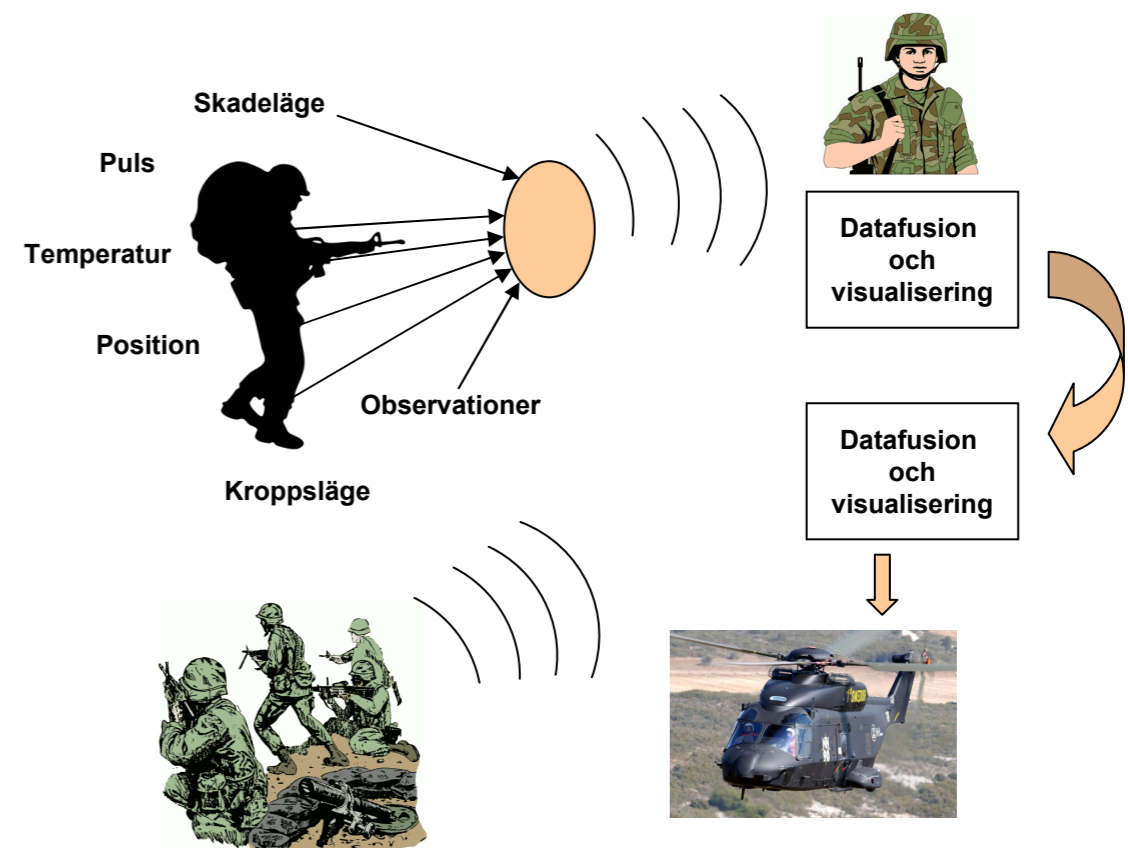


FREDRIK LANTZ, DENNIS ANDERSSON, ROBERT FORSGREN,  
ERLAND JUNGERT, BRITTA LEVIN



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1000 anställda varav ungefär 800 är forskare. Detta gör organisationen till Sveriges största forskningsinstitut. FOI ger kunderna tillgång till ledande expertis inom ett stort antal tillämpningsområden såsom säkerhetspolitiska studier och analyser inom försvar och säkerhet, bedömning av olika typer av hot, system för ledning och hantering av kriser, skydd mot och hantering av farliga ämnen, IT-säkerhet och nya sensorers möjligheter.

Fredrik Lantz, Dennis Andersson, Robert  
Forsgren, Erland Jungert, Britta Levin

# Systemkoncept för övervakning av individstatus

Titel	Systemkoncept för övervakning av individstatus
Title	A System Concept for Monitoring Status of Individuals
Rapportnr/Report no	FOI-R--2648--SE
Rapporttyp Report Type	Användarrapport User report
Sidor/Pages	58 p
Månad/Month	December
Utgivningsår/Year	2008
ISSN	ISSN 1650-1942
Kund/Customer	FM
Forskningsområde Programme area	7. Ledning med MSI 7. C4I
Delområde Subcategory	72 MSI 72 Human Factors
Projektnr/Project no	E7129
Godkänd av/Approved by	
FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut Avdelningen för Informationssystem Box 1165 581 11 Linköping	FOI, Swedish Defence Research Agency Information Systems Box 1165 SE-581 11 Linköping

## Sammanfattning

Denna rapport är resultatet av det första året av FoT-projektet *Tids-/resurskritisk ledning med övervakning av individstatus (TRIS)*. Syftet med projektet är att undersöka möjligheterna att utveckla ett systemkoncept för ett beslutsstödssystem för övervakning av individers status. Övervakningen är tänkt att ske genom insamling av fysiologisk information och olika former av omgivningsinformation. Systemet ska samla in, bearbeta, fusionera och visualisera denna information för att stötta användarens beslutsprocess. Projektet kommer att i samarbete med andra organisationer att bidra till utvecklingen av ett test- och demonstrationssystem för detta ändamål.

Exempel på typiska användare är militära insatsledare eller övningsledare, samt räddningsledare inom akut och katastrofmedicin. Den militära användningen av systemet är tänkt för övervakning av status hos soldater innan, under och efter ett uppdrag. En insatsledare ska kunna bedöma om uppgiften genomförs enligt plan med avseende på aktörernas fysiska och psykiska belastning, förflyttningstakt, skadeläge etc. Ett sammansatt statusindex ska ange status. Automatiska larm ska avlasta användarna från att kontinuerligt övervaka aktörerna.

TRIS ambition är att systemkonceptet ska vara generiskt och tillåta att sensorer och andra komponenter byts ut successivt då bättre komponenter blir tillgängliga. Systemet ska kunna anpassas till olika användarroller och dess informationsinhämtning ska kunna anpassas till användarens behov.

Nyckelord: Fysiologisk status, mental status, individstatus, WBAN, beslutsstöd, data fusion, övervakning.

## Summary

This report is the result of the first year of the FoT-project *Time-/Resource Critical Command and Control with Monitoring of Status of Individuals (TRIS)*. The purpose of the project is to determine the possibility of developing a system concept for a decision support system for monitoring status of individuals. The monitoring will be done by collection of physiological information and different forms of context information. The system will collect, compute, fuse and visualize this information to support the decision makers' decision process. The project will contribute to the development of a test- and demonstration system in cooperation with other organizations.

Examples of typical users of the system are commanders in military and civil emergency management. The military application of the system is concerned with the monitoring of status of soldiers before, during and after missions. A military commander shall be able to assess if the task is conducted according to plan with respect to the soldiers physical and psychological load, movement velocity, injury status, etc. Automatic alarms shall relieve the user from the continuous monitoring task.

The ambition of TRIS is that the system concept shall be generic and allow for sensors and other system components to be replaced when better components are available. The system shall be adaptable to different user roles and the information collection shall be adaptable to the users needs.

Keywords: Physiological status, mental status, status of individuals, WBAN, decision support, data fusion, monitoring.

## Innehållsförteckning

1.1	Beskrivning av TRIS-projektet.....	8
1.2	Bakgrund .....	8
1.3	Behovsanalys .....	10
1.3.1	Preliminärt resultat och kommentarer .....	10
<b>2</b>	<b>Grundläggande systemide´</b>	<b>13</b>
2.1	Allmänt.....	13
2.2	Militära applikationer .....	14
2.3	Exempel på applikation för internationellt uppdrag .....	15
2.3.1	Beslutsstödssystem tillika utvärderingsverktyg .....	15
2.3.2	TRIS roll i ett internationellt uppdrag .....	16
2.4	Övriga applikationer .....	18
<b>3</b>	<b>Mätning av fysiologiska variabler</b>	<b>20</b>
3.1	Allmänt.....	20
3.2	EKG och puls .....	20
3.3	Pulsoxymetri .....	21
3.4	Temperatur .....	22
3.5	Hudkonduktans/hudkonduktivitet .....	22
<b>4</b>	<b>Design av sensorsystemet</b>	<b>23</b>
4.1	Allmänt.....	23
4.2	Kravanalys.....	24
4.2.1	Tidsaspekter.....	24
4.2.2	Portabilitet .....	24
4.2.3	Komfort.....	24
4.2.4	Robusthet .....	24
4.2.5	Datakvalitet och -kvantitet .....	25
4.2.6	Visualisering och fusion .....	25
4.2.7	Uppkoppling och administration .....	25
4.2.8	Tilläggsinformation .....	26
4.2.9	Datainsamling.....	26
4.3	WISENET .....	26
<b>5</b>	<b>Kommunikation vid övervakning av individstatus</b>	<b>27</b>
5.1	Allmänt.....	27
5.2	Systemarkitektur för kommunikation .....	27
5.3	Beräkningsenhet och sensorer.....	28

5.4	Server och beräkningsenhet.....	28
5.4.1	Uppströms – FTP (File Transfer Protocol) .....	28
5.4.2	Nedströms – FTP (File Transfer Protocol) .....	29
5.4.3	Uppströms – Web Service.....	29
5.4.4	Nedströms – Web Service.....	30
5.4.5	Uppströms – SMS (Short Message Service).....	30
5.5	Slutsats .....	31
<b>6</b>	<b>Datafusion för fysiologisk övervakning</b>	<b>32</b>
6.1	Datafusion.....	32
6.2	Modellering av fysiologiska processer.....	33
6.3	Grundläggande definitioner .....	34
6.4	Datafusion för tillståndsskattning.....	34
6.5	Sammansatta mått på status.....	35
6.6	Kontextvariabler och fusion .....	38
6.6.1	Fusion med geografiska data .....	38
6.6.2	Fusion med temperaturdata .....	39
6.6.3	Fusion med utrustningsdata .....	39
6.7	Automatiska larm.....	40
6.8	Statusmått och prestation.....	41
<b>7</b>	<b>Arkitektur för beslutsstödet</b>	<b>42</b>
7.1	Förutsättningar.....	42
7.2	Systemflexibilitet.....	42
7.3	Konceptuell systemarkitektur.....	43
7.4	Tjänstebaserad systemarkitektur.....	45
7.5	Användartjänster.....	47
7.6	Tjänster för systemtilltro .....	48
7.7	Frågestöd.....	49
7.8	Tjänster för kvalitetsbedömning.....	51
7.9	F-Rex .....	51
7.9.1	Arkitektur.....	51
7.9.2	Forskningsförankring .....	52
7.9.3	Användningsområden.....	52
7.9.4	Genomförda uppföljningsarbeten med R&U (MIND samt F- REX).....	53
7.9.5	Framtida tillämpningar för TRIS och F-Rex.....	54
<b>8</b>	<b>Slutsatser och framtida arbete</b>	<b>55</b>
	<b>Referenser</b>	<b>56</b>





## 1.1 Beskrivning av TRIS-projektet

Denna rapport är resultatet av det första året av FoT-projektet *Tids-/resurskritisk ledning med övervakning av individstatus (TRIS)*. Projektet är treårigt med slutår 2010. Syftet med projektet är att undersöka möjligheterna att utveckla ett systemkoncept för ett beslutsstödssystem för övervakning av individers status. Övervakningen är tänkt att ske genom insamling av fysiologisk information, omgivningsinformation och eventuellt av rapporter/observationer från olika aktörer. Systemet ska samla in, bearbeta, fusionera och visualisera denna information för att stötta användarens beslutsprocess. Relevant statusinformation ska göras snabbt tillgänglig för användaren i enlighet med dennes önskemål och behov. Projektet kommer att i samarbete med andra organisationer att bidra till utvecklingen av ett test- och demonstrationssystem för detta ändamål. Test- och demonstrationssystemet ska användas för att undersöka och visa på möjligheterna med ett övervakningssystem för individstatus. En förstudie utfördes under 2007, se [Lantz, 2007].

## 1.2 Bakgrund

### Informationsbehov

Gemensamt för olika tillämpningar för ett system för övervakning av individstatus är att det finns en eller flera användare och aktörer. Användaren har ett behov av information som inte finns tillgänglig i användarens omedelbara närhet. Användaren har ett givet ansvarsområde och förväntas fatta någon form av beslut baserat på tillgänglig information. Exempel på typiska användarbefattningar är militär insatsledare eller övningsledare, samt räddningsledare inom akut och katastrofmedicin. Aktören är den som övervakas och som genererar informationen. Exempel på typiska aktörer är soldater i fält eller skadade vid en större olycksplats.

### Beslutsstöd

Användaren har behov av ett stöd för att lättare kunna fatta beslut baserat på tillgänglig information.

FM har genomgått en stor omställning och fokuserar mycket på internationellt deltagande. Detta ställer speciella krav på personal och planering då insatsens art och lokalitet kanske blir känd med kort varsel. Uppdragens risknivå kan vara hög och personalen kan bli föremål för regelrätta strider, olyckor, terroristaktiviteter, hot osv. och sannolikheten för att drabbas av fysiska skador eller psykisk stress är inte obetydlig, se [Tillberg, 2007].

Ett system för övervakning av individstatus kan vara användbart i många olika tillämpningar. En av tillämpningarna i fokus för TRIS gäller träning och övning inför fysiskt och mentalt krävande uppdrag. I detta fall kan systemet användas för:

- Att öka precisionen vid bedömning av den belastning, t ex stress, som en soldat utsätts för i olika uppdrag
- Utvärdering efter övning eller insatser. Förändringar i status kan undersökas då man utför uppdrag i nya miljöer.
- Att ingå som en del vid en bedömning av vilka individer som är mest lämpade för ett visst uppdrag.

Övervakning av individstatus kan också vara en viktig faktor för framgång under genomförande av riskfyllda och fysiskt krävande uppdrag, t ex för en rökdykare. I extrema situationer kan aktörens egen bedömning av risk och status behöva kompletteras. Om insatsledningen har relevant information avseende belastning tillgänglig kan han/hon se till att insatspersonalen avbryter uppdraget i tid.

I vissa fall av övervakning finns ett akut behov av kontinuerlig överföring av information medan det i andra fall räcker med att få en uppdatering någon eller några gånger per dag. Exempel på en akuttillämpning är en stor olycksplats där somliga skadade, omedelbart efter triagering, förses med sensorer och ställs under direkt medicinsk övervakning. En grupp soldater under förflyttning däremot föranleder kanske bara övervakningsaktivitet varannan timme om inte något oförutsett inträffar.

Vissa tillämpningar representerar on-line användning, dvs. själva uppkopplingen är kontinuerlig och medger om så önskas ständig övervakning. Analys av insamlad information görs mer eller mindre automatiskt av systemet som larmar om förutbestämda gränsvärden överskrids. Detta innebär en avlastning för användaren som kan fokusera på sina övriga arbetsuppgifter. I andra tillämpningar ligger fokus på jämförelser mellan helt separata uppkopplingstillfällen, dvs. övervakningen är inte kontinuerlig. Analysen kan göras med hjälp av systemet eller i annan utrustning och blir av off-line karaktär. Exempel på tillämpningar är utvärdering av en rehabiliteringsåtgärd där samma person återkommer upprepat antal gånger för undersökning. Den fysiska svårighetsgraden av ett militärt uppdrag kan uppskattas genom att data från ett stort antal aktörer registreras samtidigt.

## 1.3 Behovsanalys

Under 2008 har en analys av behov, begränsningar och krav på ett system för övervakning av individstatus inletts. Syftet med analysen har inte i första hand varit att ge FM ett underlag, utan att ge TRIS möjligheten att inrikta projektet på ett sätt som ger största möjliga nytta till FM. Analysen har skett genom litteraturstudier och genom diskussioner med FM. TRIS har genomfört möten med representanter för Markstridsskolan i Skövde och Kvarn. De diskussioner som har genomförts har varit informella och kan endast ses som en inledning på diskussionen med FM. Ytterligare diskussioner bör genomföras med enheter ur FM såsom bland annat Försvarsmedicinskt centrum, Överlevnadsskolan i Karlsborg och FM:s Idrotts- och friskvårdsenhet. Här redovisas endast TRIS slutsatser från diskussionen.

De frågor som analysen ska ge svar på gäller bland annat:

1. Finns det något behov av, och möjligheter att använda, TRIS-systemet under en insats?
2. Vid vilka uppdrag/uppgifter kan ett system för övervakning av individstatus vara till nytta?
3. Hur kan systemet användas i olika faser av ett uppdrag, dvs. innan, under och efter ett uppdrag?
4. Vilka är de statusvariabler som idag är svåra att bedöma och där det finns behov av ett stödsystem?
5. Vilka är de viktiga problemen med att sätta ett nätverk av sensorer (WBAN, Wireless Body Area Network) på en soldat?

### 1.3.1 Preliminärt resultat och kommentarer

#### Generellt behov av system för övervakning av individstatus

När det gäller behovet av system för övervakning av individstatus är en slutsats att det är centralt att identifiera sätt att mäta och analysera effekt/prestation för förband eller olika individuella aktörer. Om TRIS-systemet kan bidra till att tydligare och mer objektivt göra detta kan systemet vara till stor nytta. Att däremot enbart ha en uppfattning om allmän status ger alltför lite användbar information, om man inte samtidigt vet hur detta påverkar prestationen och möjligheterna att uppnå förbandens mål.

TRIS kommentar: Det är därmed tydligt att om man ska utveckla metoder för statusbestämning som ska vara användbara, så måste det finnas en direkt koppling mellan status och prestationen i en given uppgift. Då det är olika faktorer som mest påverkar prestationen i olika uppgifter måste delvis olika modeller för statusberäkning/-bestämning utvecklas beroende på uppgiften.

#### Behov av systemet avseende träning, övning och utvärdering

Det tydligaste identifierade behovet av systemet avser träning, övning och utvärdering. Systemet kan användas som en del i utvärdering av förband och individer vid övningar. Detta kan även ske som en del i urvalet av soldater till olika uppdrag. Det kan också vara användbart för att mäta effekten av att

introducera ny utrustning. Det kan i detta sammanhang konstateras att man vid experiment med ny teknik ofta upptäcker oförändrad eller försämradeffekt.

### **Användning av TRIS-systemet under insats**

Användning av TRIS-systemet under insatser har tveksamt värde, men är inte uteslutet. Det finns flera problem förknippade med användningen under insats. Ett stort problem gäller appliceringen av ett WBAN på soldaten under en insats och dess energiförsörjning, storlek och vikt. Kraven är mycket höga på dessa storheter. Detta måste ses mot bakgrund att soldaten idag är mycket hårt belastad. All ny utrustning måste värderas mot behov och mot alternativ utrustning som soldaten kan bära med sig, t ex mer vatten eller ammunition.

