de accepterat ett larm brukar helikoptern lyfta inom 6–7 minuter efter beslutet.

Urvalsgruppen för testningen är piloter och HCM. Testet har kunnat genomföras av 16 testpersoner. För att samla in data till testet utformades två enkäter med flervalfrågor. Den ena enkäten innehöll flervalfrågor på den numeriska presentationen och den andra enkäten på den grafiska presentationen. Baserat på hur lång tid personalen har på sig att besvara ett larm, så var varje fråga tvungen att besvaras inom 30 sekunder. På så sätt kunde korrekthet under tidspress mätas och jämföras mellan numerisk och grafisk utformning.

Till testningen skapades ett scenario för varje regel som visualiseringen har implementerat. Varje scenario kopplades sedan till en flervalfråga för både den numeriska och den grafiska utformningen. Några av dessa frågor speglade liknande scenarion men med skiftande data. Totalt fanns 14 frågor för både numeriska och grafiska testet, med 7 frågor vardera.

4.2.3 Testresultat

I Figur 18 nedan presenteras resultatet per fråga. Samma frågor har ställts för graf och tabell och jämförs mot varandra i antal rätta svar. På 5 av 7 frågor svarade majoriteten korrekt på graferna, med en kraftig marginal på fråga 1, 6 och 7.

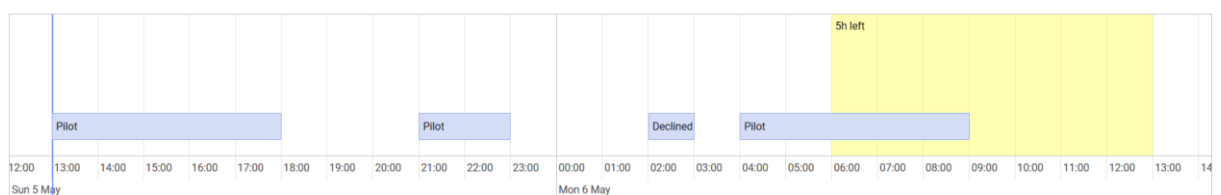


Figur 18: Antal rätta svar per fråga, graf gentemot tabell.

Som går att utläsa ur Figur 18 ovan så har fler besvarat fråga 2 och 5 korrekt med hjälp av tabellen än grafen. Fråga 2 löd enligt följande: ”Hur många fler tjänstgöringstimmar kan användas under 24-timmarsperioden?” Scenariot innehåller ett avböjt larm på en timme, tillsammans med en timmes vila till nästa larm. Enligt regel ska inte denna vila räknas som tjänstgöringstid trots att den underskrider 2 timmar. Grafen tar detta automatiskt med i beräkning över hur många timmar det är kvar. Rätt svar är att det är 2 timmar kvar. Tre testpersoner svarade felaktigt att det var 1 timme kvar för graferna och bara en svarade fel på tabellerna. Se tabellen och grafen tillhörande frågan i Figur 19 och 20 nedan.

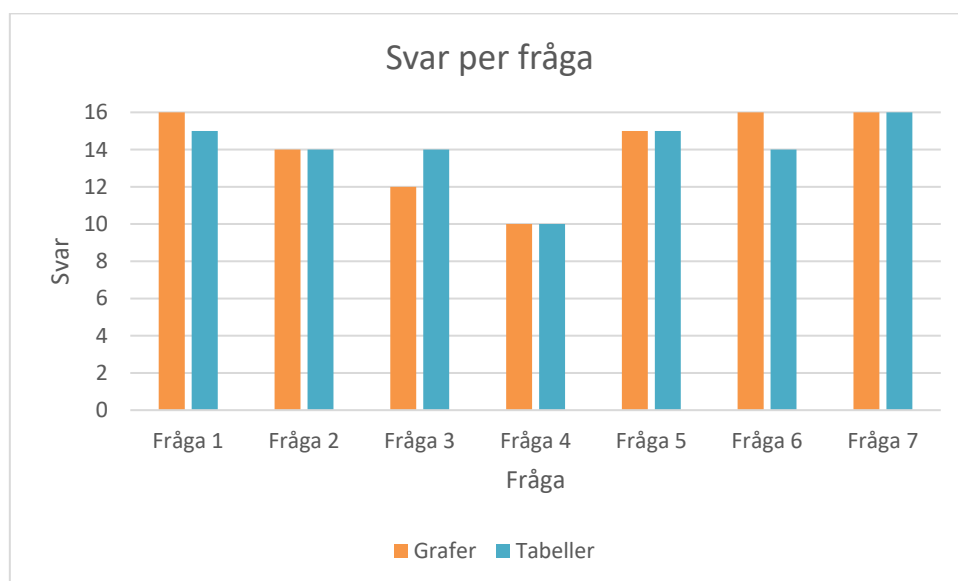
Start Time	Stop Time	Duty Time	Day Total
2019-05-05 13:00	2019-05-05 18:00	05:00	
2019-05-05 21:00	2019-05-05 23:00	02:00	07:00
2019-05-06 02:00	2019-05-06 03:00	01:00	
2019-05-06 04:00	2019-05-06 09:00	05:00	06:00

