

Verktyg för informationshämtning vid optimering av beredskap

Philip Sjökvist



UPPSALA
UNIVERSITET

**Teknisk- naturvetenskaplig fakultet
UTH-enheten**

Besöksadress:
Ångströmlaboratoriet
Lägerhyddsvägen 1
Hus 4, Plan 0

Postadress:
Box 536
751 21 Uppsala

Telefon:
018 – 471 30 03

Telefax:
018 – 471 30 00

Hemsida:
<http://www.teknat.uu.se/student>

Abstract

Methods for Optimizing Preparedness

Philip Sjökvist

This thesis describes a tool for data mining used to optimize ambulance preparedness. The goal with the tool was that it should be able to retract the information necessary to be able to analyze and calibrate the preparedness model used in the software ResQMap. ResQMap is used by SOS Alarm, who are responsible for the Swedish emergency number 112, as a decision support tool for ambulance operators. It is developed by Carmenta AB, who are the supervisors of the thesis work. Also, a minor study of the preparedness models variables has been performed in order to be able to evaluate the function of the tool. Since the study was carried out with sufficient results, the goals with the tool are seen as accomplished. The thesis concludes with a discussion about future uses and development of the tool.

Handledare: Hans Olausson
Ämnesgranskare: Anders Jansson
Examinator: Elísabet Andrésdóttir
ISSN: 1650-8319, UPTEC STS11008
Sponsor: Carmenta AB

Sammanfattning

Denna uppsats behandlar utvecklingen av ett verktyg för informationshämtning för optimering av ambulansberedskap. Målet med verktyget var att det skulle kunna användas för att hämta ut den information som ansågs nödvändig för att kunna analysera och kalibrera den beredskapsmodell som används i programmet ResQMap. Programmet används som ambulansdirigeringsstöd av SOS Alarm och är utvecklat av Carmenta AB, vilka stått för handledningen av detta examensarbete. För att utvärdera verktygets funktion har också en förstudie genomförts, vars resultat presenteras i uppsatsen. Då denna studie genomfördes med goda resultat anses målet med verktyget uppfyllt. Uppsatsen avslutas med en diskussion kring framtida användningsområden och utveckling av verktyget.

Innehållsförteckning

1. Inledning	5
1.1 Syfte	6
1.2 Tidsallokering	6
1.3 Ingående aktörer	7
1.4 ResQMap	8
1.5 OPAL – Optimerad ambulanslogistik	9
1.6 CoordCom Zenit	9
1.7 Resursloggar	10
1.8 Prioritering av ambulans	11
1.9 Beredskap	12
1.10 Beräkning av beredskapsvärden	13
1.10.1 Förändringar av beredskapsformeln i ResQMap	15
1.10.2 Funktion	16
1.10.3 Zonindelning	16
1.10.4 Beräkning av vikter	17
1.11 Visualisering av beredskap	17
2. Informationsuthämningsverktyget	22
2.1 Mål	22
2.2 Tillvägagångssätt	22
2.3 Översikt av delsystem	23
2.4 Översiktlig funktion	24
2.5 Verktygets klasser och komponenter	25
2.6 Utvunnen data	30
2.7 Exempel på datapunkt	31
3. Förstudie av beredskapsberäkningens variabler	33
3.1 Databehandling	33
3.2 Estimering av körtid	34
3.3 Evaluering av estimerad körtid	35
3.3.1 Estimerad körtid som funktion av utryckningstid	35
3.3.2 Prognosfel som funktion av utryckningstid	37

3.3.3 Relativt prognosfel.....	39
3.3.4 Tid på dygnets påverkan på prognosfelet	41
3.3.4 Körtider inom samma zon.....	43
3.4 Validering av vikter	43
3.4.1 Jämförelse mellan historiska data och uppskattad olycksintensitet.....	44
3.5 Slutsatser och diskussion - förstudie.....	45
 4. Slutsatser kring verktyget	 47
4.1 Uppfyllande av målsättning	47
4.1 Användningsområden	47
4.2 Framtida utveckling av verktyget	48
 Litteraturförteckning	 50

Figurförteckning

Figur 1: Illustration av beredskapsberäkning (Andersson et.al., 2005)	15
Figur 2: Exempel på ResQMap:s visualisering av beredskapsläget i centrala Göteborg .	18
Figur 3: Delsystem i vilken verktyget verkar i	23
Figur 4: Estimerad körtid som funktion av utryckningstid	36
Figur 5: Estimerad körtid som funktion av utryckningstid	37
Figur 6: Prognosfel som funktion av utryckningstid	38
Figur 7: Relativt prognosfel som funktion av utryckningstid	40
Figur 8: prognosfel som funktion av utryckningstid, inzoomad	40
Figur 9: Prognosfel klockan 1900-1000	42
Figur 10: Prognosfel klockan 1000-1900	42

Tabellförteckning

Tabell 1: Stockholm läns landstings utryckningsmål (Sinclair, 2010)	13
Tabell 2: Tabell över beredskapsnivåer (Magnusson, 2010)	18
Tabell 3: Förteckning över resursstatus	20
Tabell 4: Förteckning över utvunnen data	31
Tabell 5: Exempel på datapunkt	32
Tabell 6: Nyckelvärden för prognosfel, grupperat efter tid på dygnet	43
Tabell 7: Vikter och antal förekommande ambulansuppdrag	45

1. Inledning

Vid larmning till nödnummer krävs det att nödvändiga resurser snabbt är på plats – må det vara ambulanser, brandbilar eller helikopter – för att hjälpa de drabbade, då skillnaden mellan liv och död kan handla om sekunder. För att spara in så många av dessa värdefulla sekunder som möjligt används idag en rad tekniska hjälpmedel. Ett av dessa hjälpmedel är ResQMap, utvecklat av Carmenta AB, som är ett beslutsstöd för resursdirigering i form av ett GIS (geografiskt informationssystem).

I Sverige används ResQMap bland annat av SOS Alarm, som är det företag som ansvarar för nödnumret 112 och för att samordna de resurser som krävs vid en nödsituation. I och med detta är de också ansvariga för att hålla en god ambulansberedskap. Då beredskapen i ett område alltid måste vara tillräcklig innebär en uttryckning ofta att en annan resurs måste omlokaliseras. Detta gör att fördelningen av resurser är mycket komplex och att det sällan eller aldrig går att veta den optimala lösningen. ResQMap ligger då som ett stöd för ambulansdirigenterna till hjälp för de snabba beslut som måste göras.

Med denna vetenskap initierade SOS Alarm ett projekt kallat OPAL (Optimerad Ambulanslogistik) i samarbete med Linköpings universitet där ett resultat var en beredskapsmodell. Denna modell ger ett estimerat värde på beredskapen i ett område, i korthet baserat på hur många ambulanser som befinner sig i närheten, deras körtid och sannolikheten att det inträffar en incident i zonen.

I ResQMap finns det en funktion som nyttjar ovan nämnda modell, där beredskapen visualiseras genom att färga kartans zoner i rött, orange, ljusgrönt och mörkgrönt, beroende på hur god beredskapen är. Ett problem som dock har dykt upp är att denna beräknade beredskap inte alltid överensstämmer med vad erfarna och rutinerade ambulansdirigenter anser om beredskapen, vilket är det mått man använder idag.

I dagsläget saknas det en metod för att evaluera hur denna beräknade beredskap står sig gentemot den faktiska. Det första steget mot en sådan validering är att kunna samla in information om hur den beräknade beredskapen har sett ut, för att på så sätt sedan kunna göra en jämförelse mellan de båda. En sådan informationshämtningsmodul skulle också kunna ge data som kan användas för att validera delvariablerna i beredskapsberäkningen, för att på så sätt kunna testa också deras validitet. Det är utformningen av ett sådant verktyg som detta examensarbete har handlat om, vilket kommer att presenteras i denna rapport.

Förhoppningen är att verktyget ska vara till hjälp vid fortsatt implementering av beredskapsfunktionen, som annars har en väldigt stor potential. Den kan till exempel användas för simulering vid förändringar hos ambulansflottan eller vid extraordinära händelser för att beskriva hur beredskapen förändrats vid sådana tillfällen och vilka villkor som följaktligen bör ställas på resursfördelningen. Då ett av SOS Alarms deluppdrag också är statistikinhämtning kan verktyget även vara till hjälp med detta.

1.1 Syfte

Detta examensarbete har genomförts i syfte att skapa en prototyp av ett informationshämtningsverktyg för ResQMap:s beredskapsmodul. Verktöget skall kunna användas för att hämta den information som krävs för att utvärdera och validera den beredskapsberäkning som används av systemet.

För att uppnå detta syfte har först relevanta variabler definierats. Därefter har metoder för att utvinna dessa data ur befintlig information konstruerats, vilket varit den absolut största delen av detta arbete. Slutligen har en förstudie av beredskapsberäkningens delvariablers validitet genomförts i syfte att testa verktygets potential och visa hur verktyget kan nyttjas för att analysera beredskapsberäkningen.

Förstudien har genomförts med hjälp av simuleringar baserade på oktober (2010) månads data. Denna studie och dess resultat kommer att sammanfattas i avsnitt tre: *Analys av beredskapsberäkningens variabler*.

1.2 Tidsallokering

Arbetet med utvecklingen av detta verktyg delas enklast in i sju olika faser för att beskriva hur arbetsgången gått till. Många av dessa har, främst vid övergångarna mellan dem, drivits parallellt. Exempelvis så testades datautvinningsverktyget kontinuerligt även under utvecklingen. Nedan presenteras tidsfördelningen mellan de olika faserna:

- Introduktion (2 veckor)
- Utredning och planering (2 veckor)
- Utveckling av datautvinningsverktyg (8 veckor)
- Testning av datautvinningsverktyg (2 veckor)
- Datagenerering och –bearbetning (2 veckor)
- Analys av beredskapsberäkningen, förstudie (2 veckor)
- Presentation och rapportskrivning (2 veckor)

Den första fasen, Introduktion, syftade till att formulera målbilder för examensarbetet och ge en introduktion till projektet. Möten genomfördes gemensamt med Carmenta och SOS Alarm för att skapa en förståelse för beredskapsberäkningen i ResQMap; målet med den, hur den används och vilka brister som kan åtgärdas. Möjliga ingångspunkter och problem diskuterades för att finna en uppgift lämplig inom ramarna för ett examensarbete. Även ett studiebesök vid SOS Alarms operatörscentral i Stockholm genomfördes för att få en inblick i hur ResQMap används i det dagliga arbetet (där användes dock ännu ej beredskapsmodulen aktivt).

Nästa fas, Utredning och planering, var till största del en studie av den litteratur som ligger till grund för beredskapsberäkningen. Detta gjordes för att få en tidig förståelse för modellen och dess variabler, vilken sedan användes för att utreda vilka kringliggande faktorer som var intressanta att registrera och sammanställa med hjälp av det datautvinningsverktyg som skulle utvecklas. Utredningen utgjordes också av en introduktion till ResQMap och dess funktioner samt underliggande kod för att ta reda på vilka modifikationer och tillägg som var möjliga att göra under arbetets tidsram.

Den tredje fasen, Utveckling av datautvinningsverktyg, bestod av programmerande av ResQMap Server i C# med hjälp av utvecklingsmiljön Microsoft Visual Studio. Arbetet bestod av att skapa metoder som kopierade rätt värden från loggfilerna, skapa listor där dessa värden kunde sparas och ett fönster där de presenteras. Även ytterligare funktioner gjordes för att underlätta efterkommande arbete och felsökning såsom en funktion för att rensa de skapade listorna och en funktion för utskrift till textfil. Denna fas var den som tog överlägset mest tid i anspråk.

För att se hur väl datautvinningsverktyget fungerade krävdes omfattande tester. I Testningsfasen återsimulerades oktober månads loggfiler för att finna felaktigheter och buggar. Detta för att kunna hämta så omfattande data som möjligt utan att för den skull kompromissa med kvaliteten.

Datagenerering och –bearbetning var tidskrävande även om den inte krävde särskilt mycket aktivt arbete. Fasen innebar att logga de data, som producerades när loggfilerna spelades upp i simulatoren, vilka skulle användas i analysen. Arbetet bestod av att skapa rätt kölistor av loggfiler inför simulering samt att flytta data från applikationen till ett dokument efter simulering. Detta arbete tog som sagt inte särskilt mycket effektiv tid, men då framtida arbete krävde de data som hämtades i denna fas blev den något av en flaskhals.

Den sjätte fasen, Analys av beredskapsberäkningen, innebar diverse tester med hjälp av regression och variabelanalys. De data som inhämtades i föregående fas användes här som grund för att undersöka hur valida de ingående variablerna i beredskapsberäkningen är och hur de kunde förbättras.

I den avslutande fasen, Presentation och rapportskrivning, samlades de viktigaste resultaten in och bearbetades för presentation i rapport- och föredragsform. Även den bakgrundsinformation som bedömdes som relevant för läsaren sammanställdes.

1.3 Ingående aktörer

Carmenta AB - Carmenta AB är det företag som utvecklat ResQMap och som också står som beställare av detta examensarbete. Företaget utvecklar mjukvara i form av GIS-lösningar och utvecklingsmiljön Carmenta Engine, samt ägnar sig åt viss konsult- och kursverksamhet (främst tjänster som rör de egenutvecklade produkterna).

SOS Alarm - SOS Alarm är det företag som, på uppdrag av staten, ansvarar för nödnumret 112. De är också ansvariga för att prioritera nödsituationerna och dirigera landets ambulanser. På senare tid har också SOS Alarms roll utökats i vissa landsting i och med att de styr patientströmmarna i ambulanserna till det lämpligaste sjukhuset (i mån av plats och sjukhusresurser). I väntan på ambulans ger även SOS Alarm räddnings- och medicinsk rådgivning. De skapar också planeringsunderlag, både för landstingen och sig själva, för långsiktigt strategisk lokalisering av ambulanser baserat på statistik insamlad från samtal och uttryckningar. SOS Alarm är Carmenta AB:s huvudsakliga kund gällande ResQMap.

1.4 ResQMap

ResQMap är ett GIS-verktyg (geografiskt informationssystem) konstruerat av Carmenta AB för att ge beslutsstöd vid räddningsaktioner där resursfördelning krävs. Dess huvudsakliga uppgift är att visualisera olycksplatsen och resurserna på en karta för att hjälpa operatör och dirigent att skicka ut de lämpligaste resurserna snabbt och effektivt. Resurserna positioneras med hjälp av GPS, medan olycksplatsens adress eller liknande rapporteras in via den larmande. En adressökning görs sedan, varefter adressen lokaliseras och positioneras på kartan. (Carmenta AB, 2010)

Några av de övriga funktionerna i ResQMap är distansmätning, visning av adresser och namn på kartan, zoomning och panorering, användardefinierade lager med till exempel text, symboler och linjer. Det finns även stöd för ruttsökning och därmed även uppskattning av körtider. Så kallade körtidsisokroner kan upprättas, vilket är ett sätt att se hur långt resurserna hinner köra inom en viss tid. Detta visualiseras genom att området x minuter kring resursen färgas i grönt, gult eller rött. En vanligen använd funktion är täckningskartan, som är liknande körtidsisokronerna i och med att den mäter hur långa avstånd en ambulans hinner inom en viss tid. Denna använder dock en enklare ruttsökning då den mäter för alla ambulanser samtidigt. Detta är samma ruttsökning som används av beredskapsberäkningen, vilket återkommer senare i rapporten.