Det finns en osäkerhet med avseende på värdet av att få veta statusinformation från soldater under insats. Detta beror bland annat på att man inom FM inte har tillräcklig erfarenhet av dylika system eftersom man inte har tränat/övat och utvärderat system i tillräcklig omfattning. Det beror också på att det måste finnas möjligheter för befälen att agera under en insats genom att planera om uppdraget, avbryta uppgiften, alternativt byta ut aktören. Detta är ofta omöjligt och oavsett aktörens status måste uppgiften lösas då den har påbörjats.

TRIS kommentar: Den tekniska utvecklingen går snabbt framåt inom dessa områden och möjligheten att ta fram ett system som uppfyller kraven ökar. I t ex TRIS samarbete med Uppsala Universitet och Hectronic (Hectronic utvecklar och tillverkar bland annat minityriserade, strömsnåla inbyggda PC system) inom kompetenscentret WISENET (Wireless SEnsor NETworks) är visionen att inom 10 år ta fram en integrerad enhet för sensor, beräkning och kommunikation som är 5x5x5 mm och som kostar 1 \$ att tillverka.

De möjliga tillämpningar som har identifierats för användning av TRIS-systemet under insats gäller vid utförande av vissa farliga och speciella uppgifter. Vidare kontakter med FM, speciellt Överlevnadsskolan, måste föregå en identifiering av exakt i vilka sådana uppgifter som TRIS-systemet kan vara till nytta. Även om flera faktorer har framkommit under analysen som pekar på svårigheterna med att använda ett system för övervakning av individstatus under insats, så finns också andra faktorer som pekar på att möjligheterna successivt kommer att bli bättre. Inom TRIS kommer även fortsättningsvis möjligheterna att använda systemet under insats att studeras, som en del i konceptutvecklingen, men TRIS har inte denna användning av systemet i fokus för test- och demonstrationssystemet.

### **Tolkning av insamlade fysiologiska data**

Ytterligare ett problem gäller tolkningen av insamlad fysiologisk information. De flesta användare har inte tid och/eller inte kompetens att studera och dra relevanta slutsatser ur denna information. Vid efteranalys (After Action Review, AAR) av information från en övning finner man ofta att det finns en stor mängd information att studera och att denna information är svår att överblicka och tolka.

TRIS kommentar: Fokus för TRIS är att underlätta tolkningen av insamlad information och ge användarna möjlighet att fatta välgrundade beslut genom att sammanställa informationen i form av aggregerade statusindex. Beslutsstöd för AAR är viktigt för att underlätta hanteringen och tolkningen av data. TRIS

kommer att integreras med AAR-verktyget F-Rex, vilket beskrivs närmare i kapitel 8.

### **Användning av TRIS-systemet vid planering av insats**

Det finns bättre förutsättningar för användning av TRIS-systemet vid planering jämfört med användning under insats, även om detta kan vara svårt och är utforskat. I planering på strategisk nivå finns det möjligheter för befälen att avbryta uppdragen och fortsätta vid ett annat tillfälle, alternativt byta ut aktörer. I detta fall är sannolikt en överblick över aktörers långsiktiga sömn, energi- och vätskebalans av vital betydelse. Sömnbrist är det mest allvarliga problemet och kan bland annat leda till ökad reaktionstid, sämre uppmärksamhet, omdöme och motivation.

TRIS kommentar: Ingen beslutsfattare på FM med ansvar för strategisk planering har medverkat i diskussionen hittills.

### **Övriga synpunkter**

En kommentar som ibland görs angående TRIS-systemet är att den mest naturliga lösningen då man vill veta en aktörs status är att aktörerna själva meddelar ledningen sin status eller att ett befäl i närheten av aktören gör detta. Detta ger dock inte alltid den bästa bedömningen. Vissa individer kan vara ovilliga att berätta om sin status, medan andra har en tendens att överdriva i något avseende. Detaljeringsgraden i den information som en människa kan ge är också låg, samtidigt som information riskerar gå förlorad om den inte enkelt kan lagras. Ett objektiva verktyg för statusbedömning kan vara till hjälp i detta sammanhang.

TRIS kommentar: TRIS-systemet kan kompletteras med rapporter från individerna själva eller från befäl och deras bedömningar kan fusioneras.

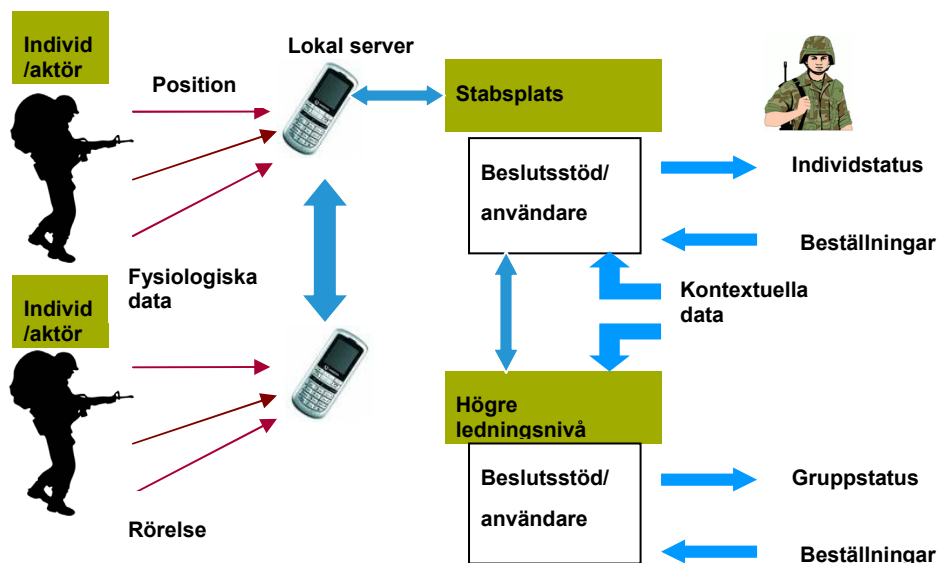
## 2 Grundläggande systemide´

### 2.1 Allmänt

Produkten/konceptet baseras på insamling av faktiska mätdata och kallas här Individual Status Measurement Service (ISM). Detta system består av en mätdatainsamlingsdel (ett telemetrisystem), en databehandlings-/beräkningsdel och en analysdel. Analysdelen är en tänkt modul i ett framtida ledningssystem. Telemetridelen baseras på dagens teknik som inte stödjer all önskad funktionalitet. En framtida utveckling kommer dock definitivt att möjliggöra fler funktioner och varför både nutid och en tänkt framtid i behandlas i detta dokument.

Det är TRIS ambition att systemkonceptet ska vara generiskt och användbart i flera olika tillämpningar. Projektet kommer därför att utveckla ett koncept som tillåter att sensorer och andra komponenter byts ut successivt i den takt som nya, bättre komponenter blir tillgängliga. Konceptet ska enkelt kunna anpassas till olika användarroller.

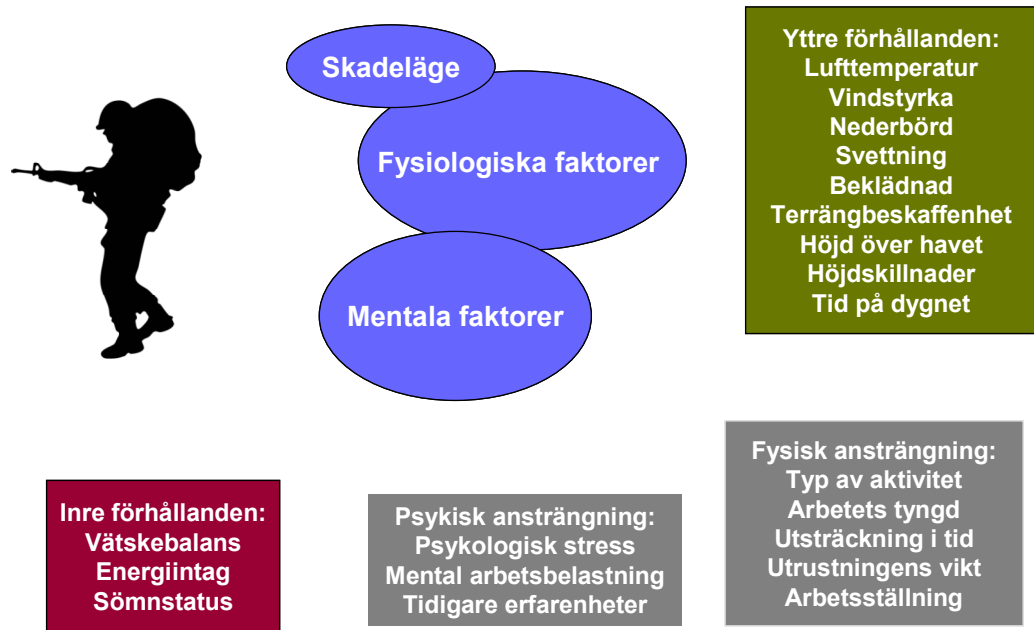
En viktig egenskap hos TRIS-systemet är att aktören ska kunna genomföra sin normala verksamhet utan att behöva ta större hänsyn till övervakningsutrustningen. Användarna ska kunna erhålla information om det fysiologiska eller patofysiologiska tillståndet hos aktören, men även exempelvis var han/hon befinner sig och vilken verksamhet som pågår.



Figur 1: Konceptuell bild över TRIS-systemet.

Systemkonceptet ska även möjliggöra att information om den individuella aktörens historiska status beaktas av beslutsstödet. Detta är nödvändigt eftersom förmåga och status hos olika aktörer kan skilja sig kraftigt åt beroende på erfarenhet, kondition etc. Andra väsentliga ämnen för projektet gäller utveckling av funktioner för automatiska larm vid avvikande status, samt hur statusvärdet är korrelerat med prestationsförmågan hos individen. Detta är ett

komplikerat problem då ett mycket stort antal faktorer påverkar individens status, se figur 2. Möjligheten att använda systemet vid planering av insatser eller övningar ska också analyseras.



Figur 2: Faktorer som påverkar individstatus.

## 2.2 Militära applikationer

Den militära användningen av TRIS-systemet är tänkt för övervakning av status hos enskilda soldater eller medlemmar i en grupp/förband innan, under och efter ett uppdrag. Beroende på vilken information som finns tillgänglig är tanken att en insatsledare ska kunna bedöma om uppgiften genomförs enligt plan med avseende på aktörernas fysiska och psykiska belastning (stress), förflyttningstakt, skadeläge etc. Ett sammansatt statusindex ska ange vilken status en enskild soldat eller grupp har.

Den viktigaste applikationen har tänkts gälla utvärdering och träning/övning inför genomförande av olika typer av militära uppdrag. Tanken är att det kan vara av intresse att få fram olika mått på fysisk ansträngning, stressnivå och förekommande miljöfaktorer, som kan utvärderas mot övningens resultat.

Systemet skulle även kunna användas som ett komplement till övriga verktyg för urval av soldater inför olika uppdrag.

## 2.3 Exempel på applikation för internationellt uppdrag

Ett internationellt uppdrag kan indelas i tre faser:

Fas 1: Förberedelseskedet i Sverige

Fas 2: Genomförande av uppdraget

Fas 3: Uppföljning åter i Sverige

Det informationsbehov som finns kopplat till de olika faserna omfattar:

Fas 1: Ta reda på personalens grundstatus innan uppdraget

Fas 2: Övervaka personalen under uppdraget och ta hand om skadade

Fas 3: Ta reda på personalens status efter uppdraget

Behovet av förberedelse, övervakning och uppföljning är relaterat till både personal och materiel. Som förberedelse ses exempelvis träning inför ett internationellt uppdrag och allokering av nödvändig materiel. Under själva uppdraget vill man övervaka personal och materiel för att säkerställa resursallokering och optimalt nyttjande. Till sist så sker en uppföljning efter hemkomst för att exvis se till att personal får adekvat hjälp för att motverka post-traumatiskt stress syndrom (PTSS). Informationsbehovet i de tre olika faserna kommer att beskrivas ytterligare.

All den information som genereras måste hanteras av en avancerad, säker och sökbar databas. Databasen kan användas på en mängd olika sätt, till exempel: a) som stöd vid ledning under uppdrag/intelligent beslutsstöd i Fas 2; b) för individuell psykosocial uppföljning efter ett uppdrag i Fas 3; och inte minst c) som bas för vidare forskning och utveckling.

### 2.3.1 Beslutsstödssystem tillika utvärderingsverktyg

Beslutsstödssystemet tillhandahåller en ledningsfunktion, och gränssnittet mot operatören är ett verktyg. I grund och botten handlar det om en funktion för att leda eller utvärdera en verksamhet. Den som är satt som operatör har behov av information för att kunna fatta ett beslut som sen ska kommuniceras ut som en order till berörda. Beslutsstödssystemet är ett verktyg för att samla in och presentera informationen på ett ”intuitivt” sätt allt för att se till att operatören får det beslutsunderlag han behöver. Man återkommer ofta till samma sak att det är just bristen på information som är det stora dilemma i komplexa situationer, rykten börjar gå och viktiga uppgifter kommer inte fram.

Beslutsstödssystemet är både en funktion, ett verktyg och hårdvara, dvs ett fysiskt system. Funktionen är den nytta som systemet uppvisar, dvs det som gör det möjligt att leda. Som verktyg är det ett gränssnitt mot operatören både för inmatning av data och för utläsning av information. Hårdvaran är instanseringen, dvs. hur man realiserar just en uppsättning av systemet. Samma faktiska ledningssystem kan sitta i en stab där operatören har tillgång till många displaytor, medan den fordonsburna varianten av utrymmesskäl t.ex. bara har en kartdisplay. En nätverkslösning gör att alla kan se alla och ta del av



den information/de rapporter etc. som förs in. Som bas finns en stor databas, vilken är ständigt aktiv och hela tiden förs på med nya data. Jämför polisens spaningsregister.

Till beslutsstödssystemet finns ett förberedelse-/planeringsverktyg knutet. Detta verktyg används för att mata in den information som behövs för uppdraget samt händelser som sker över tiden såsom olika slags underrättelsesdata. Planeringsverktyget förser ledningssystemet med data med jämna mellanrum eller vid behov. Planeringsverktyget kan vara fysiskt skilt från ledningsverktyget, dvs. placerade på olika platser, men det kan också vara en och samma hårdvara. Skillnaden är hur de används; planering är en off-line funktion medan ledningsfunktionen står för kontinuerlig övervakning i realtid.

Dessa planeringsverktyg hanteras av en planerare som kan sitta på en stab, medan själva ledningsfunktionen utförs på en annan stab eller används för att få information i fält. Det ideala vore ju om en operatör i fält, exvis en plutonschef, använder sitt ledningssystem som då sitter i bilen för övervakning och informationshämtning, samtidigt som han använder systemet för att mata in egna observationer som kommer andra användare till del. På sätt och vis suddas gränsen ut mellan planerings- och ledningsverktyg men det är kanske bara bra. På samma sätt finns en debriefing-funktion som sköter post-mission review och inmatning av ytterligare data i efterhand.

Nu har vi resonerat om systemet såsom en resurs vid ledning av ett förband under uppdrag. I själva verket så är det mycket mer än så. För att systemet ska få optimal effekt så behövs grundinformation att jämföra med och dessa data inhämtas i god tid innan uppdraget. Dessutom finns behov av uppföljning lång tid efter att ett uppdrag slutförts och därmed måste systemet även stödja detta. Här blir det väldigt tydligt att det gemensamma är själva databasen.

### **2.3.2 TRIS roll i ett internationellt uppdrag**

Informationen från de olika faserna kan användas både för individuell uppföljning exempelvis för att upptäcka orsakssamband, konstatera posttraumatisk stress, undersöka behandlingseffektivitet, utvärdera riskfaktorer, osv

#### **Planeringsskedet inför uppdraget, Fas1**

I planeringsskedet görs en uttagning av personal som testas både fysiskt och psykiskt, dessa värden förs in i databasen. Testerna är standardiserade. När det gäller materiel så för man in den utrustning som skall följa med förbandet/insatsen.

Fysiska tester handlar om kondition, styrka, uthållighet, tidigare prestationer dvs. grundläggande egenskaper som kommer att utgöra basen för jämförelser, dvs. en baseline. Konkreta exempel på sådana grunddata är hjärtfrekvens/max hjärtfrekvens, längd, vikt, ålder, kondition. På samma sätt skattas det psykiska välmåendet för att ha som fortsatt referens.

Övrigt som lämpligtvis matas in är personalens:

- Tjänstegrad/Position
- Utbildning
- Tidigare uppdrag/erfarenheter
- Förberedelser för insatsen, speciell utbildning etc
- mm

TRIS mätsystemdel kan här bidra med insamling av data, exempelvis för:

- Utvärdering av ny utrustning, beklädnad
- Undersökning av hur pass ansträngande ett uppdrag är
- Träning av trupp

### **Uppdraget/Insatsen på plats i utlandet, Fas 2**

Här handlar det om planering för själva uppdraget och operativ övervakning i kombination med långsiktig uppföljning.

Operativ övervakning innebär att informationen hanteras av ett ledningssystem och syftar till att ge en beslutsfattare en bra momentan lägesbild.

Ett planeringsverktyg förser ledningssystemet med adekvat grundinformation som rör uppdragen.

I planeringen förs sådant in som:

- vilka personer som kommer att delta i just det uppdraget, dvs. deras ID och därmed har man även tillgång till uppgift om kön och ålder.
- fordon som används
- beväpning och ammunition
- vätske- och matförråd
- fordonsbränsle
- övrig specialutrustning i fordonet
- beräknad färdväg och hållpunkter
- sömnstatus/vila
- bedömd risknivå

Samtidigt införs automatisk data från andra källor såsom väder.

Underrättelsedata förs på via inkomna rapporter och kontrolleras hela tiden av en automatisk funktion som bedömer om data är sannolikt/reliabelt.

I och med att systemen är nätverkade kan ”alla se alla” och ta del av underrättelsedata från många olika källor. Nätverket omfattar även andra nationers bataljoner/ledningssystem vilket ställer krav på utformningen av kommunikationsgränssnitt.

Det mesta som händer under insatsen lagras automatiskt i databasen. Efter varje uppdrag går personalen till en station för att svara på vissa standardfrågor och lämna rapporter om vad som hänt, jämför med polisens avrapportering. Detta blir ett sätt att skriva av sig. Dessa data kan i ett senare skede användas för att göra en debriefing, dvs. visa vad som hände och dra lärdom av det som skedde.

