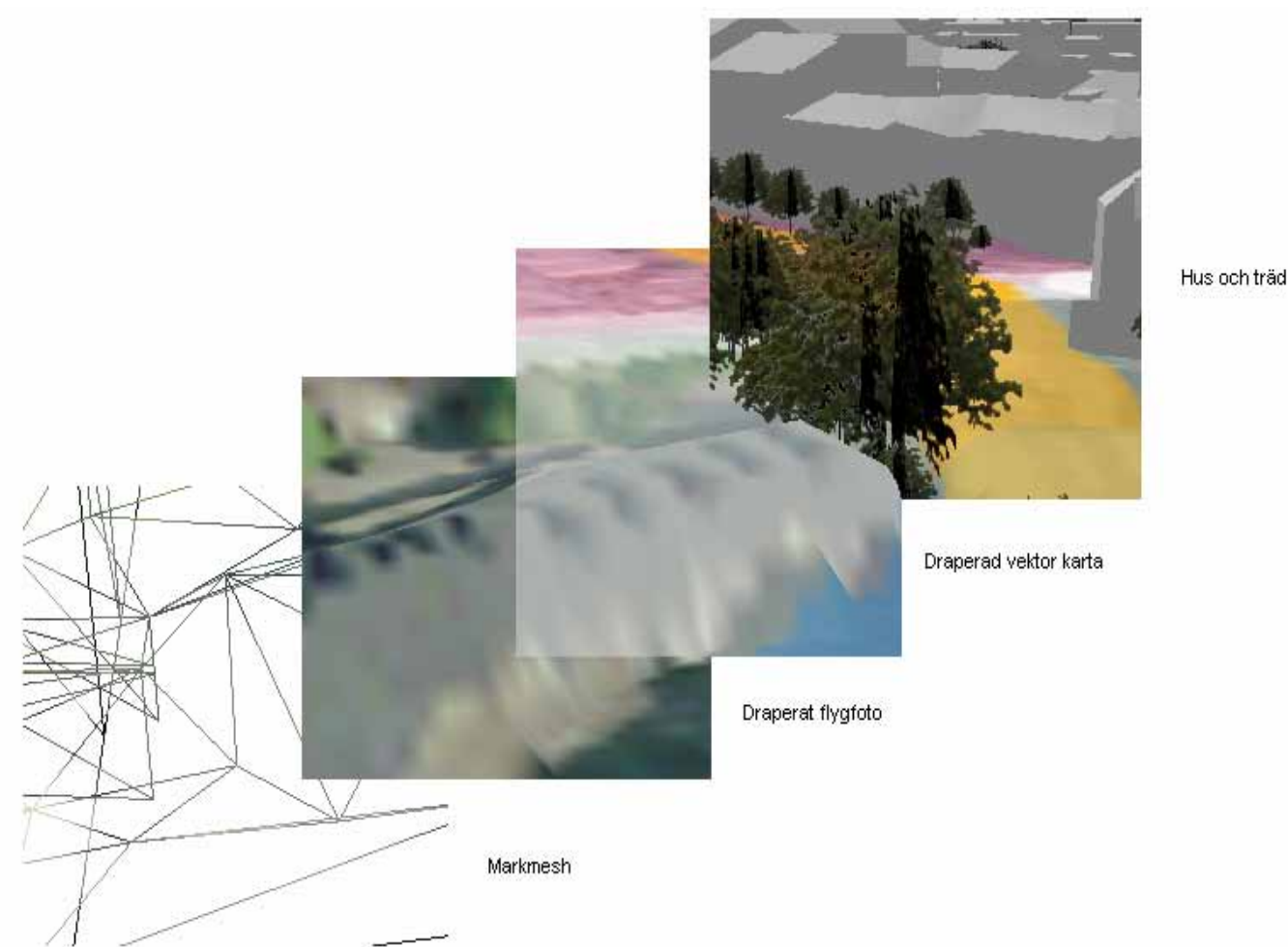


SIMON AHLBERG, JOAKIM BERGMAN, JOAKIM DAHLMAN, MARTIN FOLKESSON, ROBERT FORSGREN, NIKLAS HALLBERG, HÅKAN HASEWINKEL, JOHAN HEDSTRÖM, MATTIAS JOHANSSON, BIRGITTA KYLESTEN, ULF SÖDERMAN, ANDERS TÖRNE, CHRISTINA ÖLVANDER



FOI är en huvudsakligen uppdragsfinansierad myndighet under Försvarsdepartementet. Kärnverksamheten är forskning, metod- och teknikutveckling till nytta för försvar och säkerhet. Organisationen har cirka 1250 anställda varav ungefär 900 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.

Simon Ahlberg, Joakim Bergman, Joakim Dahlman, Martin Folkesson, Robert Forsgren, Niklas Hallberg, Håkan Hasewinkel, Johan Hedström, Mattias Johansson, Birgitta Kylesten, Ulf Söderman, Anders Törne, Christina Ölvander

## Teknik för ledning av insats i urban miljö - TEBE II slutrapport

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                        |                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Utgivare</b><br>FOI - Totalförsvarets forskningsinstitut<br>Ledningssystem<br>Box 1165<br>581 11 Linköping                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Rapportnummer, ISRN</b><br>FOI-R--2176--SE                          | <b>Klassificering</b><br>Användarrapport |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Forskningsområde</b><br>4. Ledning, informationsteknik och sensorer |                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Månad, år</b><br>December 2006                                      | <b>Projektnummer</b><br>E7154            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Delområde</b><br>41 Ledning med samband och telekom och IT-system   |                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Delområde 2</b>                                                     |                                          |
| <b>Författare/redaktör</b><br>Simon Ahlberg                      Håkan Hasewinkel<br>Joakim Bergman                    Johan Hedström<br>Joakim Dahlman                    Mattias Johansson<br>Martin Folkesson                   Birgitta Kylesten<br>Robert Forsgren                    Ulf Söderman<br>Niklas Hallberg                    Anders Törne<br>Christina Ölvander                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Projektledare</b><br>Anders Törne                                   |                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Godkänd av</b>                                                      |                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Uppdragsgivare/kundbeteckning</b><br>FM                             |                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig</b>                       |                                          |
| <b>Rapportens titel</b><br>Teknik för ledning av insats i urban miljö - TEBE II slutrapport                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                        |                                          |
| <b>Sammanfattning</b><br><p>Projektet syftade ursprungligen till att analysera den potentiella funktionaliteten hos ett tekniskt beslutsstöd avsett för flera nivåer inom bataljon för operationer i urban miljö. Speciellt avsågs hantering och utnyttjande av 2D/3D lägesbunden information och terrängmodeller i beslutssituationer under planerings- och genomförande-faserna. Ett koncept för beslutsstöd för insatsförband skall tas fram och i väsentliga delar presenteras i form i en demonstrator dec 2007 och användarexperiment skall ha genomförts. Projektet avslutades efter ett år i stället för två. Följande aktiviteter har kunnat genomföras - behovs och kravanalys, utvärdering av valideringsmetod i fältförsök, utveckling av interaktiv prototyp, genomförande av användarworkshop, utveckling av terränganalysverktyg. Resultatet visar att urban terräng ställer speciella krav på hantering av geoinformation och processen för informationsförsörjning.</p> <p>Försvarsmakten rekommenderas att genomföra en analys av geoinformationsbehov i urban miljö. Analysen kan fokuseras på några troliga kulturella miljöer, olika sammanhang och några typiska operationstyper. Dessutom bör användarförsök genomföras så att behoven kan valideras. Användningen av 3D-modeller i utbildningen bör utökas speciellt för urbana operationer. Slutligen bör Försvarsmakten utvärdera snabbare integrering (än via uppdatering av basgeodatapaketen) av erhållen geoinformation i form av kartor eller bilder (elektroniska eller pappersformat) i befintliga system och system som utvecklas</p> |                                                                        |                                          |
| <b>Nyckelord</b><br>beslutsstöd, urban terräng, militära operationer, geodata, 3D-modeller, informationsfusion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                        |                                          |
| <b>Övriga bibliografiska uppgifter</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Språk</b> Svenska                                                   |                                          |
| <b>ISSN</b> 1650-1942                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Antal sidor:</b> 65 s.                                              |                                          |
| <b>Distribution enligt missiv</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Pris:</b> Enligt prislista                                          |                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Issuing organization</b><br>FOI – Swedish Defence Research Agency<br>Command and Control Systems<br>P.O. Box 1165<br>SE-581 11 Linköping                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Report number, ISRN</b><br>FOI-R--2176--SE     | <b>Report type</b><br>User report |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Programme Areas</b><br>4. C4ISTAR              |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Month year</b><br>December 2006                | <b>Project no.</b><br>E7154       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Subcategories</b><br>41 C4I                    |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Subcategories 2</b>                            |                                   |
| <b>Author/s (editor/s)</b><br>Simon Ahlberg                      Håkan Hasewinkel<br>Joakim Bergman                    Johan Hedström<br>Joakim Dahlman                    Mattias Johansson<br>Martin Folkesson                   Birgitta Kylesten<br>Robert Forsgren                    Ulf Söderman<br>Niklas Hallberg                    Anders Törne<br>Christina Ölvander                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>Project manager</b><br>Anders Törne            |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Approved by</b>                                |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Sponsoring agency</b><br>Swedish Defence       |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Scientifically and technically responsible</b> |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |                                   |
| <b>Report title (In translation)</b><br>Technology for Command and Control for MOUT - TEBE II final report.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                   |                                   |
| <b>Abstract</b><br><p>The project aim was to analyse potential functionality in a technical decision support system for use at several echelons within battalion for operations in urban terrain. In particular focus was the handling and use of 2D/3D geographically associated information and terrain models for decision situations during the planning and operational phases. A concept for such a decision support system for an international Swedish battle group was to be developed and presented as a demonstrator Dec 2007. Furthermore user experiments should be performed. The project was terminated after one year earlier than planned.</p> <p>The following tasks have been executed - requirement analysis, evaluation of validation methods in field experiment, development of an interactive prototype, user workshop evaluation, and the development of terrain analysis tools.</p> <p>The results show that urban terrain puts special requirements on the handling of geoinformation and the process to support the military decisionmakers with geoinformation.</p> <p>The Swedish Armed Forces (SwAF) is recommended to perform an analysis of geoinformation requirements in urban terrain. The analysis may focus some possible cultural environments, different contexts and some typical operations. Furthermore, user experiments should be performed to validate the requirements. The use of 3D-models in the education should increase, particularly for urban operations. Finally, SwAF should evaluate faster integration (than updates base geoinformation sets) of received geoinformation in the form of maps or photos (electronic or paper format) in existing systems and systems under development.</p> |                                                   |                                   |
| <b>Keywords</b><br>decision support, urban terrain, military operations, geodata, 3D-models, information fusion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |                                   |
| <b>Further bibliographic information</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Language</b> Swedish                           |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                   |                                   |
| <b>ISSN</b> 1650-1942                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Pages</b> 65 p.                                |                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Price acc. to pricelist</b>                    |                                   |



# Innehåll

|          |                                                 |           |
|----------|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduktion.....</b>                        | <b>7</b>  |
| 1.1      | Projektets sammanhang .....                     | 7         |
| 1.2      | Tack .....                                      | 7         |
| <b>2</b> | <b>Bakgrund.....</b>                            | <b>8</b>  |
| 2.1      | Förutsättningar .....                           | 8         |
| 2.2      | Problemställning .....                          | 8         |
| 2.3      | Syfte .....                                     | 9         |
| 2.4      | Relaterad verksamhet inom FM/FMV .....          | 10        |
| <b>3</b> | <b>Projektet .....</b>                          | <b>12</b> |
| 3.1      | Mål .....                                       | 12        |
| 3.2      | Avgränsningar.....                              | 12        |
| 3.3      | Arbetspaket .....                               | 14        |
| 3.4      | Metod .....                                     | 16        |
| <b>4</b> | <b>Behovs och kravanalys.....</b>               | <b>18</b> |
| 4.1      | Syfte .....                                     | 18        |
| 4.2      | Bakgrund.....                                   | 18        |
| 4.3      | Genomförande.....                               | 19        |
| 4.4      | Resultat .....                                  | 20        |
| 4.5      | Slutsats .....                                  | 27        |
| <b>5</b> | <b>Prototyputveckling .....</b>                 | <b>28</b> |
| 5.1      | Syfte .....                                     | 28        |
| 5.2      | Bakgrund.....                                   | 28        |
| 5.3      | Genomförande.....                               | 29        |
| 5.4      | Resultat .....                                  | 32        |
| 5.5      | Slutsats .....                                  | 36        |
| <b>6</b> | <b>Analys av hot och möjligheter .....</b>      | <b>38</b> |
| 6.1      | Syfte .....                                     | 38        |
| 6.2      | Bakgrund.....                                   | 38        |
| 6.3      | Genomförande.....                               | 39        |
| 6.4      | Resultat .....                                  | 40        |
| 6.5      | Diskussion.....                                 | 46        |
| <b>7</b> | <b>Användarworkshop .....</b>                   | <b>48</b> |
| 7.1      | Syfte .....                                     | 48        |
| 7.2      | Bakgrund.....                                   | 48        |
| 7.3      | Genomförande.....                               | 49        |
| 7.4      | Resultat .....                                  | 51        |
| 7.5      | Slutsats .....                                  | 52        |
| <b>8</b> | <b>Fältstudie .....</b>                         | <b>54</b> |
| 8.1      | Syfte .....                                     | 54        |
| 8.2      | Bakgrund.....                                   | 54        |
| 8.3      | Genomförande.....                               | 54        |
| 8.4      | Resultat .....                                  | 55        |
| 8.5      | Diskussion.....                                 | 56        |
| <b>9</b> | <b>Ett koncept för urbant beslutsstöd .....</b> | <b>58</b> |
| 9.1      | Informationsförsörjning .....                   | 58        |

|           |                               |           |
|-----------|-------------------------------|-----------|
| 9.2       | Basfunktionalitet .....       | 59        |
| 9.3       | Påbyggnadsfunktionalitet..... | 60        |
| <b>10</b> | <b>Diskussion.....</b>        | <b>61</b> |
| 10.1      | Slutsatser .....              | 61        |
| 10.2      | Rekommendationer .....        | 62        |
| <b>11</b> | <b>Referenser .....</b>       | <b>64</b> |

# 1 Introduktion

## 1.1 Projektets sammanhang

Projektet hade som mål att utveckla ett helhetskoncept för ett beslutsstöd för internationella operationer internationellt i urban terräng. Aktiviteterna som rapporteras sträcker sig från behovs- och kravanalys till prototyputveckling och användarstudier.

Finansiering har skett inom ramen för Försvarmaktens FoT-plan för 2006. Projektet, som avslutas december 2006, tog avstamp i resultatet av ett förstudieprojekt 2005 – ”Inventering av tekniskt beslutsstöd för ledning av strid i urban miljö” – även det finansierat inom FoT-plan [1].

I arbetet har personal från fyra institutioner och två avdelningar vid FOI deltagit:

- Institutionen för Människa-System-Interaktion, med ansvar för experiment och arbetsmöten med användare och utveckling av vissa analysfunktioner,
- Institutionen för Data- och Informationsfusion, med ansvar för prototyputveckling och projektledning,
- Institutionen för Systemutveckling och IT-säkerhet, med ansvar för behovsanalys och utveckling av användarfall och
- Institutionen för Lasersystem, med ansvar för att ta fram högupplösta 3D-modeller från lasermätdata.

De tre första institutionerna tillhör avdelningen för Ledningssystem och den senare avdelningen för Sensorteknik.

Projektet har haft kontakter med och även riktat aktiviteter mot:

- Intressenter inom Försvarmakten (FM) – HKV, MSS, P7, K3, FM TS/FU, Ing2, Livgardet
- FMV – Stridsledningssystem, samordningsgrupp SpatialAce och
- Lantmäteriet - Geo SE.

Projektets avgränsningar har kartlagts så att resultatet från projektet skall komplettera relaterade verksamheter inom de av FM beställda projekten vid FOI och att det skall stödja den funktions- och förmågeutveckling vad gäller ledningssystemsstöd som sker i FM och dess övriga stödjande organisationer.

En referensgrupp (användargrupp) har funnits för att stödja och ge styrning till projektets aktiviteter. Gruppen har haft ett möte i juni 2006. Vid projektavslutningen i december 2006 var det tyvärr inte möjligt att arrangera ett gemensamt möte där flertalet av medlemmarna kunde delta. Istället arrangerades en ”roadshow” där deltagarnas förband besöktes.

## 1.2 Tack

Författarna vill tacka projektets referensgrupp för värdefulla bidrag och insikter – Övlt Göran Hällnert, Kn Peter Ottersten, Mj Johan Skiöld, Mj Mats Walldén, Mj Torbjörn Karlsén, Övlt Håkan Adén och Tomas Lorentzon, FMV.

Dessutom vill vi tacka andra som deltagit i arbetet antingen som utförare eller som diskussionsparter – Kn Magnus Bender, Kn Mikael Axelsson, Fredrik Källman, Kn Annika Lövgren-Lundqvist, Björn Lindahl och Pierre Friberg.

Vi vill även tacka chefer och inblandade i fältförsöket vid P7 och de vid MSS och Livgardet som deltagit i workshops och andra diskussioner.



## 2 Bakgrund

### 2.1 Förutsättningar

System för datafångst, informationshantering och beslutsstöd - med förmåga att upprätthålla, hantera och på bästa sätt utnyttja aktuell och detaljerad information om både miljö/omgivning och hot i ett operationsområde - kommer att vara av stor betydelse för att uppnå den avancerade situationsuppfattning/lägesbild och precisionsverkan som eftersträvas i ett framtida nätverksbaserat försvar och speciellt i urban, internationell miljö.

I ett förstudieprojekt 2005 [1] inventerades behov och ett förberedande användarförsök genomfördes. Slutsatserna av förstudien, som låg till grund för planeringen av föreliggande projekt, kan sammanfattas –

- Försättningsvis skall fokus vara mot tekniskt beslutsstöd på ledningsnivåer inom bataljon för MOUT (Militära operationer i urban terräng). Projektet skall fokusera användning och utformning av ett personligt beslutsstöd, vilket skall ge användaren en integrerad situationsuppfattning/lägesbild för planering och omplanering och som bas ha geoinformation – stadskartor, flyg och satellitbilder - i de format och delar som finns tillgängliga. I första hand avses användning under förståelse- och skapa förutsättningar faserna i manövercykeln för ledningsnivåer inom bataljon.
- Ett speciellt viktigt problem att hantera vid internationella insatser är effektiv användning av heterogen och fragmentarisk geoinformation, speciellt för urban miljö. Detta gäller både för personliga beslutsstöd och för många plattformsbundna eller funktionsinriktade system som baseras på geoinformation.
- Ett delproblem är hantering och utnyttjande av 2D/3D lägesbunden information från t.ex. UND och spaning samtidigt med geoinformation i beslutsstödet.
- Ett annat delproblem är hantering av och analyser baserade på högupplösta terräng- och 3D-modeller i beslutsstödet. För urban miljö förväntas denna typ av information ha stor betydelse, speciellt i förståelse- och skapa förutsättningar faserna i manövercykeln.

I förstudien formulerades följande inriktning för fortsatt projekt 2006 -

- Ett koncept för beslutsstöd för insatsförband skall tas fram och i väsentliga delar presenteras i form i en demonstrator dec 2007 och användarexperiment skall ha genomförts.
- Effektmålet för fortsatt projekt skall vara att det presenterade konceptet inom ett femårsperspektiv (till 2011) skall påverka design och utveckling av lednings/informationssystem för insatsförband och för andra internationella insatser inom FM.