Det går även att välja att centrera och följa en specifik resurs, samt se alla resursers personliga kod och status. Dessa status sträcker sig från ”Disponibel” till ”På lunch”. Resurskoden är specifik för den enskilda resursen och är till för att kunna identifiera de enskilda resurserna. I resurskoden går även resurstypen att avläsa, det vill säga om det exempelvis är en ambulans eller en helikopter. (Carmenta AB, 2010)

En relativt ny funktion som tillkommit i senare versioner är möjligheten att bifoga dokument till en specifik plats. Detta är till för att hjälpa operatörer och ambulansförare vid extraordinära händelser såsom idrottshändelser, konserter, med mera där behovet av extra information kan vara stort. Det kan till exempel röra sig om ritningar, förteckningar över nödutgångar eller foton på platsen. (Carmenta AB, 2010)

I ResQMap finns även stora delar av projektet OPAL (Optimerad ambulanslogistik) implementerat. Bland annat är funktionerna för beredskapsberäkning och

transportplanering och -schemaläggning baserat på de modeller som utvecklades under projektet. Denna modell har också givit underlag till ytterligare en funktion som ger förslag till dirigenten på lämpliga ambulanser i närheten av ett ärende. Uträkningen av dessa förslag baseras på hur beredskapen förändras i zonerna (i.e. i hur många zoner beredskapen blir sämre då ambulansen förflyttas) och hur många och långa förflyttningar som måste göras. (Carmenta AB, 2010)

1.5 OPAL – Optimerad ambulanslogistik

OPAL är ett projekt som startades i början av SOS Alarm i samarbete med Linköpings universitet i början av 2003. Projektets syfte var att effektivisera och optimera ambulanslogistiken. Detta skulle göras genom att skapa stödverktyg för operationella beslut ambulansdirigenter, men även för mer långsiktiga och strategiska beslut. Förhoppningen var också att skapa en mer homogen bedömning av beredskapen, då denna kan skilja sig mellan olika personer och regioner. Det fanns i dagsläget ingen vedertagen definition av vad som var god beredskap. (Magnusson, 2007)

Projekt bedrevs synnerhet tillsammans med forskaren Tobias Andersson, vid avdelningen för kommunikations- och transportsystem. De forskningsartiklar som Andersson publicerade inom projektet ledde senare fram till en doktorsavhandling (SOS Alarm, 2009). Det genomfördes i tre faser, varav Andersson var huvudansvarig för de två första. Den första fasen var en form av förstudie där ambulanslogistik och andra begrepp i området definierades. Även nyckeltal och förslag på metoder att mäta effektiviteten utvecklades. Till sist specificerades de områden där insatser skulle göras i fas två. (Andersson, 2009)

I fas två bedrevs arbete med att visualisera ambulansberedskap och att skapa verktyg för beslutsstöd inom ambulanslogistik. Resultaten av detta var bland annat beredskapsberäkningen, en transportplanerare och ett stöd för förslag av omlokalisering av ambulanser. Det rörde sig alltså främst om beslutsstöd för ambulansdirigering. (Andersson, 2009)

I den tredje och avslutande fasen implementerades så de verktyg och modeller som skapats i Carmentas programvara ResQMap. Idag används ännu ej beredskapskalkyleringen skarpt, men modulen finns installerad på försök hos flertalet SOS-centraler. Resursförslagsmodulerna är i skarp drift hos ett antal av SOS-centralerna i landet. (Andersson, 2009)

1.6 CoordCom Zenit

Den tele- och dataplattform som SOS Alarm använder sig av vid ett larmsamtal är CoordCom Zenit, utvecklat av Ericsson. CoordCom stödjer radio-, telefon- och datakommunikation och används av operatören för att lagra och redigera information om

de samtal som kommer in och de resurser som används vid den aktuella incidenten. Operatören väljer bland annat prioritet på ärendet och skriver in den information som den larmande kan ge; adress, antal inblandade och så vidare. CoordCom vidarebefordrar då denna information till ambulansdirigenter som sedan får ta ett beslut om vilken eller vilka ambulanser som skall skickas iväg. I CoordCom finns även stöd för medlyssning, vilket kan ge dirigenter hjälp att få information från den larmande mer direkt. Inbyggt i CoordCom finns också diverse beslutsstöd för operatören, som räddnings- och medicinskt index, där operatören får hjälp frågor och följdfrågor för att kunna ställa en preliminär diagnos. (Magnusson, 2007)

All information som lagras med hjälp av CoordCom Zenit finns sedan tillgänglig för alla centraler i Sverige. Informationen lagras centralt i en databas i Stockholm med kopior på ett antal övriga platser i Sverige. Detta är tänkt att vara till hjälp vid större incidenter, eller vid incidenter som skrider över eller ligger nära landstingsgränserna. Vid dessa fall kan operatörerna samverka med varandra och ge varandra hjälp. Operatörerna kan även hjälpa varandra vid språksvårigheter eller dela med sig av mer specifika vårderfarenheter. (Magnusson, 2007)

CoordCom Zenit är kopplat till ResQMap-klienten genom så kallade *ärenden*. Ärenden är de uppgifter som SOS Alarm åtagit sig, endera genom larm via 112 eller mer långsiktig transportplanering. I ärendena finns all information om incidenten som operatören kunnat tillskansa sig och ansett vara relevant – det kan vara plats, tid för samtal, tid för ambulanstilldelning, tid för planerad upphämtning, incident- och ärendetyp och så vidare. Dessa ärenden innehåller också så kallade *uppdrag*, vilka innehåller information om vilken ambulans som tilldelats ärendet och dess status. Ett ärende kan alltså ha flera uppdrag beroende på hur många ambulanser som tilldelats ärendet. (Olausson, 2010)

Från CoordCom skickas sedan information om de ärenden som finns till ResQMap-klienten. Information kan därefter skickas åt båda håll - bland annat så kan ambulanstilldelning och ärendepositionering göras i båda programmen. Det finns dock viss information i ärendena som endast kan redigeras från CoordCom. (Olausson, 2010)

1.7 Resursloggar

Liknande de ärendeloggar som beskrivs i avsnittet ovan finns det möjlighet att skapa resursloggar, där all data kring resurserna då sparas. Loggarna består av alla meddelanden som har skickats mellan ResQMap Server och resurserna och innehåller deras positioner, status, med mera. Från dessa data sker sedan beräkningen av beredskapsvärdet i en zon, som alltså beror av antalet ambulanser i närheten, deras körtid till zonen och sannolikheten för att en incident ska inträffa i zonen (Olausson, 2010). Resursloggarna är tillsammans med ärendeloggarna de två huvudsakliga källorna varifrån det utvecklade verktyget utvinnet information.

1.8 Prioritering av ambulans

En ambulans kan beställas av allmänheten eller sjukvården och mottas av en operatör på SOS Alarm. Operatören genomför då en form av intervju med den hjälpsökande, med hjälp av det medicinska index som finns implementerat i CoordCom. Den hjälpsökande måste alltid klargöra sitt behov för operatören för att få tillgång till en ambulans. Det behov som operatören bedömer att den hjälpsökande har ligger sedan till grund för vilken prioritet ärendet får, det vill säga en gradering över hur bråttom det är att ambulansen kommer fram.

Det finns fyra olika prioriteringsgrader för ambulans (SOS Alarm, 2010):

- *Prioritet 1: Akut livshotande symptom.* Vid denna prioritet skall den närmaste ambulansen (i körtid) användas, oavsett hur beredskapen i kringliggande zoner påverkas. Ambulanspersonalen bedömer huruvida snabbt körsätt med blåljus ska användas eller ej.
- *Prioritet 2: Akut men ej livshotande symptom.* Denna prioritet används då vård anses akut, men symptomen ej är livshotande. Även i detta fall tilldelas den närmaste ambulansen, dock ska körningen ske utan blåljus och påkallande av fri väg.
- *Prioritet 3: Övriga ambulansuppdrag.* Tillskrivs uppdraget då väntetid inte bedöms påverka patientens status, men då det ändå är önskvärt med medicinskt utbildad personal på plats. Här har ambulansdirigenten lite större frihet i och med att denne kan ta hänsyn till den totala beredskapen då ambulansen tilldelas.
- *Prioritet 4: Sjuktransport/sjukresor.* Uppdrag av denna prioritet kan även genomföras av andra fordon än ambulans, till exempel taxi eller sjuktransportbil. Bedömningen är alltså att det inte krävs någon medicinsk tillsyn eller vård av patienten under transporten. Transporten sker ofta mellan två sjukhus.

När prioriteringen väl är satt så bestämmer ambulansdirigenten vilken ambulans som är lämpligast att använda, utifrån de givna kriterier som prioriteringen ger. Att en ambulans är närmast i avstånd betyder till exempel inte att den är närmast i körtid, och ibland så krävs särskilt utrustning som inte finns i alla ambulanser. Även den totala beredskapen tas med i beaktning i de fall det är möjligt. Här tar dirigenten hänsyn till hur stor sannolikheten är att det ska ske en ny incident i närheten – till exempel är sannolikheten att det ska ske ännu en olycka inne i staden, där befolkningstätheten är större än vad den är på landsbygden. I ett sådant fall kan dirigenten välja att skicka en ambulans från landsbygden då beredskapen där inte påverkas lika mycket. (Andersson, Petersson, & Värbrand, 2004)

Vid ett ärende av Prio 1 eller 2 är sannolikheten stor att beredskapen i området kring där ambulansen försämrats. Det kan då vara nödvändigt att omlokalisera en eller ett par ambulanser för att upprätthålla beredskapen i området. Detta är då en av

ambulansdirigentens huvuduppgifter – att upprätthålla så god beredskap som möjligt genom bland annat omlokaliseringar. (Andersson et.al., 2004)

1.9 Beredskap

Beredskap är ett komplext begrepp som, trots att det används frekvent i olika ambulans- och vårdssammanhang, inte har en vedertagen definition. Måttet är i första hand kvalitativt och subjektivt - bedömningen av beredskap är baseras i mångt och mycket på rutinerade ambulansdirigenters erfarenheter och åsikter. Detta kräver kunskap om var det är sannolikt att olycksplatserna uppkommer och hur snabbt ambulanserna kan ta sig fram. (Andersson et.al., 2004)

För att behålla beredskapen i ett område är det en vanlig strategi att ge ambulanserna passningsuppdrag, det vill säga placera ut dem på olika strategiska punkter där olycksrisken förväntas vara hög (till exempel i närheten av större evenemang som idrottsmatcher och liknande) eller där utkörningstiderna förkortas (till exempel i närheten av en motorväg). Sådana utplaceringar finns det inget system för – de verkställs helt efter ambulansdirigentens egna erfarenheter och upplevelser. Det finns idag inget regelverk för ambulansdirigenterna då det ses som omöjligt att förutse vad som kommer att hända. Därför är det också väldigt svårt att bedöma dirigenternas insats efter någon form av mall, då en lokalisering som var bra ena dagen kanske inte alls är bra den andra. Avsaknaden av ett sådant ramverk har fört med sig att dirigenterna har egna rutiner och arbetssätt. (Magnusson, 2010)

I forskningsartikeln *Optimized Ambulance Logistics* av Tobias Andersson et.al. (2004) definieras beredskap (*preparedness*) inom ambulanslogistik som följer:

[...], preparedness refers to the ability of being able to, within a reasonable time, offer qualified ambulance health care to the inhabitants in a specific geographical area.

En person som befinner sig i något av Sveriges landsting ska alltså förvänta sig att få en ambulans *inom rimlig tid*. Vad som definieras som rimligt beror i sin tur på vilka standarder och mål som landstinget har satt. (Andersson et.al., 2004) En vanlig form av mål är att ha olika mål på utryckningstider beroende på vilket prioritet ärendet har. Exempelvis har Stockholm läns landsting satt upp följande mål:

Tabell 1: Stockholm läns landstings uttryckningsmål (Sinclair, 2010)

Prioritet 1		Prioritet 2		Prioritet 3	
<i>Tidsintervall</i>	<i>Andel uppdrag som förväntas nås av ambulans</i>	<i>Tidsintervall</i>	<i>Andel uppdrag som förväntas nås av ambulans</i>	<i>Tidsintervall</i>	<i>Andel uppdrag som förväntas nås av ambulans</i>
10 minuter	75%	30 minuter	85%	60 minuter	70%
15 minuter	95%	45 minuter	95%	120 minuter	99%
20 minuter	99%	60 minuter	99%	Över 120 minuter	100%
Över 20 minuter	100%	Över 60 minuter	100%		

Enligt tabellen ovan ska alltså 75% av Prio 1-ärendena ha en ambulans på plats inom 10 minuter, 95% inom 15 minuter och 99% inom 20 minuter. För de andra prioriteringsgraderna kan dock uttryckningstiden vara längre. Det är alltså en del av SOS Alarms uppdrag att dirigera och lokalisera ambulanserna på ett sätt så att dessa väntetidsmål uppfylls. (Andersson, Optimized Ambulance Logistics) I vissa landsting saknas dock dessa. Exempelvis så finns inga beslutade väntetidsmål i Västra Götalandsregionen, där en tillsatt projektgrupp i skrivande stund arbetar fram förslag som skall läggas fram i årsskiftet 2010/2011. (Sinclair, 2010)

SOS Alarm i sin tur definierar sitt ansvar för beredskapsläget som att ansvara för att det finns ”tillräckliga tillgångar till ambulansresurser utifrån de direktiv och det antal ambulanser som landstinget ställer till förfogande”. Målet är att ha så optimal tillgång, på det begränsade antalet ambulanser som finns, som möjligt. De beskriver också dirigeringsuppgiften som ett uppdrag som ”bygger på kunskap och erfarenhet”. (SOS Alarm, 2010)

1.10 Beräkning av beredskapsvärden

Modellen för beräkning av beredskap är utvecklad av Tobias Andersson vid Linköpings universitet och finns dokumenterad i dennes avhandling *Decision Support Tools for Dynamic Fleet Management – application in airline and ambulance logistics* och artikeln *Quantifying the Preparedness for Efficient Ambulances Logistics*.

Beräkningen ger ett mått på beredskapen i en zon. Hur många zoner som det aktuella området bör vara indelat i är ett val mellan komplexitet (fler zoner innebär högre komplexitet och kräver mer prestanda av systemet) och kvalitet (fler zoner ger en bättre modell av den verkliga situationen). I denna modell krävs körtider för ambulanserna mellan de olika punkterna, samt en metod att mäta behovet av ambulanser i de olika områdena. (Andersson & Värbrand, 2005)

Det aktuella området delas till en början in i ett antal zoner, N . En vikt som motsvarar behovet av ambulanser i den specifika zonen appliceras sedan på varje zon. Denna kan vara så enkelt som $c_j = k$, där k är antalet samtal i zonen j under en tillräckligt lång tidsperiod. (Andersson et.al., 2005)

Enligt Andersson beror beredskapen i en zon främst av tre saker:

- 1) Antalet ambulanser som kan nå zonen (inom en rimlig tid).
- 2) Tiden det tar för ambulanserna att köra till zonen (körtiden).
- 3) Det förväntade behovet av ambulanser i zonen (c_j).