Figur 19: Tillhörande tabell till scenariot i fråga 2 i enkäten.



Figur 20: Tillhörande graf till scenariot i fråga 2 i enkäten.

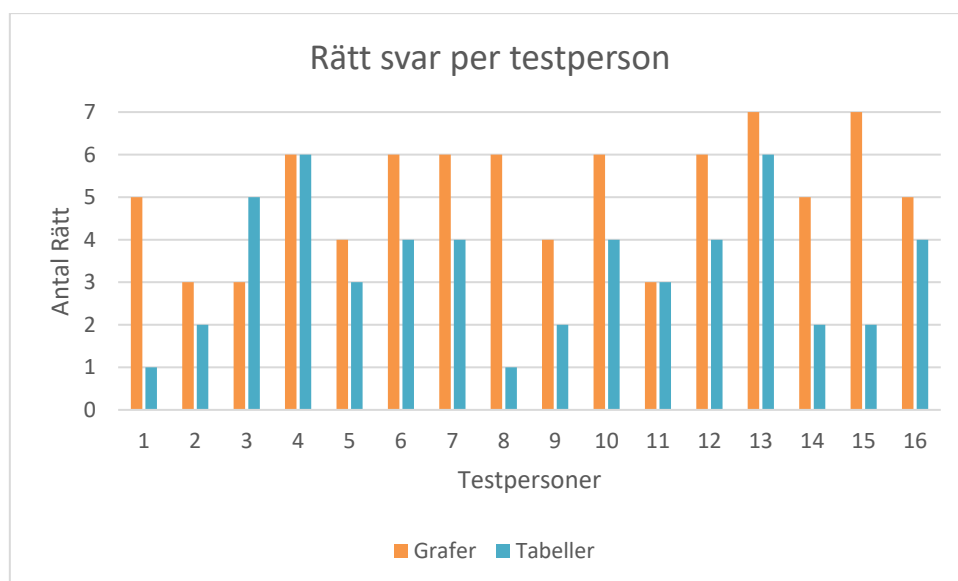
Om inte testpersonen angett ett svar inom 30 sekunder kan inte testpersonen längre besvara frågan. I Figur 21 nedan sammanställs hur många som besvarat varje fråga. 3 av 7 frågor lyckades alla besvara för graferna. Enbart 1 av 7 frågor lyckades alla besvara för tabellerna.



Figur 21: Antalet räknade svar per fråga.