Projektet hade från början en tvåårig aktivitetsplan, vilket kortades till ett år pga de nedskärningar som gjordes i finansieringen av FoT-planen för 2007. Projektet fick omplaneras för att avslutas till dec 2006, vilket innebar att de mer avancerade användarförsöken med en (mer) fullständig prototyp som planerats till 2007, inte kunde utföras. De redovisade resultaten har därför fokuserats mot vissa behov och är i vissa stycken ofullständiga. En ansträngning har gjorts att avsluta projektet på sådant sätt att det kan fortsättas enligt ursprunglig plan om tillfälle ges inom FM eller vid FOI.

### 2.2 Problemställning

Försvarsmakten står inför genomgripande förändringar orsakade av de ökade kraven på flexibilitet vad gäller typ av operationer, operationsmiljöer, samarbetspartners och konfigureringsinför för en insats. Detta ställer i sin tur också ökade krav på förmåga på informations- och beslutsstöd, som måste vara användbara i alla tänkbara operationstyper och miljöer, kunna vara (oplanerat) interoperabla och vara okänsliga för varierande resurser och förmågor hos insatsenheterna.

Typen av operation breddas från symmetrisk strid med militära vapen mot en jämförbar motståndare till att även omfatta asymmetrisk strid, infrastrukturstödjande operationer och genomförande av operationer snarlika polisiära uppgifter. Detta gör att kraven på materiel, arbetssätt, utbildning, samband, underrättelsehantering och informationsstöd breddas. Exempelvis ställer en uppgift att kontrollera en folkmassa ("riot control") andra krav på vapen (avståndshållande) och verkan (ej dödliga) än vid symmetrisk strid.

På samma sätt måste informations- och eventuellt beslutsstöd breddas till att även hantera relevant information för dessa nya typer av operationer och beslutsituationer. Speciellt i urban miljö ställs krav på att relevant information (geoinfo, UND, positioner, hot och möjligheter) är snabbt tillgängliga, eftersom tempot i operationer och operations(-om-)planeringen är snabbt växlande och ibland mycket snabb. Detta kan leda till att beslut både vid planering och vid utförande förs ut till beslutsfattare närmare de operativa enheterna. Tillgängligheten till beslutsstödjande information för dessa beslutsfattare är därför en kritisk förmåga för urban miljö.

De geodatapaketen från Lantmäteriet eller insatsens geocell som är fundamentet i FMs geoinformationsförsörjning kommer även med att beslutsstöd att vara basen och referensen för samband och ordregivning mellan enheter och mellan beslutsfattare under planering och genomförande av operationer. Det pågår idag utveckling av FMs försörjningsprocesser för geoinformation och då speciellt för internationella insatser [2]. Projektet kompletterar denna utveckling genom att specifikt ta upp användningen av sådan information i beslutsituationer i urban miljö.

I ett personligt datorbaserat beslutsstöd kompletteras geodatapaketen information av geoinformation och plats/geobjektbundna underrättelser/spaningsrapporter som man fått tillgång till lokalt och som inte är tillgängliga i geodatapaketen. Detta är speciellt viktigt för urbana miljöer där kraven på upplösning är större och geoinformation snabbt blir föråldrad t.ex. på grund av byggande. I urban miljö kan lokal kartering och spaning under lugna perioder ge viktig information om topografin och geobjekt – som fotografier, vägbredd, byggmaterial, verksamhet i husen etc. - inför framtida operationer. Av detta följer att beslutsfattaren, speciellt för urbana miljöer, effektivt måste kunna ha tillgång till denna kompletterande information i beslutssituationen.

## 2.3 Syfte

Ett beslutsstöd kan i ökande ambitionsnivå presentera (1) data direkt från sensorer eller spaning, (2) filtrerad orienterande-/lägesinformation, (3) analys av lägen och omgivning, (4) analys av hypotetiska lägen och omgivningar och, som högsta ambition för ett beslutsstöd, (5) presentera ett förslag till beslut. Ett speciellt viktigt problem i sammanhanget är hantering och användning av osäker och/eller ofullständig data-/information.

Ursprungligen hade projektet följande syften –

- i närtid är syftet fokuserat mot tekniskt beslutsstöd på flera nivåer inom bataljon för operationer i urban miljö och mot hantering och utnyttjande av 2D/3D lägesbunden information och terrängmodeller i beslutssituationer under planerings- och genomförande-faserna.
- ett koncept för beslutsstöd för insatsförband skall tas fram och i väsentliga delar presenteras i form i en demonstrator dec 2007 och
- användarexperiment skall ha genomförts.

Mot FM är effektmålet att det presenterade konceptet inom ett femårsperspektiv (till 2011) skall påverka design och utveckling av lednings/informationssystem för insatsgrupper och för andra internationella insatser

Från ovanstående problemformuleringar och syften har följande frågeställningar formulerats och som projektet har haft att besvara –

1. Hur påverkar den urbana terrängen utformningen av ett effektivt beslutsstöd?
2. Vilka är de speciella krav som ställs på ett beslutsstöd för internationella insatser i urban miljö?

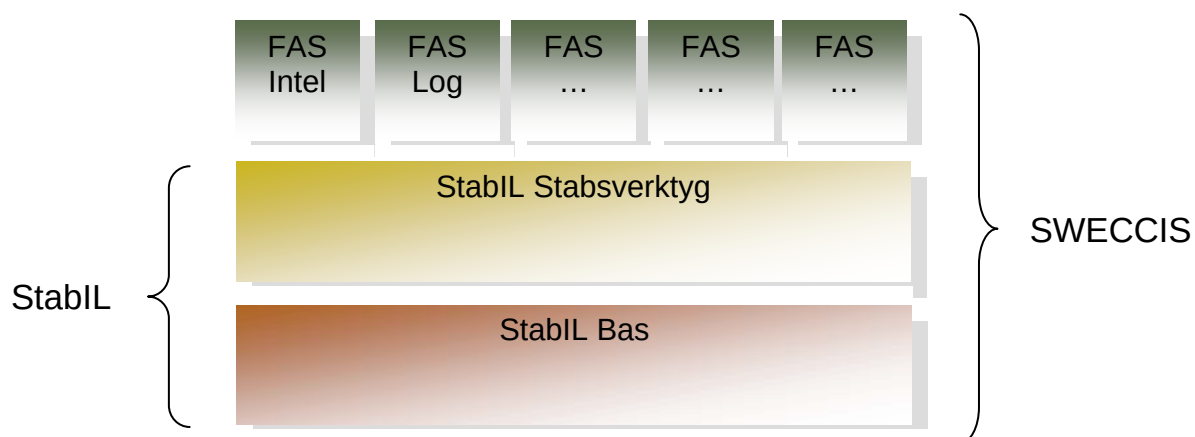
3. Vilken information (om objekt och platser i staden) är kritisk för beslutsfattande i urban miljö?
4. Hur kan UND information integreras med högupplöst 2D/3D-information i urban miljö?
5. Hur skall analyshjälpmedel baserade på högupplöst geoinfo utformas för användning i urban miljö.
6. Hur erhålles, hanteras och nyttjas information med avseende på fullständighet, noggrannhet, osäkerhet, tillgänglighet och tidsaspekter?
7. Hur ser ett koncept för beslutsstöd för urban miljö ut och hur relaterar det till andra stödsystem som finns eller utvecklas av FM för olika plattforms/sensorsystem och funktioner som gemensam lägesbild, underrättelsehantering och fältarbete?

Dessa frågeställningar är omfattande och svaren kan endast ges delvis eftersom projektet avkortades. I presentationen som följer återfinns dessa.

## 2.4 Relaterad verksamhet inom FM/FMV

### 2.4.1 SWECCIS

SWECCIS är en arkitektur för ett försvarsmaktsgemensamt informationssystem för nationell och internationell insatsledning som hanterar information upp till nivån H/Secret. Arbetet drivs inom Pg IS Mark .



Figur 1. SWECCIS arkitektur (från Pg IS Mark – presentation, Ulf Rooth)

I SWECCIS perspektiv är TEBEs fokus relaterat till GIS-funktionaliteten inom StabIL Stabsverktyg – med fokus mot urban terräng och med koppling till lägesbunden UND-information av typ text, bild, video och ljud. TEBE har dessutom en inriktning som beslutsstöd för lägre ledningsnivåer - inom bataljon.

### 2.4.2 Pg LedBat

SLB (Stridsledning Bataljon), som utvecklats inom Pg Ledbat, ligger närmare enhetsnära stridsledning och har därför en väl utbyggd funktionalitet för samband, orderhantering och positioneringar. För användning i internationell miljö kommer de krav och funktioner för geoinformationshantering som är fokus i TEBE att bli aktuella, speciellt om systemet skall användas i stadsmiljö.

TEBE-projektet har delvis tagit upp användningsfall och specificerade geoinformationsbehov inom Pg LedBat. Projektet har också använt samma basplattform för visualisering – SpatialAce från Carmenta AB – som använts i denna utveckling.

### **2.4.3 Ing2 - TIBAST**

TIBAST (Ing2) är ett geoinformations- och analyssystem baserat på Arcview 9 för framtagande av terränganalyser (bärighet, fri höjd, etc.) och som även inkluderar siktanalys, analys av dominerande höjder och vägsökning. Verktöget är riktat mot informationsframtagning, tex av geocellen eller av ingenjörsfunktion. Nyttjande system kan t ex vara gemensamma verktyg inom SWECCIS StabIL Stabsverktyg – t ex ett verktyg som TEBE – eller SLB.

TEBE som verktyg ligger närmare nyttjaren/beslutsfattaren och hans/hennes behov av funktionalitet. Det överlapp som finns i den tänkta funktionaliteten beror på hur respektive informationscykel från generering av information till nyttjande, via analys och syntes, är utformad. Med andra ord - skall slutanvändaren av informationen ha möjlighet att själv göra analyser/synteser eller är hans/hennes nyttjande enbart visualisering och navigering i informationen?

### **2.4.4 FMV - FM framtida geoinförsörjning**

Vid FMV MS 462 GIS/GIT [2] sker idag en analys av hur FM:s geoinformationsprocess skall se ut för en framtida insats. Projektet skall stödja skapandet av en förmåga hos FM att samla in aktuella data för att kunna uppdatera eller nyproducera geografisk information som skall nyttjas för verksamheten vid internationella missioner. I projektet finns ett behov av att genomföra utveckling av GIBB och på sikt genomföra användarförsök där GIBB valideras, vilket starkt relaterar till TEBE-projektets frågeställningar ovan.

## 3 Projektet

### 3.1 Mål

Målet för projektet var att utveckla och genomföra användarexperiment med en användarnära beslutsstödsfunktionalitet. Under förstudien 2005 genomfördes en behovsstudie där representanter för FM intervjuades om behov av beslutsstöd. Under 2006 var målet att strukturera och ytterligare precisera detta till en behovsanalys och även formulera krav på det beslutsstöd som skulle tas fram.

Funktionaliteten skulle dels vara en basfunktionalitet, som kompletterar de informations- och sambandsfunktioner som idag finns eller utvecklas. Den basfunktion som identifierats var hantering av heterogena och fragmentariska geodataset i kombination med UND och UND-liknande information (text, bilder, video, ljud) och publika informationskällor.

Som tillägg till basfunktionerna kan funktioner för kombinerad geodata/UND-analys finnas. Blå/röd följning och orderhantering är andra möjliga funktioner som kan adderas till basfunktionerna.

Dessutom skulle projektet även ta upp de speciella problem som uppdatering av geodata innebär. Ett utbyte, inkl distribution, av ett helt geodatapaket är en omfattande process. Många beslutssituationer ställer stora krav på aktualitet i geoinformation och lokala, och till och med kompani/pluton-interna, metoder måste finnas för att ändra, utbyta och göra tillägg till ett beslutsstöds geografiska information.

I förlängningen kan krav finnas på inkrementell uppdatering av geoinfo i en distribuerad miljö med datanätverkskommunikation, och projektet hade ambitionen att göra sådana experiment baserat på den teknik som utvecklats inom projektet "Dynamisk Terräng" [6][7].

Målet för 2006 var också att genomföra användarförsök där prototypens funktioner skulle utvärderas.

### 3.2 Avgränsningar

Den ovan presenterade målsättningen är omfattande. Flera av de delfunktionaliteter som beskrivs utvecklas inom parallella FOI-projekt alternativt inom utvecklingsprojekt inom FM. Tanken var att dessa funktioner skulle kunna integreras med prototypen och användarförsök kunna genomföras med beslutsstödet som inkluderade dessa.

Nedan presenteras de viktigaste avgränsningarna som gjorts.

#### 3.2.1 Geoinformationsförsörjning

##### **Processen**

Ett beslutsstöd består inte endast av användarnära funktionalitet. Dessutom måste den information som beslutsstödet baseras på genereras, underhållas, utvecklas och kvalitetsbestämmas/säkras. Den traditionella processen för geoinformationsförsörjning ses idag över för att anpassas till FMs nya uppgifter och förmågor.

Troligen måste flera processer med olika tidsperspektiv finnas för denna försörjning – en snabb lokal för enheten, en medelsnabb bataljonsprocess och en långsammare för hela insatsen. Informationen får då olika kategorier vad gäller kvalitetssäkring och auktorisering.

Projektet har inte analyserat dessa problemställningar noggrannare utan antar att de kan hanteras.

##### **Egen kartering**

FM och FOI studerar i andra projekt [3] möjligheterna att införa detaljerad (0,1 meter) 3D-kartering i urban miljö som baseras på laserskannande mätmetoder. Mätningen kan antingen utföras med helikopter eller UAV.

De resulterande höjdmodellerna analyseras automatiskt så att huskroppar och tex. träd skapas som objekt i 3D-kartan [5]. Eftersom dessa mätningar kan utföras regelbundet och 3D-kartan därför förändras, måste en metod för att snabbt distribuera sådana kartor finnas. Eftersom datamängden är stor kan inkrementell uppdatering via nätverk vara en nödvändighet. Detta studeras i projektet "Dynamisk terräng" [6]. I projektets målsättning ingick att på sikt testa de metoder som utvecklats inom projektet "Dynamisk Terräng" men detta kom aldrig till stånd eftersom projektet avkortades.

### **Regelbunden markkartering**

Under förutsättning att de geografiska informationsbehoven i den urbana miljön är bestämda/kan bestämmas kan den regelbundna spanings och patrulleringsverksamheten utföra mätningar och datainsamling rörande den urbana topografin (undergångar, prång, vägbredder etc.) som komplement till kartering och kartor/flygbilder.

Projektet har antagit att detta sätt att samla in geodata finns/kommer att finnas. En 3D-modell är den bas som behövs för den information som finns om hus och andra byggnader – t ex fotografier, byggmaterial, skisser över våningsplan och verksamhet i byggnaden.

## **3.2.2 Informationsfusion**

Projektet har inte behandlat analys och funktionsspecifik hantering av underrättelseinformation. Dessa problemställningar har bl a tagits upp i ett annat FOI projekt "Teknik, Metodik och Demonstrationssystem för Informationsfusion" [8]. Sådan analys och hantering innefattar t ex modeller av folkmassors rörelser, analys av sociala nätverk och informationsportaler som MilWiki [9].

Inom TEBE-projektet har integrationen av plats- och geoobjektbunden information med kartor och flygbilder för personligt beslutsstöd tagits upp.

Den plats- och geoobjektbundna informationen härstammar främst från underrättelsefunktionen och egen lokal spaning/mätning, men kan även ha externt/publikt ursprung. Den kan innehålla både officiell/ackrediterad FM intern information och personligt tillgängliggjord information. Denna process för informationsfångst och ägarskap/tillförlitlighetsfrågor har inte ingått i projektet 2006.

## **3.2.3 Dynamisk informationsbas**

En viktig egenskap hos ett beslutsstöd är att basinformationen svarar mot verkligheten. Ett mått på detta är tillförlitligheten i informationen. Tillförlitlighet som mått bedöms av användaren genom att information om informationen finns tillgänglig – t ex insamlingsstund, ursprung och integritetsskydd. En faktor som påverkar tillförlitligheten är risken för att förändringar skett sedan insamlingsstunden. Denna faktor kan t ex uppskattas från ett tidsintervall inom vilket informationen är "högtillförlitlig" med liten risk för förändringar.

Olika tidsintervall har behov av olika försörjningsprocesser – målinmätning (sekunder) kräver snabb och precis sensorteknik, trafiksituation eller väder kräver regelbunden rapportering (timmar till dagar), verksamhet i hus och vägreparationer kräver rapportering/underrättelser t ex varje vecka och nya vägar eller bebyggelse förändras kanske med månadsintervall. Topografiska data utanför urban miljö kan däremot vara tillförlitliga i månader.

Projektet skulle behandla frågan om osäkerhet i information och då avgränsat till tidsintervall för tillförlitligheten större än dagar eftersom basinformationen av typ högupplösta 3D-modeller knappast kan uppdateras snabbare än dagar - ens när förmågan att taktiskt kartera denna information blir fullt utvecklad. Både insamling, modellgenerering, validering och distribution kommer att ta tid.

Däremot är det fullt möjligt att integrera bildsensorer (för monitorering i realtid) direkt i ett beslutsstöd, eftersom dessa är direkt tolkningsbara för användare. Integreringen är inte tekniskt krävande utan bildsensorfunktionaliteten kan ses som en sidoapplikation till det geoinfobaserade beslutsstödet, men som visas i samma interaktionsyta. Funktionerna finns i många informationsverktyg publikt tillgängliga idag.

### 3.2.4 Kommunikation

Sambands- och orderfunktioner ingick inte i projektets fokus. Dessa funktioner utvecklas idag bl a inom ramen för Pg Ledbat och SLB - utvecklingen. På en högre ledningsnivå än inom bataljon ingår dessutom dessa funktioner i den försöksverksamhet som sker inom UtvC i Enköping, t ex DEMO verksamheten.

Däremot ingick i projektet problemställningen att distribuera uppdateringar av geoinfo, UND och positionslägesbilden. Speciellt geoinfo handlar om mycket stora datamängder vilket gör att distributionen blir ett separat problem.

### 3.2.5 Datafångst

FMs försörjningsprocess för geoinformation har inte ingått i projektet, eftersom FM/FMV arbetar med denna frågeställning. Dock bygger flera av de funktioner som ingår i prototypen på att FM har en egen förmåga att taktiskt kartera och samla in information om urbana miljöer. Det är osannolikt att detaljerade 3D-modeller över samhällen i svensk AOR (Area Of Responsibility) kommer att finnas direkt tillgängliga för integrering i geoinfopaket under en insats tidiga skeden.

En process och datorbaserade verktyg för insamlande, lagring, syntes och tillgängliggörande av lokal urban information (kartor, geoobjektdata och platsbunden information) är möjlig även i det korta perspektivet. Detta krävs om det koncept för beslutsstöd som beskrivs i denna rapport skall realiseras.

## 3.3 Arbetspaket

### 3.3.1 Behovs och kravanalys

En behovs och kravanalys har utförts, huvudsakligen baserat på de behov som framkom och diskuterades under förstudien 2005. Ett antal användarfall har tagits fram för de behov som ligger inom projektets inriktning och ett urval av dessa har presenterats och diskuterats vid ett arbetsmöte med FMs personal. Arbetspaketet presenteras i sammanfattning nedan och mer utförligt i [10][11].

Analysen och arbetsmötet fokuserade behov och användning av underrättelse och rapporteringsinformation i ett geoinformationsbaserat beslutsstöd. Detta kompletterade övriga arbetspaket i projektet.

Behovsanalysen måste ytterligare valideras och förfinas för de behov som är centrala för ett beslutsstöd för urban miljö. Kravanalysen ger idag endast en fingervisning mot hur kraven på ett beslutsstöd för urban miljö skall utformas. För ett fortsatt arbete mot ett beslutsstöd för urban miljö kan resultatet från arbetspaketet användas som en utgångspunkt.