Då den närmaste ambulansen alltid är den som skall ta ett ärende av prioritering 1 räknas denne som viktigare. Dock så kan fler ambulanser än en behövas, varför de närmaste L_j (för närvarande satt till 5 i ResQMap) ambulanserna tas med i beräkningen. Betydelsen av dessa minskar proportionellt med i vilken ordning den är i körtid. Dessa variabler undersöks dock just nu och kan komma att förändras. (Andersson et.al., 2005)

Beredskapen beräknas i sin helhet i ekvation (1) nedan.

$$p_j = \frac{1}{c_j} \sum_{l=1}^{L_j} \frac{y^l}{t_j^l} \quad (1)$$

där

p_j = beredskapsvärdet för område j

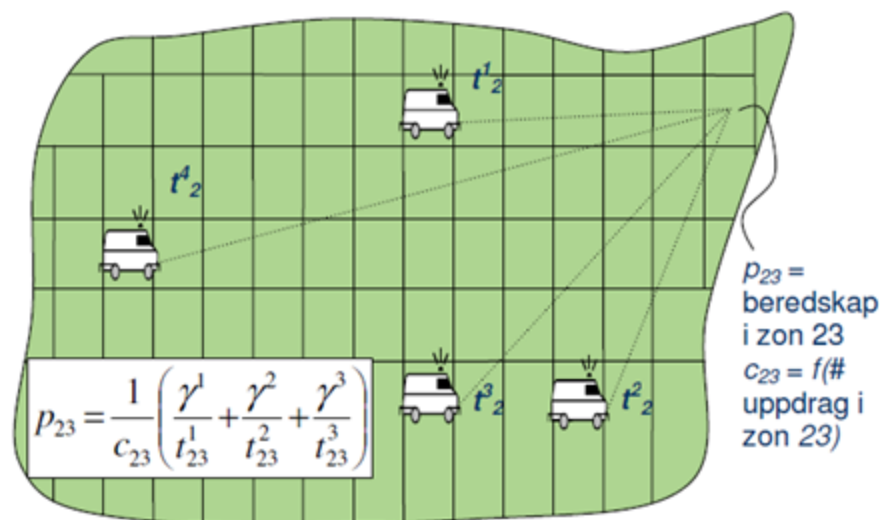
c_j = vikten för område j .

L_j = antal ambulanser som bidrar till akutberedskapen i område j .

y^l = bidragsfaktor för ambulans l där $l = 1$ är närmast, $l = 2$ näst närmast och så vidare.

t_j^l = körtid (minuter) till område j för ambulans l .

Då beredskapsberäkningen kan te sig aningen abstrakt i denna form illustreras beräkningen i figuren nedan:



Figur 1: Illustration av beredskapsberäkning (Andersson et.al., 2005)

Då måttet är konstruerat med sannolikheten av att en ambulans kommer att krävas i zonen i åtanke så bör inga manuella beslut behöva tas om var beredskapen skall vara som störst. Beredskapen varierar med vikten i zonen och således bör en god beredskap i zonen innebära samma sak oavsett befolkningsmängd i zonen. Det bör innebära att antalet ambulanser i närheten täcker det prognostiserade behov som finns i zonen. (Andersson et.al., 2005)

Tanken med måttet är att det, till skillnad från täckningskartan, skall ge en inblick i vilka områden det behövs fler ambulanser. Täckningskartan betecknar vilka zoner som ambulanserna hinner till i tid i de fall det sker en olycka. Beredskapsläget skall istället ge en prognos över var behovet av ambulanser är som störst. Där sannolikheten att det sker en olycka är låg är också behovet lågt. Om exempelvis sannolikheten går mot 0 så krävs inga ambulanser i den zonen och beredskapen är följaktligen grön, oavsett hur många ambulanser det befinner sig i närheten. En sådan zon utan ambulanser i närheten skulle i täckningskartan vara röd, då det inte finns någon ambulans som hinner fram dit i utsatt tid. (Andersson et.al., 2005)

Är istället behovet/sannolikheten hög i zonen så krävs det många fler ambulanser i närheten för att hålla en rimlig beredskap. Detta då sannolikheten är stor att det krävs ytterligare ambulanser även efter att den första har åkt iväg på uttryckning.

1.10.1 Förändringar av beredskapsformeln i ResQMap

Under tiden denna rapport varit i arbete har formeln för beredskap uppdaterats. Detta har gjorts efter en studie av Erik Magnusson och Tobias Andersson, där de undersökte ambulansdirigenter åsikter om vad som var bra och dålig beredskap.

Studien genomfördes med hjälp av ett antal olika scenarion som 20 stycken dirigenter fick ta ställning till. Dessa fick gradera olika zoner med en digital skala, 1 eller 0, efter

vad de tyckte om beredskapen. Därefter kalibrerades beredskapsberäkningen på olika sätt och jämfördes med dirigenternas gradering. Den formel som fick bäst resultat visas i ekvation (2). (Magnusson, 2010)

$$p_j = \frac{1}{c_j} \sum_{l=1}^{L_j} \frac{1^l}{t_j^l * t_j^l} \quad (2)$$

De förändringar som gjordes var alltså att kvadrera körtiden och förändra bidragsfaktorn till 1 för alla resurser, oavsett dess närhetsordning. Effekten av detta var att beredskapen straffas hårdare av långt avstånd till resurser, samt att ordningens roll omintetgörs. Fördelen är att det ger ett rimligare resultat i de fall det finns flera resurser på liknande avstånd. (Magnusson, 2010)

Då det är denna typ av beredskapsberäkning som kommer att användas i framtiden på SOS Alarm är det denna formel som står som bas i resterande del av rapporten.

1.10.2 Funktion

Beredskapsmättet är tänkt att kunna användas i olika steg i ambulansdirigering och kontroll. Givet antalet ambulanser i en region kan beredskapen i hela regionen beräknas, för att se var det krävs fler ambulanser. Dirigenten kan då använda denna information för att omlokalisera ambulanserna för en optimalare beredskap. Beräkningen av beredskapen sker dynamiskt och uppdateras kontinuerligt för att ge ett bättre stöd. (Olausson, 2010)

På en annan nivå kan den även användas för mer strategiska beslut. Det kan röra sig om omlokaliseringar av ambulansstationer eller vid förändringar av antalet ambulanser i regionen. Beredskapen kan då simuleras i förväg för att se vilka val som är optimala. Vanligtvis är det landstingen som tar dessa beslut, men SOS Alarm har en viktig funktion i och med att de förser landstingen med relevant statistik och bakgrundsinformation. (Olausson, 2010)

1.10.3 Zonindelning

För att kunna beräkna beredskapen på det sätt som beskrivs i ovanstående avsnitt krävs det att det aktuella området delas in i zoner. Antalet zoner beror är en kompromiss mellan hur mycket data som kan bearbetas i systemet och på hur detaljerad geografisk nivå, med andra ord hur exakt, beredskapen ska visualiseras. Mindre och fler zoner ger en större exakthet i estimering och visualisering, men kräver samtidigt mer prestanda hos systemet. Detta till och med en viss gräns då visualiseringen blir gyttrig eller då bakgrundsdata saknas för en så pass geografisk exakt positionering, vilket dock ännu ej varit ett problem. Gränsen för vad systemen klarar av utan att påverka övrig prestanda går vid cirka 2000 zoner, som är det antal som används idag. Detta innebär att mindre regioner har mindre zoner än större regioner. Västra Götaland är en relativt stor region och har därför relativt stora zoner. Detta innebär en viss påverkan på exaktheten i dels

visualiseringen men också hos körtiderna mellan zonerna, eftersom körtiderna är beräknade från mittpunkt till mittpunkt. Mindre zoner ger då mindre felmarginaler då resurserna befinner sig långt från zonernas mittpunkter. (Bengtsson, 2010)

1.10.4 Beräkning av vikter

Vikten är det mått som används för att uppskatta olycksintensiteten i zonen. Erik Magnusson har i sitt examensarbete *Prognostisering av ambulansuppdrag* tagit fram en metod för sådan uppskattning. Denna metod används idag och kommer att beskrivas i detta avsnitt.

Vikten som beräknas är ett mått på antalet olyckor per minut i vald zon och dess grannar. För att beräkna vikten för en zon multipliceras först andelen befolkning i zonen med väntevärdet för antalet uppdrag i hela regionen. Detta ger då en prognos på det förväntade antalet uppdrag i zonen per minut. Denna prognos adderas sedan med antalet prognostiserade uppdrag per minut för alla zoner inom två minuters körtid från den aktuella zonen. Summan av dessa värden motsvarar då vikten för zonen. (Magnusson, 2007)

Det prognostiserade värdet på antalet uppdrag i regionen är beräknat enligt metoden glidande medelvärde, med ett värde för varje timme i veckan. Medelvärdet baseras på historiska data tagna från hela regionen.

Befolkningsmängden i zonen approximeras enligt följande:

Dagtid vardag (mellan 07:00 och 17:59):

[Befolkningsmängden i zonen] = [Antalet personer folkbokförda i området] – [Antalet personer som är folkbokförda i området och arbetar] + [Antalet personer som under dagtid arbetar i området]

Natttid (mellan 18:00 och 06:59) och helg:

[Befolkningsmängden i zonen] = [Antalet personer folkbokförda i området]

Som underlag för denna beräkning används data från Statistiska Centralbyrån (SCB). (Magnusson, 2007)

1.11 Visualisering av beredskap

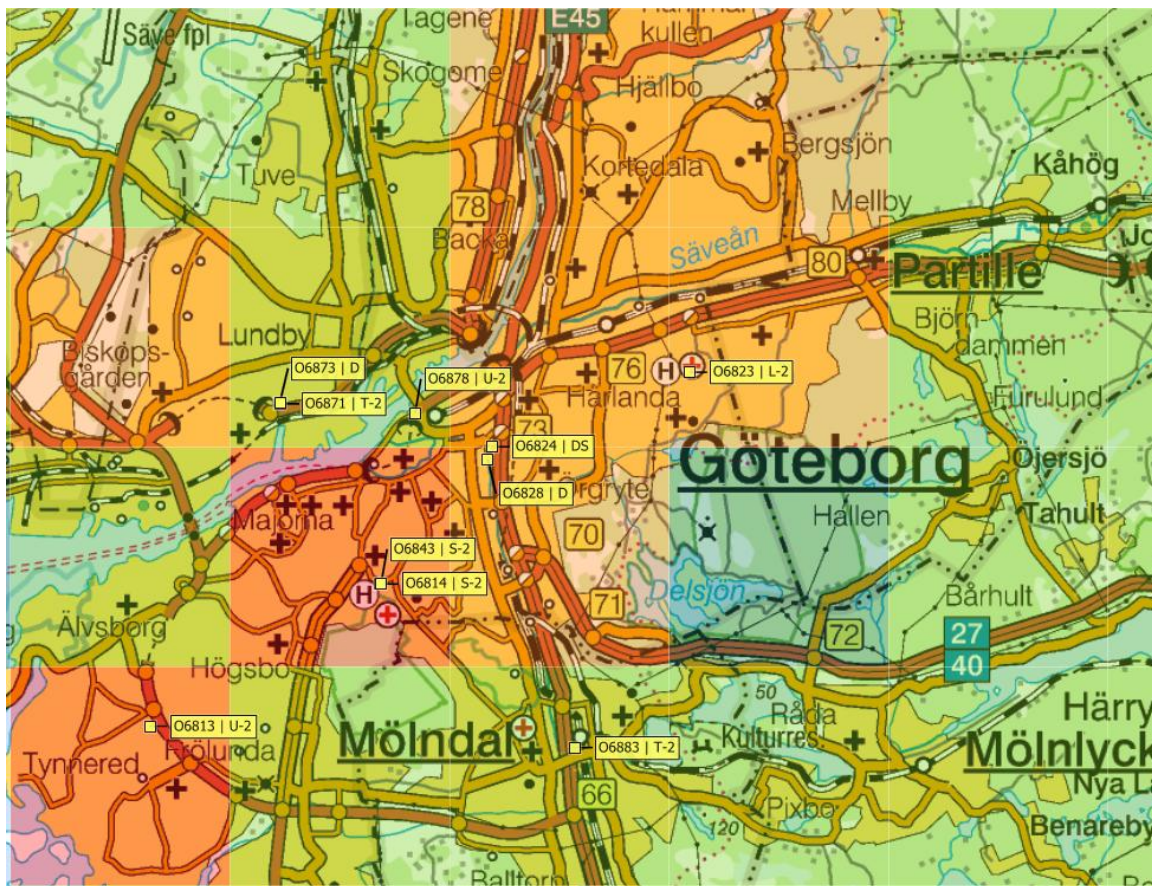
Beredskapsmodellen som presenterades i föregående avsnitt är utvecklat för att vara ett beslutsstöd vid ambulansdirigering. För att underlätta för dirigenterna att följa beredskapen finns det stöd i ResQMap för att visualisera den. Detta sker genom att de olika zonerna som regionen är indelade i får en färg beroende på dess beredskapsvärde.

Dessa värden är för närvarande endast på prototypstadiet och under bearbetning. Följande är dock de som används för tillfället:

Tabell 2: Tabell över beredskapsnivåer (Magnusson, 2010)

Beredskap	Otillräcklig (Röd)	Tillräcklig (Orange)	God (Grön)	Mycket god (Mörkgrön)
Beredskapsvärde	0 - 4	5 - 6	7 - 25	>25

Ovanstående är alltså ett mått på hur väl det förväntade antalet uppdrag i zonen kommer att behandlas och beror av antalet ambulanser i närheten, deras närhet i uppskattad körtid och det estimerade behovet av ambulanser i zonen. I figur 2 visas ett exempel på hur det kan se ut (de mindre gula rutorna med text representerar ambulanserna):



Figur 2: Exempel på ResQMap:s visualisering av beredskapsläget i centrala Göteborg

I figur 2 ovan syns det att beredskapen är otillräcklig i zonen för Majorna och för Tynnered. Detta innebär alltså att det inte finns tillräckligt med ambulanser i närheten för att behandla antalet förväntade uppdrag i dessa och kringliggande zoner. I östra Göteborg är däremot zonernas färg grön, vilket innebär att beredskapen där är god. Ett tänkbart handlingsätt är därför att flytta ambulanser som befinner sig i östra Göteborg längre västerut för att kompensera den sämre beredskapen (utan att för den skull lämna

beredskapen i östra Göteborg otillräcklig). Den sämre beredskapen i sydvästra Göteborg beror troligtvis på att det estimerade behovet där är så pass mycket större, då det redan befinner sig fler ambulanser där än i de östra zonerna.