På samma sätt måste man med jämna mellanrum själv skatta hur man mår och svara på specifika frågor. Detta blir ett underlag för bedömning av stressnivå.

Det bör beaktas att stress inte är synonymt med hög aktivitet, den sortens stress som framkallas här har helt andra orsaker. Låg aktivitet kan bli ett problem isig, och tristess har varit mycket vanligt under vissa uppdrag.

TRIS systemet kan här bidra med:

- individuell positions- och verksamhets övervakning av personal som befinner sig i och utanför fordon
- rapportering av fysiologisk status (fysisk ansträngning, mental belastning, skador). Uppmätta värden relateras till tidigare baseline och tar hänsyn till uppdragets natur. Analysdelen undersöker samband mellan puls och aktivitet, allt för att detektera tillstånd som på sikt kan bli ohälsosamma, ackumulerad stress.
- rapportering av medicinskt tillstånd i samband med skador (kräver viss vidareutveckling)
- Stöd vid triagering

Resultatet visas integrerat i ledningssystemet på lämplig plats och med funktion som bör utredas vidare inte minst i samarbete med ledningssystemsutvecklare.

### **Uppföljning efter uppdraget, Fas3**

Ett annat viktigt område är att kunna göra analyser för att hitta de faktorer som påverkar resultatet av ett uppdrag. Med hjälp av ett stort material och statistiska metoder kan man hitta samband som i andra fall mycket väl skulle kunna anas men som är svåra att visa.

## **2.4 Övriga applikationer**

Individövervakning i hemmet eller på arbetsplatsen av patienter med diagnostiserade sjukdomstillstånd, så kallad telemedicin, erbjuder en möjlighet för individen att leva ett normalt liv samtidigt som sjukvården avlastas. Övervakningen kan vara av långtidskaraktär och riktad mot förändringar eller trender som sker över tid. Ett exempel är en person med känd hjärtsjukdom där hjärtats elektriska aktivitet registreras och överförs till lämplig vårdnivå via fast telefon, telefax, mobiltelefon eller Internet. Denna typ av system kan fungera på en mängd olika sätt 1) patienten aktiverar själv utrustningen när behov uppstår, 2) automatisk detektion och inspelning av arytmier hos patienten och 3) kontinuerlig registrering. I vissa fall skickas data med bestämda intervall såsom patientens egen mätning av blodtryck och vikt [Lin, 2006]. Det finns en stor utvecklingspotential inom områden som preventiv diagnostik, dvs. möjlighet att förutse patologiska tillstånd, och mätning av medicineringseffekter. Andra tillämpningar kommer att växa i och med den ökade användningen av invasiva biosensorer, dvs. sensorer som placeras inuti kroppen, är automatisk analys och dosering av medicin.

Inom katastrofmedicin, i samband med en större räddningsinsatser, kan systemen användas som fortsatt övervaknings- och beslutsstöd efter den initiala triageringen (räkning och sortering av skadade utifrån förväntad effekt av vårdinsatsen). En användare på olycksplatsen kan vara den som initialt övervakar de skadades vitalfunktion medan en sammanställning av skadeläget skickas till en högre ledningsnivå. När den skadade personen överförs till

ambulans för vidare transport skulle sensordelen kunna följa med, alternativt övertas övervakningsfunktionen av ambulansens befintliga apparatur. Systemet kommer således att ingå som ett delsystem i ett logistikhjälpmedel för att hantera ett på förhand okänt antal aktörer under hela kedjan från olycksplats till sjukhus [Gao, 2006].

I normalfallet finns inte användaren i omedelbar närhet av aktören. Emellertid kan systemen användas direkt av aktören som då även blir användare. Ett exempel på detta är metoden biofeedback som används bland annat för behandling av långvarig stress. Idén går ut på att aktören ges insikt i sina egna fysiologiska processer. På en display visas i realtid olika egna fysiologiska värden, som man normalt är omedveten om, såsom blodtryck, andnings- och hjärtfrekvens, muskelspänning, svettning med mera. Genom att genomföra olika övningar och notera hur dessa värden förändras kan man på sikt lära sig styra sitt beteende/reaktion och därmed åstadkomma önskade bestående förbättringar.

Inom områden som idrott, idrottsmedicin eller rehabilitering är det möjligt att nyttja individövervakningssystem för att samla in information i samband med periodisk träning, coaching och teknikövning etc. För rehabilitering skulle exempelvis systemet kunna nyttjas för att övervaka att en person verkligen genomför föreskriven motion eller rörelsescheman i hemmet. En helt annan applikation är inom idrottspsykologi, om en idrottsutövare har svårt att finna rätt teknik/motivation och fastnar i ett negativt mönster kan systemen användas för att visualisera den fysiologiska reaktionen och på så sätt möjliggöra förändringar, se biofeedback.

Systemen har även en given plats i svåra och farliga miljöer som till exempel i samband med bränder, undervattensverksamhet, sanering etc. I många fall ställs här specifika och ofta hårda krav på funktionaliteten. I fallet rökdykare måste systemen kunna rapportera om både rökdykarens hälsostatus och hans exakta position i en byggnad.

## 3 Mätning av fysiologiska variabler

### 3.1 Allmänt

Det autonoma nervsystemet styr de funktioner i kroppens olika inre organ som inte är direkt viljestyrda. Syftet är att hålla kroppen i balans på lång sikt, samtidigt som högsta beredskap snabbt kan sättas in om behov skulle uppstå. Det autonoma nervsystemet består i sin tur av två samtidigt agerande och motriktade system; det pådrivande sympatiska nervsystemet och det dämpande parasympatiska nervsystemet.

Det sympatiska systemet hanterar och förbereder kroppen för primitiva reaktioner som kamp och flykt och blir aktivt i samband med fara och hot, stress, ilska och rädsla. Kroppens reaktion vid aktivering av det sympatiska systemet är därför bland annat ökad hjärtfrekvens, ökad slagvolym, förhöjt blodtryck, omfördelning av blodcirkulationen, ökad svettning, utvidgade pupiller, ökad blodsockernivå och vidgade luftrör.

Det parasympatiska systemet är mer aktivt vid vila och i lugna situationer utan känslomässigt engagemang. Systemet möjliggör för kroppens reserver att byggas upp. Aktivering av det parasympatiska systemet medför ofta motsatt reaktion jämfört med det sympatiska systemet och leder bland annat till minskad hjärtfrekvens, minskad slagvolym, lägre blodtryck, minskade pupiller och ökad matspjälkning.

### 3.2 EKG och puls

Kroppens blodgenomströmning kan öka på två sätt: hjärtat kan antingen pumpa snabbare (högre puls) eller pumpa mer vid varje slag (ökad slagvolym). Vältränade personer utvecklar teknik för att öka slagvolymen vilket medför att pulsen inte stiger i samma utsträckning vid fysisk aktivitet jämfört med en mindre vältränad individ.

Elektrokardiogram (EKG) är en kontinuerlig direkt registrering av den elektriska aktiviteten i hjärtat, via en till tolv avledningar. Kurvornas form varierar beroende på var dessa avledningar är placerade och ger sammantaget en "bild" av hjärtats funktion. Dessa kan användas till att konstatera olika typer av fysiologiska och patofysiologiska tillstånd. Avledningarna är ofta placerade på bröstkorgen (bålen), men mätningen kan även göras via extremiteterna.

Puls (HR, heart rate) är ett beräknat mått och anges oftast som antalet hjärtslag slag per minut. Ur EKG-kurvan kan även tidsintervallet mellan två konsekutiva hjärtslag beräknas, Interbeat interval (IBI). I praktiken används tiden mellan två på varandra distinkta vågtoppar, såsom exciteringen av kamrarnas kontraktionsfas. Pulsens och/eller IBI förändring över tiden utgör den så kallade variabiliteten (heart rate variability, HRV). Det finns ett flertal olika sätt att beräkna variabilitet, svårigheten är ofta att erhålla data med tillräckligt god kvalitet för analys i realtid.

Puls är bland annat ett mått på fysisk ansträngning och/eller mental arbetsbelastning och varierar normalt mellan 50 slag per minut till ca 200 slag per minut för en ung frisk människa. Pulsen har en naturlig variation som är

orsakad av andning, blodtrycksreglering, dygnsrytm och nervös reglering (påslag från sympatiska och parasympatiska systemet). En spektralanalys av variabiliteten visar att högfrekvent reglering i området 0.15 till 0.4 Hz är synkron med andning och orsakas av aktivitet i det parasympatiska systemet, medan det lågfrekventa området 0.04 till 0.15 Hz hör ihop med reglering från både de sympatiska och parasympatiska systemen. Eftersom variabiliteten speglar funktionen i det parasympatiska systemet skulle en låg aktivitet kunna vara en indikation på patologi och det finns studier som visar att minskad variabilitet kan kopplas till stress, psykisk sjukdom och ökad risk för dödlighet.

Fysisk såväl som mental arbetsbelastning leder till ökad puls och minskad variabilitet. Mentalt belastande aktiviteter som genomförts under både skarpa och simulerade förhållanden visade vid en jämförelse ett likartat mönster för pulsförändringar, dock erhöles en lägre amplitud vid simuleringen, se [Magnusson, 2002]. Detta innebär att pulsförändringar under övningar kan användas som ett mått på hur mentalt belastande en uppgift är.

Svårigheten att särskilja mental belastning från fysisk belastning kan underlättas om aktören förses med positions- och lägesensorer såsom GPS och accelerometrar på extremiteterna. Till exempel bör en person som befunnit sig i liggande ställning en längre tid ha en låg puls. Om så inte är fallet kan man anta att personen, förutsatt att han är frisk, är utsatt för en stressituation. Om tillståndet håller i sig omotiverat länge finns anledning till åtgärd. Pulsen och dess förändring är individuell, varför varje registrering i möjligaste mån bör utvärderas mot en individuell referensnivå. I samband med fysisk ansträngning kan det vara av intresse att både visa den momentana ansträngningen i förhållande till maximal kapacitet och ett ackumulerat mått av total ansträngning.

Registreringen av EKG bör göras med hög frekvens, vilket ställer höga krav på överföringshastighet. Puls förändras däremot som mest ca tre gånger/sekund och om dessutom medelvärdesbildning genomförs minskas datamängden ytterligare. För medicinsk diagnos används lämpligen ett stort antal avledare, medan det kan räcka med ett fåtal avledare för att genomföra viss övervakning, mäta vitalfunktion, samt beräkning av puls och dess variabilitet.

### **3.3 Pulsoxymetri**

En pulsoxymeter gör en uppskattning av den arteriella syremättnaden i blodet, dvs. beräknar andelen syresatt hemoglobin i förhållande till den totala mängden hemoglobin som kan binda syre. En minskning i syremättnad kan ha rent medicinska orsaker såsom skadad lungvävnad eller vara ett resultat av minskat syrepartialtryck i inandad luft. Mätmetoden riskerar dock att visa falskt höga värden om till exempel andra ämnen, såsom kolmonoxid, har bundits till hemoglobinet. Metoden är känslig för omgivningens ljus, nagellack etc. och ger ingen direkt information om lungornas ventilering. Hjärtats pumpning orsakar variationer långt ut i kärlsystemet som kan detekteras och utgöra ett mått på puls.

### **3.4 Temperatur**

Hudtemperaturen kan uppskattas genom att använda temperatursensorer placerade direkt på huden eller genom att mäta den infraröda strålning som emitteras från huden. Fördelen med temperatursensorer är att de kan göras små och är lätta att applicera, medan nackdelen är svårigheten att säkerställa vad som mäts, dvs. om hudens egentliga temperatur mäts eller om det är temperaturen vid sensorn. Temperaturen inne i kroppen, kärntemperaturen, kan bland annat mätas genom att den övervakande sväljer en kapsel som innehåller en sändare vilken kontinuerligt överför temperaturdata till en extern mottagare.

### **3.5 Hudkonduktans/hudkonduktivitet**

Svettning kan förekomma som ett resultat av hög yttre värmebelastning, fysisk aktivitet, mental belastning eller påslag från det sympatiska nervsystemet på grund av oro, anspänning etc. Ett mått på svettning erhålls genom att mäta hudens konduktans/konduktivitet, dvs. ledningsförmåga, (electrodermal activity, EDA) via ytelektroder. För att mäta exempelvis mental belastning och oro med mera används oftast elektroder placerade på händer eller fötter.

## 4 Design av sensorsystemet

### 4.1 Allmänt

Det har länge funnits sensorer och tillhörande utrustning för övervakning av individers fysiologiska status. Dessa har dock i många fall varit klumpiga och haft kort operationstid, vilket ansetts för opraktiskt för andra tillämpningar än inom sjukvård och laboratorieförsök. Framförallt så har det inte funnits funktioner för generell och effektiv överföring av data. Teknikutvecklingen inom områden som informationsteknologi/telemetri med avseende på nätverk, protokoll, mobiltelefoni och positionering har skapat förutsättningar för helt nya applikationer. Utrustningarnas storlek och vikt krymper samtidigt som kapaciteten ökar och kostnaden minskar. Det pågår ett omfattande utvecklingsarbete av ett antal system för individövervakning framförallt riktad mot sjuk- och äldreomsorg.

Det kvarstår dock mycket att göra innan systemen uppnår full användbarhet. Det behövs en grundlig uppgiftsanalys som utgår från användarnas faktiska behov och önskemål och inte från den teknik som för tillfället är tillgänglig. Man måste även kunna garantera hög tillförlitlighet, dvs. god datakvalitet och stabil infrastruktur, för att minska systemens känslighet mot störningar. Antalet uppmätta variabler behöver öka, vilket i sin tur nödvändiggör datafusion, automatisering och förbättrade och anpassade presentationsfaciliteter. Sensorerna och den lokala servern måste ha lämpliga gränssnitt som tillåter flexibilitet.

Vi är förmodligen just nu bara i början av utvecklingen av system för individövervakning. Framtida utveckling inom telemetri, nanoteknologi, nya material för kläder med inbyggda non-invasiva (placerade utanpå kroppen) sensorer, biosensorer/biomedicinska sensorer placerade i kroppen, kommer att förskjuta gränserna för vad som är möjligt.

I de fall man använder sensorer för att skatta en aktörs status finns det alltid osäkerheter förknippade med resultaten. Detta beror bland annat på sensorernas fysikaliska begränsningar i upplösning, hur länge och ofta sensorerna kan observera aktörerna och på approximationer och antaganden om aktörerna i signalbehandlingen. Även i de fall aktörerna beter sig eller ser ut ungefär som man förväntar sig, leder avvikelserna ändå till mindre felaktigheter och att resultaten måste tolkas med hänsyn till förekommande osäkerheter. Slutligen kan användningen av sensorer i en miljö, eller andra förutsättningar, de inte är avsedda för leda till att data måste tolkas som mer osäkra än annars.



## 4.2 Kravanalys

En djupare analys av tänkta användningsområden visar att behoven i olika situationer ställer varierande krav på utrustningen. Faktorer såsom miljö, väder, olika fysiska och mättekniska möjligheter och begränsningar, samt övervakningens utsträckning i tiden påverkar möjligheterna för mätning och registrering.

### 4.2.1 Tidsaspekter

Om akuta åtgärder nödvändiggörs är det viktigt att utrustningen snabbt appliceras och att data omedelbart börjar överföras till lämplig ledningsnivå, såsom vid akut- och katastrofsjukvård. Även i andra fall är en snabb applicering av sensorer nödvändig.

Långtidsövervakning, från timmar till flera dygn, ställer krav på sensorernas funktionsduglighet. Det kan också innebära att den som övervakas själv aktivt måste medverka till exempel genom applicering av sensorer och/eller aktivering av datainsamlingsprocessen.

Behov av tillförlitlig kraftförsörjning till mät- och registreringsutrustning kan ställa stora krav på batterilivslängden. Även om systemen är designade för att användas under längre tid, kan det bli nödvändigt att göra en avvägning mellan ”uppdragets” tid, mängden insamlade data och krav på utrustningens vikt och storlek.

### 4.2.2 Portabilitet

Utrustningen som skall användas under fysisk aktivitet får inte vara skrymmande (speciellt viktigt vid förflyttning i svår terräng) och vikten bör således vara låg. Den bör inte heller vara försedd med detaljer som kan fastna i föremål i omgivningen eller på annat sätt störa uppdraget. Det är dessutom nödvändigt att utrustningen kan användas tillsammans med befintlig klädsel, dräkter och annan buren utrustning. För övrigt måste utrustningen fungera oavsett geografisk position (inom vissa gränser).

### 4.2.3 Komfort

I vissa fall begränsar komfortkraven valet av system och placeringen av sensorer. En soldat bär till exempel i normalfallet vapen, rygsäck, hjälm och kängor varför det kan vara olämpligt att placera sensorer på huvud, fot, hand, handled eller axlar. Även annan placering av sensorer kan leda till begränsad rörelseförmåga, irritation och/eller skador.

### 4.2.4 Robusthet

Vid användning i reella miljöer måste utrustningen vara okänslig för olika typer av påverkan såsom från svett, fukt, vatten, kyla, värme, rörelse, stötar och ljus. Data från personer som är i rörelse innehåller normalt sett olika typer av artefakter. Registrering av elektrokardiogram (EKG) kan starkt påverkas av rörelseartefakter (orsakade av förflyttning av sensorerna pga. muskelarbete och ändrat kroppsläge), förändringar i hudkontakt eller elektriska störningar genererade av muskelanspänning likaså. Pulsoxymetri är känslig för mekanisk

påverkan och för omgivningsljuset. Avancerad signalbehandling kan användas för att förbättra signalkvaliteten. Systemen bör dessutom vara försedda med funktioner för att hantera bortfall av data eller förekomst av onormala sekvenser.

#### **4.2.5 Datakvalitet och -kvantitet**

Om utrustningen ska användas i vissa patofysiologiska tillämpningar, såsom till att ställa en medicinsk diagnos eller att övervaka vitalfunktionen, ställs högre krav på datakvantitet och kvalitet och att utrustningen följer medicinsk standard. Det är viktigt att registrerade fysiologiska variabler visar tillförlitliga värden. Systemets egenskaper kan härvidlag refereras till etablerade bästa möjliga mätmetoder som så kallad ”gold standard”. Placeringen av sensorer är i många fall avgörande för resultatet och det kan vara av vikt att den övervakade undviker att röra sig för att minska risken för störningar. För registrering av EKG bör adekvat antal avledningar användas, allt från en till tolv kan förekomma beroende på applikation.