### 3.3.2 Prototyputveckling

Ett viktigt delmål för projektet var att skapa en plattform för att genomföra mindre användarförsök, där behovet av information och analysverktyg skulle kunna analyseras mer objektivt än genom diskussioner med beslutsfattare. Behovet av denna typ av användarexperiment baseras på att avståndet mellan behovs och kravanalys enligt ovan och fullskaleexperiment, typiskt representerade av DEMO-verksamheten vid FM UtvC i Enköping eller FMs fältövningar, är stort både i förberedelse och i resursåtgång.

Ett liknande projekt inom FOI är Ledningskrigssimulatorprojektet, där FOI utvecklar delar av systemet på uppdrag av FMV. En försöksplattform av detta slag skulle även kunna användas i den framtida CD&E verksamheten inom FM och då inte bara användarförsök inom det aktuella området - beslutsstöd för urban miljö.

Ambitionen inom projektet var att skapa en prototyp för funktionen och visualisering/interaktion, som sedan skulle kunna integreras med de verktyg som behövs för att genomföra försök – instrumentering för mätning och interaktiv scenariosimulering.

Ett annat mål för arbetspaketet var att undersöka möjligheterna att implementera funktionerna som påbyggnad på resultatet av utvecklingen av stridsledningssystem inom bataljon (SLB). Valet av visualiseringsplattform blev då detsamma som inom SLB – SpatialAce från Carmenta AB. Valet möjliggör en dynamisk hantering av geoinformation – dvs att lokalt uppdatera föråldrade delar av geodataset på ett enkelt och inkrementellt sätt. Detta möjliggör slutligen mindre dataset i distributionen och därför snabbare, mindre resurskrävande och effektivare uppdateringar. Detta gäller både integrering av lokalt tillgängliggjorda geodata och geodatasetet.

Prototyputvecklingen fokuserades på tre identifierade behov

- hantering och användning av heterogena och fragmentariska data.
- presentation i 2D/3D kartan av UND information i text, bild och videoformat
- analys av hot och möjligheter som baseras på högupplösta 3D-modeller

### 3.3.3 Analys av hot och möjligheter

Detta arbetspaket hade som primärt mål att utveckla analysfunktioner för användarfall ”Terränganalys” enligt [12] och som t ex möjliggörs genom tillgången till högupplösta 3D-modeller. Dessa funktioner skulle sedan ingå i de planerade användarförsöken. Analyserna har delats upp på dels enkla filtreringar och geometriberäkningar, och dels analyser som inrymmer militär domänkunskap om hot och möjligheter.

Analyserna utvecklades först i ett 2D/3D-verktyg som utvecklats internt inom FOI [13], eftersom tröskeln för den initiala algoritmutvecklingen var mindre i detta verktyg. Flera av analyserna fördes (porterades) sedan över till den prototyp som baserades på Spatial Ace och integrerades med övrig funktionalitet i denna.

Ett andra mål var att få erfarenheter av hur denna typ av analysverktyg skulle kunna implementeras i Spatial Ace som används i SLB-utvecklingen.

### 3.3.4 Fältstudie

TEBE-projektet hade som slutmål att utveckla och validera ett koncept för beslutsstöd genom behovs och kravanalys, utveckling av experimentplattform och genomförande av försök och experiment. En väsentlig del i detta var att precisera vilka informationsbehov som är kritiska för beslutsituationer i urban miljö.

Försöken skulle genomföras i en simulerad omvärld med ett scenario som ställer försökspersonen i ett antal beslutsituationer. Genom att mäta och på annat sätt observera vilken information som försökspersonen använder i sitt beslutsfattande kan slutsatser dras om olika geografiska informationsbehov i olika beslutssituationer.

För att verifiera att det simulerade experimentet ger samstämmiga resultat med det informationsbehov som en verklig beslutsituation skulle kräva måste motsvarande metoder utvecklas för observation och mätning av informationsbehovet i en verklig omvärld. För att testa den instrumentering som krävs för detta gjordes ett fältförsök vid P7 våren 2006. I [14] redogörs för studien. Slutsatserna för projektets del rör framförallt utrustningens robusthet och användbarhet för att genomföra mätningar i beslutssituationer i en fältsituation i urban miljö.

### 3.3.5 Användarworkshop

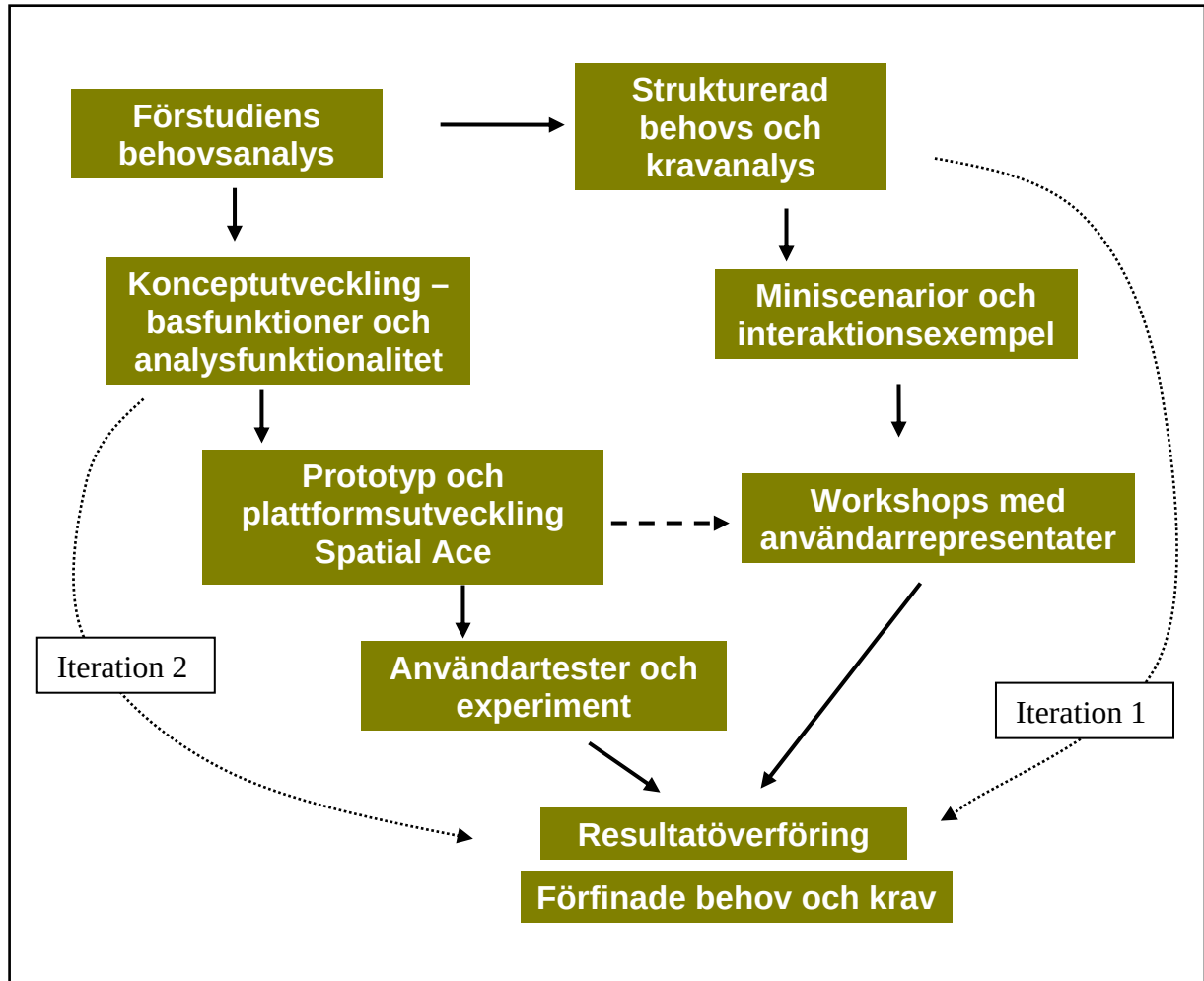
I den ursprungliga planen ingick att den utvecklade prototypen skulle instrumenteras med loggfunktioner av användarens interaktion med programvaran och ett simulerat scenario som skulle kunna repeteras för flera försökspersoner. Pga tidsbrist inför projektets tidigarelagda avslutning kunde ett försök av denna omfattning inte genomföras.

Istället genomfördes en användarworkshop där användarrepresentanter från MSS konfronterades med scenario och funktioner och fick kommentera dessa. I kapitel 7 finns en utförligare redogörelse för denna aktivitet som även presenteras i en separat rapport [18].



### 3.4 Metod

Projektet skulle dels ta fram ett koncept för beslutsstöd och dels besvara de ställda forskningsfrågorna. För att ta fram konceptet användes en systemutvecklingsmetod – ”iterative refinement” – som modifierats för att passa projektets behov. Forskningsfrågorna underställdes denna process.



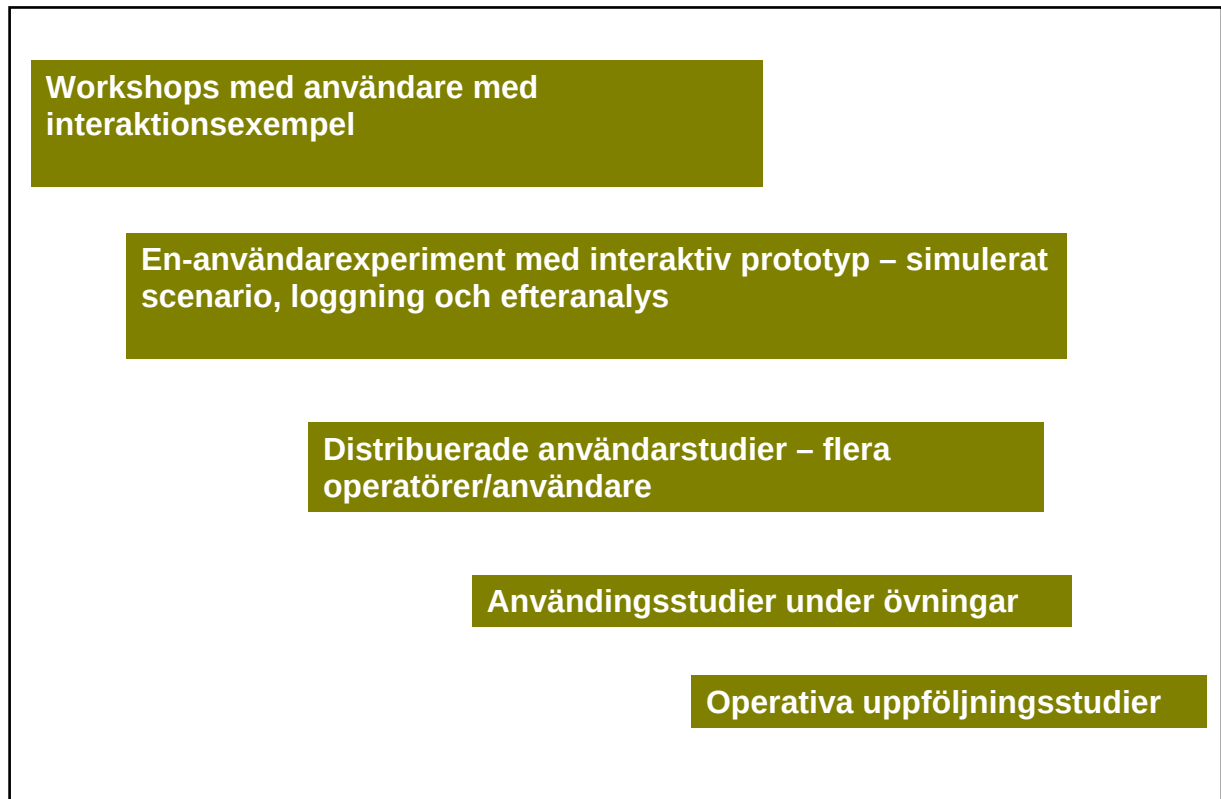
Figur 2. Projektets förfining av krav på beslutsstöd för urban miljö. Den streckade pilen motsvarar den förenkling som gjordes pga tidsbrist.

”Iterative refinement” bygger på att kravspecifikationen förfinas genom att iterativt utveckla funktionsprototyper som valideras med text experiment<sup>1</sup>. Vartefter kravspecifikationen blir mer entydig och välstrukturerad kan valideringsexperimenten bli mer omfattande och resurskrävande. I Figur 3 visas exempel på hur valideringen görs

I Figur 2 visas två iterationer där valideringsexperimentet gjorts mer omfattande till Iteration 2. Naturligtvis kan iterationer utföras utan att valideringen görs mer omfattande. I projektet kunde Iteration 1 och Iteration 2 utföras parallellt eftersom utgångsmaterialet var gemensamt och fokus för kraven var olika i de båda fallen – se Figur 2. Användartesterna kunde inte genomföras som planerat utan ersattes med en användarworkshop.

<sup>1</sup> Man skiljer på validering av kravspecifikationen och validering av det färdiga, implementerade systemet. Båda valideringarna sker mot beställarens intentioner (behov eller användarkrav). Här avses det förra fallet.

I idealfallet resulterar varje iteration i att validerings-experimentet detaljeras och blir mer omfattande resursmässigt till nästa gång. På detta sätt kan precisionen i systemutvecklingen förbättras på ett effektivt sätt.



*Figur 3.* Stegvis utökning av valieringsförfarande – från användarworkshops till fullskaleutvärderingar med många deltagare.

## 4 Behovs och kravanalys

Inom systemutvecklingsprojekt genomförs i princip alltid någon form av behovsanalys, implicit eller explicit. Syftet är att förstå vilka behov de som skall använda systemet har. Baserat på behoven som identifieras formuleras krav vilka ligger till grund för designen av systemet. Lika viktigt som det är att förstå vilka behov som finns är det att få en förståelse för vad som **inte** behövs. Funktionalitet och egenskaper som ej bidrar till någon nytta medför att systemet blir onödigt komplext samt genererar onödiga kostnader för såväl implementering som underhåll. Detta kapitel beskriver den behovs- och kravanalys som genomfördes som ett delprojekt inom projektet TEBE.

### 4.1 Syfte

Syfte med behovs- och kravanalysen är att sammanställa de behov av och krav på ledningsstöd för strid i urban miljö som identifierats under förstudien av projektet TEBE. Denna sammanställning skall utgöra en grund för det fortsatta arbetet avseende utvecklingen av metodik och teknik inom projektet. Den skall även fungera som ett fristående resultat som andra ledningssystemsutvecklingsprojekt med liknande inriktning kan nyttja.

Baserat på de behov som identifierats togs användningsfall fram som ett stöd för att specificera kraven. För att kvalitetssäkra användningsfallen validerades en delmängd av dessa med potentiella användarrepresentanter. Syftet med valideringen var att undersöka om användningsfallen verkligen representerar funktionalitet som skulle vara till nytta vid militära operationer i urban miljö.

### 4.2 Bakgrund

I detta avsnitt redovisas behovsanalys, kravanalys, kvalitetsdriven kravhantering och användningsfall.

#### 4.2.1 Behovsanalys

Behovsanalys syftar till att kartlägga vilka behov som användarna av de system som skall utvecklas har. Behoven kan vara medvetna eller omedvetna samt verkliga eller upplevda. Att identifiera uttalade behov är relativt lätt, men det är även viktigt att förstå de outtalade och omedvetna behoven [19]. Om det system som utvecklas är avsett att ersätta ett befintligt system/artefakt så finns det behov som redan är tillfredsställda, vilket gör dem ytterligare svårare att identifiera. Förbiseende av att säkerställa att dessa behov också tillfredsställs med det nya systemet kan bli en otrevlig upptäckt för såväl användare som utvecklare. Detta är dock inte en ovanlig situation när moderna informationssystem införs som ersättning för manuell informationshantering.

Att skilja på behov från krav och design är viktigt för att inte luras att tro att "önskningar" utgör ett faktiskt behov. Dessa önskningar kan vara användare som tror att en viss lösning motsvarar deras faktiska behov, men även utvecklare som gärna vill se ett behov av en viss lösning. Behov finns dock hos dem som skall nyttja systemet och i den omgivning där systemet skall användas, medan krav ställs på det system som skall utvecklas. Designen beskriver hur systemet skall utformas för att möta kravet.

#### 4.2.2 Kravanalys

Kravspecifikationer beskriver vad system skall uppfylla och indirekt vad de **inte** skall uppfylla [20]. För att ta fram kravspecifikationer görs så kallade kravanalyser. I dessa ingår att identifiera, analysera och dokumentera krav. Kraven skall dokumenteras så att de kan kommuniceras med dem som skall designa och implementera systemet. För att kunna kvalitetssäkra utvecklingsarbetet måste krav även formuleras så att de kan användas för att verifiera funktionalitet och egenskaper hos det färdiga systemet. Samtidigt är det viktigt att kunna validera krav med användare, d v s säkerställa att kraven motsvarar de faktiska behoven. Krav kan klassas som funktionella respektive icke-funktionella. Funktionella krav beskriver vilka funktioner system skall tillhandahålla medan de icke-funktionella kraven beskriver kapacitet, utseende, användbarhetsaspekter, säkerhet etc.

Ett optimalt utfört utvecklingsprojekt skulle innebära att det realiserade systemet uppfyller kravspecifikationen, som i sin tur innebär att användarnas och verksamhetens behov tillfredställs, vilket även leder till att användare och verksamhet har nytta av systemet.

### 4.2.3 Kvalitetsdriven kravhantering

Behovs- och kravanalysen baserades på metoden kvalitetsdriven kravhantering [21]. Denna genomförs i sex steg:

1. Insamling av data. Information som är av intresse för att kravställa det system som skall utvecklas samlas in, vilket kan ske med ett flertal olika metoder och tekniker, exempelvis intervjuer, observationer, workshops och enkäter. Utdata från detta steg är i textformat.
2. Identifiering av utsagor. Texterna analyseras för att identifiera utsagor vilka innehåller information som kan nyttjas för att identifiera behov.
3. Identifiering av behov. Analys av utsagorna genomförs med en kundrösttabell för att identifiera behov [22]. Utdata utgörs av ett antal behovsformuleringar.
4. Analys av behov. Analys av behovsformuleringarna genomförs samt kategorisering av liknande behov och strukturering av kategorierna. Under analysen sorteras dubletter av behov bort och formuleringar ensas. Den färdiga strukturen analyseras för att upptäcka om behov saknas, vilka i så fall förs in.
5. Identifiering av krav. Behoven analyseras för att identifiera krav som skall ställas på det system som skall utvecklas.
6. Analys av krav. Analys av kraven genom att kategorisera och strukturera dessa.

### 4.2.4 Användningsfall

Användningsfall beskriver hur användare interagerar med ett system [23]. Det inkluderar vilka funktioner som användarna kan nyttja, men utan att precisera systemets egenskaper avseende interaktionen. Användningsfall består av en text som beskriver själva användningen, samt ett enkelt diagram som illustrerar aktörers interaktion med systemet. För TEBE anpassades en mall för att dokumentera användningsfallen. I mallen preciserades för varje användningsfall: (1) Identifierare som ett unikt nummer för varje användningsfall, (2) Namnet på användningsfallet, (3) En kortfattad beskrivning av interaktionen mellan aktören och systemet, (4) Nyttan som erhålls vid användningen, (5) De behov som motiverar användningsfallet, (6) De primära aktörerna av systemet, (7) De sekundära aktörerna av systemet, vilka inte initierar användningen utan helt passivt kan ha nytta av det, (8) De stödjande aktörer som används av systemet, (9) Användningsfrekvens, (10) Förutsättningar för användningen i enlighet med användningsfallet, (11) De funktionella kraven, (12) De icke-funktionella kraven, (13) Den primära forskningsfrågan som användningsfallet ger upphov till, (14) Den sekundära forskningsfrågan som användningsfallet ger upphov till, (15) Referenser till de användningsfall som detta användningsfall ingår i, (16) Referenser till de användningsfall som ingår i detta användningsfall, (17) Namnet på den som formulerat användningsfallet och (18) En lista med datum då användningsfallet uppdaterats och vem som gjort det.