1.11.1 Resursstatus

För att dirigenten ska kunna veta vilka resurser som är tillgängliga för olika ärenden har varje resurs ett tilldelat status. Dessa status är föränderliga och kan väljas av resurspersonal eller dirigent. Exempelvis kan en dirigent tilldela ett uppdrag till en resurs, vilken då får status *Tilldelad*. När resurspersonalen uppfattat uppdraget kvitterar de meddelandet och resursen får då status *Utkvitterad*. Då resursen är framme vid målplatsen ansätter de status *Framme vid plats* för att de berörda parterna (bland annat operatör och dirigent) skall kunna veta att de har nått fram till platsen.

Dessa status syns sedan i ResQMap bredvid resurskoden i form av en bokstavskod. Hur det ser ut kan ses i figur 2 i föregående avsnitt. Dessa koder representerar första bokstaven hos varje status, av vilka de fullständiga beteckningarna kan avläsas i tabell 3 nedan:

Tabell 3: Förteckning över resursstatus

Förkortning	Status	Förkortning	Status
<i>UPD</i>	Ute på uppdrag	<i>R</i>	Nås via radio
<i>D</i>	Disponibel	<i>S</i>	Snart klar
<i>DR</i>	Disponibel Radio	<i>T</i>	Tilldelad
<i>DS</i>	Disponibel Station	<i>U</i>	Utkvitterad
<i>DT</i>	Disponibel Telefon	<i>UD</i>	Upptagen Disponibel
<i>DX</i>	Reservenhet	<i>V</i>	Planerad/Vet
<i>F</i>	Framme på adressen	<i>XV</i>	Avställd verkstad
<i>L</i>	Lastat patient	<i>X</i>	Avställd
<i>M</i>	På väg till måltid	<i>XM</i>	Avställd matrast
<i>M15</i>	Måltidsuppeh. 15 min	<i>X30</i>	Avst. matrast 30 min
<i>M30</i>	Måltidsuppeh. 30 min	<i>X45</i>	Avst. matrast 45 min
<i>M45</i>	Måltidsuppeh. 45 min	<i>X60</i>	Avst. matrast 60 min
<i>M60</i>	Måltidsuppeh. 60 min	<i>H</i>	Hemåt
<i>P</i>	Planerad på uppdrag		

Beroende på vilket status resursen har så bidrar den sedan till beredskapen på olika sätt. I ResQMap går det att ställa in vid vilka status en resurs skall bidra beroende på vilken prioritet uppdraget den är ute på har. Exempelvis så bidrar en resurs med status *Utkvitterad* och prioritet 1 ej till beredskapsläget, medan en resurs med samma status fast prioritet 2 bidrar till beredskapsläget. Detta då det är möjligt att bryta det uppdrag den är ute på för ett mer brådskande uppdrag.

1.11.2 Resurskod

Den första bokstaven i resurskoden står för dess länsbeteckning, alltså var den är hemmahörande. Länsbeteckningen för Västra Götalandsregionen är "O". Nästkommande tre siffror är dess radionummer och enskilda beteckning.

2. Informationsuthämningsverktyget

Denna del av rapporten syftar till att beskriva informationsuthämningsverktyget och hur det är konstruerat.

2.1 Mål

Målet med datautvinningsverktyget är att hämta ut den information som krävs för att kunna analysera, värdera och kalibrera beredskapsberäkningen. Detta för att kunna bedöma hur väl den står sig mot verklig beredskap. Då det saknas en vedertagen definition över vad faktisk beredskap är en tänkbar lösning att använda uttryckningstiden används som jämförelsevärde, då den kan sägas vara en direkt funktion av den faktiska beredskapen.

För att samla information kring den beräknade beredskapen implementerades ett antal mätpunkter i ResQMap Server. I mätpunkterna registrerades de data som var nödvändiga för att återkalkylera beredskapen samt de bakgrundsfaktorer som kunde tänkas påverka de ingående variablerna i beredskapsmodellen och därigenom förhållandet mellan beräknad beredskap och uttryckningstid (exempelvis resurskategori och dygnstid).

Då beredskapen ska analyseras sågs en möjlighet att återkalkylera beredskapen som nödvändig. Detta innebär att alla ingående variabler som är unika för uppdraget måste registreras. Därefter kan förändringar i modellen göras för att se hur beredskapen förändras. Sålunda definierades följande data som nödvändiga för att uppfylla syftet med verktyget:

- Ingångsvärden till formeln för beredskap
 - Vikt i aktuell zon vid tiden för uttryckning
 - Estimerade körtider för bidragande ambulanser
- Utryckningstid (t)

Dessa ingångsvärden kommer alltså att användas för att kunna göra en korrekt beräkning av beredskapen såsom den såg ut då ambulansen kvitterade ärendet. Modellen kan sedan ändras för att se hur beredskapsvärdet förändrar sig i de aktuella fallen.

2.2 Tillvägagångssätt

De data som krävs för att uppfylla målet med verktyget lagras inte i ResQMap:s databas. Utryckningstider och en mängd andra data finns att tillgå hos SOS Alarm, men då är de inte kopplade till aktuellt beredskapsvärde och beräkningarna bakom.

De data som används för att beräkna beredskap och de bakgrundsfaktorer som krävs för att analysera den finns dock i de loggfiler som skapas när ResQMap körs. Dessa data befinner sig dock i två olika loggfiler, varför en metod för att koppla samman de olika värdena som hör till samma uttryckning måste konstrueras.

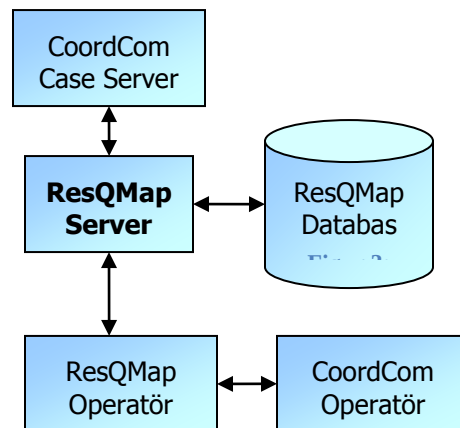
De två loggfiler som innehåller de data som behövs är dels de för resursuppdateringar (status- och positionsuppdateringar för resurser) och dels ärendeloggfilerna, som innehåller målposition för ärendet. Det sistnämnda krävs för att kunna ta ut vilka övriga ambulanser som befinner sig i närheten av zonen vid tiden för uttryckning, då de påverkar beredskapen i zonen. Metoden har därför utformats för att sammankoppla och ta tillvara på nödvändig data från båda dessa filer.

Beredskapsvärdet är dock kopplat till de kringliggande ambulansernas estimerade körtid till den aktuella platsen, vilka inte finns att tillgå i ärendeloggarna. I ärendeloggarna finns endast data kopplat till det specifika fallet lagrat, vilket innebär att ambulanser som inte är direkt inblandade i ärendet inte finns med. För att få en korrekt uträkning av beredskapen måste även dessa ambulanser tas med i beräkningen, varför även data från resursloggarna måste uthämtas. För att hitta dessa ambulanser letas därför först målplatsen upp i ärendelaggen, varefter de närmaste ambulanserna till den platsen söks.

Ovan sammantaget gjorde att en uppspelning av resursloggarna (varifrån positioner och status hämtas) kopplat till ärendeloggarna (där platsen hämtas) bedömdes som lämpligast metod. Alternativt fanns att skapa någon form av avläsning direkt från loggfilerna, men då en simulator som synkar de båda loggfilerna redan fanns tillgänglig, ansågs denna metod vara mer tidseffektiv.

2.3 Översikt av delsystem

Nedan illustreras det delsystem som data hämtas ut ifrån. Det är främst i ResQMap Server som förändringar i koden har gjorts.



Figur 3: Delsystem i vilken verktyget verkar i

Ingående komponenter är:

- CoordCom Case Server - Levererar ärendedata till ResQMap Server.
- ResQMap Server – Lagrar kartlager, synonymer, och så vidare, samt vidarebefordrar resursuppdateringar till klienterna.
- ResQMap Databas – Primär och sekundär databas med nödvändig information för att driva ResQMap. Aktuella ingående databaser är:
 - Adressdatabas
 - Applikationsdatabas: Innehåller data från CoordCom Case Server, platssynonymer, kartlager, etc.
 - Beredskapsdatabas: Innehåller de data som krävs för att beräkna beredskap och täckning i en eller flera regioner.
 - Serverdatabas: Innehåller data om resurser och riskobjekt.
 - Inspelningsdatabas: Innehåller tabeller med inspelad positions- och statusmeddelandedata (då inspelningen är aktiverad).
- ResQMap Operatör – Användargränssnitt mot kartsystemet.
- CoordCom Operatör – Användargränssnitt för förändringar i ärenden och andra kommandon.

2.4 Översiktlig funktion

Mätpunkterna som nämndes i föregående avsnitt lades in då ResQMap mottar ett meddelande från en resurs där deras status uppdateras. Beroende på vilket status den aktuella resursen då har skickas resursinformationen vidare till andra metoder. Detta sker på följande sätt:

[Då resursmeddelande mottages av ResQMap Server där status är "Utkvitterad"]

- Finn det ärende som resursen är knuten till
- Finn det uppdrag i ärendet som resursen är knuten till
- Hämta och spara fördefinierad information kring ärende och resurs i objektet för specifik uttryckning, *myStatsBasis*.
- Lägg till *myStatsBasis* i listan för alla uttryckningar, *StatsBasisList*
- Uppdatera tabell med uppdaterade objekt ur listan *StatsBasisList*.

Då det aktuella ärendet som resursen används i har funnits kopieras den fördefinierade informationen till ett objekt kallat *myStatsBasis*, av vilken det finns en för varje uttryckning. Detta objekt placeras sedan i en lista som vid uppdatering kopieras till, och

därigenom visualiseras i, en datatabell. Denna tabell innehåller alltså all den information som ansetts vara relevant för analysen under tiden för de loggfiler som används.

[Då resursmeddelande mottages av ResQMap Server där status är "Framme vid plats"]

- Finn det objekt i *StatsBasisList* som resursen är knuten till.
- Hämta och spara aktuell tid och resursposition i motsvarande objekt.
- Uppdatera *StatsBasisList* och datatabell med motsvarande objekt.

Då resursen skickar ett meddelande med status *Framme vid plats* hittas först objektet i listan för aktiva uttryckningar. Därefter sparas relevant information som först kan sparas när resursen är framme vid platsen, till exempel ankomsttid och ankomstposition, i motsvarande objekt. Datatabellen uppdateras sedan med de förändringar som skett i objektet och listan.

Detta är de två huvudsakliga funktionerna i det informationsutvinningsverktyg som har utvecklats. En mer detaljerad genomgång av vad som sker i varje del av den kod som konstruerats följer nedan.

2.5 Verkygets klasser och komponenter

I denna del av rapporten kommer informationsuthämningsverktyget och dess metoder att beskrivas mer ingående, för att ge en tydligare bild av hur den är utformad. För att förstå vad verktyget gör och vad den kan användas till räcker det troligen med avsnittet ovan, men inför framtida utveckling är en sådan beskrivning lämplig. Ur akademisk synpunkt är en sådan beskrivning dessutom nödvändig för att möjliggöra en kritisk granskning av vald metod, då det kodavsnitt som finns bifogat eventuellt inte är tillräckligt informativ för alla läsare.

För att ge en översikt av den utveckling som har gjorts kommer först de ingående komponenterna att beskrivas på en högre nivå, varefter de enskilda metoderna kommer att beskrivas. Beskrivningen kommer att ske i kontinuerlig ordning efter att ett resursstatusmeddelande inkommit till ResQMap Server. Varje metod som anropas kommer att beskrivas i sin helhet, varefter under- och delmetoder kommer att beskrivas i den ordning som anses lämpligast i det fallet.

Det är i huvudsak fyra komponenter som har skapats för att möjliggöra informationsuthämningsverktyget. Dessa är:

- Klassen *StatsBasis* – all information kring en uttryckning som definierats som intressant sparas som ett objekt av denna klass.
- Klassen *StatsBasisHandler* – i denna klass sker all hantering av objekt av klassen *StatsBasis*, exempelvis skapande av och uppdatering/överskrivning.

- Metoden *StatsBasisUpdate* – metoden går igenom alla inkomna resursmeddelanden med hjälp av olika villkor och vidarebefordrar dessa meddelanden till lämplig plats.
- Gränssnittet *FormStatsBasis* – detta gränssnitt består till huvudsak av en tabell som uppdateras med nyinkomna poster av objekt av klassen *StatsBasis*. Gränssnittet har även kontroller för att rensa tabellen och listan med *StatsBasis*-objekt samt att skriva presenterad data till textfil.

Utöver dessa fyra huvudkomponenter så har även mindre förändringar gjorts i andra delar av ResQMap Server.

De fyra huvudsakliga komponenterna i verktyget beskrivs under respektive rubrik nedan.

StatsBasis

StatsBasis är den klass ur vilken objekt skapas som innehåller den information som är nödvändig för att analysera och återberäkna beredskap (i jämförelsesyfte). Exempelvis sparas här den beredskap som zonen hade vid tiden för utkvitterad, men också de sju närmaste ambulansernas positioner samt zonens vikt. Detta gör det möjligt att förändra delar av formeln för beredskap och se hur detta påverkar värdet och förhållandet mellan bland annat beredskap och uttryckningstid.

Klassen innehåller följande variabler:

- *P* - Beredskap i målzonen
- *PLevel* - Beredskapsnivå i målzonen
- *Turnouttime* - Tid för då resursens status förändrades till *Utkvitterad*
- *Turnuptime* - Tid för då resursens status förändrades till *Framme vid plats*
- *Zoneid* - Målzonens identifikationsnummer
- *Weight* - Målzonens vikt vid tiden för *Utkvitterad*
- *Priority* - Uppdragets prioritet
- *Responcetime* - Utryckningstid
- *Rtinminutes* - Utryckningstiden i minuter
- *Resourcecode* - Resurskod
- *Resourcecategory* - Resurskategori
- *Active* - Huruvida uttryckningen är Aktiv eller ej (boolean, regleras av *StatsBasisHandler*)
- *Resourceposition* - Resursposition
- *Victimposition* - Målplatsens position
- *StatusCourse* - Resursens statusföljd i tidsordning från *Utkvitterad*
- *Comments* - Kommentarer (användes till största del för felsökning, men kan också användas i andra syften, till exempel ärendets identifikationsnummer)
- *NearestAmbulances* - En lista på de sju resurser närmast målplatsen

- `EstTimeToNearestAmb` - De sju resursernas estimerade körtid
- `Turnupposition` - Resursens position då status förändrades till *Framme vid plats*
- `TurnupPosDiff` - Estimerad körtid mellan målzon och den zon resursen var i då status *Framme vid plats* valdes (har använts för att på ett enkelt sätt se om rätt vikt och beredskap loggats)
- `ResZoneID` – Den zon resursen befinner sig i då status förändrades till *Framme vid plats*. Användes för att kunna se om resursen förflyttade inom en zon.

Informationen som lagras i dessa variabler är den som definierats som intressant för en analys av beredskapsberäkningen. Att lägga till eller dra ifrån variabler är inte särskilt avancerat men kräver att en ny simulering körs, vilket är tidskrävande. Därav är den data som finns tillhanda inför denna rapport någorlunda begränsad, men för framtida utveckling finns det goda förutsättningar att spara ytterligare information som anses värdefull. En förutsättning är dock att denna information finns att tillgå, explicit eller möjligen implicit, genom ärende- och/eller resursloggarna.