#### **4.2.6 Visualisering och fusion**

I och med att antalet övervakade variabler ökar, så ökar informationsmängden som måste hanteras. Det är därför nödvändigt att skapa en urvalsfunktion som möjliggör automatisk informationsbehandling samtidigt som användaren själv kan välja den information som för tillfället är mest intressant. Detta innebär att användaren skall förse med ett användargränssnitt som är användbart för applikationen, dvs. flexibelt, lättöverskådligt och avlastande. När så är lämpligt bör data fusioneras för att (på olika nivåer) avlasta användare samtidigt som situationsmedvetenheten ökas. Intelligent systemstöd är en nödvändighet när stora informationsmängder skall hanteras av uttröttad personal [Uckun, 1994].

I många fall ökar informationsvärdet väsentligt om informationen presenteras gemensamt med andra system. Lägesinformation visas företrädesvis tillsammans med någon form av 2D/3D- kartbild eller arkitekturritning, beroende på tillämpning. Inbyggda stödfunktioner såsom prediktion av förflyttning baserad på tidigare hastighet eller planering kan ytterligare minska användarens arbetsbelastning. Ett sammanfattat mått, såsom ett statusindex, på individ-/grupp nivå kan ytterligare underlätta beslutsfattandet på högre nivåer.

Individuellt angivna gränsvärden bör användas för att skapa en larmfunktion. Det kan röra sig om fysiologiska gränsvärden men även lägesförändringar. Gränsvärden ska kunna vara generiska eller anpassade för den enskilda individen och kan därmed variera från ett tillfälle till ett annat.

#### **4.2.7 Uppkoppling och administration**

Olika tillämpningar medger olika former av dataöverföring, exempelvis skulle övervakning i hemmet kunna nyttja fast Internetuppkoppling, medan mobiltelefon teknik kan användas när övrig infrastruktur saknas. Det är även högst väsentligt att sensorerna kan kopplas in och ur automatiskt, för att på sätt öka användbarheten men framförallt för att minska hanteringen av data.

#### **4.2.8 Tilläggsinformation**

Tilläggsinformation behövs för att användaren ska kunna fatta optimala beslut, men som i normalfallet inte direkt tillhandahålls av sensorer. Exempel på tilläggsinformation är; omgivningsförhållanden (temperatur, vind, nederbörd, belysning), den övervakades identitet, anamnes (en patients återgivning av sin sjukdomshistoria), medicinska journaler, olika sorters observationer, skaderapporter, video/audio mm.

#### **4.2.9 Datainsamling**

Registreringsfrekvensen bör naturligtvis vara tillräckligt hög för att säkra tillgången på tillförlitlig information. Kravet på samplingstakt skiljer sig dock betydligt beroende på typen av variabel. Kroppstemperatur förändras relativt långsamt och kräver därför ingen hög uppdateringshastighet, medan däremot hjärtaktivitet i form av ett EKG bör sparas med minst 200Hz.

Realtidsöverföring av data till en server eller dylikt är en förutsättning för realtidsövervakning. Om däremot syftet endast är att i efterhand analysera registrerad information kan mellanlagring på någon form av aktörsburen lagringsenhet vara ett alternativ.

### **4.3 WISENET**

TRIS samarbetar, som redan påpekats, med Uppsala Universitet och Hectronic inom kompetenscentret WISENET. Samarbetet inom WISENET kommer att resultera i ett WBAN anpassat till TRIS krav. Detta WBAN kommer alltså att utgöra TRIS-systemets WBAN-komponent. Utvecklingen av detta WBAN är pågående och en första version av systemet kommer att vara tillgänglig under 2009.

## 5 Kommunikation vid övervakning av individstatus

### 5.1 Allmänt

En del av teknikutvecklingen för sensorer för övervakning av individstatus gäller små, lätta och billiga sensorer. Målsättningen är att dessa sensorer ska kunna nyttjas effektivt och ändamålsenligt i ett sensornätverk och inte bara av användare som finns på en plats nära sensorn. En förutsättning för att realisera sensornätverk är att man har tillgång till robusta kommunikationskanaler. Därvidlag finns krav både på kanalernas säkerhet och på deras bandbredd. Det finns två typer av kanaler av huvudsakligt intresse i det system som avses här. Det gäller kanalen mellan sensorer och en lokal server och kanalen mellan denna server och användarna i nätverket. Båda kanalerna måste vara trådlösa om aktörerna ska kunna röra sig fritt och med minimal risk för avbrott. Avsikten med TRIS-systemet är att den lokala server som överför information mellan WBAN och beslutsstödet ska kunna vara densamma för alla olika uppdrag/uppgifter.

Exakt vilka kanaler för kommunikation som finns tillgängliga påverkar vilken datafusion som är nödvändig. Många gånger är bandbredden en begränsande faktor i ett sensornät, speciellt i ett trådlöst system. En annan begränsande faktor är den tillgängliga energin. Det är ofta fördelaktigt att fusionera data lokalt vid sensorerna, så mycket som möjligt, för att begränsa den kommunikation som måste ske och samtidigt begränsa energiåtgången i systemet. Om för mycket fusion sker lokalt finns en risk för att inte all information blir tillräckligt detaljerad för användarnas behov. I denna problematik finns flera avvägningsfrågor som måste besvaras vid systemdesignen. Optimalt tillåter systemet användarna att i viss utsträckning styra över dessa avvägningar för att kommunikation och fusion ska anpassas till behoven. Detta är en fråga som studeras i TRIS.

### 5.2 Systemarkitektur för kommunikation

Den teknik som idag är mest välutvecklad för att klara tillämpningskraven på kommunikationskanalen mellan den lokala servern/beräkningsenheten och nätverkets användare är mobiltelefon teknik. Generellt ska den lokala beräkningsenheten samla in information från sensorer och sedan leverera delvis förädlad information till en server där vidare beräkning tar vid. Servern överför även data och styrkommandon till beräkningsenheterna, vilka i sin tur kan styra sensorerna.



Figur 3: Principskiss för kommunikationsarkitektur.

### 5.3 Beräkningsenhet och sensorer

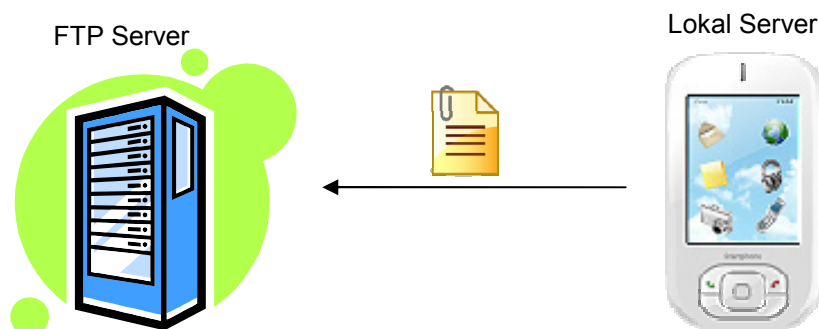
Inhämtningen av data ska ske trådlöst, med så lite konfigurering som möjligt och med en pålitlig uppkoppling. Beräkningsenheten ska även ha möjlighet att styra sensorparametrar, så som till exempel dataakt, i kommunikationen.

### 5.4 Server och beräkningsenhet

Beräkningsenheten ska vidarebefordra data till en server och även motta data från denna server. Dessa data kan vara mer eller mindre förädlade. Kommunikation sker genom GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced GPRS) och 3G (Third Generation) beroende på tillgänglighet hos aktuella basstationer. Det finns flera olika tänkbara lösningar. Dessa delas upp i uppströms (till server) och nedströms (till beräkningsenhet). Det finns också två principiellt olika sätt att kommunicera data beroende på vilken enhet som styr datakommunikationen. Det ena gäller när den mottagande enheten kontrollerar om nya meddelanden finns hos sändaren. Detta benämns som *poll* i detta kapitel. Om istället sändaren meddelar mottagaren att nya data finns kallas detta för *push*.

#### 5.4.1 Uppströms – FTP (File Transfer Protocol)

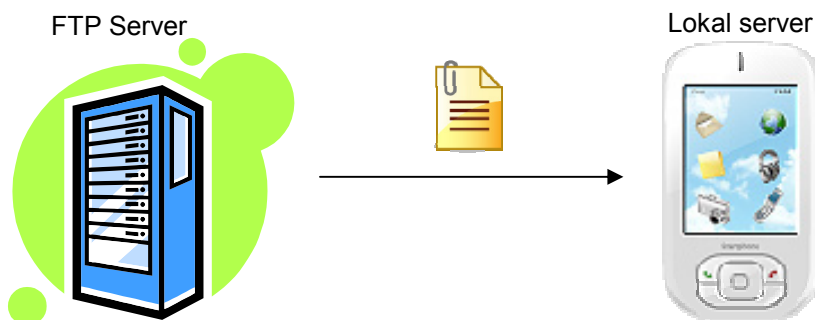
I denna lösning finns en FTP-server som beräkningsenheten laddar upp sensordata till i form av filer. Denna metod är *push* från beräkningsenheten.



Figur 4: Kommunikation från lokal server/beräkningsenhet till FTP server.

Fördelarna med denna lösning är att den är enkel att implementera och att stora mängder data kan överföras. Nackdelarna är att sensordataformatet inte blir direkt synligt för beräkningsenheter eller andra klienter. För ett stabilt och utbyggbart system krävs ett komplicerat ramverk.

### 5.4.2 Nedströms – FTP (File Transfer Protocol)

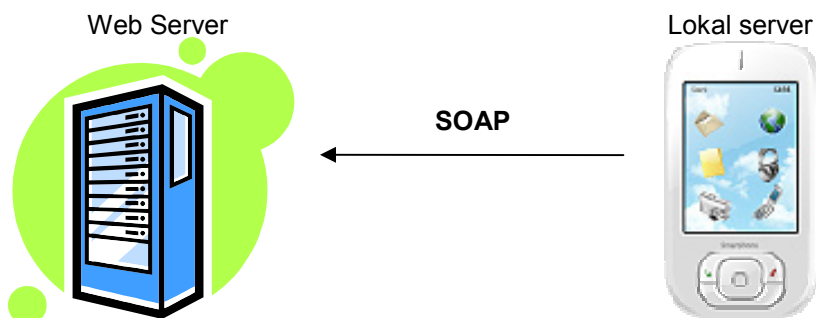


Figur 5: Kommunikation från FTP server till lokal server/beräkningsenhet.

I denna lösning finns också en FTP-server. Beräkningsenheter laddar ner meddelanden från servern i form av filer. Denna metod är alltså *poll* från beräkningsenheten. Fördelarna med denna lösning är att det är enkelt att implementera och att stora mängder data kan överföras. Nackdelarna är att formatet på meddelanden från server inte blir direkt synligt för beräkningsenheter och andra klienter, för ett stabilt utbyggbart system krävs även här ett komplext ramverk. *Poll* ger dessutom hög energiförbrukning vid behov av snabb meddelandehantering.

### 5.4.3 Uppströms – Web Service

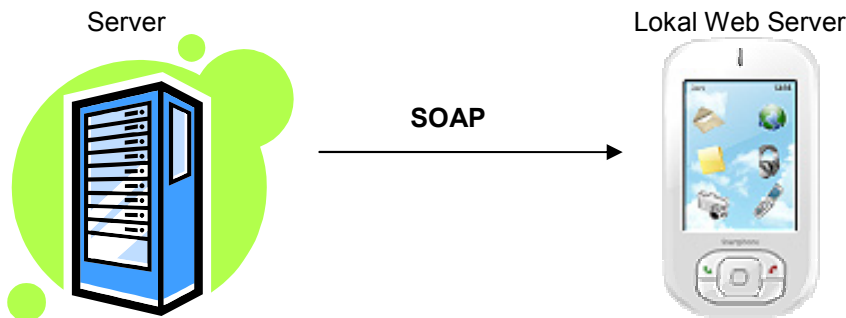
I denna lösning finns en web-server som publicerar olika metoder, som sedan beräkningsenheterna kan anropa. Beräkningsenheterna använder SOAP (Simple Object Access Protocol) som är en standard för att skapa anrop till en server. Denna metod är *push* från beräkningsenheten.



Figur 6: Kommunikation från lokal server/beräkningsenhet till web server.

Fördelarna med denna lösning är att formatet på metoder och data blir synligt för beräkningsenheterna. Ramverk för web-service-anrop finns i programmeringsmiljön för WM6, övriga beräkningsenheter och troligen också för andra beräkningsenhetstyper. Stora mängder data kan överföras. Nackdelarna är att data förs över i XML-format, vilket ger dålig prestanda för stora mängder data.

#### 5.4.4 Nedströms – Web Service

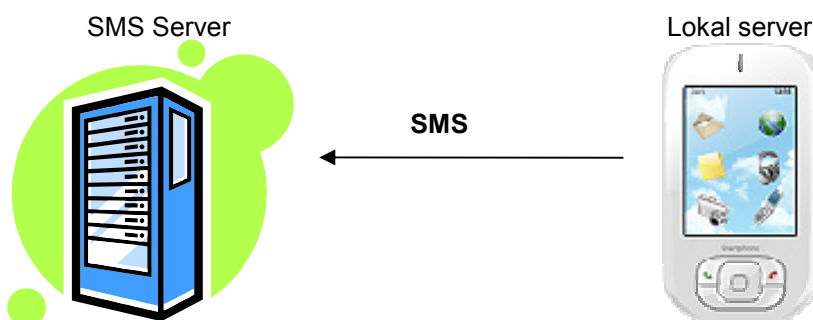


Figur 7: Kommunikation från web server till lokal server/beräkningsenhet.

För beräkningsenheten används en web-server som publicerar olika metoder, som sedan servern kan anropa. Servern använder SOAP-standarden för att skapa anrop till beräkningsenheten. Denna metod är *push* från servern. Format på metoder och data blir synliga för servern och stora mängder data kan överföras, även om det sker med dåliga prestanda eftersom data förs över i XML-format. Det kan finnas problem med att sätta upp en web-server på en mobiltelefon; vissa nätverksleverantörer tillåter inte inkommande datatrafik till mobiltelefoner i nätverket. Energiförbrukningen för beräkningsenheten kan också öka.

#### 5.4.5 Uppströms – SMS (Short Message Service)

I denna lösning används en SMS-server. Beräkningsenheten kommunicerar med servern genom att skicka SMS. Denna metod är *push* för beräkningsenheten.



Figur 8: Kommunikation från lokal server till SMS server. .

Fördelarna med denna metod är att det är mycket enkelt. Nackdelarna är att ett SMS är begränsat i storlek, vilket gör att det blir svårare att skicka större mängder data. Ett extra lager på SMS tjänsten på beräkningsenheten och servern måste skapas. Dessutom blir sensordataformatet inte direkt synligt för beräkningsenheterna eller klienterna. För ett stabilt och utbyggbart system krävs ett komplext ramverk.

## 5.5 Slutsats

Den bästa tekniska lösningen är att *push* används för både sändare och mottagare, med en web-server på båda sidorna. Detta kan dock bli problematiskt då telefonoperatörer ofta har brandväggar som stoppar denna typ av kommunikation till en mobiltelefon. Två andra varianter framträder därför som tänkbara lösningar.

Om web-service och SMS används kommer detta att innebära *push* från klient till servern i form av ett web-service-anrop och *push* från server till klient i form av ett SMS. Detta är fördelaktigt då information från servern inte förväntas omfatta stora meddelanden. Nackdelar med ett internt format i SMS kvarstår, men detta kan möjligtvis lösas genom att SMS endast signalerar att ny information finns tillgängligt genom ett web-service anrop.

En web-serviceteknik skulle innebära *push* från klient till servern i form av ett web-serviceanrop. Detta web-serviceanrop kan ha ett returvärde som signalerar att ett nytt meddelande till klienten finns från servern. Detta blir en hybrid mellan *push* och *pull* från klienten. Fördelen är att formatet är helt känt genom web-service-deklarationen. Nackdelen är att servern inte kan få fram snabba meddelanden till klienten.



## 6 Datafusion för fysiologisk övervakning

### 6.1 Datafusion

I detta systemkoncept kommer data från sensorer och andra informationskällor att analyseras i flera steg, där varje steg innebär en successiv förädling av analysresultatet. Förädlingen av sensordata och annan information kallas datafusion, [Hall, 2001]. Datafusion är en process för att sammanställa data från olika källor och/eller tidpunkter i syfte att skatta eller förutsäga tillståndet hos någon bestämd del av omvärlden. Det vanligaste exemplet på datafusion är att sammanställa data från olika sensorer för att skatta eller förutsäga fordons eller människors positioner eller typ.

Datafusionsprocessen brukar delas upp i olika steg, där varje steg motsvarar en viss abstraktionsnivå med avseende på den information som steget behandlar och levererar, [Hall, 2001]. I Tabell 1 visas de olika nivåerna i datafusionsprocessen. Datafusionsprocessen togs ursprungligen fram för militära tillämpningar, varför nivå 3 tidigare kallats för hotanalys. I fallet med övervakning av fysiologisk status är termen konsekvensanalys mer adekvat. Varje nivå i datafusionsprocessen har sina utmaningar, men också en mängd etablerade verktyg för att komma till rätta med dessa utmaningar.

Tabell 1: De olika nivåerna i datafusionsprocessen.

Nivå	Namn enligt [Hall, 2001]	Översättning
1	Objekt Assessment	Sensordataanalys
2	Situation Assessment	Situationsanalys
3	Impact Assessment	Konsekvensanalys
4	Process Refinement	Processförädling

Den information sensordataanalysen genererar är information om de objekt som är intressanta att övervaka i den aktuella tillämpningen, d.v.s. individuella personers fysiologiska status i detta fall. Syftet med situationsanalysen brukar i allmänhet beskrivas som att skapa en gemensam beskrivning av flera objekt och deras relation till varandra. I denna tillämpning kan man betrakta sammanställningen av information om status från flera individer till information om status hos en hel grupp som situationsanalys.

Konsekvensanalysens uppgift är att hjälpa användarna att förstå konsekvensen av olika åtgärder i en viss situation och ge stöd för att prediktera händelseutvecklingen i den givna situationen. I detta fall kan det gälla att prediktera aktörernas status efter ett nytt uppdrag.

Slutprodukten för fusionen är en lägesbild, eller snarare en mängd olika lägesbilder på olika nivåer av detaljering, dvs. vi har en beskrivning som beskriver aktörers tillstånd, en som beskriver deras vitalitet, en som beskriver en grups vitalitet, etc. En lägesbild är alltså en mängd statusbeskrivningar för olika aktörer tillsammans med den aktuella kontexten. Den lägesbild som användarna får tillgång till är olika utsnitt av dessa statusbeskrivningar och

kontexter beroende på användarnas roll. Vissa av de funktioner för datafusion som nämns i detta kapitel är svåra att utveckla. Det är inte troligt att TRIS kommer att utveckla alla funktioner som omnämns.