## 4.3 Genomförande

Studien baserades på kvalitetsdriven kravhantering, användningsfall och prototypbaserad scenariodrivna utvärdering av användningsfall genomförd i 12 steg.

1. Under insamlingen av data sammanställdes de texter som producerats under förstudien inom TEBE. Av dessa ansågs slutrapporten till fullo representera indata för studien [1]. Övriga dokument användes som kompletterande material.
2. I texten identifierades utsagor innehållande information som kunde användas för att identifiera behov.

3. Utsagorna som identifierats analyserades i för projektet anpassade kundrösttabeller [22]. Resultatet av analysen utgörs av behov.
4. Behoven analyserades, kategoriserades och strukturerades för att ensa formuleringar, ta bort dubletter samt skapa en hierarkisk struktur. Den hierarkiska strukturen ger en betydligt bättre överskådlighet och förståelse för behovens relationer.
5. De behov som ansågs viktigast valdes ut för vidare analys och som underlag för att formulera krav. Prioriteringen gjordes på enklaste sätt och först togs de behov som inte ansågs ligga inom TEBE-projektets ram bort. Därefter sorterades behov som utgör fokus inom andra Försvarsmaktsrelaterade ledningssystemprojekt bort. Till sist prioriterade projektledningen vilka behov som skulle ligga till grund för framtagandet av användningsfallen.
6. En för TEBE-projektet anpassad mall användes för att utveckla användningsfallen baserat på de prioriterade behoven.
7. De krav som identifierats i samband med framtagandet av användningsfallen kategoriserades och strukturerades.
8. Fem användningsfall valdes ut för att utvärderas. Var och ett av dessa beskrevs i form av ett mini-scenario. För att ge ett sammanhang till mini-scenariorna skapades ett ramscenario som beskrev den miljö i vilket mini-scenariorna skedde.
9. För att illustrera hur funktionaliteten, enligt användningsfallen, skulle nyttjas i mini-scenariorna togs en prototyp fram. Prototypen exemplifierar hur användaren i mini-scenariorna interagerar med "systemet".
10. Två för-utvärderingar med efterföljande vidareutveckling genomfördes av både mini-scenariorna och prototypen. Detta för att scenariot och prototypen inte skulle innehålla störande felaktigheter eller inkonsekvenser.
11. Utvärderingen av användningsfallen genomfördes i två steg under en fem timmar lång session. I det första steget presenterades TEBE-projektet för de tre medverkande användarrepresentanterna. I det andra steget presenterades först ramscenariot och därefter respektive mini-scenario med en efterföljande diskussion. Under diskussionen ombads användarrepresentanterna ge sina synpunkter på mini-scenariot och prototypen baserat på frågeställningarna: (1) Skulle den presenterade funktionaliteten ge nytta/vara användbar i situationer motsvarande det i mini-scenariot? (2) Finns det andra situationer i urban miljö där den presenterade funktionaliteten skulle vara till nytta? (3) Hur skulle en mer trolig användningssituation se ut? (4) Ser ni någon alternativ funktionalitet och/eller information som skulle ge nytta i det presenterade mini-scenariot? Minnesanteckningar och ljudinspelning från sessionen analyserades utifrån tre frågeställningar: (1) Information som kan användas för att förbättra användningsfallen, (2) Funktionalitet och användningssituationer i urban miljö och (3) Övriga väsentliga aspekter vid utveckling av ledningssystem för urban miljö.
12. Baserat på det som framkom vid dataanalysen avseende "information som kan användas för att förbättra användningsfallen" uppdaterades de aktuella användningsfallen.

## 4.4 Resultat

Ur dokumenten identifierades 80 utsagor som relevanta för den fortsatta analysen av behov. Efter analysen av utsagorna samt att formuleringar ensats och kopior tagits bort återstod 97 behov fördelade i 16 övergripande kategorier. Baserat på prioriteringen av behoven togs 22 användningsfall fram. I dessa användningsfall identifierades 99 funktionella respektive 81 icke-funktionella krav.

De fem användningsfall som valdes ut för validering var: UC.5.1 Analysera framkomlighet, framryckningshastigheter och hinder, UC.5.5 Identifiera individer och ägare till objekt, UC.5.6 Planera sjuktransport, UC.5.7.1 Planering av patrullering och UC.6 Uppdatera lägesbilden med information som observerats. Till var och ett av dessa skapades ett mini-scenario.

#### 4.4.1 Identifierade behov

I detta avsnitt redovisas de behov som identifierades i förstudien inom TEBE och som sedan analyserades och strukturerades under behovs- och kravanalysen. För en mer strukturerad presentation av behoven se [9].

##### ***Förståelse för läget***

Det finns behov av att ha förståelse för läget, det faktiska läget såväl som hur läget förändras. Det skall gå snabbt och enkelt att tillgodogöra sig information avseende läget. Förståelse för det aktuella läget är nödvändigt för att kunna planera och genomföra givna uppdrag. Det finns behov av att ha förståelse för de möjligheter som omgivningen erbjuder, hur omgivningen kan utnyttjas för egen vinning och hur fienden kan utnyttja omgivningen för deras vinning. Att snabbt få kännedom om förändringar i omgivningen, om byggnader som sprängts, raserats eller övergetts är viktigt. Det finns dessutom behov av att få kännedom om förändringar som sker i omvärlden, händelser utanför insatsområdet som har påverkan på skeenden i insatsområdet samt att veta vilka insatser och aktiviteter som andra planerar.

##### ***Förståelse för vapenverkan***

Det finns behov av att ha förståelse för den verkan som olika typer av vapen har, vilken effekt olika vapentyper har på omgivningen inklusive civilbefolkningen och infrastrukturen, på kort och lång sikt.

##### ***Kompetens för att hantera beslutsstöd***

Det finns behov av att ha tillräcklig kompetens för att effektivt kunna hantera beslutsstöd.

##### ***Förståelse för RoE***

Det finns behov av att ha förståelse för RoE, de regler i RoE och andra instruktioner som har betydelse för agerandet utifrån lägesbild och vid beslutssituationer.

##### ***Kännedom om egna enheter och resurser***

Det finns behov av kännedom om de egna enheterna och resurserna, deras positioner, kvalitén hos positioneringen, var de egna enheter befinner sig i förhållande till uppgjord stridsplan, deras fysiska och psykiska tillstånd. Dessutom finns det behov av kännedom om förmågan hos enskilda och grupper av soldater, de egna vapenresurserna samt gjorda fordonsanpassningar.

##### ***Kännedom om fiendens enheter och resurser***

Det finns behov av att ha kännedom om fiendens enheter och resurser, deras nuvarande och framtida aktiviteter samt positioner och med vilken noggrannhet dessa anges.

##### ***Kännedom om icke-kombattanter***

Det finns behov av att ha kännedom om och hantera icke-kombattanter, demografiska faktorer i relation till dessa samt deras nuvarande och framtida aktiviteter.

##### ***Kännedom om omgivningen***

Det finns behov av att ha kännedom om infrastrukturen avseende: (1) gasledningar och deras placering, (2) elnät, (3) brunnar, (4) busslinjesträckningar, (5) vägars framkomlighet och bärighet, (6) bredd mellan byggnader, (7) VVS-nät, (8) riktning för ytvattenavrinning, (9) ledningar och (10) trafikflöden och trafiktäthet bland civilbefolkning. Det finns behov av att ha kännedom om markmaterial och vilka egenskaper dessa har. Det finns behov av att ha kännedom om byggnader avseende: (1) deras höjd, (2) elnät, (3) VVS-installationer, (4) kulvertar, (5) byggnaders inre struktur (rumsindelning, dörrar, trappor) och bärande delar, (6) byggmaterial, (7) skyddsrum, placering och användning, (8) vilka väggar som är bärande och (9) väggarnas tjocklek.

### ***Kännedom om kulturella aspekter***

Det finns behov av att vid planering och genomförande av insatser ha kännedom om kulturella aspekter som helgdagar, religiösa tilldragelser och tillfälliga förändringar i dessa, t ex för att kunna planera transportvägar eller kunna lösa logistiska problem.

### ***Kännedom om väder***

Det finns behov av att ha kontinuerlig tillgång till väderinformation vid planering och genomförande av insatser.

### ***Kännedom om metoder för verkan och skydd***

Det finns behov av kännedom om situationsbundna metoder och tillgänglig skyddsutrustning för verkan och skydd. Dessutom finns det behov av kännedom om regler för hur typsituationer skall hanteras, t ex vid hantering av fångar och civila.

### ***Kännedom om bristfällig information***

Det finns behov av kännedom om brister i information, både generellt och för viss beslutssituation. Dessutom finns det behov av att kunna bedöma korrekthet, fullständighet, kvalitet och tillförlitlighet hos information. Detta gäller speciellt tematisk information eftersom den kan variera mycket över tiden.

### ***Ledning***

Det tekniska ledningsstöd som används måste medge möjlighet att använda olika besluts- och ledningsprocesser, stödja korta beslutsvägar samt tillhandahålla adekvat information för beslutssituationen. Besluts- och ledningsprocesser måste flexibelt kunna anpassas till specifika situationer. Beslutsvägar skall vara så korta som möjligt för att åstadkomma effektiv ledning, vilket är viktigt framför allt när snabba beslut måste fattas. Det finns behov av att i beslutssituationen ha tillgång till adekvat information som är anpassad i mängd och innehåll till aktuell situation och aktör.

### ***Lösa uppgifter***

Det finns behov av att effektivt och korrekt kunna lösa de uppgifter som man ställs inför i konfliktområdet. Därmed finns det behov av stöd för att kunna analysera komplexa frågeställningar, dvs. frågeställningar där en stor mängd information, aspekter och alternativ måste beaktas, bearbetas, jämföras och utvärderas. Det finns behov av att kunna bedöma framkomlighet, framryckningshastighet och hinder. Det finns behov av att kunna värdera förhållanden, relationer och stämningslägen för att kunna bedöma hotbilden mot insatsmålet i insatsområdet. Det finns behov av att kunna identifiera och bedöma enskilda detaljer i urban miljö. Det finns behov av att kunna bedöma sikten från olika positioner som tak, fönster eller utsiktspunkter. Detta är viktigt t ex för att kunna analysera möjliga hot och för placering av understödjande enheter. Mer specifikt finns det behov av att kunna bedöma vilka möjligheter det finns att från olika positioner kunna kontrollera/övervaka andra positioner, samt vilket hot olika typer av vapen utgör från olika positioner. Dessutom finns behov av att bedöma hur specifika positioner hotas av olika vapentyper från olika positioner. Det finns behov av att kunna göra en bedömning av vilken kvalitet på målanvisning som kan erhållas. Det finns behov av att kunna identifiera individer och ägare till objekt vid planering och genomförande av enskilda insatser. Det finns behov av att kunna planera effektiva vägar för sjuktransport. Det finns behov av att kunna utvärdera genomförda insatser. Detta innebär att ha tillgång till information som producerats innan och under insats samt att kunna bearbeta och utvärdera denna. Det finns behov av att kunna använda gällande RoE vid utvärdering av insats. Chefer har behov av att på ett enkelt och tydligt sätt kunna informera direkt underställda chefer om bland annat terrängförhållanden vid genomgång inför genomförande av insats. Det finns behov av att enkelt och snabbt kunna kommunicera med andra enheter för att kunna utbyta information. Det finns behov av att enkelt och snabbt kunna kommunicera med högre ledningsnivåer för att utbyta information. Det finns ett flertal behov av stöd vid planering av insats, som att välja insatsenhet baserat på deras status, utvärdera handlingsalternativ och att nyttja RoE. Det finns behov av att kunna söka efter relevant information och ha tillgång till RoE vid planering av patrullering. Det finns behov av att kunna planera egna enheters samverkan vid

genomförandet av gemensamma operationer. Det finns behov av att kunna planera samverkan med andra enheter för att genomföra gemensamma operationer. Det finns behov av att utvärdera olika handlingsalternativ, bland annat baserat på deras konsekvenser. Det finns behov av att prioritera skadade för att åstadkomma en effektiv hantering av dessa. Det finns behov av att bedöma vilken information som kan vara av intresse för högre chefer, egna enheter, andra enheter och allierade. Det finns behov av att kunna dokumentera samtal som förs med lokalbefolkningen. Det finns behov av stöd för att hantera HUMINT, vilken ofta fås i textform. Det finns behov av att kunna identifiera och tolka signaler som kan indikera förändringar i hotbilden vid internationella insatser. Det finns behov av att kunna begära understöd i form av indirekt eld.

### **Hantera lägesinformation**

Det finns behov av att kontinuerligt kunna hantera lägesinformation effektivt och snabbt, avseende inhämtning av information om förändringar, integrering av dessa till en lägesbild och distribuering av förändringarna. Det innefattar att uppdatera lägesbilden baserat på information från observationer, distribuera lägesbilden eller förändringar i lägesbilden inklusive fiendens positioner i relation till de egna enheterna. Det finns behov av att kunna kombinera underrättelseinformation med topografisk och tematisk geografisk information för att skapa en mer innehållsrik lägesbild.

### **Samverkan**

Det finns behov av att de egna enheterna kan samverka samt att de kan samverka med andra nationella och internationella enheter. Samverkande enheter måste kunna utbyta information. Vid internationella insatser måste man t ex kunna utbyta information med allierade enheter, såsom enheter från NATO, för att kunna genomföra gemensamma operationer.

## **4.4.2 Användningsfall**

I detta avsnitt redovisas enbart rubrikerna på de 22 användningsfall som togs fram under behovs- och kravanalysen (Tabell 1). De fullständiga användningsfallen redovisas i [9] och de fem användningsfall som uppdaterades redovisas i [11].

|               |                                                                                |                 |                                                                                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>UC.1</b>   | <b>Studera omgivningsinformation</b>                                           | <b>UC.5.2</b>   | <b>Analysera möjligheten att från givna positioner övervaka andra positioner</b> |
| <b>UC.1.1</b> | <b>Studera information om infrastruktur</b>                                    | <b>UC.5.3</b>   | <b>Analysera hotet från givna positioner till andra för givna vapentyper</b>     |
| <b>UC.1.2</b> | <b>Studera information om markmaterial</b>                                     | <b>UC.5.4</b>   | <b>Analysera sikt från positioner</b>                                            |
| <b>UC.1.3</b> | <b>Studera information om byggnader</b>                                        | <b>UC.5.5</b>   | <b>Identifiera individer och ägare till objekt</b>                               |
| <b>UC.2</b>   | <b>Studera information om kulturella företeelser</b>                           | <b>UC.5.6</b>   | <b>Planera sjuktransport</b>                                                     |
| <b>UC.2.1</b> | <b>Studera information om lokala kulturella omständigheter och företeelser</b> | <b>UC.5.7</b>   | <b>Planera insatser</b>                                                          |
| <b>UC.3</b>   | <b>Studera information om regler för hantering av typsituationer</b>           | <b>UC.5.7.1</b> | <b>Planering av patrullering</b>                                                 |
| <b>UC.4</b>   | <b>Bedöma om information är bristfällig eller saknas</b>                       | <b>UC.5.7.2</b> | <b>Välja enhet som skall genomföra insats</b>                                    |



|               |                                                                     |                 |                                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------|
| <b>UC.4.1</b> | <b>Begära information om informationskvalitén</b>                   | <b>UC.5.7.3</b> | <b>Utvärdera handlingsalternativ</b>                              |
| <b>UC.5</b>   | <b>Ge stöd med att lösa uppgifter</b>                               | <b>UC.6</b>     | <b>Uppdatera lägesbilden med information från observationer</b>   |
| <b>UC.5.1</b> | <b>Analysera framkomlighet, framryckningshastigheter och hinder</b> | <b>UC.7</b>     | <b>Kombinera underrättelse med aktuell geografisk information</b> |

Tabell 1. Användningsfallen som togs fram i behovs- och kravanalysen [9].

#### 4.4.3 Krav

I detta avsnitt redovisas funktionella och icke-funktionella krav i kortform. Kraven i sin helhet redovisas i [9].

##### **Funktionella krav**

Systemet skall beräkna: (1) alternativa färdvägar, fordon och/eller starttider, (2) från vilka positioner och med vilka vapentyper en given position hotas, (3) färdplaner, baserat på transport- och vårdresurser samt eventuell prioritering av skadade, (4) färdvägar och framryckningshastigheter för olika typer av fordon, (5) handlingsalternativ baserat på en övergripande beskrivning av en insats, (6) hur relevant en typsituation är för en situation, (7) lämplig position för okulär sikt och övervakningsmöjlighet med teknisk utrustning för givet område som skall övervakas och (8) presentera alternativa lösningar, (9) okulär sikt och övervakningsmöjlighet med teknisk utrustning från given position, (10) sikten från givna positioner baserat på höjddata, (11) starttid för olika alternativa färdvägar baserat på startpunkt, slutmål, tid i slutmål, fordon och/eller (12) färdväg och hinder, (13) troliga kopplingar mellan underrättelseinformation och geografisk information, (14) verkan av respektive vapentyp från en given position mot en annan, (15) vilka egna resurser som lämpar sig för att genomföra en uppgift, (16) vilka egna resurser som lämpar sig för att genomföra en patrulleringsuppgift.

Systemet skall stödja operatören att: (1) beskriva en insats, (2) koppla egna enheter till genomförandet av en insats, (3) mata in beskrivningar av en situation, (4) mata in information med metadata, (5) synkronisera flera insatser, (6) synkronisera flera patrulleringsinsatser, (7) beställa information som saknas, (8) bryta ner i uppgifter, (9) bryta ner patrulleringsinsats i uppgifter, (10) lösa uppgiften, (11) planera olika typer av insatser, (12) planera olika typer av patrulleringsinsatser, (13) generera en modell för genomförandeplanen, (14) skicka en förfrågan till underrättelseenheten.

Systemet skall identifiera: (1) individer baserat på givna personegenskaper, (2) lämplig enhet för given uppgift, (3) lämpliga enheter för given insats, (4) möjliga alternativ till genomföranden, (5) om en vald enhet inte är lämplig, (6) relevant geografisk information kopplad till underrättelseinformation baserat på (7) till underrättelseinformationen tillhörande metadata, (8) svagheter i en genomförandeplan, (9) typsituationer baserat på beskrivningar av en situation, (10) sammanhang i text.

Systemet skall inhämta data och information avseende: (1) teknisk utrustning för övervakning, (2) vapentyper, (3) byggnader, (4) fordonstyper, (5) infrastrukturen, (6) kulturella företeelser, (7) lokala kulturella företeelser, (8) markmaterial, (9) omgivningen, (10) regler för hantering av typsituationer, (11) terrängdata (höjddata) samt position och höjd hos byggnader och andra objekt som kan skymma sikt, (12) vägar, (13) broar, (14) markbärighet, (15) hinder, (16) fiendens positioner och aktiviteter, (17) icke-kombattanterns positioner och aktiviteter och (18) lokal kulturella företeelser inom givet tidsintervall samt geografiskt område.

Systemet skall hantera: (1) underrättelseinformation och dess kopplingar till geografisk information i lägesbilden, (2) integration av ny information med befintlig, (3) information om egna enheters status,

(4) information om individer, (5) information om transportresurser, (6) information om vilka vårdplatsresurser som finns tillgängliga och var, (7) information om ägare till olika objekt.