4.2.4 Sammanställning av testresultaten

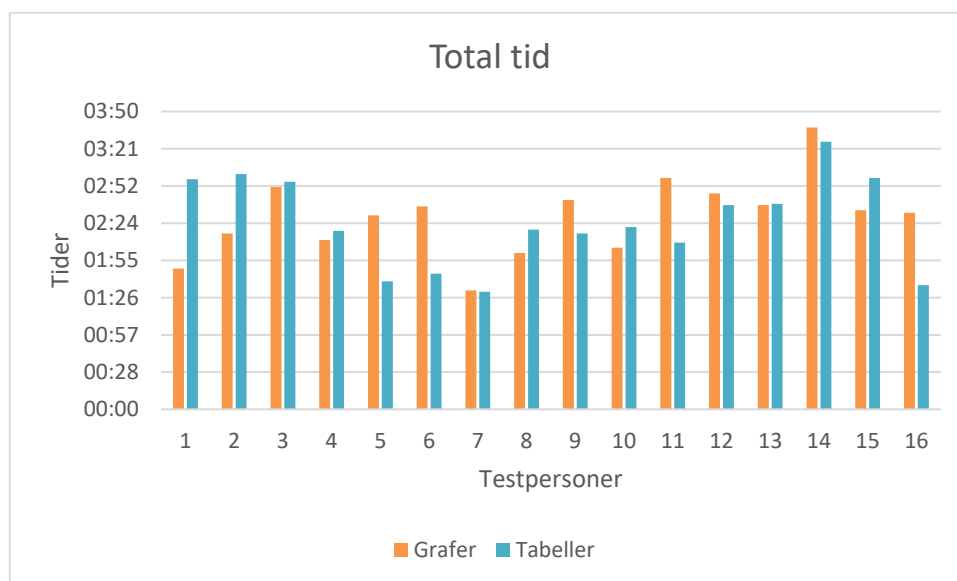
Totalt sett fick testpersonerna högre antal rätta svar för graferna än för tabellerna. Totalt fick 11 av testpersonerna minst 5 rätta svar på graferna. Totalt fick 3 av testpersonerna minst 5 rätta svar på tabellerna. Då en testperson inte hunnit besvara en fråga inom 30 sekunder räknas den som ett felaktigt svar. Se Figur 22 nedan för en total sammanställning av det slutgiltiga resultatet.



Figur 22: Antal rätt svar totalt per testperson.

För att beräkna skillnaden i antal rätt mellan betingelserna Grafer och Tabeller genomfördes ett t-test för upprepad mätning. Resultatet visade att skillnaden i antal rätt mellan graf och tabell är statistiskt säkerställd. Således är resultatet statistiskt signifikant. Se Bilaga A.

Den totala tidsåtgången för vardera testen var i genomsnitt 2 minuter och 28 sekunder för grafer respektive 2 minuter och 24 sekunder för tabeller. Grafens totaltid var alltså i genomsnitt 4 sekunder långsammare än för tabellen. Se Figur 23 nedan för den totala sammanställningen av tidsåtgång.



Figur 23: Total tid per test för vardera testpersonen.

Generell feedback från testpersonerna har varit att när de väl lärt sig att tolka graferna är de lättare att använda än tabellerna.

5 Diskussion och analys

I avsnitt 5.1 diskuteras metod och resultat av automatisk flygtidsloggning. Avsnitt 5.2 diskuterar datavisualiseringens metod och resultat. Avsnitt 5.3 tar upp IT-systemet i sin helhet tillsammans med förbättringar och förslag till framtida arbeten.

5.1 Flygtidsloggning

Relativt omgående efter datainsamlingsfasen var det tydligt att aktivitetsigenkänning för helikopterflygning, baserat på värden från accelerometer och gyroskop, kunde bli svårt att genomföra. Främst då mängden data ansågs knapp, ca 2700 värden för respektive sensor, där sensorvärdet endast loggats en gång i sekunden. Anledningen till den valda loggningsfrekvensen var främst av batteriskäl. Sedan starten av arbetet har det stått tydligt att antalet testflygningar skulle komma att bli mycket begränsade. Batteritid har med anledning av detta prioriterats högt under hela processen då mycket arbete vore bortkastat om telefonen skulle tömmas på batteri under testning. Det finns även forskning som visar att loggningsfrekvensen inte alltid ger bättre resultat ju högre den är [13]. Det upplevdes också som en stor risk för hela arbetet att lägga tid på att försöka träna upp en maskininlärningsalgoritm med den begränsade tidsrymden och den väldigt begränsade mängden data, då algoritmen troligtvis inte skulle hunnit lära sig några mönster alls.

Istället riktades blickarna mot den loggade ljudnivån som var förvånansvärt konstant när helikoptern var igång. Även barometern hade registrerat intressant data. Hög ljudnivå är inte unikt på något sätt, men i kombination med den insamlade altime-terdatan kunde situationen bli väldigt unik och båda var självklara val av sensorer. GPS:en lades till som en extra kontroll endast för att kunna garantera att telefonen faktiskt förflyttat sig, alltså flugit.