## 6.2 Modellering av fysiologiska processer

Inom fysiologi och medicin är det ofta omöjligt att direkt mäta de variabler som är av intresse, utan man måste förlita sig på modeller av samband mellan det som kan mätas och det som man vill skatta. Det finns i allmänhet två typer av modeller; den ena typen av modell (t ex baserat på neurala nätverk, [Haykin, 1999]) fokuserar på modellering av de samband mellan indata och utdata som kan identifieras genom experiment av olika slag utan att man tar hänsyn till hur de verkliga fysiologiska processerna ser ut. Den andra typen av modell försöker modellera de verkliga fysiologiska processerna på någon given abstraktionsnivå. Valet av modell beror på tillgänglig kunskap och på användarnas behov. Den andra typen av modell kräver mer bakgrundkunskap.

Enligt [Carson, 2001] är de modeller som använts hittills vid modellering av fysiologiska och medicinska fenomen ofta linjära, deterministiska och icke-dynamiska trots att människors fysiologi utmärker sig genom icke-linjära, stokastiska och dynamiska fenomen. Det har dock funnits en stark utveckling inom signalbehandlingen och datafusionen på senare år, vilket ger nya möjligheter till att skapa användbara realtidsmodeller som är bättre anpassade till människans fysiologiska processer. I [Carson, 2001] nämns bl. a. Probabilistiska nätverk [Cowell, 1999] och Monte-Carlo metoder [Doucet, 2001]] som intressanta. I och med utvecklingen av dessa tekniker kan sannolikhetsteoretiskt baserade metoder, t. ex. Bayesianiska metoder, användas för realtidsestimering av fysiologisk status. Avsikten är att studera möjligheten att utnyttja dessa tekniker för skattning av individstatus inom TRIS.

De modeller som hittills har identifierats av TRIS är linjära, där t ex effektutveckling ( $P$ ) beräknas baserat på pulsen (HR, heart rate) och vissa parametrar  $a$  och  $b$ ,  $P = a + b \cdot HR$ . Dessa parametrar kan vara av komplicerad natur och beror på individens ålder, kön, grundkondition etc., och är på så sätt anpassade till individens typ. Dock är modellerna genomsnittsmodeller där parametrarna inte är direkt knutna till individen. Själva syftet är också ofta att hitta genomsnittliga statusvärden för att t ex kunna utrusta förbanden på ett lämpligt sätt. Andra modeller är mer komplexa då de tar hänsyn till att det finns också andra faktorer som påverkar effektutvecklingen, t ex värmebelastningen. Dessa modeller använder således datafusion; dock har inga modeller där det tas hänsyn till osäkerheten i olika datakällor identifierats. Det är i detta sammanhang viktigt att påpeka att det inte finns någon anledning att använda komplicerade, icke-linjära modeller för sakens egen skull. I de inledande ansatserna kan linjära modeller mycket väl vara gott nog. Däremot bör fusionsmetoderna ta hänsyn till datas osäkerhet för att deras bidrag ska kunna viktas korrekt.

## 6.3 Grundläggande definitioner

För att beskriva bearbetningen av fysiologiska data på ett stringent sätt krävs vissa begreppsdefinitioner. Begrepp som fysiologisk status, belastning och annat används hittills på ett övergripande sätt.

I detta sammanhang skiljer vi på det som sensorerna mäter, dvs. EKG, galvaniskt hudmotstånd, armrörelser, etc. och det som skattas av systemet. De uppmätta storheterna kallar vi *mätvariabler*. Mätvariablerna används sedan för att skatta puls, rörelse, svettning och annat. Dessa primärt intressanta variabler kallar vi för *tillståndsviabler*. Alla tillståndsviabler tillsammans kallar vi för aktörens *tillstånd*. Avsikten är att tillståndet ska beskriva aspekter på aktören som skattas med hjälp av data från aktörsburna sensorer och fysiologiskt välgrundade, kvantitativa modeller över samband mellan mät- och tillståndsviabler. Tillståndsviablerna behöver inte vara knutna till aktörens fysiologi, utan kan t ex gälla dennes position eller aktivitet. Med aktörens *status* avses dennes tillstånd, men också ett mer sammanfattande mått på aktörens *vitalitet* som beskrivs mer utförligt nedan. Det finns också en rad andra variabler av intresse för övervakningen som inte är knutna till aktören, utan till den kontext som aktören befinner sig i för tillfället. Det kan gälla omgivningens temperatur eller utrustningens vikt. Dessa variabler kallar vi *kontextvariabler*.

## 6.4 Datafusion för tillståndsskattning

Datafusionsmetodik handlar i de flesta fall om att på ett korrekt sätt hantera de osäkerheter som är förknippade med aktuell information. Då man använder sensorer för att skatta något objekts tillstånd finns det alltid osäkerheter förknippade med resultaten, även om osäkerheterna i vissa fall är så små att de kan ignoreras eller på något annat sätt enkelt kan hanteras av en människa. Då hanteringen av osäkerheten i data ska ske automatiskt i en datafusionsprocess finns en mängd kända metoder för att göra detta på bästa sätt, även om metoderna för de högre nivåernas informationsfusion, d.v.s. situationsanalys och konsekvensanalys, inte är fullt så etablerade. Ofta baserar sig datafusionsmetoder för sensordataanalys på sannolikhetssteori, där det s.k. *Kalman Filtret* [Anderson, 1979], är vanligt. Detta filter baserar sig på antagandet att osäkerheterna är normalfördelade och kan i detta fall användas för att kontinuerligt skatta aktörernas tillstånd givet mätdata.

I Kalman filtret används en modell av förändringen av tillståndsviablerna vid skattningar av tillståndet. Modellen beskriver de fysiska möjligheterna till förändring av variablerna och eventuella korrelerade förändringar. Den har en viss vikt i förhållande till mätdata, vilken beror på tiden mellan tillståndsskattningarna. Förändringsmodellen används också för att prediktera framtida tillstånd på kort sikt. Denna modell används tillsammans med de insamlade sensordata för att ge en så bra skattning som möjligt. Den vikt som ges till sensordata kan variera beroende på hur förutsättningarna såg ut vid insamlingstillfället. Ett enkelt exempel utgörs av att GPS-positionen kan viktas olika beroende på antalet tillgängliga satelliter eller andra kvalitetsdata förknippade med GPS.

Det är också vanligt att använda s.k. mixade modeller, där flera Kalman filter arbetar samtidigt för att skatta ett tillstånd. Interactive Multiple Models (IMM) [Blackman, 1999] är en sådan teknik som är lämplig att använda i TRIS-systemet. De olika filtren baserar sig då på olika modeller/antaganden om t ex en persons rörelsemode. I ett sådant fall kan de basera sig på modeller av att personen springer, går eller är stilla. Tillsammans med GPS-observationer kan metoden användas för att samtidigt skatta personens rörelsemode och få en bättre skattning av aktörens position. Om aktörssystemet innehåller accelerometrar kan även dessa mätdata användas för att skatta personens rörelsemode, se nedan.

Även andra metoder för tillståndsskattning som baserar sig på Monte-Carlo metoder (det s.k. Partikel Filtret [Doucet, 2001] kan användas. Denna metod bygger på att osäkerheten representeras genom att det samtidigt finns flera hypoteser om vad tillståndet är. Fördelen med denna metod är att man enkelt kan modellera olinjära fenomen. Nackdelen är att metoden kan vara mycket mer beräkningskrävande än metoder som baserar sig på Kalman filtret. Då även data som beskriver osäkerheten i tillståndsskattningen ska kommuniceras från den personliga servern ökar detta kommunikationsvolymerna kraftigt. Då aktörssystemets energiförbrukning är starkt beroende av hur mycket och hur ofta information kommuniceras kommer metoder baserat på Kalman filtret att användas i TRIS-systemet för tillståndsskattning på den lokala servern. Denna skattning kan dock förfinas med användning av ytterligare information, t ex geografisk information, varför andra fusionsmetoder kan komma att användas i beslutsstödet.

Om systemet innehåller accelerometrar kan systemet, beroende på antalet accelerometrar och deras placering på kroppen, även användas för att skatta flera aspekter av aktörernas aktiviteter. Det kan användas för att skatta om aktörerna står upp, ligger ned, kryper, springer eller går. I [DeVaul, 2001] används en form av IMM-teknik för att klassificera aktörernas rörelsemode. Sambanden mellan accelerometerdata och rörelsemode förväntas vara kraftigt olinjära. Rörelsen kan också användas för att indirekt skatta terrängens beskaffenhet. Om aktören rör sig långsamt och oregelbundet kan det bero på att terrängen är svårframkomlig. Rörelsen bör i allmänhet vara regelbunden om terrängen är platt/enkel. Givet att systemet har tillgång till geografisk information så kan detta verifieras.

## **6.5 Sammansatta mått på status**

Det finns flera försök att beräkna ett statusindex genom fusion av fysiologiska data. I bland annat [Hoyt, 2001] görs ett försök att skatta ett index för fysiologisk ansträngning under träning i urban miljö (Physiological Strain Index, PSI), baserat på fusion av HR och kärntemperatur. Arbetsbelastning och termisk belastning mättes under ett två timmar långt simulerat angrepp på en anläggning. Modellen som används är linjär och tar ingen hänsyn till osäkerhet, men spridning för olika individers PSI analyseras. PSI skattas med en minuts mellanrum. Slutsatserna är att PSI är en känslig indikator på kardiovaskulär och termisk ansträngning och att skattning av PSI i realtid har potentiellt värde i militära operationer där överansträngning p.g.a. hög värmebelastning är en

allvarlig risk. Eftersom kärntemperatur säkrast mäts genom att en temperatursensor sväljs, begränsas i viss utsträckning användbarheten vid generella uppdrag.

Även i [Borsotto, 2004] presenteras en metod för att beräkna ett sammansatt statusindex för soldater. Samma system diskuteras i [Savell, 2004]. I detta fall är ambitionen att skatta hälsostatus genom fusion av HR och andningsfrekvens, energiförbrukning, hud- och kärntemperaturer och aktivitetsmönster. Syftet är att stödja militära sjukvårdare i deras uppgift att bedöma, triagera och hantera livshotande skador. Samtidigt ska relevanta ledningsnivåer och övriga i vårdkedjan få tillgång till informationen efter behov. Metoden som används baseras på Probabilistiska Nätverk vilket är en strukturerad metod för att specificera beroenden mellan olika variabler och för att resonera om variablerna med hjälp av sannolikhetsteori. Metoden stöder alltså hantering av osäkerhet i data. Modellen testas enbart på simulerade data.

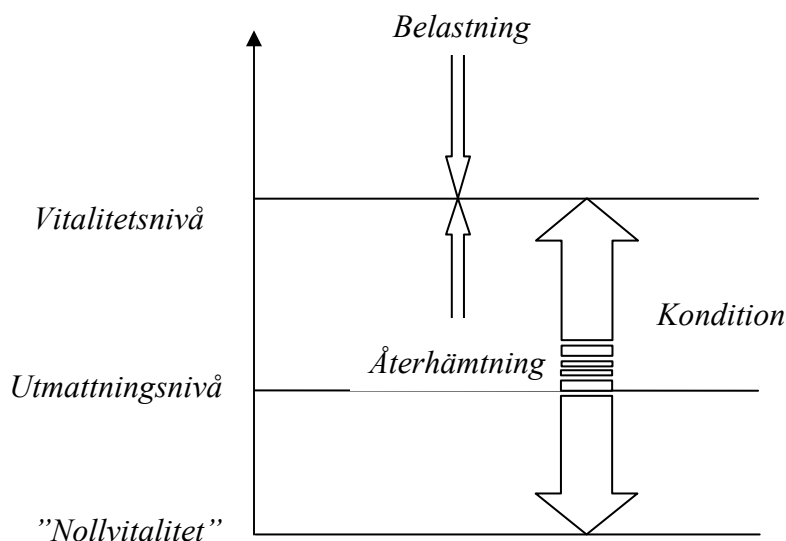
I [Committee on Metabolic Monitoring, 2004] diskuteras också utvecklingen av algoritmer för datafusion för att sammanställa ett sammansatt statusindex för individer. Det konstateras att det finns modeller för detta som används i intensivvård för att förutsäga hälsostatus. I intensivvården är dock patologiska (och därmed i allmänhet stora) förändringar i statusvärden vanliga och för friska aktörer kan variationen förväntas vara mycket mindre. Dessa metoder kan därmed inte förväntas vara effektiva och det finns ett behov av att utveckla mer komplexa modeller. Dessa modeller bör bland annat möjliggöra icke-linjär, multidimensionell analys av data. För att nå framgång med ett sammansatt statusindex är det dessutom kritiskt att ha tillgång till individuella grunddata för varje enskild aktör. I detta sammanhang kan det vara lämpligt att påpeka att TRIS inte har någon möjlighet att utveckla en komplett och färdig modell för beräkning av ett sammansatt statusindex, utan måste fokusera på att göra ett bidrag inom ett begränsat område.

Beroende på mätningens och fusioneringens komplexitet kan man i nuläget inte helt förlita sig på automatiska bedömningar av individstatus. Aktörens egen uppfattning om sin vitalitet kan många gånger vara den bästa bedömningen. Fysisk ansträngningsnivå kan t ex skattas enligt den s.k. Borg-skalan, se [Danielsson, 2005]. Andra aktörer eller befäl kan göra en subjektiv skattning av en aktörs status. Oberoende tillstånds- och kontextvariabler kan emellertid bidra till skattningens kvalitet. Beslutsstödet bör därför ha funktioner för att fusionera bedömningar baserade på subjektiva rapporter och inmätt sensordata. Möjligheterna att genomföra detta kommer att analyseras i TRIS.

Även om det är svårt att hitta ett sammansatt mått för status, så är det nödvändigt för att insamlade fysiologiska data ska kunna vara användbara för andra än experter. Detta gäller speciellt om systemet ska användas vid insatser och inte bara vid träning, övning och utvärdering. De flesta användare har inte tid att betrakta olika aktörers tillståndsvariabler och kan inte tolka data tillräckligt väl. Om ett system för övervakning av individstatus ska kunna användas vid insatser så måste användarna få stöd till att bedöma aktörernas kapacitet att utföra olika uppgifter, vilket kan ske genom en beskrivning av status på en högre abstraktions- och aggregeringsnivå. Detta är det vi kallar aktörers *vitalitet*.

Vitalitetsmättet måste dölja de komplexa faktorer, beräkningsmetoder och modeller som ligger bakom dess beräkning och vara intuitivt enkelt att förstå för användaren, samt ge en omedelbar insikt i soldatens status och förmåga att lösa sin uppgift. Vilken nivå på statusen som påverkar prestationen är olika för olika typer av uppgifter. Eftersom det också är olika faktorer som påverkar prestationen beroende på uppgift och kontext så betyder det att vitaliteten ska beräknas på olika sätt beroende på uppgiften. Det kan dock vara fördelaktigt om det finns en känd och gemensam modell för hur vitaliteten ska tolkas av oskolade användare. Dvs. om modellens struktur kan se ut på samma sätt för flera olika typer av uppgifter och enbart vissa faktorer och parametervärden behöver ändras då olika uppgifter ska utföras av olika individer.

I en första ansats till en sådan modell kan man se det som att vitaliteten bestäms av den *belastning* som aktörerna utsätts för, den *kondition* de har och den *återhämtning* de får. I detta sammanhang är avsikten att belastningen ska beskriva de vitalitetsförsämrande faktorer som aktörerna påverkas av då de utför sin uppgift. Aktörernas återhämtning beskriver t ex den energi som tillförts aktörer genom vila, mat eller dryck, och representerar vitalitetsförbättrande faktorer. Med aktörers kondition avses i detta fall deras kapacitet att motstå belastning och deras förmåga till återhämtning. Vitaliteten försämras av belastning och förbättras av återhämtning. Hur mycket vitaliteten förändras av belastning respektive återhämtning bestäms av konditionen. Denna modell kan utnyttjas för att åskådliggöra en mängd komplexa faktorer. Om den är adekvat eller för enkel måste dock utvärderas.



Figur 9: Illustration av hur belastning och återhämtning påverkar vitalitetsnivån i relation till utmattningsnivån.

## 6.6 Kontextvariabler och fusion

Aktörernas status påverkas av kontexten. Detta gäller speciellt i tre avseenden. För det första påverkar de geografiska förutsättningarna. Det är stor skillnad på belastning då man rör sig på en plan yta eller om man rör sig i en starkt kuperad miljö. Bärigheten i marken påverkar också genom att det blir jobbigare att förflytta sig då marken t ex är sank. För det andra påverkar klimatet. Detta gäller t ex temperatur, luftfuktighet, nederbörd och sol. Slutligen påverkar även den utrustning och de kläder som en person bär med/på sig. Tyngden av det som bärs är härvidlag en viktig faktor, men även hur denna tyngd är fördelad på kroppen kan vara väsentlig. Kläderna påverkar i första hand med hänsyn till hur de isolerar från värme, kyla, sol och nederbörd. TRIS kommer att fokusera på fusion mellan fysiologiska data och kontextuella data under 2009.

Kontexten påverkar också vad som kan anses vara normalt/onormalt. Det som i en given situation kan anses helt normalt kan i en annan situation vara patologiskt. Till exempel ökar hjärtfrekvensen hos en frisk person som rör sig snabbt genom kuperad terräng, vilket är att betrakta som helt normalt, medan däremot en förhöjd hjärtfrekvens hos en redan sjuk person kan vara ett allvarligt tecken på försämrat allmäntillstånd. Exemplet visar på de svårigheter som förekommer vid tolkningen av uppmätta variabler. För att användaren skall kunna fatta adekvata beslut måste kompletterande kontextinformation finnas tillgänglig. I detta exempel kan information om den uppgift aktören ska utföra, samt skattning av dennes aktivitet, användas för att bedöma om den ökade pulsen är normal.

### 6.6.1 Fusion med geografiska data

Flera av de kontextparametrar som påverkar aktörernas status måste tas om hand i fusionsprocessen. De måste, med andra ord, ingå i den totala modell över aktörernas status som utvecklas. Detta förutsätter att informationen finns tillgänglig i beslutsstödssystemet. Detta skiljer sig troligen åt då vi studerar tillämpningar orienterade mot träning, övning och utvärdering eller mot internationella insatser. Vid internationella insatser kan man inte anta att höjddata eller kartdata av god kvalitet finns tillgängliga eftersom detta är ovanligt. Däremot kan uppdaterade visuella bilder av terrängen finnas tillgängliga. Även radar eller IR-bilder över terrängen kan finnas tillgängliga via flyg-, satellit- eller UAV-spaning. Om dessa data kan användas i datafusionsprocessen, och inte enbart som stöd vid visualisering, krävs antingen att en användare tolkar bilderna och klassificerar terrängen efter dess typ eller att automatiska signalbehandlingsmetoder används för detta ändamål. Det som terrängdata kan användas till är att skatta olika former av framkomlighetsvärden och knyta dessa till en viss position, vilket görs till exempel i [Pandolf, 1977].