Systemet skall larma operatören om: (1) vald enhet inte är i tillräcklig status för att genomföra uppgiften/insatsen, (2) vald enhet inte är lämplig att utföra aktuell typ av insats, (3) vald enhet inte är tillgänglig. Systemet skall även påvisa vilken information som (4) saknas och/eller är bristfällig.

Systemet skall presentera: (1) information, (2) alternativa färdvägar, fordon och/eller starttider, (3) alternativa förslag på teknisk utrustning som krävs för att övervaka ett givet område från en eller flera givna positioner, (4) de hinder som ev. finns på olika färdvägar, (5) delmängder av byggnadsinformation, (6) delmängder av information om infrastruktur, (7) delmängder av information om kulturella företeelser, (8) delmängder av information om lokala kulturella företeelser, (9) delmängder av markmaterial, (10) delmängder av omgivningsinformation, (11) en så omfattande information som möjligt om efterfrågad individ, (12) färdplaner samt alternativ för sjuktransporter, (13) genomförandeplan för insatser, (14) geografisk information, (15) handlingsalternativ för genomförande av insatser med tillgängliga resurser, (16) hur relevant en typsituation är för en situation, (17) information om byggnader, (18) information om infrastruktur, (19) information om kulturella företeelser, (20) information om lokala kulturella företeelser, (21) information om regler för hantering av typsituationer, (22) informationskvalité, (23) markmaterial, (24) omgivningsinformation, (25) resultatet från sökningar efter individer samt till vilken grad en individ motsvarar efterfrågade egenskaper, (26) starttid för olika alternativa färdvägar baserat på startpunkt, slutmål, tid i slutmål, fordon och/eller färdväg och hinder, (27) troliga kopplingar mellan underrättelseinformation och geografisk information, (28) vilka egna resurser som lämpar sig för att genomföra en uppgift, (29) vilka egna resurser som lämpar sig för att genomföra en patrulleringsuppgift.

### ***Icke-funktionella krav***

De icke-funktionella kraven här beskriver enbart den information som skall finnas i systemet. Ingen analys av användbarhets- och/eller säkerhetsaspekter är genomförd inom detta delprojekt.

Bebbyggelse avseende: (1) befästningar; typ av befästning, (2) byggnaders höjd, byggnadsmaterial, bärande väggar, elnät, inre struktur (rumsindelning, dörrar, trappor), bärande delar, kulvertar, skyddsrum placering och användning, VVS, och väggars tjocklek, (3) byggnaders struktur och byggmaterial, (4) industri, (5) industri med särskiljande av kemisk, nukleär och/eller biologisk, (6) matbutiker, (7) offentliga byggnader, (8) sjukhus, (9) skolor; namn och storlek, (10) skyddsrum; storlek och användning, (11) stängsel.

Energiförsörjning och telekommunikation avseende: (1) elnät, (2) fjärrvärme, (3) gasledningar, (4) kraftledningar; avstånd mellan stolpar och trådars höjd, (5) kraftverk, (6) ledningar ovan och under jord, telefonnät.

Geodata avseende: (1) höjddata för olika områden, (2) höjder; högt belägna områden jämfört med den närmaste omgivningen, (3) jordart, (4) landmärken; höga byggnader, anläggningar, master etc, (5) lutning; markens lutning inklusive riktning, (6) markmaterial; bärighet och framkomlighet, (7) marktyp; bärighet och framkomlighet, (8) Natura2000-områden, (9) terrängdata; framkomlighet, terrängtyp, höjd, markslag avseende skog, öppen mark, sjö och (10) öppna ytor.

Kulturella företeelser avseende: (1) helgdagar, (2) kultur- och fornminnen som ska skyddas och undvikas, (3) religiösa byggnader och platser, (4) seder och bruk.

Transportinfrastruktur avseende: (1) broar; bärighet, fri bredd, (2) busslinjesträckningar, (3) drivmedelsdepåer, (4) drivmedelsplatser; typ av drivmedel samt om de är civila eller militära, (5) flygplatser; byggnader, landningsbanor inkl längd samt om de är civila eller militära, (6) färjelägen, (7) gator; gatunamn och fri bredd, (8) hamnområde, (9) järnväg, (10) kulvert; storlek, (11) spårbinden trafik och stationer; namn, (12) stigar och leder, (13) trafikflöden och trafiktäthet med civilbefolkning, (14) tunnelbana och servicetunnlar; storlek på tunnel, (15) underjordiska tunnlar; där man kan ta sig fram till fots eller med fordon, (16) viadukt; fri höjd, (17) vägar; vägtyp, bärighetsklass, vägbredd och beläggning, (18) vägbommar, (19) vägtunnel; fri höjd, fri bredd och längd.

Verksamheter avseende: (1) byggfirmor, (2) civila ledningscentraler, (3) grustäkter; typ av grus, (4) ledningscentraler, (5) militära områden och anläggningar, (6) offentliga byggnader; med uppgift om namn och verksamhet, (7) verkstäder; reparationer av och reservdelar till militära fordon.

VVS avseende: (1) avloppsledning; storlek på tunnel, (2) dagvattenledning, (3) dammanläggning, (4) diken, (5) vattentäkter; skyddsområden, (6) vatten och vattendrag; bredd, djup, strömriktning, strömningshastighet och övergångar, (7) brunnar.

Övrig information/data: (1) ballistiska data och modeller, (2) framkomlighet och framryckningshastigheter avseende; hinder, fiendens positioner och aktiviteter, icke-kombattanter positioner och aktiviteter, lokala kulturella företeelser, tidsuppskattning av möjliga hastigheter (3) metadata för information; geografiskt läge, tidpunkt, källa och sannolik korrekthet, (4) ortsnamn; register över orter för sökning av position och/eller utifrån namn på allt från enstaka hus till större orter och på olika språk, (5) personer; deras ägande av objekt och deras egenskaper, (6) satellitdata, (7) typsituationer och handlingsregler för dessa.

#### 4.4.4 Utvärdering

I detta avsnitt redovisas synpunkter på funktionalitet och egenskaper hos tekniska ledningssystem för användning i urban miljö som användarrepresentanterna uttryckte i samband med utvärderingen av de fem användningsfallen.

##### **Ledning**

Centralt för stridsledare och staber är att förse befäl ute på fältet med information som bidrar till ett bättre beslutfattande och enbart sådan information. Även tydliga riktlinjer för hur olika typer av situationer skall hanteras på fältet behövs. Dessutom behövs det riktlinjer för hur och till vem underrättelseinformation skall spridas. Detta för att undvika att "den andra sidan" får vetskap om vilken information som innehas.

Möjlighet att operativt stridsleda via radio på modersmålet är viktigt, då tonfall och nyanser i kommunikationen inte kan förmedlas via text eller på annat språk än modersmålet. Nyanser i ordergivning och rapportering ger viktig information om tex stressnivå vilket är viktigt för beslutsfattandet.

Tillgång till stöd för att hantera icke-stridande enheter skulle vara av stort värde. Dessa enheter ges ofta lägre prioritet än de stridande enheterna vad gäller kontroll och styrning, samtidigt som de geografiskt och tidsmässigt kan finnas nära de stridande enheterna. Detta innebär risk för att de får information om förändring i planer för sent, och därmed t ex råkar köra in i fientligt område.

Att kunna hantera krigsdagboken direkt i systemet skulle ge möjlighet att spela in radiotrafik för att i efterhand analysera och utvärdera händelser. Framtida ledningssystem bör även innehålla möjlighet att i förväg öva och i efterhand utvärdera såväl genomförandet av övningar som operationer. Att integrera denna funktionalitet i befintliga ledningssystem anses fördelaktigt eftersom övningen då sker med de system som används i skarpa lägen. Dessutom kan operationer tränas tids- och miljömässigt nära genomförandet av den faktiska operationen.

##### **Stöd på fältet**

Att man ges en varning innan man kommer in i eller i närheten av så kallade hotspots anses bra samt att även få text och/eller bild som beskriver vad som utmärker området. Ett stöd för att rapportera in personskador från plats skulle effektivisera prioriteringar och omhändertagande samt ge vårdgivarna möjlighet att förbereda sig på att ta emot de skadade.

##### **Logistik**

Att automatiskt kunna hålla reda på vilka personer som sitter i vilket fordon samt att veta vilket fordon som är trasigt och var det finns reservdelar samt att automatisk registrera material vid i- och urlastning i samband med transporter skulle väsentligt underlätta logistiken. System för detta skulle dessutom göra det möjligt att följa upp hur mycket material som förbrukats och generera beställningar av påfyllning.

## **Lägesbild**

Kartor är centrala för att hantera lägesinformation. Även om papperskartor under lång tid framöver kommer att vara nödvändiga finns det fördelar med de elektroniska kartorna. Det är lätt att byta skala/detaljeringsnivå och att förflytta sig i olika höjdplan, såväl ovanför som under marknivå. Att ha kartor som beskriver möjligheter att förflytta sig under marknivå är viktiga vid operationer i urban miljö. Att via en "länk" från en symbol på kartan kunna komma åt ytterligare information, tex en bild och/eller förklarande text, ses som ytterligare en stor fördel med elektroniska kartor. Vid förändringar i omgivningen bör dock inte själva kartdatat i sig uppdateras, utan att förändringar markeras med symboler. Det behövs dock mindre symboler för urbana områden, som ger mer precis lägesposition. Det är även viktigt att med stöd av kartor kunna följa hur läget har förändrats över tiden.

På bataljonsnivå räcker det ofta med översiktliga kartor. För dem som skall planera detaljer och/eller utföra operationer krävs mer detaljerat underlag, typ flygfoton, 3D-kartor och foton från marknivå för att kunna se hur det faktiskt ser ut.

## **Informationsinhämtning**

Att snabbt få in information i det tekniska ledningssystemet och därmed till stridsledaren och staben är viktigt. Därför vore det värdefullt om patruller kan skicka rapporter i form av text, bild och ljud under själva patrulleringen. Kortare rapporter måste även enkelt och snabbt kunna kompletteras med mer utförlig information.

Interoperabilitet med andra ledningssystem är viktigt. Det gäller främst med nationella enheter, men även med andra nationer. Interoperabla informationssystem skulle öka möjligheten att dela lägesinformation för att öka beslutsunderlaget vid bland annat planering.

## **4.5 Slutsats**

Resultatet av detta delprojekt utgörs av en behovsstruktur med total 97 behov, 22 stycken användningsfall, varav fem stycken är explicit validerade och omarbetade, samt två kravstrukturer, en med 99 funktionella krav och en med 81 icke-funktionella krav.

Även om resultatet är omfattande och genomarbetat finns potential att ytterligare bearbeta, bland annat genom ytterligare validering, för att öka precisionen och detaljeringsgraden. Detta bör göras fokuserat så att en begränsad mängd resultat väljs som grund för vidare arbete, exempelvis för utveckling av en eller ett par funktioner.

Resultatet av den utvärdering som genomfördes av de fem användningsfallen visade att de beskrev funktionalitet hos tekniska ledningssystem för urban miljö som det finns behov av. Dessutom styrker resultat att även merparten av de användningsfall som ännu inte utvärderats beskriver funktionalitet som det finns behov av. Dessutom ger det validitet till den behovsstruktur som skapats och som utgjort grunden för användningsfallen. Utvärdering visar därmed även att de behov som samlats in under förstudien och som låg till grund för årets arbete, innefattade den tekniska utveckling som bedrivits, verkligen har en stark förankring i den faktiska verksamheten. Det skall dock noteras att utvärderingen genomfördes med enbart tre användarrepresentanter och därmed är resultatet präglad av deras åsikter.

Att identifiera behov och utifrån dem skapa användningsfall är något som ofta negligeras på grund av att detta tar tid och är resurskrävande. Resultat från delprojektet utgör en väsentlig del i den grunden som är nödvändig att utgå ifrån vid utveckling av tekniska ledningssystem för urban miljö.

## 5 Prototyputveckling

### 5.1 Syfte

Prototypen (som ibland kallas ”illustrator”) hade tre syften –

- att vara en del i den plattform som valideringsförsök med användare kan genomföras med
- att illustrera den funktionalitet som eftersträvas i beslutsstödet tex för demonstrationsbehov
- att få erfarenhet av de tekniska svårigheterna vid en realisering av funktionaliteten så teknikutvecklingen kan fokuseras

### 5.2 Bakgrund

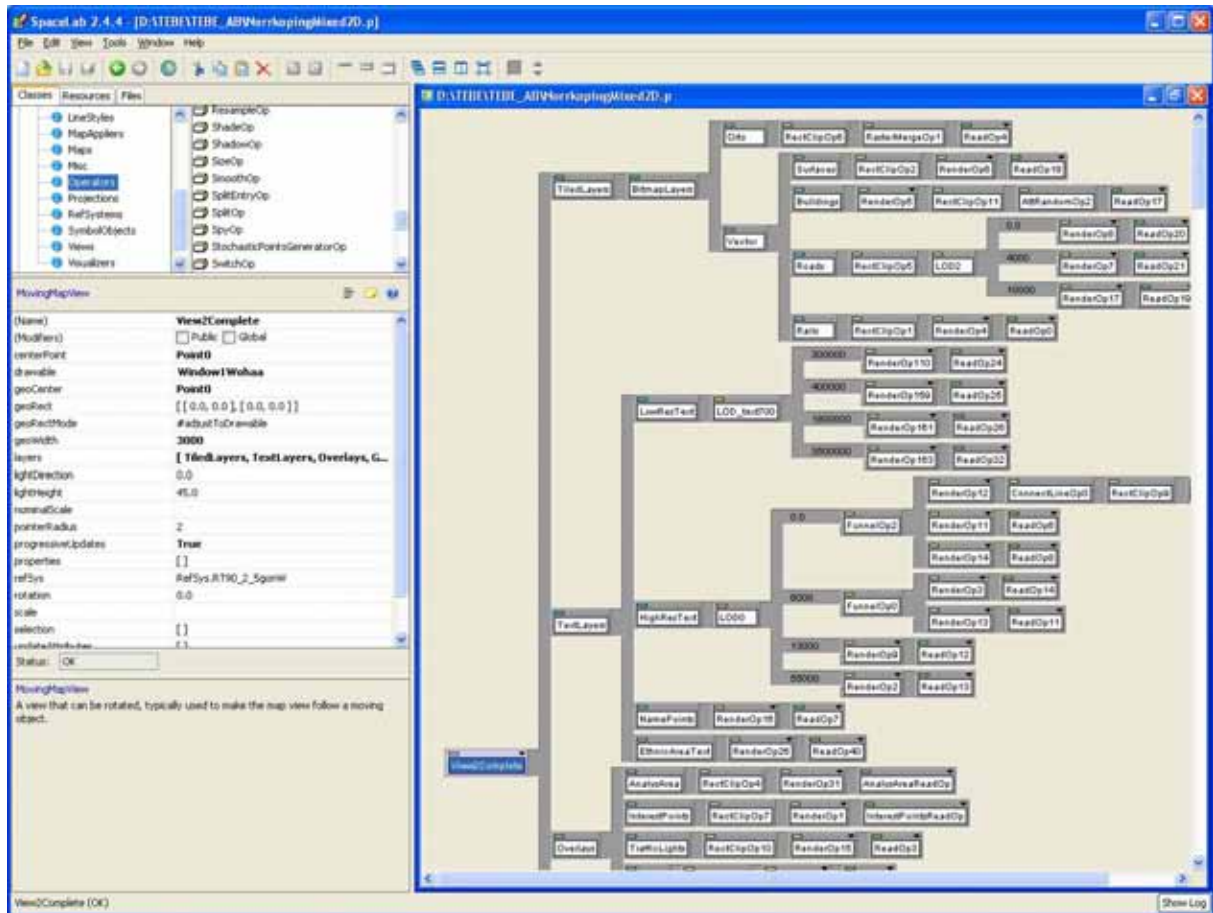
#### 5.2.1 Omvärldsmodellering och taktisk kartering

Grunden för både bas- och analysfunktionalitet i det koncept som utvecklats är tillgången till högupplösta 3D-modeller över den urbana miljön. Sådana modeller kommer att vara sparsamt (om ens alls) tillgängliga i de områden där svensk trupp i framtiden kommer att göra insatser internationellt. Projektet antar att sådana modeller finns och att det inom närtid blir möjligt att taktiskt kartera högupplöst i urbana miljöer – Taktisk kartering.

De databehandlingsmetoder som tagits fram inom projektet ”Omvärldsmodellering” [5][7] och de mekanismer som studerats i projektet ”Dynamisk terräng” [6][7] kan ses som en del av konceptet ”Taktisk kartering”. Taktisk kartering behandlar insamling, vidmakthållande, uppdatering och distribution av geografisk information och behandlar hur geografisk information hanteras i olika faser vid t ex en internationell insats. I insatsens inledning (planeringsstadiet) samlas tillgängliga data över insatsområdet ihop, t ex satellitbilder, kartor osv. Med tiden ges möjlighet för rekognosceringsförband att verka i området och samla ihop mer aktuell information och därmed komplettera den befintliga informationen. Detta gör det möjligt att kunna planera insatsen mer i detalj och producera kartmaterial. Då t ex insatsstyrkan är på plats ges möjlighet för ytterligare spaning och informationsinhämtning, t ex med UAV eller flygplan. Den uppdaterade informationen behandlas och distribueras till användare. Framtagning av geografisk information från data från spaningssensorer kan t ex ske med t ex data från SAR-system eller lasersystem. Under innevarande år har ej arbete genomförts för att studera Taktisk kartering inom ramen för TEBE. För mer information hänvisas till [1] och [3].

#### 5.2.2 Spatial Ace

Spatial Ace är en komponent för hantering och visning av geografisk data. Spatial Ace bygger upp visualiseringen från grunddata genom en konfigurationsbeskrivning som flexibelt genereras i en editor (SpaceLab) eller dynamiskt i applikationen. Varje operator i SpaceLab representeras av ett COM objekt. Utvecklare kan skapa egna operatörer vilket ger stora möjligheter att implementera speciell funktionalitet.



Figur 4. Konfigurationseditor SpaceLab.

### 5.2.3 Experimentplattform

Experimentplattformen utvecklades på Microsoft Windows med Visual Studio .NET 2003, De utvecklingsspråk som användes var C++ och i C#.

Följande komponenter ingick i prototypen:

- Spatial Ace, visualisering och databehandling.
- GoogleMaps, visualisering av georefererad<sup>2</sup> ljud, bild och video.
- SceneServer, visualisering av georefererade fotografier i 3D.
- SuperGrid, avancerad komponent för hantering av trädstruktur, open-source.
- Wikipedia, integrerad wiki i prototypen.
- PropertyViewLib, dynamisk visning av attribut.
- GuiLib, dockningsramverk, open-source.