Resultatet visar ganska övertygande att det verkar möjligt att logga flygtid med en smarttelefon. Den flygning där avrundad tid inte överensstämmer med helikopterns block time, flygning 5, har analyserats och loggen har visat att applikationen har loggat en stopptid utan att villkor för detta uppfyllts. Telefonen loggade en stopptid efter att ljudnivån gått över -20 dbFS i endast en sekund. Varför den i detta fall inte väntat i 5 sekunder som den är inställd att göra, är oklart. Den teori som finns är att telefonens skärm låst sig i fickan där den låg. Låser sig skärmen slutar mikrofonen registrera ljudnivå och på så sätt kan villkoret ha uppfyllts.

Batterikonsumtion har som tidigare nämnts varit mycket i fokus, trots detta var det nära att batteriet i testtelefonen tog slut under två tester. Applikationen drar mycket batteri främst då ingen av sensorerna för tillfället kan arbeta i bakgrunden, alltså med släckt skärm. GPS:en är i applikationen inställd att uppdatera var femhundra meter telefonen förflyttar sig. Trots detta bidrar dessa uppdateringar ändå till mer batterikonsumtion. I ett försök att minska batterikonsumtion vid användandet av GPS-lokalisering skapar ett antal forskare en egenimplementerad algoritm för accelerometer som substitut till GPS. Algoritmen styr när GPS-uppdateringar är nödvändiga och de kan på så vis minska batterikonsumtion med upp till 27% under särskilda förhållanden [29]. Vilket, i kombination med bakgrundsaktiviteter, skulle kunna vara ett alternativ för längre batteritid. Avslutningsvis kan nämnas att om telefonen inte måste garantera att den befinner sig i en helikopter, skulle endast mikrofonen kunna användas för automatisk flygtidsloggning, vilket också skulle spara mycket batteri.

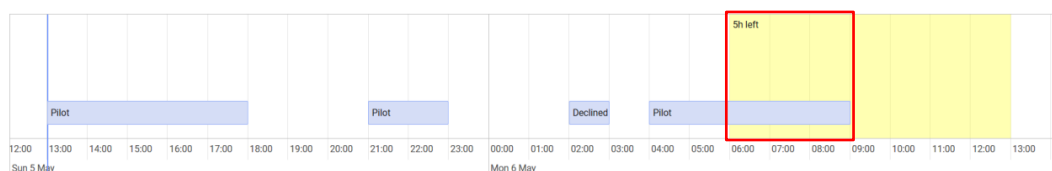
5.2 Datavisualisering

Datavisualiseringens diskussion tas upp i form av en analys av testresultaten i avsnitt 5.2.1 och en sammanfattning av denna dels arbete i 5.2.2.

5.2.1 Testresultat

Något som framgått ur testerna är att flera av testpersonerna har försökt att räkna alla timmarna för varje tjänstgöringspass i graferna. Meningen med varningarna är att enbart behöva räkna timmar ifrån det att varningen startat, se Figur 24 nedan. Om tre timmar använts sedan 5-timmarsvarningen så finns det alltså två timmar kvar.

Vid fråga 2 för graferna, då tre av testpersonerna svarat att det fanns 1 timme kvar istället för 2, har de sannolikt räknat 1-timmarsvilan mellan det avböjda larmet och det senaste larmet som tjänstgöringstid. Detta kan vara ett tecken på att det inte helt framgått att varningarna tar hänsyn till alla regler utan att något behöver tas i beaktning manuellt.



Figur 24: Graf tillhörande fråga 2 i enkäten. Den röda rutan är markerad i efterhand och visar de timmar som enbart behöver tas i beaktning.

Antingen behöver beskrivningen över hur graferna fungerar förtydligas, eller så måste visualiseringen av regeln förtydligas. Här kan förbättringar göras i visualiseringen. Vila som räknas som tjänstgöring skulle kunna markeras på något sätt.