I vissa fall kan geografiska data vara av direkt värde för datafusionsprocessen. Det gäller speciellt för data genererade av en flygande plattform med en laserradar som ger en 3D bild av terrängen. Noggrannheten i dessa data kan vara upp till någon decimeter i standardavvikelse, beroende på flyghöjd och en rad andra faktorer. Detta är speciellt användbart då GPS-data ofta har dålig noggrannhet i höjddled och för att höjdförändringar påverkar den fysiska

ansträngningen kraftigt. Mätning med laserradar har utförts över vissa militära övningsområden, vilket skulle kunna användas både för visualisering och för att uppnå en bättre skattning av de höjdförändringar som aktören tillryggalägger.

### **6.6.2 Fusion med temperaturdata**

Den totala värmelagringen i kroppen är summan av värmen alstrad från arbete, intern värmeproduktion från kroppens metabolism och olika faktorer som beskriver kroppens värmeutbyte med omgivningen. Dessa faktorer är proportionella mot temperaturskillnaden mellan huden och det medium huden är i kontakt med. Tillräckliga förluster eller vinster av värme kommer att ändra kroppens lagrade värme, vilket resulterar i en förändring av kroppstemperaturen på något sätt. Förändring av omgivningstemperaturen påverkar hudtemperaturen och svettningen innan det påverkar kärntemperaturen. Hudtemperaturen förändras mycket snabbare än kärntemperaturen och kroppen använder hudtemperaturen för att reglera värmeutbytet med omgivningen utan att behöva ändra kärntemperaturen.

I TRIS-systemet är tanken att den genomsnittliga hudtemperaturen kan användas för att skatta värmeutbytet med omgivningen tillsammans med data om omgivningens temperatur. Detta kan i sin tur användas för värmelagringsbestämningar om värmegenerering genom arbete och intern metabolism är känt på annat sätt. Problem uppstår då det ibland inte är klarlagt vad den uppmätta temperaturen representerar. T ex svettning kan göra att den uppmätta temperaturen inte är representativ. Bra kontakt med huden för sensorerna är också nödvändigt. Det är viktigt att mäta hudtemperaturen på ett antal ställen på kroppen för att få en rimlig skattning av den genomsnittliga hudtemperaturen. Denna kan då skattas som en viktad summa mellan olika kroppsdelars hudtemperaturer. Vikten är proportionell mot arean på den kroppsdel som sensorn mäter temperaturen hos. Vid specifika experiment vid träning, övning och utvärdering kan kärntemperaturen mätas direkt genom telemetri-piller.

Klimatparametrar kan i många fall mätas med god noggrannhet av andra sensorer i aktörernas omgivning. Dessa sensorer kan vara fasta och distribuerade i insatsområdet eller placerade på fordon i aktörernas närhet. Dessa data betraktas som externa i förhållande till TRIS-systemet. Modellering av dessa variabler kommer att behandlas i projektet under 2009. I rapporten [Danielsson, 2003] beskrivs simuleringsprogrammet INSULA som bland annat kan användas för att beräkna effekter av klimatet. Rapporten beskriver också de samband och beräkningsmetoder som ligger bakom INSULA.

### **6.6.3 Fusion med utrustningsdata**

Utrustning och kläder är kopplade till den uppgift som ska genomföras. Utrustningens vikt är av stor betydelse för belastningen, men också hur den är fördelad. I TRIS har ännu inte diskuterats hur hänsyn ska tas till dessa faktorer på ett djupare sätt än att totalvikten på den bruna utrustningen och kläderna finns med som en faktor i fusionen. Detta görs i [Pandolf, 1977].



## 6.7 Automatiska larm

En av de viktigaste funktionerna hos ett beslutsstödssystem är att avlasta användare från att kontinuerligt behöva betrakta sensordata. Beslutsstödet måste därför sammanställa aktuell information till en lämplig abstraktions- och detaljeringsnivå så att användaren ska kunna förstå situationen på ett enkelt sätt. Därutöver bör beslutsstödet också ha funktionen att automatiskt upptäcka speciellt intressanta delar i lägesbilden där händelseförloppet på något sätt avviker från det normala eller planerade. Användarna/beslutsfattarna kan då larmas, verifiera larmet och vidta lämpiga åtgärder om det är nödvändigt och möjligt. De kan för övrigt arbeta med andra uppgifter. Ett sätt att identifiera intressant aktörsstatus är genom att i systemet införa automatiska metoder för *avvikelse-detektion*.

Det är väsentligt att ha en funktion för avvikelse-detektion i ett system för övervakning av individstatus av flera skäl. För det första genereras det potentiellt en mycket stor mängd data från ett sådant system från enbart en aktör. Den absolut övervägande mängden av dessa data är inte intressant att studera direkt, speciellt inte i realtid och inte under olika former av rutinuppdrag. För det andra finns det en stor mängd aktörer som potentiellt är bärare av ett aktörssystem, vilket mångfaldigar dataflödet ytterligare. Det är kritiskt för ett system för övervakning av individstatus att systemet inte belastar olika befälhavare med nya övervakningsuppgifter och/eller ovidkommande information som tar uppmärksamhet från ledningen av uppdraget.

Det finns flera olika metoder/algoritmer för att upptäcka avvikelser och vilken som bör användas beror bland annat på tillgången till expertkunskap och tillgången på relevant information. Det finns dock i huvudsak två sätt att betrakta avvikelse-detektion, där båda sätten troligtvis måste användas för att uppnå tillräckligt goda prestanda. Det ena sättet är genom att jämföra aktuella statusvärden mot någon form av normallägesbild. Normallägesbilden beskriver de statusvärden som är normala för en viss individ eller en viss grupp då en viss aktivitet genomförs. Vi har olika normalvärden på statusen beroende på vad som sker. Systemet kan ge ett larm då de aktuella värdena avviker i avgörande omfattning från de normala värdena. Det andra sättet att betrakta avvikelse-detektion är genom att jämföra aktuella statusvärden med olika kända avvikande värden. I detta fall kan systemet istället larma då värdena är tillräckligt lika varandra. Det första sättet att betrakta problemet har fördelen att man kan hitta avvikelser som inte kan förutses vid designtillfället, vilket är nödvändigt för den andra metoden.

En avvikelse från normalstatus kan betraktas som en statistisk anomali i förhållande till en datamängd som beskriver status. Statusinformation som representerar en normalbild är ofta svår och/eller dyr att göra heltäckande och konsistent. I denna tillämpning finns dock goda möjligheter att få tillgång till en normalbild, eftersom systemet ska användas vid träning och övning. Detta ger möjligheter till att samla in det statistiska underlag som krävs för att hitta (åtminstone en stor del av de relevanta) avvikelserna från de statistiska normalvärdena. En aktiv lägesövervakning kan på så sätt slå larm om en person befinner sig på ett olämpligt ställe, att en skadad person försöker avvika från en

olycksplats eller då en individs puls eller inte överensstämmer med den aktivitet som utförs.

Avvikelse kan betraktas för olika typer av lägesbilder, dvs. finns potentiellt både vad gäller enskilda aktörers status och grupper status. Såväl för en enskild aktör som för en grupp kan man också, beroende på syftet, betrakta både avvikelser från genomsnittliga värden eller avvikelser från tidigare status hos samma grupp eller individ. En viktig aspekt på TRIS-systemet är att det ska ge möjlighet att studera status hos enskilda aktörer. Om detta ska vara möjligt måste det finnas tillgång till aktuella normaldata för varje aktör. Det är också så att vad som är normalt kan skilja ganska väsentligt för olika individer, beroende på deras träning och personliga förutsättningar. Vad som är normalt/onormalt för en person måste alltså inte alltid vara normalt/onormalt för en annan individ. Slutligen kommer också vad som är normala statusvärden att förändras över tiden för varje individ.

## 6.8 Statusmätt och prestation

Om TRIS-systemet ska kunna användas av strategiska beslutsfattare vid planering av olika uppdrag måste systemet stödja bedömningar av aktörernas kapacitet till att klara av att utföra de uppgifter de kan bli ålagda. För att systemet ska kunna göra detta måste systemet kunna uppskatta vilken belastning en viss uppgift innebär. Troligtvis är en sådan modell grov till en början och bör basera sig på genomsnittliga värden, men kan efter hand förfinas i takt med att en aktör utför uppgiften flera gånger och nya data samlas in. Givet att det är en grupp av aktörer som utför en uppgift tillsammans, så måste även aggregerade mått på vitalitet kunna predikteras. Under tiden för uppgiftens genomförande kan den förväntade belastningen följas upp och eventuella avvikelser identifieras.

Sambandet mellan prestation och status kan vara mycket komplext. Det är t ex inte säkert att fysisk ansträngning påverkar förmågan att lösa uppgiften. Även om den gör det är det inte alltid som förmågan påverkas negativt. I [Crowell III, 1999] beskrivs en studie av hur kognitiv och fysisk prestation påverkas av att man bär olika tunga bördor i olika typer av terräng. I denna studie försämrades inte den kognitiva förmågan då svårigheterna ökar (olika typer av terräng, buren vikt eller tid som uppgiften pågick). Studien beskriver också översiktligt flera andra undersökningar där slutsatserna dock har varierat.

En av de viktigaste funktionerna för TRIS-systemet är alltså dess användning vid psyko-fysiologisk utvärdering och uppföljning. Detta är användbart i bland annat urvalsprocesser då soldater undergår intensiv träning. I [Jovanov, 2003] diskuteras användningen av pulsvariabilitet i ett WBAN för att kvantifiera stressnivån innan och under uppdrag, samt för att förutse soldaternas stresstålighet. Resultaten indikerar att individer med hög stresstolerans har ett signifikant annorlunda mönster av pulsvariabilitet (HRV, Heart Rate Variability) än individer med låg stresstolerans. Skillnaderna i HRV är också korrelerade med individernas prestation i kognitiva, neurofysiologiska tester. I [Committee on Metabolic Monitoring, 2004] nämns också HRV som en möjlig indikator på stress.

## 7 Arkitektur för beslutsstödet

### 7.1 Förutsättningar

Uppgiften är att designa ett stödsystem för beslutsfattare som ger dem möjlighet att fatta beslut på en strategisk och taktisk nivå och att inte behöva fokusera på detaljbeslut angående datainsamling och bearbetning. Med andra ord hoppas man att användarna genom en tjänst t ex ska kunna beställa information om aktörernas status utan att veta vilken sensor som har bidragit till statusbeskrivningen. Avsikten är att dölja oväsentliga detaljer angående delfunktioner i systemet. Även om användarnas interaktion med systemet ska göras så enkel som möjligt, så är det viktigt att den inte görs så enkel att de inte har möjlighet att kontrollera sin arbetssituation. Det är viktigt att användarna får möjlighet att påverka bland annat datainsamling och visualisering i tillräcklig omfattning, se [Hollnagel, 2005].

### 7.2 Systemflexibilitet

I ett system för övervakning av fysiologisk status kan det finnas många sensorer, aktörer och användare knutna till nätverket. Sensorer kan i allmänhet ses som producenter av information och användarna som konsumenter av denna information. Konsumenter erbjuds information genom tjänster som finns tillgängliga på nätverket och som enkelt efter behov ska kunna avropas av användarna. Genom dessa tjänster kan konsumenterna beställa den information de vill ha och även i viss utsträckning styra datainsamlingen. Till exempel bör användaren kunna styra vilken typ av information som samlas in och hur ofta lägesbildsinformation uppdateras beroende på den aktuella uppgiftens krav. Sådana krav måste automatiskt vägas emot systemets tekniska begränsningar med avseende på energiförbrukning och tillgänglig bandbredd.

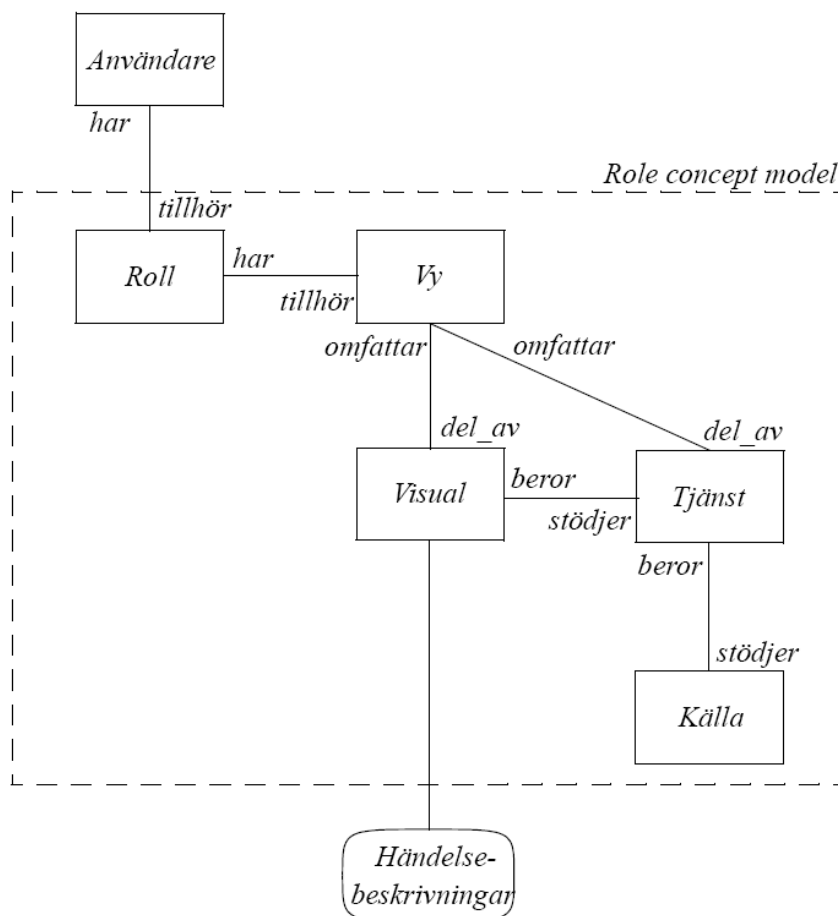
Användares behov av information är olika och varierar över tiden beroende på arbetssituationen. Varierande behov finns också för olika aktörsuppgifter och -situationer. Dessa behov kan inte alltid förutses i förväg, vid utveckling av systemet eller ens vid planering av ett uppdrag. Möjligheterna att få tillgång till information bör alltså inte vara statiskt tilldelade, utan måste kunna ändras i takt med att användares behov varierar och att aktörernas uppdrag byter karaktär. Det bör alltså finnas beslutsstödshjälpmedel för att dynamiskt formulera sina beställningar. Dessutom bör fusion och kommunikation anpassas kontinuerligt och dynamiskt till både aktörernas och användarnas situation. Anpassning till aktörens situation kan ske genom att WBAN automatiskt upptäcker om deras tillstånd förändras snabbt och därmed anpassar sin insamling och kommunikation till detta. Om aktörernas status inte förändras är vinsten med att kommunicera informationen till ledningssystemet liten. Dessutom kan det vara bra om systemet automatiskt kan upptäcka vissa extremtillstånd hos aktören och automatiskt sända varningar vid dessa tillfällen.

Dessa förutsättningar ställer stora krav på flexibilitet och anpassningsförmåga hos beslutsstödet. Viktiga krav är härvidlag att:

- Systemarkitekturen är generisk och inte till sina huvuddelar måste förändras då kraven förändras.
- Det finns väl definierade och öppna gränssnitt mellan systemets komponenter, dvs. modularisering, så att komponenter kan bytas ut eller uppgraderas vid behov.
- Användaren kan påverka systemets informationshantering för att svara mot de aktuella behoven.
- Det finns automatiska funktioner för att upptäcka *systemets* status, dvs. tillgänglig bandbredd och dylikt, och för att anpassa informationshanteringen till systemets status.
- Systemet innehåller metoder för automatiska larm som kan användas för att upptäcka extremtillstånd hos aktören.

### 7.3 Konceptuell systemarkitektur

En konceptuell systemarkitektur för ledning vid övervakning av individstatus presenteras i detta kapitel. Syftet med denna arkitektur är att utveckla ett system som är generellt nog för att kunna anpassas till de behov som olika *användarkategorier* har vid övervakning av individstatus. Systemarkitekturen är alltså inte knuten till några speciella val av sensorer eller teknik för dataöverföring. Systemet skall vara tjänstebaserat, möjligt att anpassa till olika systemplattformar och till olika beslutsnivåer d v s från enskilda soldater och uppåt. Av betydelse är också att kunna ge stöd för lägesbildspresentation. Detta kan omfatta det aktuella geografiska läget, men också lägesbeskrivningar av mer specifik karaktär som t ex beskrivningar av ett kompani eller en enskild soldats status, vilket kan presenteras i form av tabeller eller tillsammans med deras läge i en karta. Systemet skall även kunna anpassas till civila tillämpningar, t ex räddningstjänst eller polis som ofta arbetar under fysiskt svåra förhållanden.



Figur 10: Användare, roller, vyer och tjänster samt dess relationer.

Ett ledningssystem, eller informationssystem som kan utgöra en del av ett ledningssystem, måste vara anpassat till olika typer av användarkategorier. Man talar om att en given användarkategori svarar mot en viss användarroll eller enbart roll. För att genomföra de aktuella arbetsuppgifterna i en given roll finns olika behov av tjänster [Jungert, 2006], [Jungert, 2008], [McGovern, 2003] som kan ge stöd för insamling av den information som är nödvändig. Sambandet mellan de olika användarkategorierna och deras olika roller illustreras av figur 10.