### 5.3 Genomförande

### 5.3.1 Geografisk information

Under året har arbete genomförts för att skapa en anpassad omvärldsmodell . Omvärldsmodellen skulle illustrera problematiken med heterogena och fragmentariska geodata, dvs hur geodata med olika

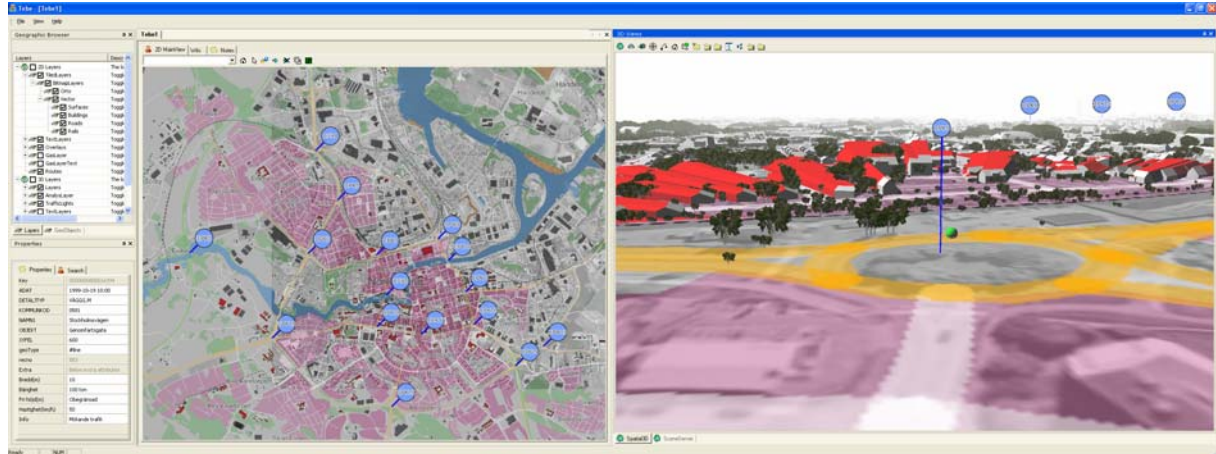
<sup>2</sup> Georefererad text, bild etc betyder att informationen kan tas fram via en platsmarkör i 2D/3D vyn.

upplösning, aktualitet, noggrannhet, tillgänglighet och täckningsområden hanteras i ett och samma system. För att illustrera detta har en geodatabas framställts som innehåller:

- Lågupplöst
  - o Lågupplösta höjddata (50m punkttäthet)
  - o Satellitbilder
- Medelupplöst
  - o Lågupplösta höjddata
  - o Lågupplösta flygbilder
  - o Kartmaterial (vektordata, Sverigedata)
- Högupplöst
  - o Högupplösta terränghöjddata (1m punkttäthet, 0,1 meter höjdupplösning)
  - o Högupplösta flygbilder
  - o Enskilda träd
  - o Enskilda byggnader

Lågupplösta och medelupplösta data är hämtade från Lantmäteriet, med varierande aktualitet. Högupplösta höjddata, enskilda byggnader och enskilda träd är extraherade ur data som erhållits med flygburna laserscannersystem med metoder som tagits fram i FoT-projektet "Omvärldsmodellering" [5][7]. Metoderna har tagits fram med fokus på en automatiserad extraktionsprocess från data från högupplösande sensorer till geografisk information av typen enskilda träd och byggnader.

Området som modellerats är Norrköping med omnejd och dess utsträckning är ca 50 km<sup>2</sup>. Utdata från databehandlingsmetoderna följer standardformat och är således lämpliga att använda i olika GIS-visualiseringsverktyg. Det verktyg som används för visualisering i projektet är SpatialAce från svenska Carmenta.



Figur 5. Prototyp med 2D och 3D vy.

## 5.3.2 Funktionsdesign

### **Vyer**

Prototypen ska innehålla en 2D vy och en 3D vy. 3D vyn bör innehålla en 3D kompass för att underlätta navigering. Vyerna bör vara synkade genom en gemensam datamängd.

2D vyn och 3D vyn bör vara sammankopplade för att möjliggöra bättre uppfattning om omvärlden. När man flyttar sig i 3D bör indikator i 2D visa var vynes fokuspunkt är, vilken riktning vyn har och vilken marktäckning som synfältet har. När ett objekt markeras i 2D bör det även markeras i 3D och vice versa. Analyser, så som siktberäkning, bör visas i båda vyerna och kunna utföras i båda vyerna.

Georefererade fotografier av till exempel byggnader bör kunna projiceras längs andra axlar än vertikalt upp på 3D objekten i 3D vyn.

### **Lagerhantering**

För att ge möjligheter att kunna hantera och jämföra heterogena data över samma område behöver användare kunna hantera lager på olika sätt. När användaren har bestämt sig för en datakälla i ett område ska det vara möjligt att klippa ut den del av data som ska användas. Det ska gå att läsa in nya kända datakällor efterhand - dynamiskt.

Som användare ska man kunna styra lagrens uppritningsordning, transparens och tända och släcka lager. Transparens bör kunna väljas med avseende på datakälla så t ex två överlappande flygfoton kan jämföras.

### **Geografiska objekt**

De geografiska objekt som ska kunna representeras i prototypen är:

- Högupplösta hus inmätta med laserradar, både i 2D och 3D
- Träd inmätta med laserradar, både i 2D och 3D
- Vektorkarta i 2D och i 3D
- Lågupplösta hus i 3D skapade av byggnadslinjer från vektorkarta
- Satellitfoton
- Flygfoton
- Rutter
- Analysresultat

Även mer dynamiska objekt ska kunna representeras i prototypen, såsom målspar, blue force tracking osv.

### **Attribut**

Förutom attribut som ligger lagrade i original (shape)-filer ska attribut kunna innehålla information som är gemensam för en viss typ av objekt och special information såsom vilka personer som bor i ett visst hus, vilken kondition en vägsträcka har, vilken funktion ett visst hus har, osv. Användaren bör även kunna lägga till och ändra attribut, så att en uppdaterad geodatabas över objektbunden information kan skapas.

Attribut ska vara lätta att söka på och frågor såsom "Vilka hus har källare och fler våningar än 2?" ska kunna besvaras.

### **Text, bild, ljud och video**

Text, bild, ljud och videoupptagningar ska kunna kopplas ihop med en geografisk position. Användaren ska kunna skapa dessa typer av georefererade underrättelser eller egna noteringar och gemensamma namngivna platser för enkel koordinering av en operation.



### **Topografidata för geometrisk analys –**

För att kunna utföra analyser av olika slag bör behandlad 2D och 3D data kunna extraheras från plattformen. Kraven för olika analyser kan vara både högre och lägre än de för visualisering, vilket leder till att man bör kunna extrahera data i olika upplösningar och detaljeringsgrad.

Man bör kunna välja vilket område man vill använda i analyserna då vissa analyser kan vara väldigt beräkningstunga om området är för stort.

## **5.4 Resultat**

Ett syfte var att få erfarenhet av de tekniska svårigheterna som kan uppstå vid en realisering av funktionaliteten. En del av de svårigheter som diskuteras nedan har åtgärdats i senare versioner av Spatial Ace.

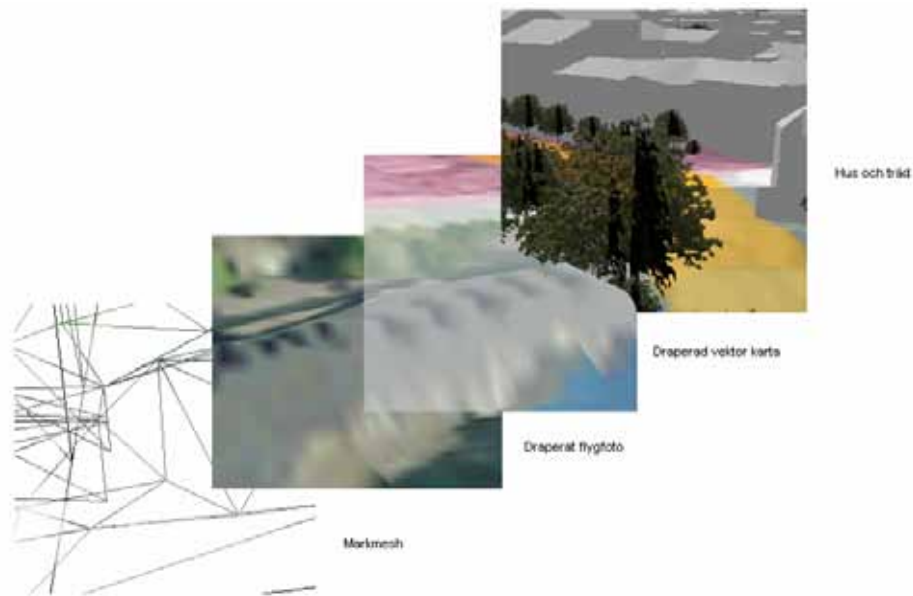
### **5.4.1 Vyer**

2D vyn består av ett antal lager, som regel lågupplöst i bakgrunden upp till det mest högupplösta längst fram och med den mest högupplösta vektorkartan överst. 2D vyn bör innehålla "footprints" av högupplöst inmätning av träd och hus i vektorlager. För att ge information om marken bör mark skugga 2D kartan så att användaren får en uppfattning om terrängegenskaper även i 2D.

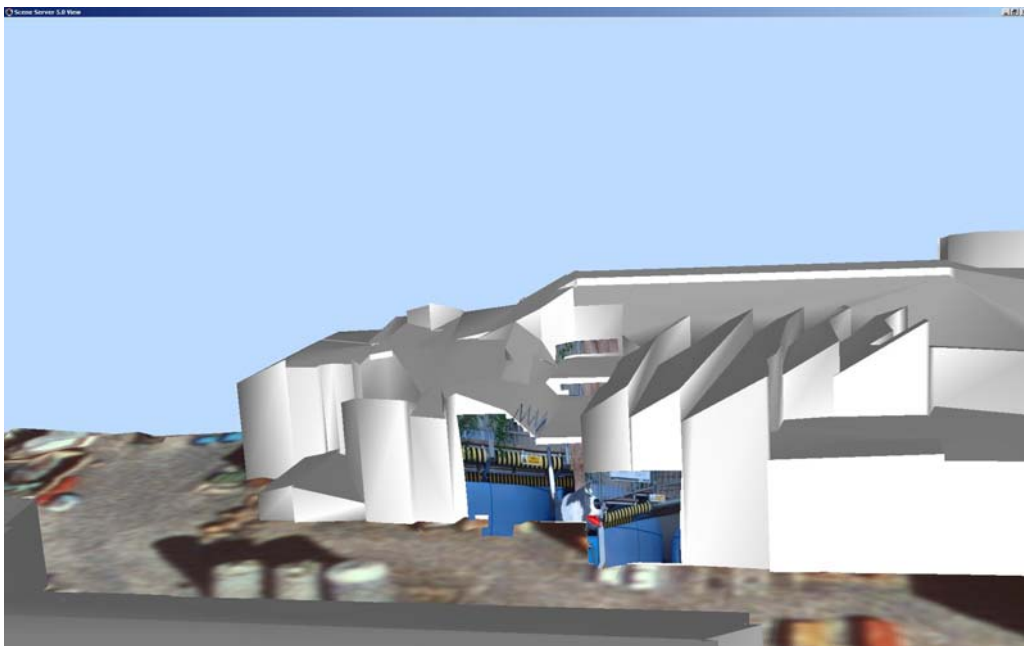


*Figur 6. 2D datalager.*

3D vyn består av en mark-mesh (yta av sammanhängande polygoner) som, där det är möjligt, med höjdvärden från laserinmätt data och i övrigt den 50m mark-mesh som finns tillgänglig från Lantmäteriet. På den sammanslagna meshen projiceras 2D informationen (förutom text som måste lyftas ovanför marken för att bli synliga). Ovanpå denna markyta tillkommer 3D objekt, som hus och träd. Ett generellt problem för interaktion som blev tydligt i prototypen är att det är svårt att uppfatta avstånd och storlekar i en 3D miljö på en skärm.



Figur 7. 3D datalager.



Figur 8. Projicering av bild i icke-vertikal riktning på 3D-modell, tex för att visualisera textur eller öppningar i huskroppar.

Följande synpunkter kom upp under design och implementering av prototypen baserad på Spatial Ace.

- Det var svårt att synkronisera vyerna; när ett objekt skapades i 2D vyn krävdes egen implementering av funktionalitet för att lägga till det i 3D vyn. I det FOI-interna 3D-visualiseringssystemet [13], som användes som utvecklingsmiljö för analysfunktioner, fanns bara en 3D-omgivning och 2D-vyn skapades som en vertikalvy av denna vilket gör att problemet inte kan uppkomma.

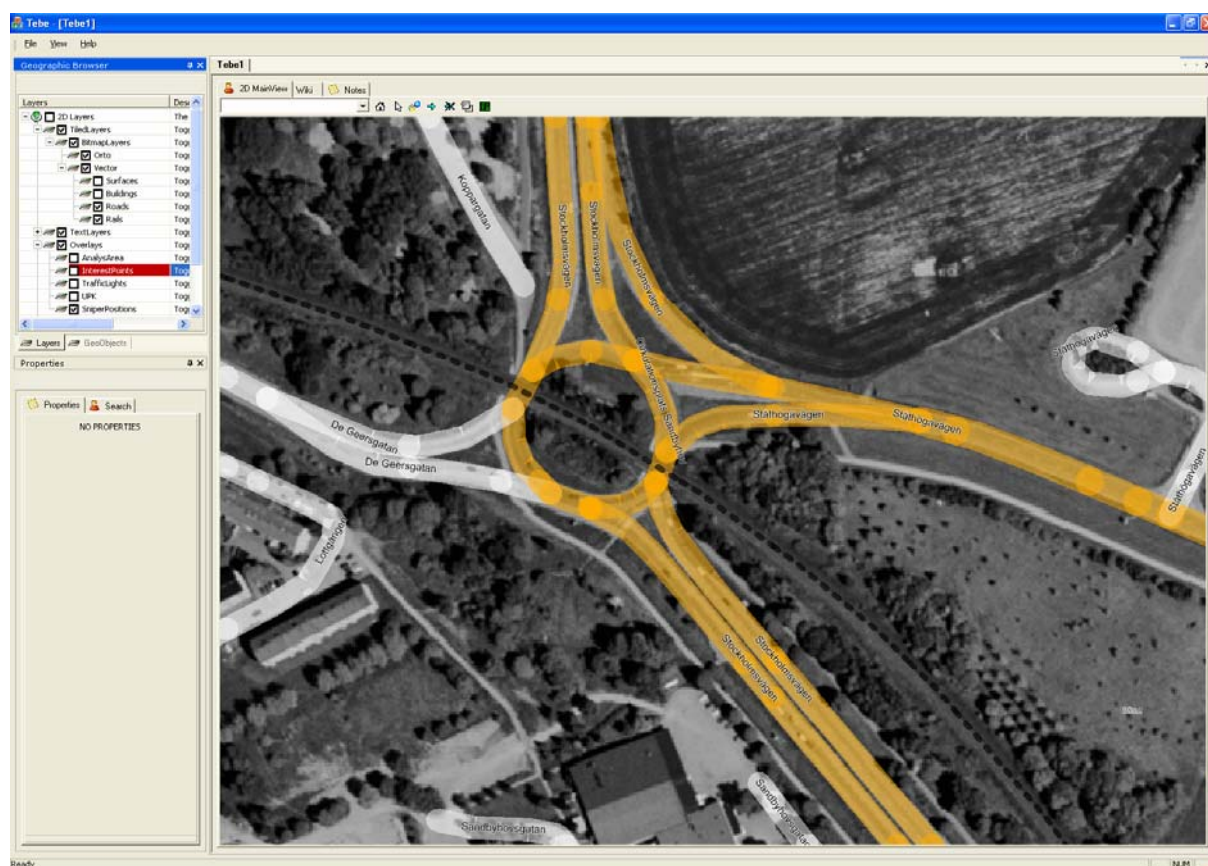
- Det fanns inget stöd för att effektivt skapa en position och synfält i 2D för kameran i 3D. Med den valda utförandet blev prestanda hos prototypen så låg med denna funktion att den togs bort.
- Vissa interaktionsfunktioner kopplade 2D och 3D-vyn på ett icke förväntat sätt.
- Analyser kunde initieras/utföras i båda vyerna (2D och 3D) men visualisering av resultaten gjordes endast i 3D på grund av svårigheter vid implementationen.
- Projicering annan än vertikal av georefererade fotografier var inte möjligt i den använda versionen av Spatial Ace. Funktionen implementerades i SceneServer/OpenSceneGraph för att demonstrera funktionaliteten (Figur 8).

### 5.4.2 Lagerhantering

Genom en FOI-utvecklad operator möjliggjordes transparens med avseende på datakälla. Effekten blev bäst med vektordata. Då foton gjordes transparenta blev, som en sidoeffekt, områden utanför foton disiga. Korrekt transparens på 3D objekt, såsom mark-mesh och huskroppar, kunde inte åstadkommas.

Genom en trädstruktur kunde lager tändas och släckas, i 2D och i 3D. Ändring av uppritningsordning på lager implementerades inte på grund av prioriteringar inför det användarförsök som skulle göras inom projektet.

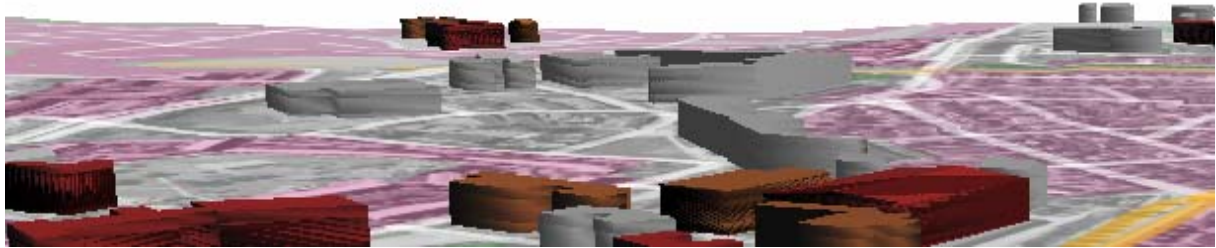
Utklippning av fragment av de flyg- och satellitbilder som fanns tillgängliga kunde inte genomföras.



*Figur 9.* Flygfoto med vägar transparent överlagrat.

### 5.4.3 Geografiska objekt

Genom en GDAL operator kunde de flesta dataformaten läsas in och användas i prototypen. En så kallad BuildingOp kunde lyfta upp byggnadslinjer från 2D-vektorkartan så att 3D huskroppar blev synliga i 3D-vyn.



*Figur 10. 3D hus skapade av 2D-byggnadsobjekt från Lantmäteriets tätortskarta.*

De objekt som var lagrade i VRLM-format - de högupplösta husen - var problematiska att visualisera. Dessa objekt blev till en början enskilt uppritade av en symbolvisualiserare per hus, vilket ledde till mycket stora konfigurationer och dålig prestanda. I senare delen av prototyputvecklingen omvandlades dessa objekt till ett format som fungerade bättre med Spatial Ace.

Att generera ett footprint (~”vertikal projicering”) i 2D av de högupplösta 3D objekten fungerade inte med de befintliga operatorerna i Spatial Ace. Inte heller en uppritning av 3D objekt i en 2D konfiguration var möjligt (uppritning av 3D objekt i ett omniperspektiv).

Rutter kunde skapas och synkroniseras med FOI-utvecklad programvara mellan 2D och 3D.

Att visualisera vissa analysresultat, till exempel siktanalys i 3D med 200 000 ytor, blev för tungt för att hanteras i Spatial Ace. Dessa analysresultat visades genom egen uppritning med OpenGL.

Dynamiska objekt av typen målspar, Blue Force Tracking etc. implementerades inte, eftersom fokus i projektet inte omfattade detta. Några speciella svårigheter att implementera detta förutsågs dock inte.

|                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| Key             | 0000000800059b54           |
| ADAT            | 1999-11-01 12:42           |
| DETALJTYP       | VÄGBN.M                    |
| KOMMUNKOD       | 0581                       |
| NAMN1           | Lidaledens gata            |
| OBJEKT          | Gata                       |
| XYFEL           | 600                        |
| geoType         | #line                      |
| recno           | 2601                       |
| Extra           | Below extra attributes     |
| Bredd(m)        | 6                          |
| Bärighet        | 100 ton                    |
| Fri höjd(m)     | Obegränsad                 |
| Hastighet(km/h) | 30-50                      |
| Info            | Mötande trafik, återvändsg |

Figur 11. Lista med attribut från grunddata (ovanför "recno") och egen databas (nedan "Extra").