Några av variablerna ovan är funktioner av andra variabler. Dessa beräknas då i särskilda metoder i `StatsBasis`. Dessa metoder är relativt enkelt utformade och innebär endast en eller ett par beräkningar. Exempel på detta är `Responcetime` (uttryckningstiden), som helt enkelt är datumtiden `Turnouttime` subtraherat med datumtiden `Turnuptime`. Resultatet blir då ett tidsintervall.

StatsBasisHandler

Denna klass är ansvarig för hanteringen av objekt av klassen `StatsBasis`. Med andra ord tar den hand om skapandet och förändringar av sådana objekt. Klassen åberopas då villkor uppfylls i `StatsBasisUpdate` vilka kräver variabelbearbetning i ett nytt eller befintligt sådant objekt.

Klassen består av ett tiotal metoder med olika uppgifter. Dessa listas nedan med en kortare förklaring:

`TurnOutStats`

Metoden ansvarar för att undersöka om de villkor som krävs för att en post ska skapas uppfylls, i vilket fall den anropar nödvändiga metoder för att hämta definierad data och därefter skriva till ett `StatsBasis`-objekt. Objektet läggs sedan till i den lista som ligger och uppdateras mot den tabell som är användargränssnittet.

För att ett nytt objekt av klassen `StatsBasis` ska skapas undersöks först om det resursmeddelande som inkommit kan matchas med ett ärende och ett uppdrag av prioritet 1. Detta görs genom att jämföra resurskoden med alla uppdrag i alla ärenden för att se om denne återfinns. Då ett matchande uppdrag funnits anropas metoden `WriteToStatsBasis`,

vilken kommer att beskrivas mer ingående nedan. Kort sagt så ansvarar dock denna metod för att skriva nödvändiga data i motsvarande variabler som finns i *StatsBasis*.

När detta sedan är gjort läggs resursstatus (som för tillfället endast kan vara *Utkvitterad*) till i aktuellt objekts variabel för statusförlopp. Objektet markeras också som aktivt, vilket innebär att resursen ansvarig för uttryckning har angett status *Utkvitterad* men inget efterföljande statusmeddelande ännu tagits emot.

Objektet som skapats och skrivits i läggs därefter till i listan *StatsBasisList*, vilken innehåller alla objekt av klassen *StatsBasis* som skapats. Till sist så aktiveras sedan händelsen (Event) *StatsBasisUpdated* vilket i sin tur aktiverar en uppdatering av den tabell där data presenteras med hjälp av *StatsBasisList*.

`OverwriteOldStats`

Denna metod anropas då ett resursmeddelande mottagits från en resurs som redan finns med i *StatsBasisList*. För att de data som sparas skall vara så aktuell som möjligt så skrivs därför denna post över med nya data. Detta görs genom att återigen matcha resursen med rätt ärende och uppdrag och därefter anropa metoden *WriteToStatsBasis*. Därefter markeras objektet som överskriven (*OverWritten*).

`WriteToStatsBasis`

Som tidigare har nämnts så ansvarar denna metod för skrivningarna till merparten av variablerna i *StatsBasis*. Då de flesta av de kommandon som utförs i denna metod är relativt rättframma i sin utformning kommer denna beskrivning att vara något kortfattad.

Metoden börjar med att hämta olycksplatsens position ur ärendeloggarna och spara denne i *StatsBasis.coordVictim*. Efter detta används metoden *GetIntersectingZone* för att finna i vilken zon denna position ligger. Tillhör då zonen Västra Götaland sparas zonens identifikationsnummer.

I de fall det mottagna resursmeddelandet saknar position läggs resursen till i en lista som håller reda på vilka poster som saknar resurspositioner. Vid nästa inkommande resursmeddelande från denne resurs innehållandes en position sparas då denne i rätt post. Resursen tas sedan bort ur listan. Är en resursposition med i meddelandet så sparas positionen direkt.

Nästa steg i metoden genomsöker alla zoner efter den målzonen vars identifikationsnummer tidigare har sparats. Om zonen hittas sparas dess nuvarande beredskap och beredskapsnivå i *StatsBasis*. Även zonens vikt sparas.

Efterföljande kod behandlar information som finns tillgängligt i resursmeddelandet. Den information som bedömts som relevant kopieras från resursmeddelandet till *StatsBasis*. Det rör sig om uttryckningstid, resurskod, resurskategori och resursens prioritet.

För att kunna återberäkna beredskapen har till sist en metod för att finna de sju närmaste ambulanserna konstruerats. Då en metod redan var skapad utanför detta examensarbete för att hitta de x närmaste ambulanserna är den kod som används här enbart ett anrop på denna metod med definierat antal ambulanser (sju).

`fillInMissingResourcePosition`

Denna metod är utformad för de fall då ett resursmeddelande saknar position. I många fall då ett resursmeddelande tas emot då det innehåller status saknas position. Därför har denna metod konstruerats, där alla poster i `StatsBasisList` som saknar en position söks igenom. Metoden anropas då ett resursmeddelande som har en position tas emot och matchas mot resurskod och aktivitet.

`TurnUpStats`

Denna metod lagrar den information som inte finns att tillgå innan ambulansen har nått fram till målplatsen i motsvarande post i `StatsBasisList`. Metoden inaktiverar också posten så att inga överskrivningar längre kan ske. Då resursposition vanligen inte finns med i det meddelande som data sparas ifrån anropas metoden `AddTurnUpPos` vilken lägger posten i listan `turnUpCoordList`, vilken anger att den saknar position.

`AddTurnUpPos`

För att kunna jämföra hur nära ambulansen var målplatsen då status *Framme vid plats* valdes har denna metod konstruerats. I de fall ett resursmeddelande tas emot från en resurs som är med i `turnUpCoordList` sparas positionen. Därefter mäts den estimerade körtiden mellan målplatsen (dit resursen skulle åka) och var den var när *Framme* valdes. Detta för att få ett enkelt mått på vilka uttryckningar (poster) som har tillförlitliga värden.

StatsBasisUpdate

Denna metod åkallas varje gång ett inkommande resursmeddelande från `CoordCom` eller en `ResQMap`-klient. Metoden vidarebefordrar meddelandet till relevant plats beroende på vilka villkor går som uppfylls – huvudsakligen vilken status som meddelandet innehåller.

Det första som sker i metoden är att den tid som används för att sätta vikterna uppdateras. Detta görs genom att ta den tid som finns med i meddelandet. Därefter inaktiveras de poster som varit aktiva i längre än en och en halv timme. Detta för att förhindra att gamla poster tar in information som tillhör nyare poster.

I nästa steg undersöks om resursen som ingår i meddelandet finns med i listan över aktiva poster. I de fall den gör det kallas om status är *Utkvitterad*, varpå posterna då uppdateras genom ett anrop till `OverWriteOldStats`. I de fall status är skild från både *Framme* och *Utkvitterad* läggs nuvarande status till statusförlopp och posten inaktiveras. Detta då data från poster som har olika status mellan *Utkvitterad* och *Framme* anses vara svårtolkade och därmed är otillförlitliga vid analys.

Metoden undersöker därefter huruvida resursen finns med i listan över poster som är avslutade men inte har fått någon position (*turnUpCoordList*). Då resursen hittas läggs positionen till genom ett anrop till *AddTurnUpPos*. Resursen tas därefter bort från listan.

Är resursen fortfarande aktiv och meddelandet innehåller en resursposition undersöks huruvida en position är registrerad med hjälp av *fillInMissingResourcePosition*.

Avslutningsvis undersöks om resursstatus i meddelandet är *Utkvitterad* eller *Framme*. I sådana fall anropas *TurnOutStats* respektive *TurnUpStats*.

FormStatsBasis

Denna klass är en metod för att visualisera den lista som skapas i ovanstående metoder. Den består av en datatabell som visas i ett fönster. Under tabellen finns kontroller för att rensa listorna och kopiera data till en textfil. Den kod som är gjord för att konstruera denna del av modulen kommer ej att bifogas eller beskrivas i detalj då den till största del är konstruerade med hjälp av automatiserade kommandon i Microsoft Visual Studio. Denna del har heller inte lagts särskilt mycket vikt vid då modulen fortfarande är en prototyp.

2.6 Utvunnen data

I detta avsnitt presenteras den data som kan utvinnas med hjälp av verktyget. Informationen presenteras i en tabell som går att komma åt från ResQMap Servers programfönster. Denna information går sedan att lagra till en textfil och konverteras med fördel till ett excel-dokument för redigering och bearbetning inför analys. Den information som utvinns av verktyget är följande:

Tabell 4: Förteckning över utvunnen data

Variabel	Enhet
<i>Utryckningstid (tid mellan resursstatus 'Utkvitterad' och 'Framme')</i>	Minuter
<i>Beredskap i målzonen vid tiden för utryckning</i>	N/A, värde från 0 till ∞
<i>Motsvarande beredskapsnivå</i>	Ordinalskala från 0 till 3
<i>Ärendets prioritet</i>	Ordinalskala från 1 till 4
<i>Resurskod</i>	Sträng
<i>Resurstyp</i>	Nummerkod vilken läses av ur tabell
<i>Målzonens identifikationsnummer</i>	Nummerkod vilken läses av ur tabell
<i>Målzonens vikt vid tiden för 'Utkvitterad'</i>	Antal uppskattade incidenter per minut
<i>Tid vid status 'Utkvitterad'</i>	Datum och tidpunkt på dygnet
<i>Tid vid status 'Framme vid plats'</i>	Datum och tidpunkt på dygnet
<i>Resursens position vid tiden för 'Utkvitterad'</i>	Latitud och longitud
<i>Målplatsens position vid tiden för 'Utkvitterad'</i>	Latitud och longitud
<i>Statusföljd efter 'Utkvitterad'</i>	Baseras på statuslista, se tabell 3
<i>Estimerad körtid för de 7 ambulanser närmast målplatsen</i>	Minuter

Dessa var de data som bedömdes nödvändiga för att kunna analysera beredskapsberäkningen på en grundläggande nivå. I det fall fler variabler bedöms nödvändiga för analys kan även de lagras, med förbehåll att informationen finns att tillgå från ärende- eller resursloggarna.

2.7 Exempel på datapunkt

För att läsaren skall kunna få ett sammanhang i hur de datapunkter som lagras ser ut presenteras i detta avsnitt ett exempel på en sådan punkt. Tabell 5 nedan representerar den utvalda punkten:

Tabell 5: Exempel på datapunkt

Variabel	Värde	Enhet
<i>Utryckningstid</i>	9.2455	Minuter
<i>Beredskap</i>	168.0712691	N/A
<i>Beredskapsnivå</i>	2	Ordinalskala - 0 till 3
<i>Prioritet</i>	1	Ordinalskala - 1 till 4
<i>Resurskod</i>	O6843	N/A
<i>Resurstyp</i>	0	N/A
<i>Zon-ID</i>	1386	N/A
<i>Vikt</i>	0.000780267	Antal uppskattade incidenter per minut i aktuell zon
<i>Tid vid 'Utkvittering'</i>	2010-10-04 04:43	Datum och tidpunkt på dygnet
<i>Tid vid 'Framme'</i>	2010-10-04 04:52	Datum och tidpunkt på dygnet
<i>Resursposition X</i>	57.75808	Latitud
<i>Resursposition Y</i>	12.027	Longitud
<i>Målplatsposition X</i>	57.78147125	Latitud
<i>Målplatsposition Y</i>	12.05861092	Longitud
<i>Statusföljd</i>	U; F;	Baseras på statuslista, se tabell 3
<i>Estimerad körtid 1</i>	9.22696	Minuter
<i>Estimerad körtid 2</i>	13.34447	Minuter
<i>Estimerad körtid 3</i>	13.34447	Minuter
<i>Estimerad körtid 4</i>	13.34447	Minuter
<i>Estimerad körtid 5</i>	13.83633	Minuter
<i>Estimerad körtid 6</i>	14.44743	Minuter
<i>Estimerad körtid 7</i>	15.60405	Minuter

Denna datapunkt har alltså en utryckningstid som stämmer väldigt väl överrens med närmaste ambulans estimerade körtid. Beredskapen i målzonen var vid utryckningstillfället beräknat till värdet 168, vilket med den äldre beredskapsmodellen motsvarar beredskapsnivå 2 – god beredskap (visualiseras i ResQMap med grön färg). Prioriteten för uppdraget är 1, som alltså är den högsta prioriteten. Vikten är 0,00078. Detta kan jämföras med genomsnittsvikten 0,00478 och får ses som en låg vikt. Resurs- och målplatspositionerna ligger båda mitt emellan Göteborg och Kungälv, cirka 5 km öster om E6:an. Anledningen till att de tre näst närmaste ambulanserna alla har samma tid beror troligtvis på att de står lokaliserade på samma plats (eller i samma zon).

3. Förstudie av beredskapsberäkningens variabler

I detta avsnitt presenteras en undersökning av de variabler som ingår i beredskapsberäkningen. Till följd av de förändringar som har skett i formeln för beredskap under arbetets gång ingår endast två variabler. Följaktligen kommer den estimerade körtiden och zonernas vikter att undersökas. Syftet med studien är dels att ge en inblick i vad informationsuthämningsverktyget kan användas till och dels finna intressanta utgångspunkter för fortsatta studier.

3.1 Databehandling

Den information som har hämtats ut med hjälp av datautvinningsverktyget baseras på loggfiler erhållna av SOS Alarm Västra Götalandsregionen. Loggfilerna är data registrerad mellan 1/10/2010 och 1/11/2010. Endast uttryckningar av typen ”Vård” har använts. Totalt inräknades cirka 3000 datapunkter som innehöll informationen definierad i avsnitt 2.6.

För att de data som ska användas i studien ska vara representerbar har vissa avgränsningar gjorts. De datapunkter som har tagits bort från rådata är:

- Ärenden där prioriteten är andra än 1. Detta då ärenden av prioritet 1 är de enda där det går att förutsäga vilken ambulans dirigenten kommer att välja att skicka. I ärenden av prioritet 1 skall alltid den närmaste ambulansen skickas, oavsett hur beredskapsläget förändras. Vid övriga prioriteter har dirigenten visst handlingsutrymme.
- Datapunkter där resursen ej har gått direkt från ”Utkvitterad” till ”Framme vid plats”. Dessa punkter anses vara otillförlitliga då uttryckningstiden räknas från Utkvitterad. Ytterligare status däremellan innebär att resursen kan ha fått andra förhållningsorder än att åka direkt till platsen, exempelvis ett passningsuppdrag. Detta gör då att uttryckningstiden blir längre än verkligt. I vissa fall används heller ej ”Framme vid plats” då resursen är framme vid målplatsen, vilket ger felaktiga värden. Även dessa datapunkter har uteslutits från analysdata.
- Datapunkter där målplatsen ligger utanför den aktuella regionen. I dessa fall går det ej att beräkna beredskapen tillförlitligt då andra regioners resurser påverkar beredskapen i den aktuella zonen.
- I vissa fall har resursen vid tiden för ”Utkvitterad” fått en annan målplats än den plats den slutligen har tagit sig till då status ”Framme” aktiverats. Detta innebär att den plats som data registrerats från (exempelvis vikt, estimerade körtider för kringliggande ambulanser) är hämtade från en annan plats än den där olyckan skett. Därför har alla datapunkter där målpositionen förändrats mellan tiderna för U och F uteslutits de data som analyserats.