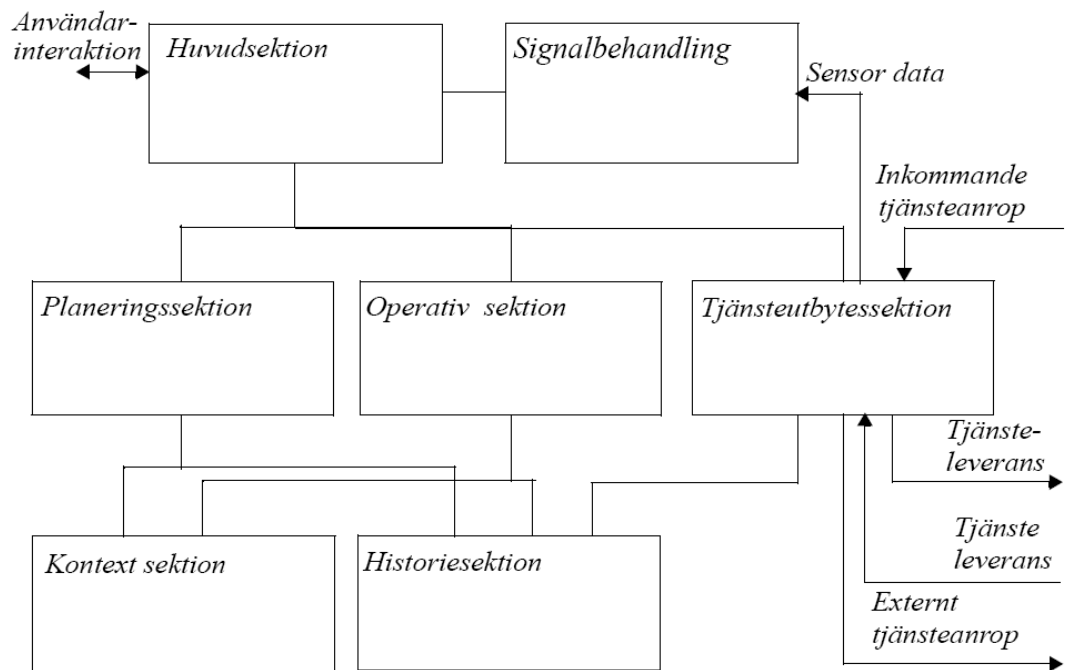
Denna modell kan uppfattas som en ontologi, se t ex [Kokar, 2004] och/eller [Little, 2005]. Enligt denna ontologi knyts logiskt varje användare till en roll och till varje roll finns ett antal fördefinierade vyer. Till varje vy finns, i sin tur, en eller flera datakällor knutna. De datakällor som här avses kan vara sensorer eller vara direkt knutna till rapporteringen från en aktör. Syftet med dessa vyer, och de till vyerna kopplade datakällorna, är att göra det möjligt att samla in information och presentera den på ett lämpligt sätt. Med andra ord presenteras informationen från datakällorna i de tillgängliga vyerna eller mera precist i vad som här kallas en visual. Med en visual menas ett grafiskt fönster som innehåller information efterfrågad av en användare med en viss användarroll. En vy består således av en visual och ett antal fördefinierade tjänster.

Genom denna arkitektur blir det möjligt att för varje roll definiera i förväg vilka tjänster som behövs, dvs indirekt vilken information som en viss användarroll ska kunna ta del av samt också hur den skall presenteras för användarna. Detta gör det också möjligt att genom förändring av tillgängliga vyer över tiden förändra vilken information som skall vara tillgänglig för enskilda användarkategorier. En enskild användare kan över tiden spela flera olika roller och en viss roll kan vara tilldelad flera användare. Vidare finns till varje roll knutna flera vyer och omvänt gäller att en given vy också kan vara knuten till fler än en roll.

Informationen i vyerna ändrar ständigt karaktär och innehåll; av denna anledning talar man därför om förekomsten av olika generationer av information som här kallas vyinstanser. Dessa olika vyinstanser beskriver över tiden det pågående händelseförloppet. Genom att utnyttja de till varje vy hörande tjänsterna kan man på olika sätt manipulera informationen i en vy och skapa en anpassad beskrivning av det aktuella läget. Detta framgår ur rollkonceptmodellen där varje vy, via sin visual, mynnar ut i en händelsebeskrivning, det vill säga det aktuella läget och det anknutna händelseförloppet, som omfattar en sekvens av vyinstanser. Rollkonceptmodellen diskuteras också i [Jungert, 2008] och [Chang, 2007].

## 7.4 Tjänstebaserad systemarkitektur

Den grundläggande tjänstebaserade systemarkitekturen är modulatororienterad till sin uppbyggnad (Figur 11) och kan också uppfattas som ett systemskal där nya moduler kan läggas till och/eller tas bort efter behov. Denna modulstruktur gör det möjligt att anpassa arkitekturen efter de olika användarnas behov, dvs. efter de olika rollernas behov. Vidare kan en given roll i sin tur vara knuten till en viss användarplattform, t ex en personal digital assistant (PDA) eller en laptop. Således kan till varje roll ett varierande antal moduler och tjänster finnas knutna. En modul består på högsta nivå av en sektion. Systemet består därför av ett antal sektioner där huvudsektionen alltid måste finnas med eftersom den utgör den sektion med vilken användarna direktinteragerar, medan övriga sektioner kan anpassas och varieras med hänsyn till användarnas olika behov. I princip leder detta till att det blir möjligt att till varje roll ha olika tjänster knutna till sin verksamhet. Till huvudsektion finns också de förekommande beslutsstöden kopplade medan övriga sektioner också kan ses som olika tjänster. Till exempel innebär detta att en roll vars innehavare är plutonschef och som befinner sig ute i fält kanske inte behöver ha en planeringssektion till sitt förfogande i sin systemversion.



Figur 11: Den tjänstebaserade systemarkitekturen på sektionsnivå.

Arkitekturen är hierarkisk till sin uppbyggnad, vilket också framgår av figur 11, och där varje sektion förutom huvudsektionen internt omfattar ett antal vyer, som kan variera i antal, men där minst en vy måste finnas. De tre viktigaste sektionerna utgörs av den operativa sektionen, resurssektionen och kontextsektionen. Den operativa sektionen innehåller information relaterad till den aktuella lägesbilden. Resurssektionen omfattar aktuella tillgängliga resurser, såsom de typer och antal av sensorer som bärs av enskilda soldater. Kontextsektionen innehåller vad som kan kallas bakgrundsinformation, varur aktuell geografisk information kan hämtas jämte annan kontextinformation såsom t ex väderleksförhållanden. Dessa tre sektioner innehåller information som krävs för att ge användarna en god lägesförståelse, medan övriga sektioner kan anses vara av stödjande karaktär. Av betydelse är också att den operativa sektionen innehåller tjänstestöd, i form av en speciell vy, för överföring av information till och från andra användare. Denna informationsöverföring sker med hjälp av tjänster som kan vara av både push- och pull-typ. Således kan information i vissa fall avropas från andra användare och i andra fall får man själv ta emot anrop från andra användare. I det fall då man själv tar emot information kan detta bero både på om man har begärt den och på att en avsändare väljer att skicka information. Detta leder till en situation där olika användare som deltar i en gemensam operation kan dela informationen med varandra. En gemensam eller delad lägesbild uppstår därmed för det speciella uppdraget, vilken underhålls så länge uppdraget pågår.

I den operativa sektionen finns en operativ vy som innehåller den egentliga lägesbilsinformation som skapas tillsammans med information från kontextdatabasen i kontextsektionen och med stöd av information från sensorer

via externa tjänsteanrop. Den operativa sektionen innehåller också en vy för presentation av det fysiologiska läget. Denna information kan t ex bestå av tabeller och grafer som anger soldaternas fysiologiska status. Slutligen finns till huvudsektionen knutet olika typer av stöd för signalbehandling samt också nödvändiga beslutsstöd med tillgång till något välspecificerat frågestöd.

I historiesektionen återfinns historiedatavyn där ”avskalade” vyinstanser successivt lagras ner i den takt som dessa blir inaktuella. Med avskalade vyinstanser menas att denna, när den blir inaktuell, skalas av sin kontextinformation och resterande information lagras i historiedatavyn. Dessa vyinstanser kan när som helst återvinnas då användaren finner behov av att gå tillbaka och söka efter tidigare händelser under den pågående processen.

## 7.5 Användartjänster

Varje vy består av en visual samt ett antal specificerade tjänster. Tillgängliga tjänster avgör eller begränsar vilka uppgifter som en enskild användare kan och får utföra. Detta är beroende av den roll som denne användare har blivit tilldelad. På detta sätt kan man förhindra att en användare utför otillåtna informationsutsökningar eftersom otillåten information inte kan komma åt med mindre än att användaren har tillgång till de tjänster som är knutna till den vy som ”äger” informationen.

Det finns två huvudtyper av tjänster: interna och externa. De interna utgör tjänster riktade mot aktiviteter i den aktuella vyn och kan i viss mening ses som kommandon för eftersökning av information eller för genomförande av vissa uppgifter i den egna vyn. Externa tjänster riktar sig främst till andra användare i ledningsnätet. I dessa sammanhang är uppgiften ofta att överföra information mellan olika användare. Man talar i dessa sammanhang också om informationsdelning.

Några exempel på tjänster som kan förkomma, inte bara i en enskild vy, utan även i flera olika vyer är:

### *Externa tjänster*

- Hämta information från angiven aktör (i form av en vyinstans).
- Exportera efterfrågad information ur någon vyinstans till angiven aktör (användare).

### *Interna tjänster*

- Hämta angiven kontextinformation från kontextdatavyn för angiven ”area of interest” (AOI).
- Hämta vyinstans svarande mot angiven tidpunkt från historiedatavyn.

Exempel på information som bör finnas tillgänglig i systemet är grupprelaterad, individorienterad och kontextrelaterad information, vilket framgår nedan.

### Gruppinformation:

- Position/målspar
- Vitalitet



- Skadeläge
- Uppdrag
  - Tid sedan uppdragets start
  - Uppdragets genomsnittliga fysiska belastning

Individinformation:

- Position/målspar
- Aktivitetsmode
- Fysisk belastning
- Temperaturbelastning
- Vitalitet
- Identitet och grupptillhörighet
- Uppgift

Kontextinformation:

- Kartor
- Satellit/flygfoton
- Omgivningstemperatur
- Altitud
- Vindförhållanden

Listan av attribut som angivits här kan göras längre; fler attribut kommer naturligtvis att behövas.

## 7.6 Tjänster för systemtilltro

För användare av systemet för övervakning är de delfunktioner som utförs dolda. Användarna interagerar med systemet genom att beställa och ta emot information från beslutstödssystemet genom tjänsteanrop. Det är dock otillräckligt att användaren enbart får tillgång till information då den levereras. Det är inte självklart att han/hon vet hur man ska beställa den information som uppgiften kräver. Dessutom riskerar användarna att göra misstag då de är upptagna med andra och mer omedelbara uppgifter och krav. Detta gäller speciellt för oerfarna användare. Det är också olyckligt om användarnas beslutsprocesser ses som ett separat steg i en kedja där all informationsinsamling sker först. Beslut och analys sker ofta parallellt i en svårindelbar process. Därför bör delresultat och processtatus meddelas användaren för att ge möjlighet att förändra tjänsteanropen. Om detta är en tillräckligt omfattande kontroll av systemet, innebär det en verklig reduktion av komplexitet för användarna, genom att insamling och bearbetning kan delegeras till automatiska processer.

Den typ av kontroll som en användare har av informationsbearbetningen bör vara:

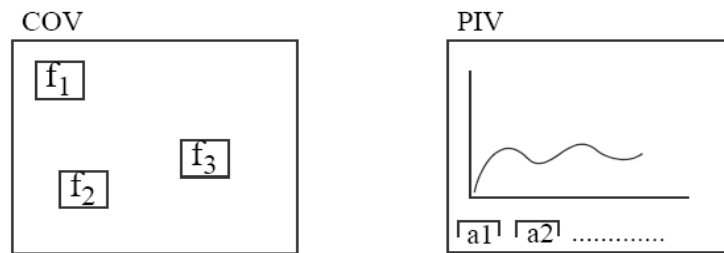
- Förmåga att formulera sina behov och beställa information av relevant typ, dvs. ett frågestöd.
- Progressrapporter angående insamlingsprocessens status. Till exempel måste den aktuella fasen i insamlingsprocessen, och om det finns risk för att insamlingen misslyckas, rapporteras till användaren. Om denna information inte är tillgänglig för användaren är det oklart om systemet utför uppgiften eller inte och i så fall hur bra det går. Därmed finns det risk att användaren inte får sin information eller att för många beställningar skickas.
- Kvaliteten på den insamlade informationen måste bedömas automatiskt och visualiseras.
- Det måste finnas stöd för prediktion av den återstående tiden för att slutföra uppgiften.
- Användaren bör kunna avsluta uppgiften om något oförutsätt inträffar.
- Om någon form av fel uppträder så måste systemet tillåta nya försök att lösa informationsbehovet.

Vissa av dessa funktioner påverkar inte insamlingsprocessen på något sätt, men är ändå nödvändiga för att ge användare en förståelse av såväl den nuvarande processen som vilka framtida beslut som kan komma att krävas. Beslutet om vilka åtgärder som ska utföras görs alltid av en användare. Det kan dock finnas skäl till att systemet ska ge förslag på den insamling som är lämplig. T ex kan förslag på lämplig insamlingstakt eller typ av insamlad information ges. Det är alltså inte alltid nödvändigt att alla data som kan samlas in faktiskt samlas in eller att informationen kommuniceras från den lokala servern i realtid. Bara den information som bidrar till den aktuella rollens lägesbild bör samlas in i realtid till beslutsstödet för fortsatt analys.

## 7.7 Frågestöd

I detta arbete utgör användning av ett dynamiskt frågesystem ett centralt hjälpmedel med syfte att ge stöd för selektering av mer sammansatt information. Den metodik som föreslås kallas vanligen för dynamiska frågor och introducerades först av Ahlberg m fl [Ahlberg, 1992]. Ett antal arbeten har senare följt genom insatser från ett antal olika forskningsgrupper. Ett av de senaste [Burigat, 2008] behandlar dynamiska frågor för ett system implementerat i en PDA för bland annat turisttillämpningar, t ex att hitta hotell i olika städer. I dessa tillämpningar är den rumsliga problematiken, d v s att hitta eftersökta objekt av angiven typ och deras lägen i en karta av speciellt intresse. Dessutom är det viktigt att få tillgång till förekommande objektattribut. Detta liknar i flera avseenden problemet med övervakning av individstatus i fält och därför lämpar sig dynamiska frågor också väl för denna problematik. Exempel på eftersökning av information relaterad till individstatus är att söka efter positionsangivelser för enskilda soldater samt

efter deras status d v s attribut. Dessa typer av frågor är enkla att ställa även för datorovana användare.



- 1) Bestäm *area of interest* i CXV (context view) och presentera resultatet i COV (current operative view).
- 2) Bestäm objekttyp av intresse, t ex soldater och överlagra dessa i COV, utifrån deras koordinatvärden inom aktuell *area of interest*.
- 3) Öppna PIV (physiological information view) genom att klicka på någon av soldatikonerna i COV. Bestäm sedan något av deras attribut- eller statusvärden med hjälp av tabbarna i tabbpanelen i PIV
- 4) Resultatet av attributvärdesutsökningen presenteras i PIV; ibland som ett diagram.

Figur 12: Ett exempel på användning av ett dynamiskt frågespråk.

Det som karakteriserar dynamiska frågor är väsentligen att de genom sin relativa enkelhet kan användas för:

- desktop- och PDA-tillämpningar för utsökning av stora datamängder,
- att förse användarna med en snabb och enkel metodik för specificering av frågor och för visuella analysresultat,
- integration av olika frågeredskap såsom ”sliders”, ”comboboxar” och ”checkboxbuttons”, vilka kan kombineras med kartor och andra visuella strukturer,
- direkt manipulering av dessa frågeredskap för att göra det möjligt att söka attributvärden för olika objekt i den tillgängliga informationen,
- presentation av resultatet från utsökta datamängder genom att lägga ut objekten i form av ikoner i kartor i enlighet med deras lägesangivelser och typ,
- samtidig presentation av data av olika typ från samma geografiska område.

## 7.8 Tjänster för kvalitetsbedömning

Då information ska beställas av användare via tjänster måste det finnas ett tydligt sätt att beskriva kvaliteten hos de tjänster som produceras. För TRIS-systemet gäller detta specifikt för den sensorinformation som levereras som svar på tjänsteavrop. Beroende på tekniska begränsningar, såsom den tillgängliga kommunikationsbandbredden, fel på sensorerna eller låg tillgänglig energi, så kan leveransen av information inte alltid utföras med bibehållen kvalitet. Detta bör automatiskt kunna upptäckas av systemet för att ge användare en möjlighet att anpassa sina krav till läget. Användarnas kvalitetsbedömning är knuten till en viss typ av uppgift, men har huvudsakligen att göra med fyra aspekter:

1. Den typ av information som levereras.
2. Den osäkerhet som är förknippad med informationen.
3. Den tid som krävs för informationen att samlas in och levereras.
4. Hur ofta informationen samlas in och levereras.

Dessa faktorer påverkar varandra på olika sätt, som kan vara svåra att bedöma för användare. Till exempel kan det vara svårt att bedöma konsekvenserna för säkerheten i (en nulägesbeskrivning av) informationen beroende på hur ofta den samlas in. Detta leder till slutsatsen att det bör finnas stöd för att bedöma konsekvensen av förändrade beställningar/tjänsteavrop. TRIS fokus i detta sammanhang gäller utvecklingen av ett sådant stöd och inte på automatisk upptäckt av tekniska begränsningar.

## 7.9 F-Rex

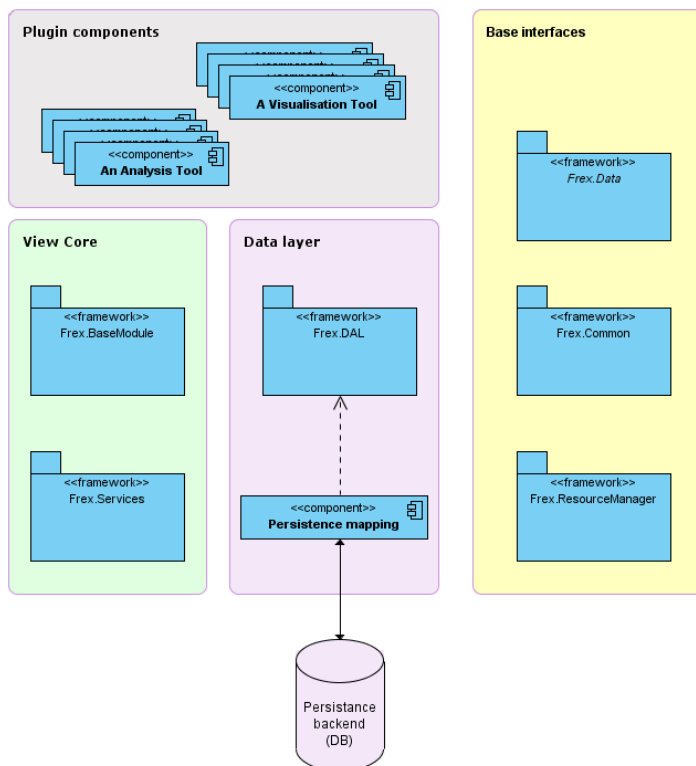
F-REX är ett av FOI framtaget ramverk för datorbaserad uppföljning och analys av komplexa händelseförlopp. Ramverket är en direkt efterföljare till den tredje generationen av MIND [Jenvald, 1999] och kan därför beskrivas som FOIs fjärde generation av detta uppföljningsramverk.