#### 5.4.4 Attribut och egenskapsanalys

Attribut från grunddata (Lantmäteriet) och från en egen databas kunde visas, ändras och sökas av användaren. Unikt id för objekt användes för att korsreferera attribut mellan databas och Lantmäteriets grunddata. Resultat av sökningar (om det var geografiska objekt) markerades endast i 2D vyn, pga de tidigare nämnda synkroniseringssvårigheterna.

Återsparning av ändrade grunddata och av användaren skapade attributvärden implementerades inte.

#### 5.4.5 Text, bild, ljud och video

Georefererad text implementerades i Spatial Ace vyerna i både 2D och 3D. Det var också möjligt för användaren att skapa ny georefererad text.

Associering av bild, ljud och video med platser och objekt demonstrerades som georefererade objekt i en annan visualisering med hjälp av GoogleMaps.

#### 5.4.6 Topografidata

Uthämtning av topografidata för analys var inte helt problemfri. Klippning och ihopslagning av mark-meshar (sammanhängande polygonytor med höjdvärden i noderna) slog inte igenom när data hämtades ut från Spatial Ace för analys.

### 5.5 Slutsats

Det är en god design att åtskilja information om geografiska objekt och Spatial Ace för att inte bli beroende av en viss visualiseringsprogramvara (speciellt då visualiseringen är plattformsbaserad) och för applikationer som behöver använda informationen utan någon visualisering. För att inte riskera att skada grunddata kan också ändringar av grunddataattribut lagras i denna databas.

Synkronisering mellan vyer var problematiskt. En framtida design bör ha som målsättning att dela på 2D och 3D så sent i operatorsekvensen som möjligt - om det är möjligt. När då ett objekt skapas i en

vy adderas det till den gemensamma datamängden och synas i den andra vyn direkt. Alla objekt bör finnas med i båda vyerna.

Konfigureringsmöjligheten av vyerna är mer flexibel än man kunde förvänta. Prestanda är dock ett problem, vilket framförts till leverantören.

Under projektet har vi haft en bra dialog med leverantören av Spatial Ace. Vi har fått bra support som t ex hjälp med problem och rättning av upplevda fel i programvaran som vi har rapporterat.

För att försöka åtgärda problemet med att uppfatta avstånd och storlekar i 3D bör en del strategier testas:

- Avståndsbedömningen blir troligen bättre om man lägger ut ett nät med känd storlek på marken.
- Linjal för avstånds- och höjdmätningar bör finnas.
- Referensobjekt med känd längd, exempelvis människor, kan spridas ut i 3D modellen för att underlätta avstånds- och storleksuppfattning.
- För att öka storleksuppfattningen på hus kan de draperas med en enkel textur som visar hur många våningar de har.
- Skuggor kan bidra till spatial uppfattning.
- Textur som används på träd bör vara olika för olika storlekar på träd, inte olika storlekar av samma textur.

För att underlätta positionsuppfattningen i 3D bör en indikator finnas i 2D som visar var 3D-kameran pekar och dess synfält. Det skulle även underlätta att ha en möjlighet att alltid ha denna indikator centrerad i 2D kartan medan man navigerar i 3D. En 3D kompass bör finnas i 3D vyn.



## 6 Analys av hot och möjligheter

### 6.1 Syfte

Syftet med att utveckla analysfunktioner var

- att utveckla analysfunktioner för användarfall ”Terränganalys”
- att få erfarenheter av hur denna typ av analysverktyg skulle kunna implementeras
- att illustrera skillnader mellan enkla och mer komplexa funktioner
- att utveckla analysfunktioner som sedan skulle ingå i de planerade användarförsöken

Detta arbetspaket hade som primärt mål att utveckla analysfunktioner för ett användarfall ”Terränganalys” som erhållits från Pg LedBat [12] och som t ex möjliggörs genom tillgången till högupplösta 3D-modeller. Dessa funktioner skulle sedan ingå i de planerade användarförsöken. Analyserna utvecklades först i ett 2D/3D-verktyg som utvecklats internt inom FOI [13] eftersom tröskeln för den initiala algoritmutvecklingen i detta verktyg var mindre. Flera av dessa analyser fördes sedan över till projektets prototyp som baserades på Spatial Ace, eftersom en gemensam experimentplattform eftersträvades.

Ett andra mål var att få erfarenheter av hur denna typ av analysverktyg skulle kunna implementeras i Spatial Ace som används i SLB-utvecklingen [24].

### 6.2 Bakgrund

#### 6.2.1 Hotanalys vs hotvärdering

Den sk JDL-modellen identifierar fyra processnivåer för *datafusion*; multisensorfusion, objektigenkänning/-klassificering, situationsvärdering samt hotvärdering. Av dessa är hotvärdering den mest komplexa och i någon mån slutliga nivån. Dessa processer är sällan oberoende, så det finns ofta i praktiken ett informationsflöde från den lägsta till den högsta nivån. Grovt sett handlar det klassiskt om att först bilda sig en uppfattning om olika objekt, sedan att identifiera en dynamisk situation och slutligen att bedöma hotet i situationen.

Vi vill betona att detta kapitel inte berör hotvärdering i ovan beskrivna betydelse. Istället är det en analys av terränggeometri, ev utsträckt till egenskaper (attributvärden) bundna till platser och ”statiska” objekt i terrängen, vilket kan inkludera ”fasta” positioneringar. En sådan analys kan mer betraktas som oberoende av förloppet under den planerade operationen och beaktar endast hypotetiska lägen – Var finns lämplig grupperingsplats?, Är mitt fordon synligt från viss position längs den planerade framryckningsvägen?

#### 6.2.2 Tekniskt beslutsstöd

En beslutsprocess består dels av en tolkningsprocess, där informationen tolkas, och en inferensprocess, där slutsatser dras baserade på inhämtad data och information tillsammans med tolkningen. Ett tekniskt beslutsstöd har störst potential i en situation där tolkningsmodeller och inferensmetoder är lätta att formalisera i en dator, och där människan har svårt att bedöma situationen t ex genom att data är mycket omfattande. Som god tvåa kommer sådant som är svårt att både formalisera och bedöma. Sådant som är lätt att bedöma behövs som regel inget beslutsstöd för, såvida inte beslutsfattarens förmåga är nedsatt (t ex hos en jaktpilot i tidsnöd). Om speciellt bedömningen är lätt, men formaliseringen svår, bör ett tekniskt beslutsstöd i görligaste mån undvikas. Detta sammanfattas i Tabell 2.

|                    |       | Formalisera i en dator |        |
|--------------------|-------|------------------------|--------|
|                    |       | Lätt                   | Svårt  |
| Mänsklig bedömning | Lätt  | (Prio 3)               | X      |
|                    | Svårt | Prio 1                 | Prio 2 |

Tabell 2. Prioritering av områden för ett tekniskt beslutsstöd.

Ansatsen till beslutsstöd som presenteras i detta kapitel tillhör kategorin som har högst prioritet, Prio 1 i tabellen, som framgår av presentationen nedan.

### 6.2.3 Tekniska beslutsstöd för hotvärdering respektive hotanalys

Som tekniskt hjälpmedel för situations- och hotvärdering har *ontologier* blivit populära, se t ex [25]. Ontologier är ett sätt att representera kunskap om olika objekt och företeelser, samt relationer mellan dessa. För att analysera ontologin behövs sedan någon form av inferens. Det kan dock vara osäkert och svårt att formalisera kunskapen. Dessutom blir uppgiften för inferensmetoden som regel att efterlikna mänsklig intelligens baserat på komplexa och heterogena data (s k AI, Artificial Intelligence), vilket ger ytterligare en svårighet.

Ett beslutsstöd för hotanalys baseras istället på en dators kapacitet att snabbt göra en stor mängd komplexa analyser av geometri och tex filtreringar map attributvärden. Funktionen blir därför mer oberoende av komplicerade mänskliga bedömningsgrunder. Ett sådant beslutsstöd är därför mindre svårt att bygga, och bör enligt ovan prioriteras.

Detta utesluter inte att mer komplexa mänskliga kriterier kan införas i analysen. Det är mer en fråga om representation av och transparens i dessa kriterier, samt naturligtvis beräkningsprestanda. Oavsett typ av beslutsstöd är *transparens* en tillgång hos ett tekniskt beslutsstöd. Transparens innebär att användaren förstår hur beslutsstödet fungerar, och är ett drivande krav i ansatsen nedan.

Hotanalyser baserade på 3D-modeller av städer är ett relativt nytt forskningsområde. Det beror delvis på att tredimensionella modeller av så komplexa strukturer som verkliga städer inte tidigare kunnat skapas inom rimliga tider och med rimliga resursinsatser. Idag finns dock sådana.

En stor del av utmaningen i detta forskningsområde är att hantera den geometriska beräkningskomplexiteten. I den ansats som presenteras nedan har ett sätt att reducera beräkningskomplexiteten använts som baseras på förberäkning.

## 6.3 Genomförande

### 6.3.1 Algoritmutveckling

För att snabbt kunna prototypisera de algoritmer som behövs för den typ av terränganalyser som beskrivs i [12] återanvändes en mjukvara som utvecklats av FOI tidigare [13], vilket inkluderade en 2D/3D-visualiseringsmotor – HiFi engine. Avsikten var att använda denna plattform för utveckling och testning, för att senare integrera algoritmerna med försöksplattformen som baserades på SpatialAce.

### 6.3.2 Integrering med experimentprototypen

#### Höjdmodellen

Höjdmodellen är höjddata som framräknats från 3D-modellen i rasterpunkter och bestod av två delar -

- ett högupplöst område över ca 60% av den stad som användes i försöksscenarioet, med ca 1 m raster och några dm noggrannhet i höjddled.



- höjddata från Lantmätiet med 50 m raster och en noggrannhet på någon meter.

Dessa raster var inte kommensurabla, dvs punkterna ligger fel – längs olika axlar. Detta medförde att ett högupplöst raster räknades fram över hela ”operationsområdet” som baserades på Lantmäteriets data i de områden där högupplösta data ej fanns tillgängliga.

I ett operativt system är inte denna metod tillfredställande, men accepterades i försöksprototypen. Problemställningen är typisk för heterogena och fragmentariska dataset.

### **Visualisering**

Data för analysen extraherades från SpatialAce i rätt format för analysalgoritmerna och resultatet visualiserades i SpatialAce som ett vanligt lager.

## **6.4 Resultat**

Metodiken för hotanalys och vägsökning bygger på [13]. Begrepp och definitioner är direkt hämtat därifrån.

### **6.4.1 Siktanalys**

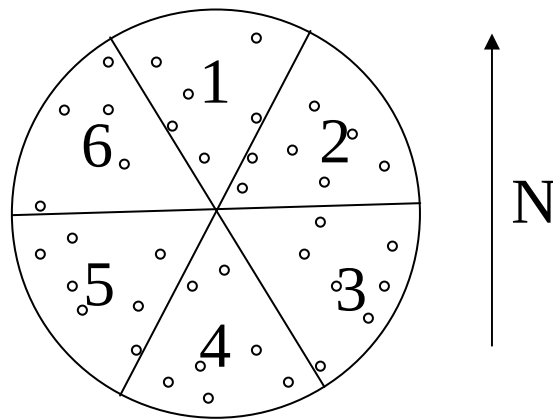
En siktanalys betyder att man vill veta vilka andra punkter i 3D-modellen som syns från en viss given punkt. Då antalet punkter är oändligt representeras 3D-världen med *noder*. Dessa är en diskret sampling av miljön. Varje par av noder analyseras sedan med avseende på fri sikt mellan de två noderna.

Istället för att spara resultatet av alla dessa parvisa beräkningar förberäknas ett approximativt mått på sikten från en viss nod, i en viss riktning. Ett sådant skulle t ex kunna vara *antalet* — eller *andelen* — noder i det angivna riktningssegmentet som är synliga från den angivna noden. Denna approximation görs för att göra online-beräkningen mindre resurskrävande. Måttet knyts till själva noden och lagras. Måttet är även en relevant beskrivning av nodens lämplighet som position för att uppfatta eventuella händelser i den angivna riktningen. Observera att den beräkning som tidigare var en relation (sikt) mellan två noder, har blivit ett lokalt attributvärde hos en position – detta ger en helt annan komplexitet i beräkningen.

Lyckas man också ta hänsyn till hur synliga noder är fördelade blir måttet bättre. Ett sådant vedertaget mått är det s k fokusmåttet som beskrivs i nästa stycke.

### **6.4.2 Fokus**

Antag till exempel att synfältet sätts till 60 grader. En nods omgivning delas så upp i 6 stycken 60-graderssektorer, ut till ett visst maximalt avstånd (sikten antas begränsad i avstånd). Antag vidare att från centrum-noden synliga noder är fördelade enligt Figur 12.



*Figur 12.* En nods omgivning indelad i sex numrerade sektorer. Fokusmåttet i en viss riktning, t ex norrut (N), beräknas utifrån antalet noder i de olika sektorerna. I implementationen används åtta sektorer.

Fokus för riktning *norrut* ges i detta fallet av:

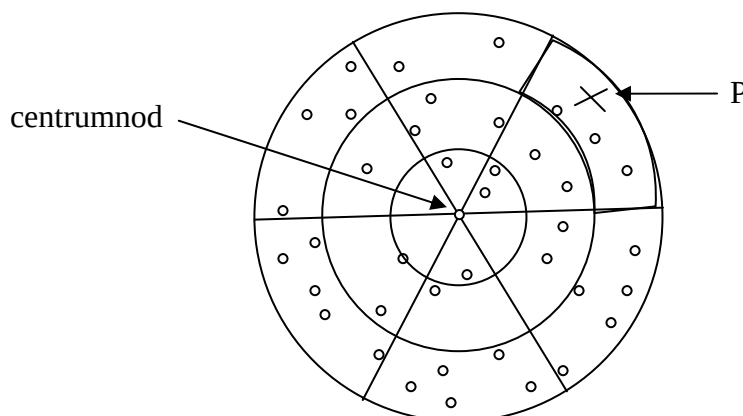
$$\frac{3 \cdot (\text{\#noder i sektor 1}) + 1 \cdot (\text{\#noder i sektor 2}) + 1 \cdot (\text{\#noder i sektor 6})}{1 \cdot (\text{\#noder i sektorer 3-5})} = \frac{3 \cdot 6 + 1 \cdot 7 + 1 \cdot 5}{1 \cdot 21} = \frac{30}{21} \approx 1.4$$

I täljaren finns alltså antalet noder i synfältet respektive angränsande intervall (lika stora som synfältet). I nämnaren finns totala antalet i noder i övriga intervall. Synfältets antal viktas med faktorn 3. Om nämnaren blir noll sätts fokusvärdet till ett förutbestämt maximalt värde.

### 6.4.3 Synlighetsmått

Synlighetsmåttet beskriver hur synlig en nod är från andra noder i omgivningen. Varje nod ges ett synlighetsmått i ett antal olika riktningar på samma sätt som för fokusmåttet. För att få ett bättre värde på synligheten används också tre olika avståndsintervall för varje sektor. Synlighetsmåttet med avseende på ett visst vinkel- och avståndsintervall ges av antalet synliga noder i det aktuella vinkel- och avståndsintervallet.

För att få ett mått på hur synlig en nod är från en position beräknas alltså i vilket vinkel- och vilket avståndsintervall positionen finns, sett från noden. Därefter är det bara att läsa av motsvarande lagrade synlighetsmått. I exemplet i figur 2 är alltså centrumnodens synlighet från position P lika med antalet noder i det blå (skuggade) området, dvs tre.



Figur 13. Centrumnodens synlighet från position P approximeras med centrumnodens synlighet från det blå området, vilken lagrats i centrumnoden på förhand.

#### 6.4.4 Skyddsmått

En nods skyddskvalitet är liksom fokusmåttet uppdelad i ett antal riktningar. Värdet i varje riktning bestäms av avståndet till närmsta nod som i sin tur inte syns från någon annan nod i denna riktning – dvs ju närmare (Avståndet antas så pass litet att riktningen inte behöver justeras på grund av förflyttningen.) Detta kräver som regel att den skyddade noden ligger riktigt nära ett objekt, t ex ett hus.

För den skyddade noden blir avståndet till skyddad nod lika med noll. Detta motsvarar maximal skyddskvalitet.

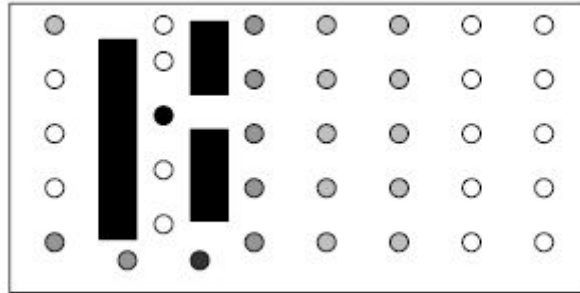
#### 6.4.5 Överblickskvalitet

Hittills presenterade mått kan användas som byggstenar för ”andra ordningens” mått. För att känneteckna dem kallar vi dessa mått för kvaliteter istället för mått. En sådan kvalitet är överblickskvaliteten. Överblickskvaliteten för en nod ger information om hur god uppsikten över avlägsna noder är. Överblickskvaliteten är betingad på riktning och utgår från synlighetsmåttet. Överblickskvaliteten i en viss vinkelsektor beräknas som en viktad summa av de tre synlighetsmått i sektorn (se Figur 13). Det yttre avståndsintervallet har högst vikt, det inre har lägst.

#### 6.4.6 Krypskyttekvalitet

Krypskyttekvaliteten för en nod beräknas för varje vinkelsektor kring noden. Värdet fås genom att beräkna en viktad summa av nodens fokusmått, skyddsmått, och överblickskvalitet. Värdet multipliceras sedan med en faktor som beror på typisk höjdinkel till de synliga noderna i aktuell sektor. Det antas nämligen att det finns en optimal höjdinkel (neråt) till målet sett ur krypskyttens sammanhang. Är denna vinkel för liten (noderna nästan i samma plan) avspeglas detta redan i överblickskvaliteten. Däremot avspeglas inte en för stor höjdinkel i överblickskvaliteten. Därför tillförs höjdvinkelfaktorn.

För noderna i Figur 14 har krypskyttekvaliteten åt höger i figuren beräknats. Vit representerar lägst kvalitet och svart högst. Figuren föreställer ett rum med tre väggar (fyllda svarta objekt) samt ett heltäckande lager av noder. De noder som är mörka har många noder åt höger och få åt vänster. Dessutom har de högt skyddsmått.