- De uttryckningar som skett med hjälp av ambulanshelikopter. Körtidsestimeringen och beredskapsberäkningen är skapad för ambulansbilar vilket innebär att dessa uttryckningar ej kan sägas ge generaliserbara resultat.

3.2 Estimering av körtid

Körtiden t representerar den estimerade körtiden för den aktuella ambulansen. Denna tid beräknas genom att uppskatta körtiden från närmsta väg från centrum av ambulansens zon till närmsta väg från centrum av målplatsens centrum. Körtiderna mellan centrumpunkterna är uppskattade med hjälp av RouteWareNet, en programvara för ruttsökning.

Den estimerade körtiden är baserad på körningar begränsade av reglerade hastigheter, varför användandet av blåljus kan ge visst utslag. För körningar inom samma zon som ambulansen befinner sig ifrån början är minsta körtid satt till 4.5 minuter (3 minuter körtid samt 1.5 minut förberedelsetid). Detta värde går att reglera i ResQMap, men då det är det som är standard för närvarande kommer dessa värden att användas genomgående i detta arbete.

Av ovan nämnda anledningar kan alltså viss osäkerhet förväntas, vilket innebär att ett validitetstest är relevant. Detta kommer att genomföras genom att jämföra den estimerade körtiden med den faktiska uttryckningstiden, för att på så sätt kunna se hur de förhåller sig till varandra. Det optimala i detta fall vore en skillnad så nära noll som möjligt i alla punkter. Viss varians förväntas dock.

I det test som Andersson och Magnusson genomför har de också undersökt hur beredskapen förändrar sig när bidraget från körtiden gör det. Den metod som gett gott resultat (det vill säga gav en beräknad beredskap som väl representerade dirigenternas uppfattning om beredskap) är då den fullständiga formeln formuleras enligt ekvation (2):

$$p_j = \frac{1}{c_j} \sum_{l=1}^{L_j} \frac{1^l}{t_j^l * t_j^l} \quad (2)$$

Detta innebär alltså att ambulansernas bidrag enbart beror av den estimerade körtiden och inte av ordningen såsom fallet var tidigare. För att kompensera för detta har körtiden kvadrerats, vilket innebär att beredskapsvärdet varierar till större del beroende av körtiderna. Då beredskap som ger låg uttryckningstid och dirigenters uppfattning om vad som är god beredskap inte nödvändigtvis är samma sak kommer båda dessa metoder att testas och jämföras. En poäng som är viktig att ha i åtanke är att då körtiden kvadreras så kvadreras även eventuella fel eller skillnader mellan estimerad körtid och faktisk uttryckningstid.

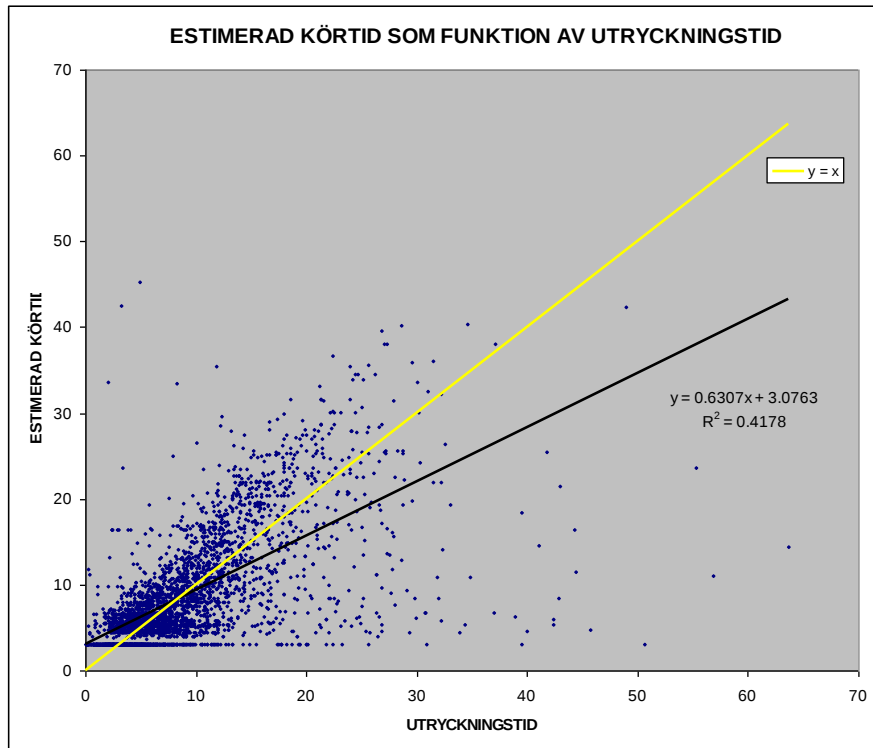
3.3 Evaluering av estimerad körtid

Den estimerade körtiden för en ambulans är beräknad från centrum av den zon den står i till centrum av den zon den ska till. Dock är det inte alltid en väg i denna punkt, vilket gett till följd att estimeringen sker från den väg som ligger närmast centrum. Detta ger till följd att uppskattningen är relativt grov jämfört med den teknik som finns tillgänglig och används i exempelvis körtidsisokronerna. Anledningen till att denna teknik ändå används är att den är förhållandevis prestandavänlig, då den använder en tabell för att slå upp körtiderna. Detta var ett krav då så pass många beräkningar hela tiden måste göras för att hålla beredskapsvisualiseringen uppdaterad.

Även om det finns en medvetenhet kring körtidsestimeringens grovhet är inga tester gjorda på hur väl de representerar verkliga körtider. Då de estimerade körtiderna är en av två ingående variabler i beredskapsberäkningens nuvarande form är dock sådana tester av hög vikt för hela modellens validitet. De estimerade körtiderna kommer därför att testas i följande avsnitt.

3.3.1 Estimerad körtid som funktion av uttryckningstid

För att undersöka hur väl den estimerade körtiden representerar den faktiska uttryckningstiden har först ett diagram ritats upp över de den estimerade körtiden som en funktion av uttryckningstiden. Avsikten med detta är att få en enkel överblick över hur förhållandet mellan dem ser ut. Som hjälp för att tyda detta diagram har en linjär regressionslinje ritats upp tillsammans med den optimala representationen då uttryckningstiden är lika med den estimerade körtiden. Resultatet kan ses nedan:



Figur 4: Estimerad körtid som funktion av utryckningstid

Här är det tydligt att det finns ett samband mellan de båda. Ett linjärt regressionstest ger en förklaringsgrad på 41.78 %, vilket är ett relativt högt värde. Den resulterande linjära regressionsekvationen $y = 0.6307x + 3.0763$ visar att den estimerade körtiden generellt sett visar ett lägre värde än det faktiska utfallet som är utryckningstiden. Ett positivt beroende kan dock konstateras, med en relativt hög förklaringsgrad.

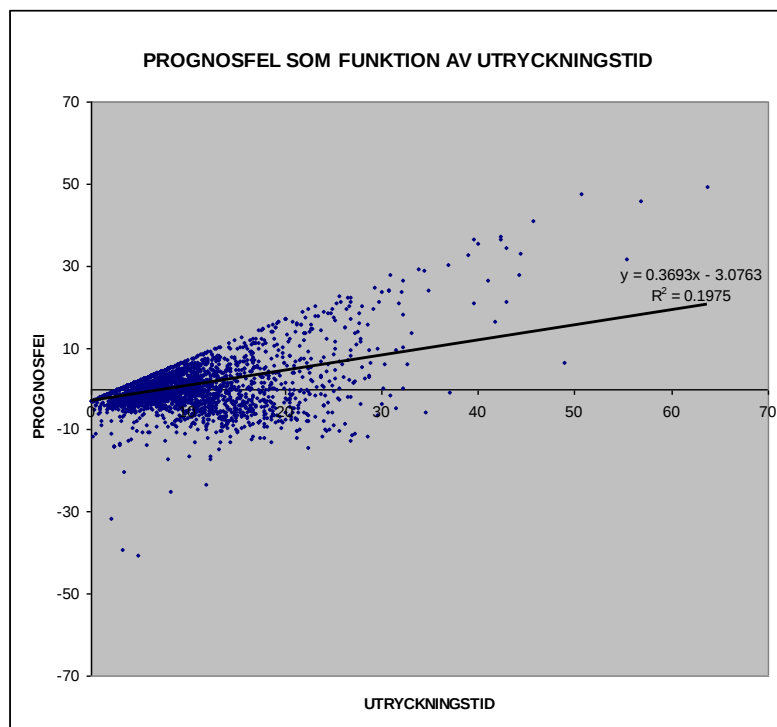
Det finns dock ett antal avvikande värden. Särskilt vid långa och korta utryckningstider är avvikelserna stora. Några intressanta punkter är då den estimerade körtiden är mellan 20 och 50 minuter, samtidigt som den faktiska utryckningstiden blev under 10 minuter. Källan till dessa större felestimeringar har inte kunnat finnas, men då det rör sig om en handfull punkter i ett urval om cirka 3 500 punkter anses dessa inte påverka det generella resultatet. Detta gäller även de punkter med långa utryckningstider och korta estimerade körtider, men med tanke på estimeringens utformning är det rimligare att sådana feluppskattningar uppstår. Det kan till exempel röra sig om kortare körsträckor där det varit mycket trafik eller andra hinder på vägen.

Regressionslinjen tar sin början i $y = 3.0763$, vilket med all sannolikhet beror på att den minsta estimerade körtiden är satt till 3.0 (bakgrunden till detta finns beskrivet i avsnitt X). Det är också på grund av denna minimitid som ett antal punkter ligger på linje då den estimerade körtiden är lika med 3.0. Att bortse från dessa värden ger ett nästintill identiskt resultat, varför ett sådant diagram ej kommer att redovisas i detta fall.

För att ytterligare undersöka estimeringens validitet kommer dess prognosfel att undersökas i nästkommande avsnitt.

3.3.2 Prognosfel som funktion av utryckningstid

Prognosfelet är i detta fall skillnaden mellan den estimerade körtiden och den faktiska utryckningstiden (utryckningstid minus estimerad körtid). Optimalt i detta fall är att det ligger så nära 0 som möjligt för att på så sätt uppskatta utryckningstiden perfekt. För att undersöka detta kommer till en början prognosfelet att ritas upp i ett diagram som en funktion av utryckningstiden med stöd av en regressionslinje. Detta för att se hur prognosfelet varierar med körtidslängden. Detta kan ses i följande graf:



Figur 5: Estimerad körtid som funktion av utryckningstid

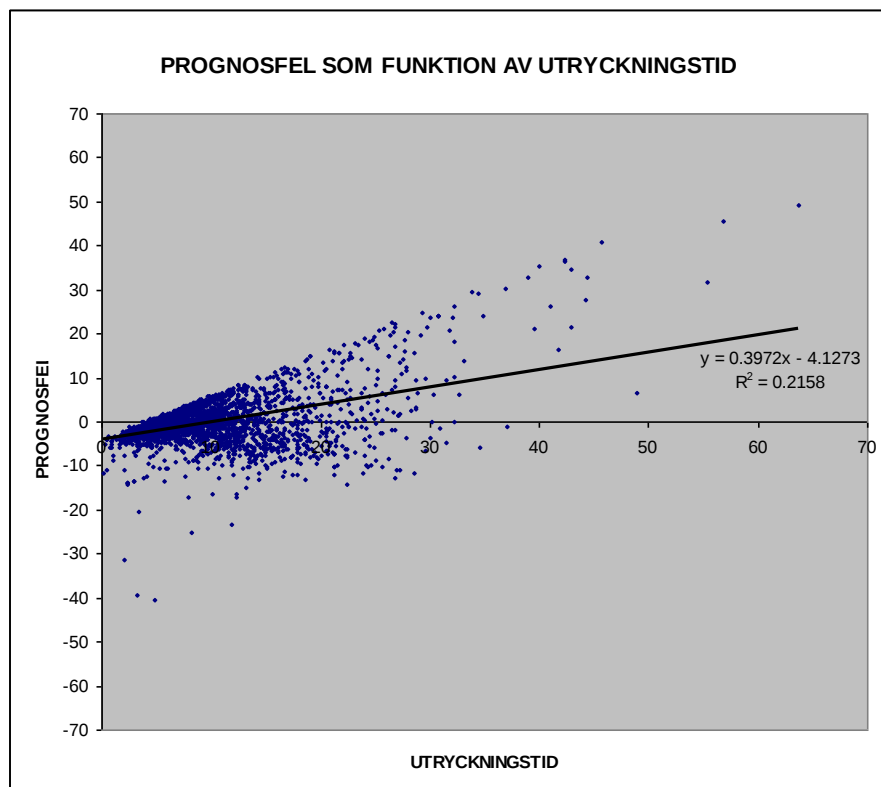
Det första som går att uttyda ur denna graf är att den absoluta huvuddelen av punkterna har ett prognosfel på +/- 5 minuter. Detta håller i sig till och med att utryckningstiderna blir längre än cirka 15 minuter, då estimeringen övergår till att bli något optimistisk. Det är inte särskilt konstigt att estimeringens absoluta prognosfel är större vid längre utryckningstider, då korta körsträckor lämnar mindre utrymme för övriga påverkande faktorer samt kräver färre beräkningar mellan zoner. Detta innebär dock inte att de nödvändigtvis måste vara bättre än estimeringarna vid längre sträckor, då en felestimering på ett par minuter kan innebära dubbel körtid jämfört med vad som var uppskattat vilket kan ge minst lika allvarliga konsekvenser som då en längre körning är har ett prognosfel på 10 minuter eller 20%. Därför kommer också det relativa prognosfelet att undersökas i ett kommande avsnitt.

En regressionsanalys ger en förklaringsgrad på 19.75 %, vilket är tillräckligt för att konstatera att det finns ett samband mellan faktisk uttryckningstid och det absoluta prognosfelet. Motsvarande ekvation ($y = 0.3693x - 3.0763$) visar att ju längre uttryckningstid, desto större absolut prognosfel. Att prognosfelet till en början är -3.0763 minuter beror även här på den fördefinierade minsta estimerade körtiden som är tre minuter. Denne ger till följd att vid extremt korta uttryckningstider fås en estimerad körtid som är nästintill tre minuter längre än den faktiska uttryckningstiden.

Intressant att nämna kan vara att även här är den handfull punkter som haft en alldeles för lång estimerad körtid väldigt tydliga.

Det tydliga linjära samband som finns mellan prognosfelet och den faktiska uttryckningstiden kan ha ett flertal källor. Ett tänkbart scenario är att det finns ett stort antal datapunkter med estimerad körtid som är tre minuter samtidigt som den faktiska uttryckningstiden varierar stort. Denna variation kan bero på ett stort antal anledningar, exempelvis trafiksituationer eller andra hindrande faktorer som inte tas hänsyn till i modellen. Detta innebär då att skillnaden kommer att öka linjärt med den verkliga körtiden.