Ramverket erbjuder användaren möjlighet att följa komplexa händelseförlopp synkroniserat genom visualiseringsprogramvaran F-REX Studio. Ramverket är designat för att med enkelhet kunna inkorporera nya datatyper och nya presentationsvyer, vilket gör att F-REX inte är knutet till någon specifik hård- eller mjukvara och därmed är mycket flexibelt och kan användas i många olika miljöer och i många olika tillämpningar.

### 7.9.1 Arkitektur

F-REX är ett modulbaserat ramverk som är utvecklat i programspråket C#.NET. Ramverket består av ett antal moduler som erbjuder datauppläsning enligt en tidssynkroniserad datamodell, layouthantering och en del övrig generell funktionalitet. Med dessa moduler som bas utvecklas analys- och visualiseringskomponenter som automatiskt matas med rätt data vid rätt tidpunkt och sedan själv ansvarar för att bearbeta respektive visualisera information. Arkitekturen är designad för att med enkelhet kunna utöka ramverket med fler komponenter utan att behöva modifiera existerande kod. Denna egenskap, tillsammans med de existerande komponenterna, gör att F-

REX inte bara är enkelt att anpassa till nya domäner utan även är ett kraftfullt system för utvärdering av nya visualiseringstekniker.



Figur 13: F-REX arkitektur.

### 7.9.2 Forskningsförankring

F-REX är grundat på metodiken ”rekonstruktion och utforskning” [Morin, 2002]. Denna metodik togs fram av FOI tillsammans med VSL AB för att utvärdera distribuerade övningar och insatser. Genom åren har ett antal vetenskapliga artiklar publicerats gällande metoder och tekniska lösningar kopplade till utvärdering av lednings- och krishanteringssystem med F-REX föregångare MIND.

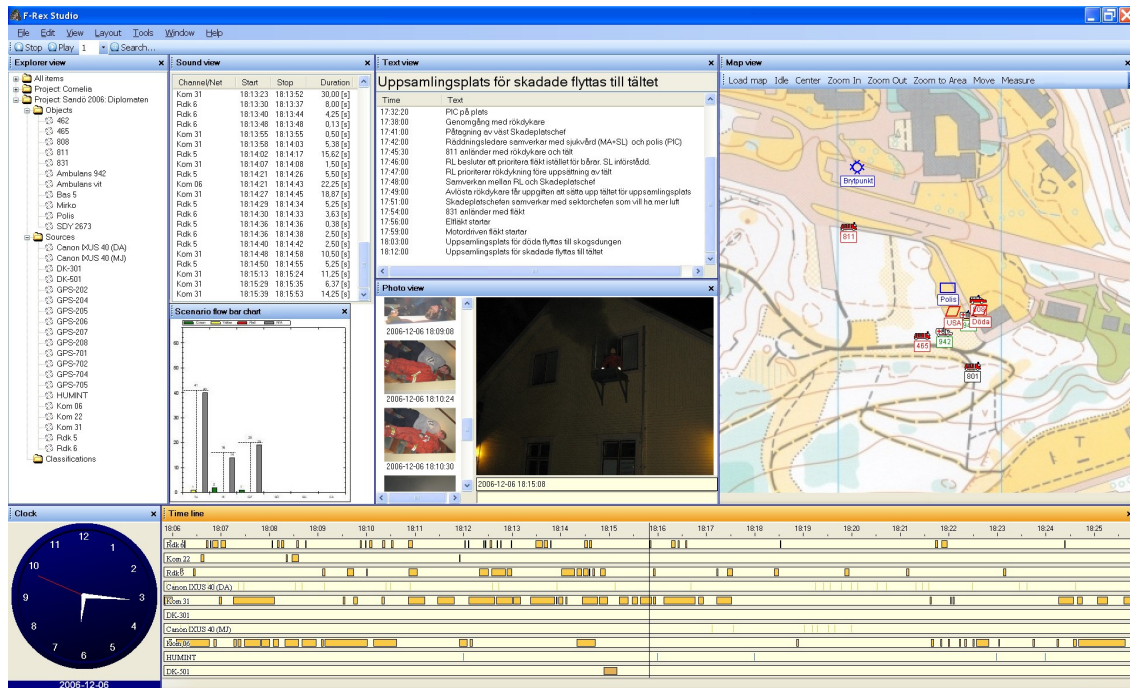
Ramverket har också nyttjats för att implementera och experimentera med nya visualiseringstekniker som t.ex. Attribute Explorer [Tweedie, 1994] som är en histogrambaserad sökteknik för att effektivt navigera bland flerdimensionella data. Attribute Explorer har visat sig mycket användbar för bland annat analys av kommunikation och orsak/verkan i komplexa nätverk.

### 7.9.3 Användningsområden

Förmågan att synkront kunna beakta händelseförlopp från flera platser samtidigt och förmågan att analysera flera typer av information ur olika synvinklar gör att rekonstruktion och utforskning lämpar sig väl för att utvärdera komplexa händelseförlopp som distribuerade taktiska insatser. Typexempel på sådana händelseförlopp är militära övningar som spänner över ett eller flera stora områden, krishanteringsinsatser med flera inblandade

organisationer, ledningsövningar med komplexa kommunikationsmönster eller lagidrott som t.ex. en fotbollsmatch.

Vid denna typ av händelseförlopp används rekonstruktion och utforskning vanligtvis för att stödja ordinarie genomgångar efter övningar (AAR, After Action Review [Headquarters Department of the Army, 1993]) och med datorstöd erbjuda möjligheter att i storforum undersöka vad som hänt i olika delar av övningen och varför.



Figur 14: F-REX skärmdump av AAR-presentation efter övning på räddningsverkets skola i Sandö.

Genom att återmata kommentarer och information som samlats upp vid en gemensam genomgång efter en övning kan datamodellen i F-REX berikas och ny information kan lagras. Denna information blir då en slags databas över ”lessons learned” som kan utnyttjas dels i dokumentationssyfte och dels som studiematerial inför framtida övningar/insatser.

#### 7.9.4 Genomförda uppföljningsarbeten med R&U (MIND samt F-REX)

Detta är en ofullständig lista över genomförda uppföljningsarbeten med rekonstruktion och utforskningsmetoden, genomförda med MIND och F-REX. Listan påvisar metodens bredd och mognad då den använts i en bred flora av uppdrag både nationellt och internationellt sedan 1996.

- ASÖ'08 (SLB validering, Boden)
- MOSÖ'08 (FHS stabsövning, Stockholm)
- Dagmar'07 (Samverkansövning Länsstyrelsen, Umeå)
- TCX'05 (Ledningsövning, Singapore)
- LBB'04 (Uppföljning skadeflöde, Stockholm)
- Arvidsjaur'04 (Evolva validering, Arvidsjaur)

- MARULK'03-06 (Demoverksamheten i Enköping)
- ASÖ'03 (Helikopterinsats, Karlsborg/Kvarn)
- Fort Rucker'03
- Cornelia'01 (Simulerad tunnelbaneolycka, Stockholm)
- Daniella'00 (Kravallövning, Linköping)
- Orlando'00 (Samverkansövning, Orlando)
- Karlshamn'00
- Sammarin'00 (Samverkansövning marin)
- TSÖ'99 (Marin)
- Amfibie'98
- Piteå'97
- Alvesta'97
- STA'96-98 (Diverse insatsövningar, MSS)

#### **7.9.5 Framtida tillämpningar för TRIS och F-Rex**

Inom ramen för TRIS finns två tydliga användningsområden för F-REX. Det första innefattar klassisk rekonstruktion och utforskning där systemet används för att i efterhand visualisera och analysera den information som TRIS-systemet har fångat in. Det andra användningsområdet är att i realtid visualisera information i samma vyer som används för efterhandsuppföljning. I båda dessa fall kan de beslutsstöd som utvecklas i TRIS-projektet konstrueras som fristående komponenter för analys och visualisering som sedan enkelt kan integreras i F-REX. Denna övergång till att betrakta F-REX som ett realtidsövervakningssystem är genomförbar genom att modifiera datahanteringslagret i den nuvarande arkitekturen, och därigenom transformera F-REX till en komponent i ett potent lednings- och övervakningssystem. Genomförandet av denna modifiering är en av uppgifterna för TRIS-projektet under 2009.

## 8 Slutsatser och framtida arbete

För att kunna utnyttja TRIS-systemets WBAN-komponent vid skarpa insatser krävs att systemet är mycket lätt, litet och energisnålt. I närtid kommer inte systemets sensorer att klara dessa krav. Det finns dock möjligheter att även i närtid använda TRIS-systemet. Genom att använda systemet vid träning och övning kan man få ökad kunskap om hur krävande olika uppgifter är och hur olika individer reagerar på uppgifterna. Därigenom kan man få ett bättre underlag för att bedöma också hur ansträngande olika moment eller uppdrag är även vid en skarp insats, samt hur olika individer reagerar. I systemets beslutsstödskomponent kan detta kombineras med information om kontexten, dvs. utrustning, klimat, geografi, och information om hur olika individer presterar vid olika uppgifter. Slutligen kan det även kombineras med egenrapportering och/eller bedömningar från befäl.

Under 2008 har en analys av behov, krav och möjligheter med system för övervakning av individstatus genomförts av TRIS. Baserat på denna analys är slutsatsen att TRIS bör fokusera på följande uppgifter:

1. Integration av WBAN utvecklat i WISENET med F-Rex. Olika vyer för olika användarroller kan visas. Syftet är att visa hur TRIS-systemet kan användas för utvärdering av övning/träning.
2. Utveckling av metoder för automatiska larm genom avvikelседetektion. Syftet med detta är att visa hur användaren kan avlastas från att kontinuerligt övervaka aktörerna.
3. Utveckling av metoder för följning av individens tillstånd i kombination med klassificering av rörelsemode. Detta ska också kombineras med geografisk information. Syftet med detta är att visa hur användaren kan få stöd med att tolka den fysiologiska informationen i en viss situation.
4. Utveckling av en tjänst för användaren att styra informationsinsamlingen. Syftet med detta är att visa hur systemets informationsinhämtning kan anpassas till användarens behov.
5. Utveckling av metoder för att beräkna ett sammansatt vitalitetsindex med direkt koppling till individens/gruppens prestationsförmåga. Syftet med detta är att visa hur användarna kan få stöd med att dra slutsatser om individens/gruppens prestationsförmåga.



## Referenser

- [Ahlberg, 1992] Ahlberg, C., Williamson, C., Shneiderman, B., *Dynamic queries for information exploration: an implementation and evaluation*, Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 92), ACM Press, New York, 1992, pp. 619–626.
- [Andersson, 1979] B. D. O. Anderson, J. B. Moore, *Optimal Filtering*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. J., USA, 1979.
- [Blackman, 1999] Blackman, S., Popoli, R., *Design and Analysis of Modern Tracking Systems*, Artech House, Norwood, MA, USA, 1999.
- [Borsotto, 2004] Borsotto, M., Savell, C., T., Reifman, J., Hoyt, R., W., Nunns, G., Crick, C., J., *Life-Signs Determination Model for Warfighter Physiological Status Monitoring*, RTO HFM Symposium on “Combat Casualty Care in Ground Based Tactical Situations: trauma Technology and Emergency Medical Procedures”, St. Pete Beach, USA, 16-18 August, 2004.
- [Burigat, 2008] Burigat, S., Chittaro, L., *Interactive visual analysis of geographic data on mobile devices based on dynamic queries*, Journal of Visual Language and Computing, Vol. 19, No 1, February, 2008, pp 99-122.
- [Chang, 2007] Chang, S.-K., Jungert, E., *A Self-Organizing Approach to Mission Initialization and Control in Emergency Management*, Proceedings of the International Conference on Distributed Multimedia Systems, San Fransisco, CA, September 6-8, 2007.
- [Carson 2001] Carson, E., Cobelli, C., *Modelling Methodology for physiology and Medicine*, Academic press, San Diego, CA, USA, 2001.
- [Committee on Metabolic Monitoring, 2004] Committee on Metabolic Monitoring for Military Field Applications, *Monitoring Metabolic Status: Predicting Decrements in Physiological and Cognitive Performance*, National Academies Press, Washington, DC, USA, 2004.
- [Cowell, 1999] Cowell, R., G., dawid, A., P., Lauritzen, S., L., Spiegelhalter, D., J., *Probabilistic Networks and Expert Systems*, Springer-Verlag, New York, USA, 1999.
- [Crowell III, 1999] Crowell III, H., P., Krausman, A., S., Harper, W., S., Faughn, J., A., Sharp, M., A., Mello, R., P., Smith, T., Patton, J., F., *Cognitive and Physiological Performance of Soldiers While They Carry Loads Over Various Terrains*, Army Research Laboratory, ARL-TR-1779, May, 1999.
- [Danielsson, 2003] Danielsson, U., INSULA: Ett generellt simuleringsprogram för beräkning av soldatens termofysiologiska belastning, FOI Metodrapport, December, 2003.
- [Danielsson, 2005] Danielsson, U., *Orienteringsförmåga och fysisk arbetsbelastning*, FOI Användarrapport, Maj, 2005.
- [DeVaul, 2001] DeVaul, R., W., Dunn, S., *Real-Time Classification for Wearable Computing Applications*, MIT Media Lab, December, 2001.
- [Doucet, 2001] Doucet, A., de Freitas, N., Gordon, N., (Ed.), *Sequential Monte-Carlo Methods in Practice*, Springer- Verlag, New York, NY, USA, 2001.

- [Gao, 2007] T. Gao, T. Massey, L. Selavo, M. Welsh, M. Sarrafzadeh, *Participatory User Centered Design Techniques for a Large Scale Ad-Hoc Health Information System*, Proceedings of HealthNet'07, June 11, 2007, San Juan, Puerto Rico.
- [Hall, 2001] D. L. Hall, J. Llinas (Eds.), *Handbook of multisensor data fusion*, CRC Press, New York, 2001.
- [Haykin, 1999] Haykin, S., *Neural Networks: A comprehensive Foundation*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1999.
- [Headquarters Department of the Army, 1994] Headquarters Department of the Army (1993) *A Leader's Guide to After-Action Reviews (TC 25-20)*, Washington, DC, 30 September 1993.
- [Hollnagel, 2005] E. Hollnagel, D. D. Woods, *Joint Cognitive Systems: Foundations of Cognitive Systems Engineering*, CRC Press, New York, 2005.
- [Hoyt, 2001] Hoyt, R., W., Buller, M., Zdonik, S., Kearns, C., Freund, B., Obusek, J., F., *Physio-Med Web: real Time Monitoring of Physiological Strain Index (PSI) of Soldiers During an Urban Training Operation*, RTO HFM Symposium on "Blowing Hot and Cold: Protecting Against Climatic Extremes", Dresden, Tyskland, 8-10 October, 2001.
- [Jenvald, 1999] Jenvald, J. (1999) Methods and Tools in Computer-Supported Taskforce Training, *Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 598*, Linköping University, Linköping, Sweden.
- [Jovanov, 2003] Jovanov, E., O'Donnell Lords, A., Raskovic, D., Cox, P., G., Andrasik, F., *Stress Monitoring Using a Distributed Wireless Intelligent Sensor System*, IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, May/June, 2003.
- [Jungert, 2006] Jungert, E., Hallberg, N. and, Hunstad, A., *A Service-based Command and Control Systems Architecture for Crisis Management*, The International Journal of Emergency Management, Vol. 3, No. 2, 2006.
- [Jungert, 2008] Jungert, E., Hallberg, N., *An Architecture for an Operational Picture System for Crisis Management*, Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Distributed Multimedia systems, Boston, MA, September 4-6, 2008.
- [Kokar, 2004] Kokar, M. M., Matheus, C. J., Baclawski, K., Letkowski, Hinman, M., and Salerno, J., *Use Cases of Ontologies in Information Fusion*, Proceedings of the 7<sup>th</sup> international Conference on Information fusion, Stockholm Sweden, July, 2004, pp 415-421.
- [Lantz, 2007] Lantz, F., Forsgren, R., Jungert, E., Levin, B., *Beslutsstödsystem för övervakning av individstatus*, FOI Memo 2240, December, 2007.
- [Lin, 2006] B.-S. Lin, B.-S. Lin, N.-K. Chou, F.-C. Chong, S.-J. Chen, *RTWPMS: A Real-Time Wireless Physiological Monitoring System*, IEEE Transaction on Information Technology in Biomedicine, Vol. 10, No 4, October 2006, pp 647-656.
- [Little, 2005] Little, E. G. and, Rogova, G. L., *Ontology Meta-Model For Building A Situational Picture Of Catastrophic Events*, Proceedings of the 8<sup>th</sup>

international conference on Information Fusion, Philadelphia, PA., USA, July 25-29, 2005.

[Magnusson, 2002] Similarities and Differences in Psychophysiological Reactions Between Simulated and Real Air-to-Ground Missions, *The International Journal of Aviation Psychology*, 12(1), 49-61, 2002

[McGovern, 2003] McGovern, J., Ambler, S. W., Stevens, M. E., Linn, J., Jo, E. K. and Sharan, V., *The Practical Guide to Enterprise Architecture*, Prentice Hall, PTR, New Jersey.

[Morin, 2002] Morin, M. (2002) *Multimedia Representation of Distributed Tactical Operations*, Linköping Studies in Science and Technology, Dissertation No. 771, Linköping University, Linköping, Sweden.

[Pandolf, 1977] Pandolf, K., B., Giovoni, B., Goldman, R., F., *Predicting Energy Expenditure with Loads while Standing or Walking Very Slowly*, *Journal of Applied Physiology*, 43, 1977.

[Savell, 2004] Savell, C., T., Borsotto, M., Reifman, J., Hoyt, R., W., *Life Sign Decision Support Algorithms*, MEDINFO 2004, IOS Press, Amsterdam, 2004.

[Tillberg, 2007] Tillberg, P., Svartheden, J., Engstedt, D., J., *Uppdrag utland. Militära exempel från internationella uppdrag*, Försvarshögskolan, 2007.

[Tweedie, 1994] Tweedie, L., Spence, R., Williams, D., Bhogal, R. (1994) *The Attribute Explorer*, ACM, Video Proceedings CHI'94.

[Uckun, 1994] Uckun, S., *Intelligent Systems in Patient Monitoring and Therapy Management – A Survey of Research Projects*, *Int. Journal of Clinical Monitoring and Computing*, Vol. 11, 1994.