En jämförelse mellan hur många som har hunnit svara per fråga och hur många som svarat rätt per fråga ger ingen starkare koppling. Något som däremot är intressant är hur många som har svarat rätt per fråga. Hos graferna har 11,7 av 16 personer svarat rätt per fråga i genomsnitt och på tabellerna har 7,6 av 16 personer svarat rätt per fråga i genomsnitt. Detta är en märkbar skillnad. Detta resultat indikerar att testpersonerna kan fatta ett beslut under tidspress med större korrekthet utifrån graferna än tabellerna.

En jämförelse över hur många som har hunnit svara per fråga mellan grafer och tabeller ger inte någon tydlig skillnad då det blir i genomsnitt 14 svarande per fråga för båda.

En tydlig skillnad i antalet rätta svar för graftestet och tabellerna gick att se. Ett lyckat test kan dras vid 5 eller fler rätta svar av 7 möjliga. 11 stycken uppnådde detta för graferna och enbart 3 stycken för tabellerna. Denna skillnad på hela 8 testpersoner är ett av testningens mest tydliga resultat och utmärker graferna ifrån tabellerna. T-testets resultat visar att skillnaden är signifikant, se Bilaga A. Det är alltså säkert ställt att det inte är slumpen som ledde till detta resultat. Grafer är bättre än tabeller i detta och liknande sammanhang för ambulanshelikopterpiloter. Inom denna ram är resultatet generaliserbart. Visualiseringsresultatet överensstämmer med, och bekräftar, Jarvenpaa och Dicksons [17] forskningsresultat.

Vad gällde den totala testtiden så fanns ingen märkbar skillnad för grafer respektive tabeller. Fyra sekunder är försumbart.

5.2.2 Sammanfattning

Inledningsvis i arbetet formulerades ett problem där ambulanshelikopterpiloter behövde något sätt att snabbt se hur de ligger till tidsmässigt, och att detta skulle kunna lösas genom att förslagsvis visualisera data på något vis. En del i arbetet har syftat till att ta fram ett sätt att visualisera data som underlättar beslutsfattande under så kort tid som möjligt. Visualiseringen har utförts genom att utforska några rådande designprinciper och använda dessa till grund för implementationen. Testerna visade att användarna kunde fatta mer korrekta beslut under tidspress med hjälp av grafen än med tabellen. Detta är också i linje med tidigare arbeten, att under tidspress ger grafiska presentationer mer korrekt beslutsfattande än numeriska [16] [17]. Det går att konstatera utifrån resultatet att detta också gäller för denna graflösning. Även feedback från användarna visar att det var lättare att använda graferna än tabellerna. För att återkoppla till frågeställningen, så är denna graflösning ett sätt att fatta korrekta beslut under så kort tid som möjligt.

Val av metod att jämföra tabell med graf gav ett tydligt resultat som det gick att dra slutsatser ifrån. En förbättring skulle vara att istället för statiska bilder i testet använda den dynamiska grafen i varje fråga. Det var inte möjligt nu på grund av begränsningar i testprogrammet och den tid det skulle kräva för att utveckla i form av ett test.

5.3 IT-systemet

Detta arbete har syftat till att utforska hur ett IT-system kan säkerställa att ambulanshelikopterpiloter inte omedvetet bryter gällande tjänstgöringsregler för dygnsvila, både vad gäller flygtid och tjänstgöringstid. De huvuddelar som utforskats i IT-systemet har varit att logga flygtid och att visualisera tjänstgöringstid, detta har bedrivits i form av en förstudie. Även loggning av tjänstgöringstid har implementerats i mobilapplikationen. Framtida implementering kan vara att visualisera flygtid tillsammans med tjänstgöringstid. En hypotes framställdes i resultatet om att flygtiden skulle gå att implementera på samma sätt som tjänstgöringstiden. Detta skulle kunna testas.

Vidare studier kan göras inom området för flygtidsloggning med smarttelefon och datavisualisering. Exempelvis genom att träna en maskininlärningsalgoritm att känna igen helikopterflygning via rörelsemönster. Andra designprinciper inom visualisering skulle kunna utforskas, som sedan kan implementeras för att underlätta beslutstagande under kort tid.