Ovanstående tes testades genom att återigen rita upp samma graf, dock utan de punkter som har en estimerad körtid på tre minuter. Resultatet är väldigt likt det i figur 6 ovan, vilket kan ses nedan:



Figur 6: Prognosfel som funktion av uttryckningstid

I och med att förklaringsgraden ökar kan det konstateras att det linjära sambandet mellan prognosfelet och uttryckningstiden ej beror enbart av den estimerade minimitiden. Detta det linjära sambandet kvarstår även då dessa punkter exkluderas ur beräkningen.

För att kunna validera den estimerade körtiden är det dock intressant att undersöka vilka faktorer som påverkar prognosfelet som ej tas hänsyn till i uppskattningen. Tydliga mönster skulle då kunna ge uppslag till hur estimeringen på lämpligast sätt kan förbättras samt ge en fingervisning om huruvida det är estimeringsmodellen eller ej modellerade och/eller modelleringsbara faktorer som ger upphov till de fel som finns. Detta undersöks i följande avsnitt.

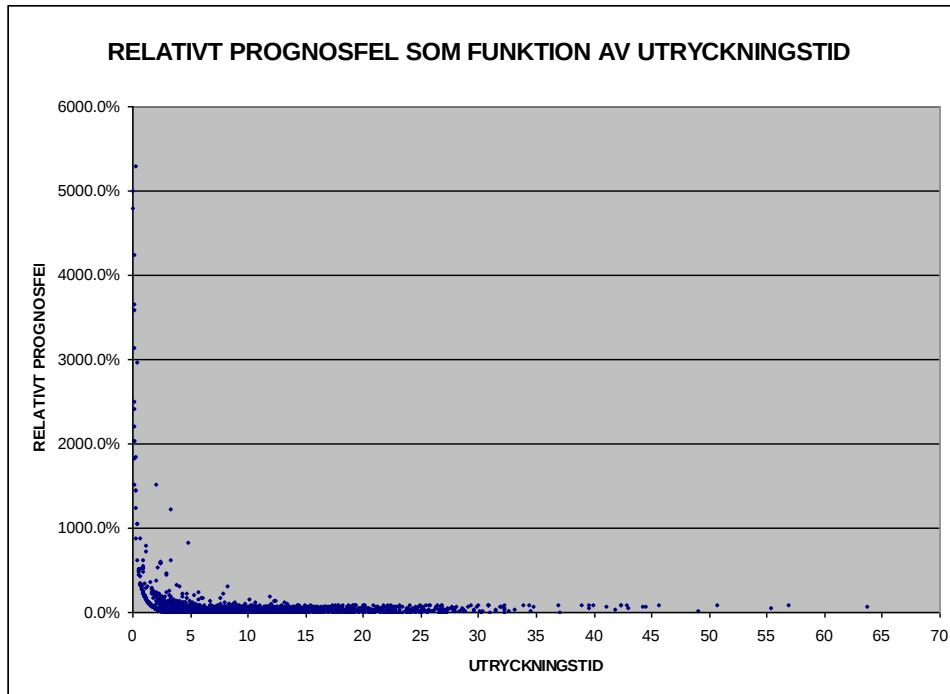
3.3.3 Relativt prognosfel

Det är tidigare visat att det absoluta prognosfelet är positivt korrelerat med längden på uttryckningstiden – ju längre uttryckningstid, desto större absolut prognosfel. Detta innebär dock inte att korta estimerade körtider ger en bättre representation av verkligheten i relativa termer. I detta avsnitt skall därför det relativa prognosfelet undersökas för att avgöra estimeringarnas validitet även ur detta perspektiv.

Det relativa prognosfelet räknas ut som följer:

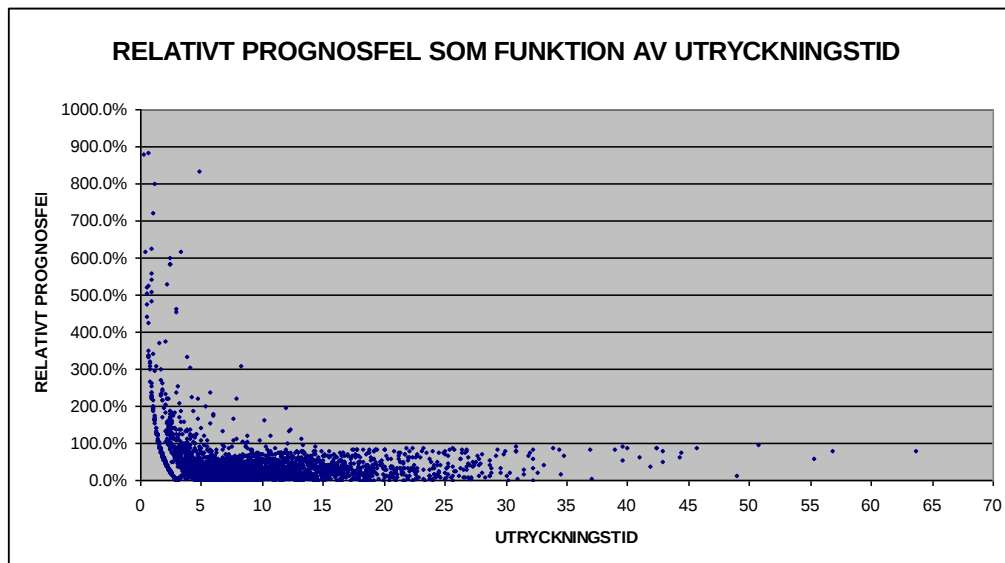
$$\text{Relativt prognosfel} = |((\text{Estimerad körtid}) - (\text{Faktisk uttryckningstid}))| / (\text{Faktisk uttryckningstid})$$

Detta värde kommer att redovisas i procent. Medelvärdet på det relativa prognosfelet är – 61.0 %. Detta värde drivs dock upp av några enstaka extremvärden, vilket visas med tydlighet av medianen som ligger på rimligare 31.6 %. Den stora skillnaden mellan dessa båda värden beror på de extremt stora relativa prognosfel som blir då uttryckningstiden är kortare än tre minuter. Så pass korta uttryckningar tas inte hänsyn till i modellen, vilket gör att de relativa prognosfelen blir väldigt stora. Effekten åskådliggörs i följande graf:



Figur 7: Relativt prognosfel som funktion av uttryckningstid

Här kan det ses att de relativa felen uppgår till så mycket som 5000 %. De väldigt höga värdena är dock väldigt få och bör, precis som i föregående fall, inte läggas allt för stor vikt vid då de är att ses som mätfel. En förstoring ger istället följande graf, som ger en tydligare bild av sammanhanget:



Figur 8: prognosfel som funktion av uttryckningstid, inzoomad

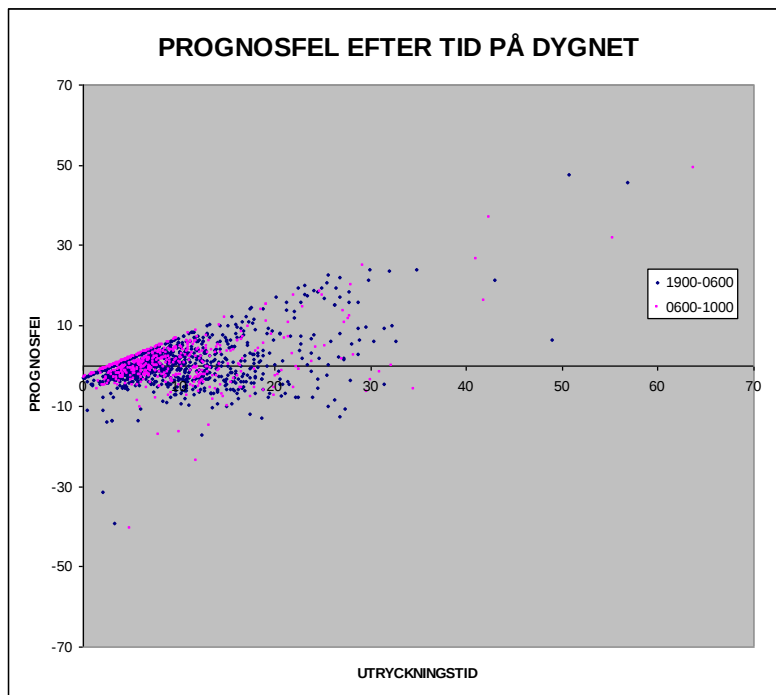
I figur 7 kan det utläsas att det relativa prognosfelet i allmänhet är större hos punkter med låga uttryckningstider, vilket var att förvänta. Det kan alltså konstateras att låga uttryckningstider ej uppskattas särskilt väl ur relativ synpunkt. Detta beror med all sannolikhet av minimivärdet på uttryckningstiden, vilken är satt till 3 minuter. I de fall en resurs befinner sig i samma zon som den rycker ut till blir därför felet större ju närmare den befinner sig målplatsen.

Punkter med en uttryckningstid på 15 minuter eller mer har alla ett mindre relativt prognosfel än 100 %.

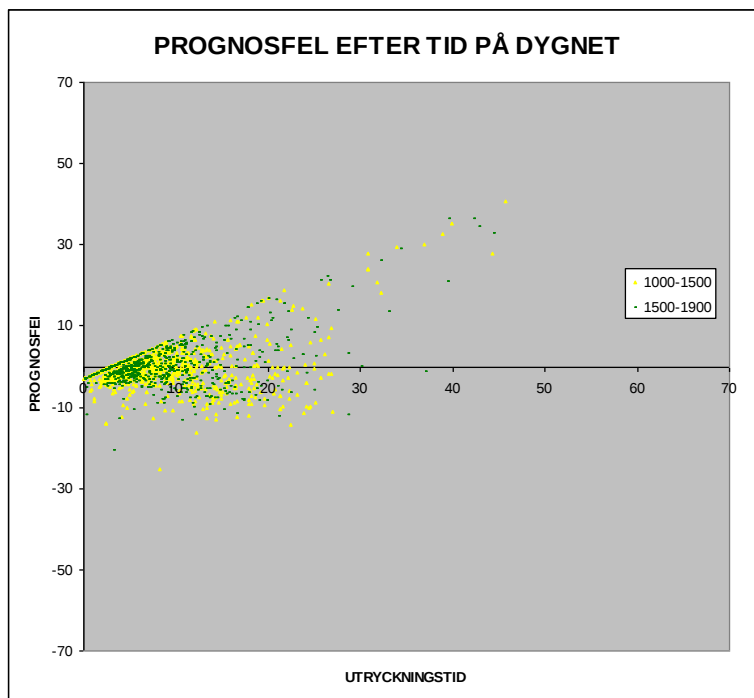
3.3.4 Tid på dygnets påverkan på prognosfelet

Då det är visat att det ej enbart är minimitiden som påverkar prognosfelet kan det vara intressant att söka andra bakomliggande faktorer. En tänkbar faktor är det rådande trafikläget, som ju ej tas hänsyn till i den estimerade körtiden då den är konstant oavsett trafikläge. Trafikläget beror i sin tur till stor del av vilken tid på dygnet det är, alltså huruvida det är rusningstid eller ej, hur tätbebyggt det är med mera. I denna del av rapporten kommer prognosfelet att undersökas med hänsyn till båda dessa faktorer. Det är möjligt, och troligt, att även andra faktorer kan påverka trafikläget och uttryckningstiderna, till exempel väder, men en sådan studie kräver andra data än de som tagits fram till denna rapport och går därför utanför denna rapports omfattning. Sålunda är undersökningen begränsad till dessa två faktorer.

Till att börja med undersöktes det absoluta prognosfelet med hänsyn tagen till tid på dygnet. Data delades in i fyra serier beroende på vilken tid på dygnet. Serierna delades in för att kunna representera rusningstid morgon (06:00 – 10:00) och dagtid (10:00 – 15:00), samt rusningstid kväll (15:00 – 20:00), och natt (20:00 – 06:00). Dessa serier har sedan nedan ritats upp i grafer för att kunna söka ett samband, vilka visas nedan.



Figur 9: Prognosfel klockan 1900-1000



Figur 10: Prognosfel klockan 1000-1900

De båda ovanstående graferna är slående lika varandra förutom några undantag. Det generella mönstret är detsamma för alla de fyra serierna. Detta tyder på att tiden på

dygnet inte påverkar prognosfelet i någon större utsträckning. För att ytterligare visa detta presenteras nedan medelvärde och median för det absoluta prognosfelet:

Tabell 6: Nyckelvärden för prognosfel, grupperat efter tid på dygnet

Prognosfel (minuter)	<i>06:00 – 10:00</i>	<i>10:00 – 15:00</i>	<i>15:00 – 20:00</i>	<i>20:00 – 06:00</i>	Totalt
<i>Medelvärde</i>	3.26	3.39	3.30	3.60	3.36
<i>Median</i>	2.10	2.14	2.06	2.32	2.14

Inte heller här kan någon större skillnad mellan de olika serierna urskiljas. De ligger alla väldigt nära det totala prognosfelet både med avseende på medelvärde och på median. Med anledning av detta kan det konstateras att tiden på dygnet inte påverkar prognosfelet hos körtidsestimeringen nämnvärt.

3.3.4 Körtider inom samma zon

I ResQMap finns en minimal körtid definierad. Denne är satt för de tillfällen då en resurs skall göra en körning inom samma zon, då en mätning från mittpunkt till mittpunkt av naturliga skäl ej kan ske. För tillfället är den minimala körtiden satt till 3 minuter. Till detta läggs en förberedelsetid på 1.5 minut, vilket innebär att vad beredskapsberäkningen anbelangar så kan en resurs aldrig vara närmare en plats än 4.5 minuter. I ovanstående fall har dock förberedelsetiden ej ingått i tidsestimeringen. För att evaluera även denna tid har ett genomsnitt beräknats av uttryckningstiderna av de uttryckningar som skett i samma zon. Häpnadsväckande nog var detta genomsnitt 4.4991 minuter.

3.4 Validering av vikter

Vikterna är ett mått på det estimerade antalet olyckor per minut i en specifik zon och dess intilliggande zoner. Som beskrivet i avsnitt 1.9.4 beräknas vikterna enligt följande: Andelspopulationen multipliceras med det aktuella väntevärdet för olycksintensiteten i regionen. Detta värde summeras sedan med samma värde för kringliggande zoner och ger den aktuella vikten för zonen.

Då vikten baseras på uppskattad befolkningsmängd och ett medelvärde på hela regionens olyckor är det möjligt att det finns variationer mellan vikten och den faktiska olycksintensiteten. Det är till exempel tänkbart att vissa områden är mer olycksbenägna än andra på grund av faktorer som demografi, olika typer av arbetsplatser, sociala faktorer, med mera.

Möjligheten finns också att människor befinner sig på andra platser än de arbetar och bor, vilket inte tas hänsyn till i modellen. Detta är särskilt aktuellt vid stora evenemang som

lockar stor publik, såsom kulturtillställningar eller idrottsmatcher, samt dagar och högtider då människor traditionellt sett samlas på platser utanför sitt eget hem, som jul och nyårsafton.

För att kunna modellera dessa två icke modellerade förmodade huvudsakliga bakgrundsfaktorer till olycksintensitet krävs enorma mängder data över var alla eller de flesta människor befinner sig och när, samt när och hur dessa människor befinner sig i risksituationer. Då ett sådant scenario är orealistiskt i närtid bör en annan lösning sökas än en explicit modellering av dessa faktorer.

Ett sätt att testa huruvida vikterna är en lämplig estimering över olycksintensiteten, trots att den inte tar hänsyn till ovanstående faktorer, är att jämföra den med det faktiska utfallet. En sådan validering skulle också kunna ge en fingervisning på om estimering med hjälp av specifika historiska data för varje zon är att föredra över en sådan mer generell prognostisering som används nu. En sådan estimering skulle i då bara använda historisk olycksfallsstatistik för att uppskatta olycksintensitet och ej ta hänsyn till var folk befinner sig. Även en sådan modellering har sina tänkbara brister, då väldigt långa mätserier krävs för att användbar data skall finnas. Detta eftersom en sådan metod är väldigt känslig för störningar i form av engångsföreteelser vilka kan ge oproportionerlig påverkan på uppskattningen. Sålunda bör resultatet i denna del endast användas för att ge en anvisning om vikternas validitet och därmed värdet av en kalibrering eller omarbetning. Det skall samtidigt hållas i åtanke att då testerna i denna rapport endast baseras på en månads data bör fler tester göras innan resultaten helt kan säkerställas. Metoden som används kan dock med fördel användas för längre mätserier. Viktigt att ha i åtanke är också att vikterna är framtagna för prioritet 1 och 2. I de data som lagrats inför denna studie är endast ärenden av prioritet 1 antagna. Därför bör också antalet estimerade olyckor överstiga antalet faktiska.

3.4.1 Jämförelse mellan historiska data och uppskattad olycksintensitet

Detta test kommer att genomföras genom att jämföra historiska data i oktober månad 2010 med den estimerade olycksintensitet som vikterna representerar. Då en månad är en relativt kort tidsram för ett sådant här test kommer endast de fem vikter där flest olyckor har skett att inkluderas i testet. Detta för att störningar och extremvärden får en väldigt stor bland övriga vikter, där olycksutfallen inte är lika många. Förhoppningen är att sådana störningar inte skall få en lika stor betydelse bland dessa vikter.

För att jämföra historiska data med den estimerade olycksintensiteten kommer förväntat antal olyckor per månad att jämföras med det faktiska antalet olyckor under oktober månad 2010. Detta görs genom att multiplicera det estimerade antalet olyckor per minut med 60 och antalet timmar denna vikt förekommer i oktober månad.

Nedan visas en tabell över de fem mest förekommande vikterna:

Tabell 7: Vikter och antal förekommande ambulansuppdrag

Vikt	Antal förekommande ambulansuppdrag av prioritet 1	Estimerat antal olyckor
0,013119658	7	6,29743584
0,023619755	6	5,6687412
0,014622887	6	3,50949288
0,023172411	5	5,56137864
0,013761684	5	3,30280416

I dessa data är det tydligt att antalet förekommande ambulansuppdrag överstiger det estimerade antalet. Antalet överstiger dock inte antalet estimerade olyckor särskilt mycket, även fast de vikter som haft flest förekommande ambulansuppdrag är de som förekommer här. Detta tyder på att uppskattningen av antalet uppdrag per minut är rimlig, när extremfallen inte är särskilt långt ifrån estimeringen. Det ska dock hållas i åtanke att uppdrag av prioritet 2 inte är medräknade i antalet förekommande ambulansuppdrag, varför viss förskjutning kan ske vid medräknandet av även sådana fall. För att med säkerhet kunna bestämma vikternas rimlighet krävs därför mätserier som inkluderar även prioritet 2. Då dessa ärenden avgränsades mot i denna studie, för att kunna evaluera de estimerade körtiderna, rekommenderas efterföljande studier med längre och bredare mätserier. Det korta test som genomförts här är dock tillräckligt för att dra slutsatsen att vikterna i dess nuvarande form fyller dess funktion utan allt för stora avvikelser.

3.5 Slutsatser och diskussion - förstudie

I de kortare undersökningar som har gjorts kring beredskapsberäkningens ingående variabler kunde ett antal slutsatser dras. Den första var att *det finns ett positivt beroende mellan estimerad körtid och faktisk uttryckningstid* samt att *den estimerade körtiden generellt är längre än den faktiska uttryckningstiden*. Som en följd av detta gick det även att konstatera att *prognosfelet är positivt beroende av uttryckningstiden*. Samtidigt gällde att *det relativa prognosfelet betydligt större för kortare uttryckningstider*. Den sista slutsatsen som kunde dras från data om körtider var att *prognosfelet ej påverkas av dygnstid*.

Att den estimerade körtiden generellt sett visar ett högre värde än det faktiska utfallet är visat. Detta innebär viss felmarginal i beredskapsberäkningens exakthet. Mindre felmarginal är dock svår att få då körtidsestimeringen sker mellan zoner, samtidigt som uttryckningstiderna är beräknade mellan punkter. För att komma till rätta med detta problem rekommenderas en minskning av zonerna, vilket skulle öka exaktheten hos estimeringen.

Prognosfelets gradvisa ökning i takt med uttryckningstiden var att förvänta och med estimeringens utformning, där externa påverkande faktorer ej tas hänsyn till. Sannolikt har något särskilt inträffat i de få fall som har längre uttryckningstider, som inte kunnat

förutses. Prognosfelets gradvisa ökning anses därför vara extremt svår att komma till rätta med i detta stadium. En vidare studie kring extremfallen rekommenderas därför.

Då det relativa prognosfelet kunde vara extremt stort för kortare ärenden finns det här utrymme för förbättringar. Minimivärdet på den estimerade körtiden är, i relativ mening, inte en särskilt exakt representation av utfallet. Även i detta fall skulle exaktheten förbättras av mindre zoner, vilka ger mindre minimala körtider och därmed större exakthet. Detta då körtiderna i de allra flesta fallen är kortare än den estimerade körtiden. Ytterligare en förbättring vore specifika körtider inom varje zon.

Slutligen konstaterades att dygnstiden med största sannolikhet ej har någon påverkan på prognosfelet. Detta kan vara en fördel vid framtida kalibrering av körtidsestimeringen, då detta ej behöver tas någon hänsyn till. Istället bör det fokuseras på andra bakomliggande faktorer, såsom skillnader mellan zoner.

Då genomsnittstiden undersöktes för körningar inom samma zon var resultatet häpnadsveckande nära den minimikörtid som definierats i ResQMap. Därmed är ingen anpassning av detta minimivärde nödvändig med nuvarande zoner. Dock kan befintliga data användas för att med samma metod ta fram enskilda minimikörtider för den enskilda zonen. I de fall för få körningar har skett i zonen kan då schablonvärdet 4.5 minuter användas.

I fallet för vikterna var undersökningens omfattning för liten för att dra några konkreta slutsatser. I sammanhanget bedöms dock vikterna tillräckligt väl spegla det verkliga ambulansbehovet. En djupare studie rekommenderas dock.

4. Slutsatser kring verktyget

I detta avslutande avsnitt kommer informationshämtningsverktyget som sådant att diskuteras. Huruvida syftet med verktyget är uppnått, värdet av den information som går att utvinna och vad verktyget kan användas till i framtiden.

4.1 Uppfyllande av målsättning

Syftet med informationshämtningsverktyget var att kunna utvinna information som kan användas för att analysera den beredskapsberäkning som ResQMap använder sig av. För att undersöka verktygets funktion genomfördes därför en kortare förstudie av beredskapsberäkningens ingående variabler med hjälp av data insamlad av verktyget. Den information som utvanns bedömdes vara tillförlitlig och tillräcklig (i avseende på antal variabler) i sin omfattning. Därmed konstateras att verktyget uppfyller sitt syfte i dessa hänseenden.

4.1 Användningsområden

Då den studie av beredskapsberäkningen som genomförts inför denna rapport är av mindre omfattning skulle beredskapsberäkningen med största sannolikhet gynnas av en djupare och mer omfattande analys. Denna undersökning baseras med fördel på data över en längre tidsperiod, förslagsvis ett år eller längre. Detta för att få med eventuella säsongsvariationer under året. Längre mätserier ger också större resistans mot lokala störningar. I och med att informationshämtningsverktyget är färdigställt krävs endast att loggfiler skapas under den tidsperiod som bedöms vara tillräcklig. Loggfilerna och verktyget kan sedan användas för att skapa underlag för en djupare studie. Denna informationshämtning tar dock inte särskilt lång tid. I detta fall är det skapandet av loggfilerna som är flaskhalsen, vilket ju måste ske i realtid. Då detta examensarbete av förklarliga skäl är tidsbegränsat kunde en sådan längre undersökning ej genomföras under arbetet.

Användningsområdena för verktyget är mycket breda. Exempelvis kan verktyget användas för att utröna vilka estimerade minimitider som är lämpliga, genom att finna vilka uttryckningar som skett inom samma zon och finna ett genomsnitt. Detta är gjort i förstudien men kan utvidgas för att finna specifika tider för varje enskild zon där uttryckningar inom zonen vanligen sker. Det urval som fanns tillgängligt inför förstudien anses i denna rapport vara för litet för att dra slutsatser kring varje enskild zon, då endast en zon (1513) hade ett rimligt antal uttryckningar inom zonen för att kunna dra en generell slutsats om körtid inom zonen.

Innan informationshämtningsverktyget skapades, och under arbetet med det, diskuterades vad de framtida användningsområdena med det skulle vara. Detta i samråd

med Carmenta AB och SOS Alarm. Nedan listas de användningsområden som identifierats för verktyget i dess nuvarande utformning:

- Grundläggande studier av beredskapsberäkningen. En sådan studie skulle innehålla uppgifter om skillnader i uppnådda mål då beredskapen varit ”god” respektive ”dålig”. Exempelvis på formen: ”x% av ambulanserna nådde fram inom t minuter vid god beredskap, jämfört med y% vid dålig beredskap”. Detta för att bedöma i vilken grad variationer i beredskapen påverkar de faktiska utryckningstiderna.
- Mer omfattande studie av vikter än vad som presenterats i denna rapport. Denna studie skulle då undersöka hur väl vikternas uppskattning av antalet uppdrag per minut representerar det verkliga antalet uppdrag per minut. För att göra en sådan undersökning krävs sannolikt relativt långa mätserier (>1 år).
- Undersöka huruvida det beräknade beredskapsvärdet korrelerar med utryckningstiden eller ej. Även en kalibrering kan tänkas genomföras för att få beredskapsvärdet att representera utryckningstiden så långt som möjligt. Fördelen med en sådan representation är att beredskapen då kan representera ett väntevärde på hur lång tid utryckningar till olika zoner kommer att ta, med hänsyn tagen till framtida utryckningar som kommer att ske. Detta ger också möjlighet till att förändra beredskapsvisualiseringen så att den är mer specifik mot varje landstings olika målsättningar.
- Optimering av beredskapsnivåerna. Även här krävs sannolikt relativt långa mätserier. Optimeringen skulle kunna användas för att sätta nivåerna efter historiska data med hjälp av de nivåer som landstingen använder. Nivåerna sätts då efter det beredskapsvärde som historiskt sett har varit tillräckligt för att ambulansen skulle nå fram inom x minuter. Denna optimering skulle kunna genomföras kontinuerligt i realtid varefter ärenden avslutas.
- Skapa nya vikter baserade på historiska data. Informationsuthämningsverktyget gör det möjligt att lagra i vilka zoner flest olyckor sker. Denna information skulle kunna användas för att skapa nya vikter för varje zon. Sådana vikter blir då mer specifika för zonen och dess utmärkande kännetecken. Även specifika scenarion skulle kunna skapas för olika händelser. De data som inhämtats under vissa större händelser (exempelvis festivaler eller idrottshändelser) kan sparas och märkas för att sedan användas enbart för att skapa vikter under den period händelsen sker.

4.2 Framtida utveckling av verktyget

Då den version av informationshämtningsverktyget som tagits fram i detta examensarbete endast kan anses vara en prototyp är en vidareutveckling nödvändig innan den kan användas skarpt (ute hos kund). I dagsläget är de flesta konfigurationer hårdkodade, vilket medför att större användarinteraktivitet och valmöjlighet är önskvärd. Exempelvis

bland vilka data som visas i fönstret samt vilka som kopieras till textfilen eller vilka status som verktyget ska mäta mellan. Detta skulle bredda verktygets användningsområden ytterligare och vara till stor hjälp vid kommersialisering.

Litteraturförteckning

Andersson, T., & Värbrand, P. (2005). Quantifying the Preparedness for Efficient Ambulance Logistics. i T. Andersson, & P. Värbrand, *Decision Support Tools for Dynamic Fleet Management* (ss. 133-152). Norrköping: Linköpings universitet.

Andersson, T., Petersson, S., & Värbrand, P. (Juni 2004). OPAL – Optimized Ambulance Logistics. *Proc. of TRISTAN V: The Fifth Triennial Symposium on Transportation Analysis* .

Bengtsson, B. (den 15 december 2010). (P. Sjökvist, Intervjuare)

Magnusson, E. (den 10 december 2010). (P. Sjökvist, Intervjuare)

Magnusson, E. (2007). *Prognostisering av ambulansuppdrag*. Institutionen för teknik och naturvetenskap. Norrköping: Linköpings universitet.

Olausson, H. (den 20 september 2010). (P. Sjökvist, Intervjuare)

Sinclair, R. (den 11 november 2010). (P. Sjökvist, Intervjuare)

Sinclair, R. (2010). *Prehospital akutsjukvård i Västra Götalandsregionen 2010*. Hälso- och sjukvårdsutskottet VGR.

Internetreferenser

Andersson, T. (den 02 december 2009). *Blåljuslogistik*. Hämtat från <http://kts.itn.liu.se/kl/blaljuslogistik?l=sv> den 5 december 2010

Carmenta AB. (2010). *Carmenta*. Hämtat från Carmenta ResQMap: <http://www.carmenta.com/products/resqmap> den 13 december 2010

SOS Alarm. (den 13 oktober 2010). *Dirigeringsuppdraget*. Hämtat från http://www.sosalarm.se/sv/Samhallstjanster/Vardtjanster_ambulans/Hur-gar-det-till-nar-ambulans-larmas-ut-/Dirigeringsuppdraget1/ den 13 november 2010

SOS Alarm. (den 24 november 2009). *OPAL*. Hämtat från Optimerad Ambulanslogistik: http://www.sosalarm.se/sv/Samhallstjanster/Vardtjanster_ambulans/Forskning-och-utveckling/Samarbete-kring-forskning-och-utveckling/Hasta1/ den 24 oktober 2010

SOS Alarm. (den 13 februari 2010). *Prioriteringsuppdraget*. Hämtat från http://www.sosalarm.se/sv/Samhallstjanster/Vardtjanster_ambulans/Hur-gar-det-till-nar-ambulans-larmas-ut-/Prioriteringsuppdraget/ den 1 december 2010