Arbetet är en början på hur ett tidsloggningssystem för ambulanshelikopterpiloter kan skapas för att underlätta beslutsfattande. Förslag på idéer, implementation och testning har i detta arbete utförts för att hjälpa piloter inom ambulanshelikopterbranschen och i framtiden kunna underlätta en del i deras arbete.

6 Slutsats

Det här arbetet syftade till att utveckla och utvärdera metoder för att uppnå ett verifierat förslag till ett framtida tidsloggningssystem för ambulanshelikopterpiloter, med huvudsyftet att minska onödig larmfrånsägning. Tre huvudsakliga frågeställningar formulerades initialt som nu kan besvaras efter genomförd modellering och design, implementation och verifiering genom experiment och tester. Huvudfrågan: "Hur kan ett IT-system säkerställa att ambulanshelikopterpiloter inte omedvetet bryter tjänstgöringsregler för dygnsvila?" besvaras genom att ett förslag till ett IT-system har lagts fram. Det består av två delar, datainsamling samt datavisualisering.

Den första underfrågan: "Hur kan en smarttelefons tekniska resurser utnyttjas för att automatiskt logga flygtid?" har besvarats med en egenskapad applikation ämnad för just automatisk flygtidsloggning. Med underlag och idéer hämtade från tidigare forskning och datainsamling, visar testning att applikationen lyckats logga rätt tid, jämfört med helikoptern, i 5 av 6 fall med en minuts noggrannhet.

Den andra underfrågan: "Hur kan visualisering av tidsdata möjliggöra korrekt beslutsfattande under så kort tid som möjligt?" har besvarats genom att ta fram en föreslagna visualiseringsmodell som sedan testats och utvärderats i en förstudie. Förstudiens resultat bekräftar att det är lättare att fatta rätt beslut under tidspress med den föreslagna visualiseringsmodellen än med numeriskt format och resultatet är statistiskt signifikant.

Referenser

- [1] C. Ullvetter, "Transportstyrelsen - Riktlinjer för handläggning," 3 Februari 2014.
[Online]. Available:
https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/regler/luftfart/regulations/riktlinjer_for_subpart_q_uppdaterad.pdf. [Använd 10 April 2019].
- [2] A. Pentland, "Looking at people: sensing for ubiquitous and wearable computing," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, nr 1, pp. 107-119, 2000.
- [3] L. Bao och S. S. Intille, "Activity Recognition from User-Annotated Acceleration Data," i *International Conference on Pervasive Computing*, Vienna, 2004.
- [4] I. Anderson och H. Muller, "Practical Activity Recognition using GSM Data*," Department of Computer Science, University of Bristol, U.K., Bristol, 2006.
- [5] T. e. a. Choudhury, "The Mobile Sensing Platform: An Embedded Activity Recognition System," *IEEE Pervasive Computing*, vol. 7, nr 2, pp. 32-41, 2008.
- [6] Y. Arase, F. Ren och X. Xie, "User activity understanding from mobile phone sensors," i *Proceedings of the 12th ACM international conference adjunct papers on Ubiquitous computing - Adjunct*, Copenhagen, 2010.
- [7] X. Su, H. Tong och P. Ji, "Activity recognition with smartphone sensors," *Tsinghua Science and Technology*, vol. 19, nr 3, pp. 235-249, 2014.
- [8] Skymind, "Skymind - A.I. Wiki," Skymind, [Online]. Available:
<https://skymind.ai/wiki/machine-learning-algorithms>. [Använd 3 Maj 2019].
- [9] J. Lester, T. Choudhury och G. Borriello, "A practical approach to recognizing physical activities," i *Proceedings of the 4th international conference on Pervasive Computing*, Dublin, 2006.
- [10] Y. E. Ustev, O. D. Incel och C. Ersoy, "User, device and orientation independent human activity recognition on mobile phones: challenges and a proposal," i *Proceedings of the 2013 ACM conference on Pervasive and ubiquitous computing adjunct publication*, Zurich, 2013.
- [11] E. Garcia-Ceja och R. Brena, "Long-Term Activity Recognition from Accelerometer Data," *Procedia Technology*, vol. 7, nr 1, pp. 248-256, 2013.
- [12] S. Kozina, H. Gjoreski, M. Gams och M. Luštrek, "Efficient Activity Recognition and Fall Detection Using Accelerometers," i *International Competition on Evaluating AAL Systems through Competitive Benchmarking*, Norrköping, 2013.

- [13] L. Bedogni, M. Di Felice och L. Bononi, "By train or by car? Detecting the user's motion type through smartphone sensors data," i *2012 IFIP Wireless Days*, Dublin, 2012.
- [14] S. Hyuga, M. Ito, M. Iwai och K. Sezaki, "Estimate a user's location using smartphone's barometer on a subway," i *Proceedings of the 5th International Workshop on Mobile Entity Localization and Tracking in GPS-less Environments*, Seattle, Washington, 2015.
- [15] "Bernoulli's Equation," Princeton, 5 Februari 1997. [Online]. Available: https://www.princeton.edu/~asmits/Bicycle_web/Bernoulli.html. [Använd 5 Maj 2019].
- [16] C. Gonzalez och J. Golenbock, "Impact of numerical and graphical formats on dynamic decision making performance: an eye-tracking study," i *CLIHC '03 Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction*, New York, 2003.
- [17] S. L. Jarvenpaa och G. W. Dickson, "Graphics and managerial decision making: research-based guidelines," *Communications of the ACM*, vol. 31, nr 6, pp. 764-774, 1988.
- [18] E. Hoadley, "Investigating the effects of color," *Communications of the ACM*, vol. 33, nr 2, pp. 120-125, 1990.
- [19] D. Pfitzner, V. Hobbs och D. Powers, "A unified taxonomic framework for information visualization," i *APVis '03 Proceedings of the Asia-Pacific symposium on Information*, Adelaide, Australia, 2003.
- [20] B. Shneiderman, "The Eyes Have It: A Task by Data Type Taxonomy for Information Visualizations," i *VL '96 Proceedings of the 1996 IEEE Symposium on Visual Languages*, Washington, 1996.
- [21] H. Schumann och W. Müller, "Visualization methods for time-dependent data - an overview," i *Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, 2003*, New Orleans, LA, 2003.
- [22] A. U. Frank, "Different Types of 'Times' in GIS.," i *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems*, New York, Oxford University Press, 1998, pp. 40-61.
- [23] D. J. Gillian och E. H. Richman, "Minimalism and the Syntax of Graphs," *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 36, nr 4, pp. 619-644, 1994.

- [24] E. R. Tufte, *The Visual Display of Quantitative Information*, Cheshire, Connecticut: Graphics Press, 1983.
- [25] S. Bateman, R. L. Mandryk, C. Gutwin, A. Genest, D. McDine och C. Brooks, "Useful junk?: the effects of visual embellishment on comprehension and memorability of charts," i *CHI '10 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Atlanta, Georgia, 2010.
- [26] O. Inbar, N. Tractinsky och J. Meyer, "Minimalism in information visualization: attitudes towards maximizing the data-ink ratio," i *ECCE '07 Proceedings of the 14th European conference on Cognitive ergonomics: invent! explore!*, London, 2007.
- [27] D. J. Gillian och R. Lewis, "A Componential Model of Human Interaction with Graphs: 1. Linear Regression Modeling," *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 36, nr 3, pp. 419-440, 1994.
- [28] D. J. Gillian och M. Neary, "A Componential Model of Human Interaction with Graphs. H. Effects of the Distances among Graphical Elements," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 36, nr 4, pp. 365-368, 1992.
- [29] T. O. Oshin, S. Poslad och A. Ma, "Improving the Energy-Efficiency of GPS Based Location Sensing Smartphone Applications," i *2012 IEEE 11th International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*, Liverpool, 2012.

Bilaga A

T-test

→ **T-Test**

[DataSet4]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Grafer	5,13	16	1,360	,340
	Tabeller	3,31	16	1,580	,395

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Grafer & Tabeller	16	,229	,394

Paired Samples Test

		Paired Differences								
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)	
					Lower	Upper				
Pair 1	Grafer - Tabeller	1,813	1,834	,458	,835	2,790	3,954	15	,001	