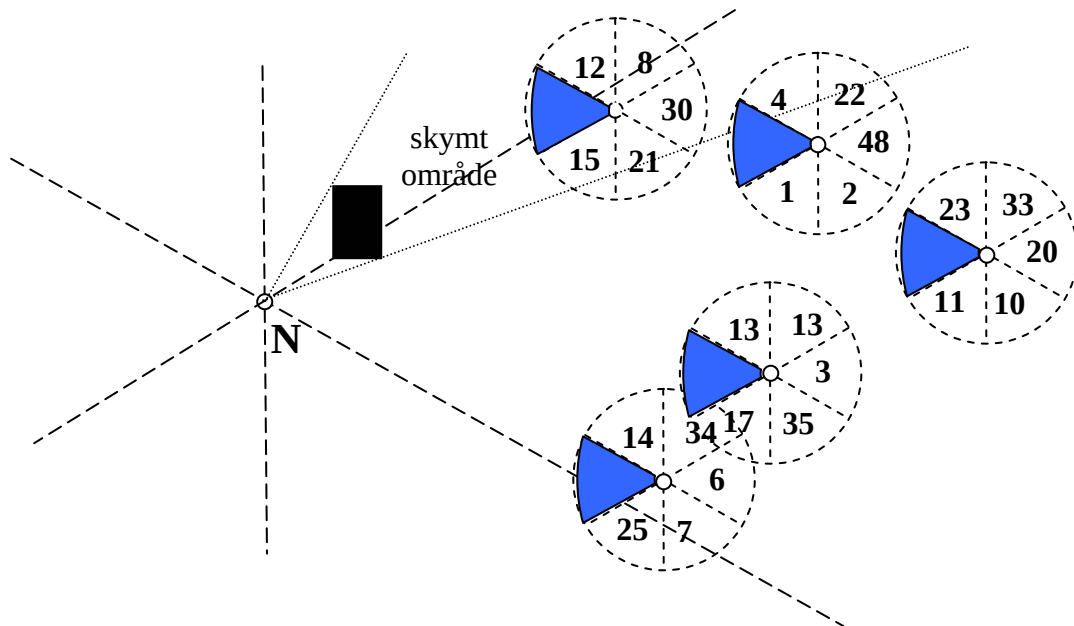
Figur 14. Noderna i ett rum har färgats enligt 'krypskyttekvalite åt höger' i figuren, ju högre kvalitet desto mörkare färg. Mörka noder har som regel många synliga noder till höger och få tillvänster, samt nära till skydd.

#### 6.4.7 Hotanalys – visualisera sårbarhet

Ansatsen som gjorts är att använda ovanstående beskrivna mått för att skapa ett nytt mått, *sårbarheten* i en nod. Syftet är att försöka beskriva och visualisera hur riskfyllt det är att befinna sig på en viss position. Sårbarhetsvärden tas fram för varje speciellt typ av hot, t ex hot om beskjutning med finkalibrig eld. Som ovan är sårbarhetsvärdet betingat på riktning, så att en nod för ett visst hot kan ha olika sårbarhetsvärde i olika riktningar. För att få den totala sårbarheten i noden summeras sårbarheterna i de olika riktningarna.

Som en första ansats har sårbarhetsmåttets värde i en nod definierats som den högsta motsvarande hotkvaliteten bland noderna i den aktuella vinkelsektorn. Vi kräver dessutom att noden med denna högsta motsvarande hotkvalitet är synlig. Anta till exempel att vi är nyfikna på noden N:s sårbarhet för krypskytte från höger i Figur 16. Då betraktar vi alltså krypskyttekvaliteten åt vänster för varje nod i sektorn till höger om N (I exemplet finns endast fem noder till höger om noden N innanför maxavståndet). I verkligheten ligger noderna mycket tätare än så.) Sårbarheten sätts till det högsta värdet vi finner. I 4.4 nedan blir alltså krypskytte-sårbarheten i /16 (eftersom noden med krypskyttekvalitet 18 är skymd från N).

Detta är ett enkelt sätt att få ett värde på sårbarheten i den aktuella riktningen och för det aktuella hotet. Fördelen med denna ansats är att sårbarhetsmåttets värde blir starkt kopplat till motsvarande hotkvalitet, och det är det vi önskar av begreppen hot och sårbarhet. Nackdelen är att hotkvaliteten som används inte är beräknat för den specifika punkt vi vill veta sårbarheten i. Det kan mycket väl finnas noder i den riktningen som är mer lämpade att verka mot vår nod, och alltså skulle ha en högre hotkvalitet mot just vår nod. Den valda noden är dock den mer generellt bästa, ur offensiv synvinkel, så därför verkar det mest troligt att ett hot kommer därifrån.



*Figur 15.* För att få ett mått på sårbarheten för krypskytte från höger i N, betraktas relevanta krypskyttekvaliteter — blå områden — för noderna i sektorn till höger om N. Den högsta kvaliteten tas som sårbarhetsmåttets värde i N, med kravet att motsvarande nod skall vara synlig från N. I figuren blir resultatet 16.

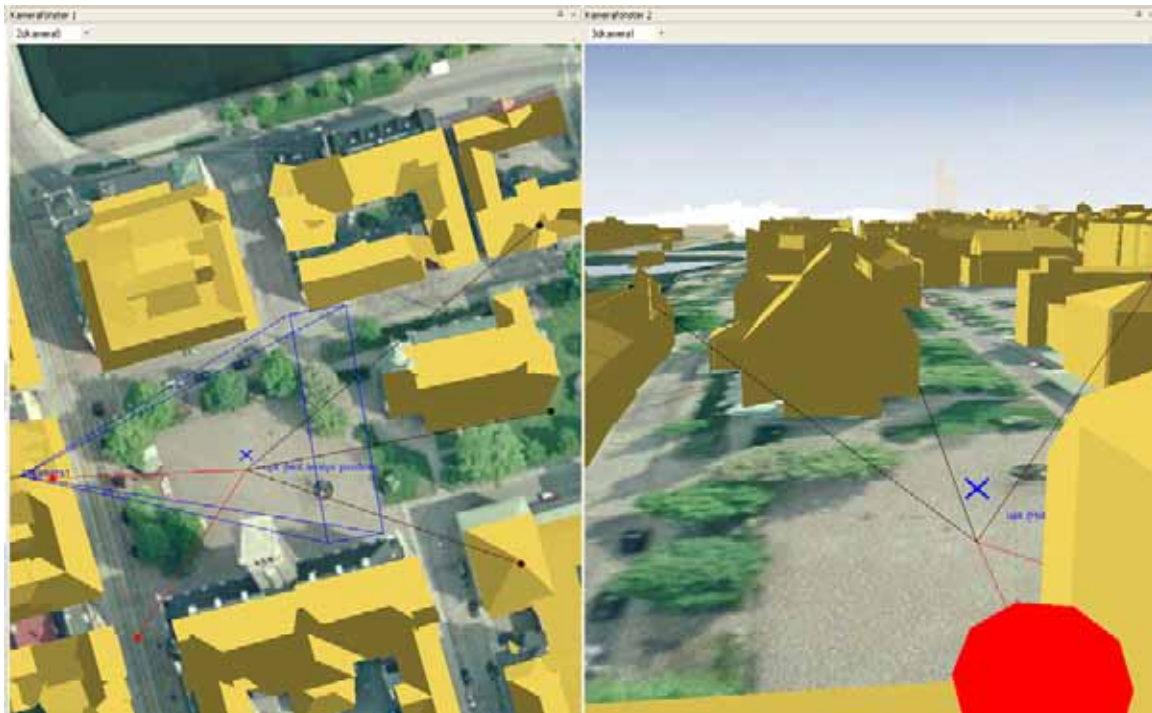
De olika aktuella hoten har valts av användaren enligt vad som är relevant för honom i en viss situation. Om han till exempel ska färdas genom den urbana miljön i ett bepansrat fordon utgör eventuella krypskyttar inget större hot. Däremot skulle nedgrävda stridsvagnsminor kunna utlösas av det tunga fordonet.

Figur 16 visar en presentation av de fem positioner som bedömts som mest troliga att hota en viss given annan position. Som villkor har angivits "direkt eld". Dessutom finns ett villkor om att presentera endast väl separerade positioner, så att resultatet inte blir en grupp noder på väsentligen samma ställe.

#### 6.4.8 Vägsökning

Noderna kan användas för att söka efter kortast väg mellan två punkter. Dessutom kan de framtagna måtten och kvaliteterna användas för att optimera valet av väg ur olika perspektiv. Vid vägsökning har användaren även möjligheten att ta dynamisk information i beaktning så som i fallet nedan där fientliga områden vill undvikas vid förflyttning mellan två positioner.

Den vägsökningsalgoritm som används är den välkända A\*-algoritmen ("A-stjärna-algoritmen"). A\* har fördelen att den är relativt snabb. Å andra sidan kräver den stort datorminne, om många noder är inblandade i sökningen. Algoritmen bygger på minimering av en kostnadsfunktion,  $f(n)$ . Här anger  $n$  inte antalet noder, utan en viss nod



Figur 16. Vänster: De fem positioner som bedöms som mest troliga hot mot positionen vid X presenteras. De två rödfärgade är allra mest troliga. Villkoret är här att hotet gäller direkt, finkalibrig eld samt att de fem positionerna är väl separerade. Den blå pyramidformen anger position och synfält för en utplacerad kamera. Höger: Vy från kamerans position, nära en trolig hotposition.

på vägen mellan startnod och målnod.  $f(n)$  läses alltså "kostnadsfunktionens värde i nod  $n$ ". Funktionen definieras som summan av den *verkliga* kostnaden för att ta sig från startnod till nod  $n$ ,  $g(n)$ , adderat med den *uppskattade* kostnaden att ta sig från nod  $n$  till målnod,  $h(n)$ ;

$$f(n) \equiv g(n) + h(n).$$

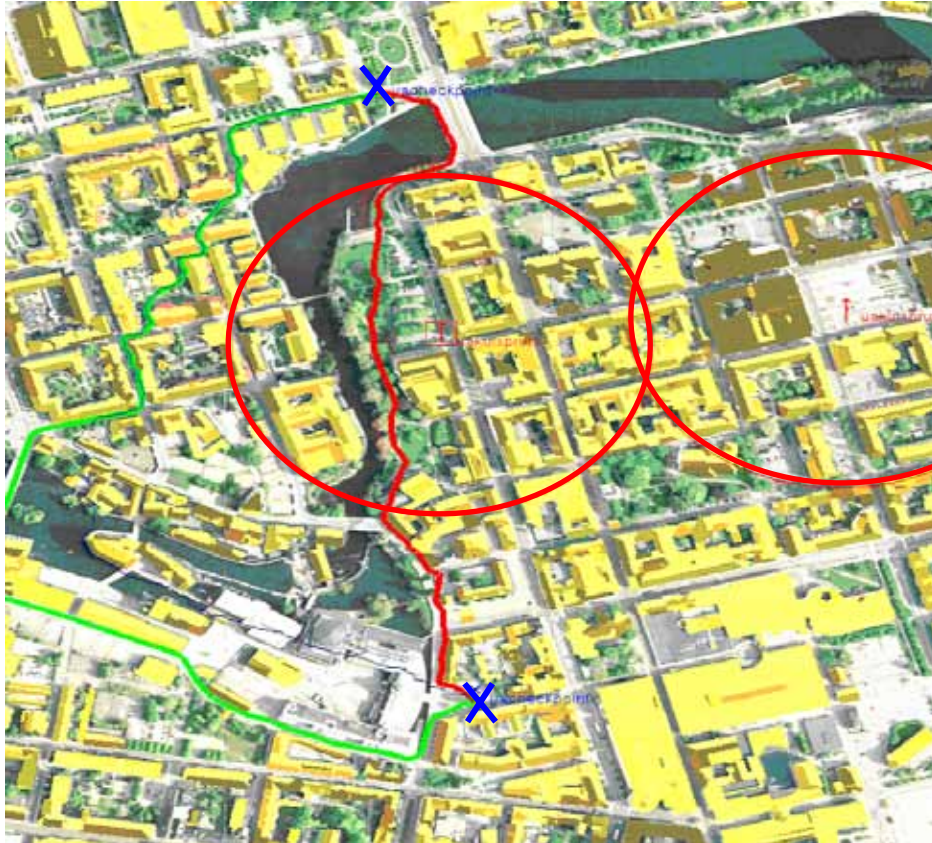
$f(n)$  och  $g(n)$  är alltså inte entydigt definierade i en viss nod, utan beror i högsta grad på vilken väg till noden som valts. För att komma ihåg detta skriver vi istället  $f_v(n)$  respektive  $g_v(n)$ .  $h(n)$  däremot, beräknas i vårt fall som det faktiska, euklidiska avståndet mellan aktuell nod och målnoden, oberoende av vilka noder som besöks på väg dit.  $g_v(n)$  har användaren har möjlighet att definiera. I vårt fall kommer ovanstående mått och kvaliteter i denna implementering. Till exempel är det naturligt att låta  $g_v(n)$  ges av summan av sårbarheterna för noderna längs  $v$ ;

$$g_v(n) = \sum_{n_i \in v} (\text{sårbarhet för nod } n_i)$$

eller en viktad summa av dylika summor;

$$g_v(n) = \sum_j a_j \left( \sum_{n_i \in v} (\text{mått}_j \text{ för nod } n_i) \right).$$

I Figur 17 har sårbarhet specifikt med avseende på kulsprutebeskjutning använts i  $g_v$ , eftersom kulsprutehot syns i de röda cirkelnas/ellipsernas centrum. Den gröna vägen är resultatet av motsvarande vägsökning. Den röda vägen ignorerar hoten och minimerar endast vägens längd.



Figur 17. Vägsökning mellan de blå kryssen. Den röda vägen är den kortaste. Den gröna vägen tar hänsyn till nodernas sårbarhet med avseende på de kulsprutehot som är utplacerade.

Rent praktiskt startar sökningen genom att kostnadsfunktionen appliceras på startnodens grann-noder. Den grann-nod med lägst kostnad väljs och sedan undersöks dess grannar i sin tur osv. Noder som redan besökts ignoreras. På detta sätt hittas den billigaste vägen mellan två noder.

## 6.5 Diskussion

### 6.5.1 Beräkningskomplexitet

De nya möjligheter som tredimensionella modeller innehåller också utmaningar.

Beräkningskomplexitet lär bli en av de mer krävande utmaningarna. Den ansats med noder som här presenterats är inget undantag från detta. Eftersom siktanalysen görs för alla par av noder växer detta antal operationer med antalet noder i kvadrat. Av detta skäl vill man alltså hålla nere nodtätheten, men samtidigt fås då en sämre representation av den verkliga miljön. Detta dilemma förekommer vid all s k sampling. Graden av finstruktur i miljön kan ses som riktmärke för hur glest noderna kan läggas (jfr Nykvist-teoremet).

Eftersom graden av finstruktur varierar kraftigt i miljön (från detaljer på byggnader till öppna torg) är ett oregelbundet nodnät logiskt. Å andra sidan blir antagligen de mått som beräknas mer tillförlitliga om noderna ligger regelbundet. (Att testa denna tanke för något av de ovan beskrivna måtten kan vara en övning för läsaren.) Detta är ytterligare ett dilemma. En ansats att lösa det skulle kunna vara att ha två nodnät som går "i varandra", ett regelbundet och ett som följer miljön bättre. De mått som då förutsätter ett regelbundet nodnät skulle då beräknas mot just det regelbundna nodnätet. Problemet nämndes även tidigare i 6.3.2.

### **6.5.2 Fortsatt utveckling**

Några utvärderingar har ännu inte gjorts, varför inga slutsatser om ansatsens kvalitet och potential kan dras. Ett första steg är att försöka utvärdera själva metodiken. Om denna befinns lovande kan utvärdering fortsatt riktas mot sårbarhetsmått och dylikt. En viss grundläggande utvärdering kan man påstå att [13] bidrar med, men inte ur ett användarperspektiv, och speciellt inte ur ett hotperspektiv.

För att få ytterligare användarprägel på ansatsen ovan kan till exempel följande utveckling vara naturlig:

- Sårbarhetsmått kan även bero på den egna hastigheten (fart och riktning).
- Komplettera med en logisk representation av vägnätet (se ovan)



## 7 Användarworkshop

Detta kapitel behandlar den användarworkshop som genomfördes med officerare inom armén, vilken även redovisas i en särskild rapport [18].

### 7.1 Syfte

Tidigare studier visar på behovet av att identifiera vilken information som är kritisk för att kunna genomföra internationella insatser i en urban miljö. Denna studie syftade till att förutom att identifiera kritisk kartinformation, även arbeta med frågor avseende upplösningen i kartinformationen, hur fragmentariska geodata från olika datakällor integreras till ett dataset för visualisering i 2D och 3D, samt vilken typ av terränganalyser som kan göras på den här typen av geodata.

### 7.2 Bakgrund

Årets användarworkshop bygger på tidigare försök [15]. I tidigare försök har fyra olika kartor använts a) 2D karta som motsvarar telefonkatalogens karta, b) 2D karta som var ett flygfoto där träd, bilar och även människor syntes, c) 3D karta som motsvarade telefonkatalogens karta omvandlad till otexturerad 3D-polygonmodell, d) 3D karta som baserades på en laserskannad omvärld byggd enligt de principer som utvecklats vid Avdelningen för sensorteknik [5]. Jämförelser genomfördes mellan lågupplöst och högupplöst information presenterat i 2D respektive 3D. I försöket förekom fyra olika uppgifter, i fyra olika scenarier, som var jämförbara och försökspersonerna agerade som plutonchef. Naturligtvis styr befattning och uppgift behovet av kartinformation och hur kartinformationen skall användas och visualiseras. Det är därför av intresse att utröna huruvida en specifik befattning har betydelse för behovet av kartinformation i 2D respektive 3D. Några resultat som framkom i tidigare försök är följande -

- Att i 2D och 3D kartorna med lägre upplösning (a och c) görs minsta antalet bedömningar jämfört med 2D och 3D som har en högre upplösning (b och d), vilket tyder på att beslutsfattandet bygger på spekulation, i högre grad än analys, när kartor motsvarande telefonkatalogens används.
- Att i valet mellan 2D och 3D med lägre upplösning (a och c), används 2D kartan för beslutsfattandet.
- Att ingen skillnad i besluts kvalitet förekommer mellan 2D med hög upplösning och 3D med hög upplösning. Värt att notera är dock att tiden för beslutsfattande är avsevärt längre när 3D med hög upplösning används.
- Att om beslutsfattaren själv får välja, föredrar beslutsfattaren 2D kartan som är ett flygfoto där beslutsfattaren kan se träd, bilar etc.

#### 7.2.1 Sammanfattning av teoretisk referensram

Innevarande års försök har till stor del utnyttjat samma teoretiska referensram som användes i föregående års försök [14]. Dock har ett tillägg gjorts från planeringsmodellen "Planering Under Tidspress", PUT-modellen [16].

#### 7.2.2 Dynamiskt beslutsfattande

Resultat från tidigare studier [15] pekar på informationsinhämtning som en kritisk faktor vid dynamiskt beslutsfattande, men exakt vilken information och vilken upplösning informationen bör ha borde utredas vidare för militär ledning.

Brehmer [17] har beskrivit militär ledning som en process där många personer måste samverka. När en chef leder framgångsrikt så är utgångspunkten att det finns en gemensam intention. Det vill säga att mänsklig aktivitet och andra resurser ska samordnas mot uppställda mål. Där underlaget för chefens avsikt att leda karaktäriseras av ett samspel mellan ett "uppifrånperspektiv" och ett "underifrånperspektiv". I den processen fattas dynamiska beslut.

### 7.2.3 Planering Under Tidspress (PUT)

Thunholm [16] har utvecklat PUT-modellen för militär bataljonsplanering och beslutsfattande. Den Svenska Arméns beslutsmodell har varit en flervalssmodell, med syftet att maximera nyttan med resultatet av beslutet. Resultatet från Thunholms studie visar på att om man använder singelvalsmodell, så kommer man snabbare fram till ett beslut, högre tillit till besluten och besluts kvalitén bibehålls. PUT-modellen innehåller tre steg som ska ge svar på var sin huvudfråga; 1) Vad måste uppnås? 2) Hur kan detta uppnås? 3) Hur skall detta uppnås? Första steget är till för att besluts- och planeringsprocessen ska inriktas mot "rätt" mål. I nästa steg skapar man helhetsförståelse och stimulerar kreativiteten. Det sista steget är till för att underlätta framtagning av en realitetsprövad lösning som är förankrad hos chefer och de som skall genomföra striden. PUT-modellen avser att snabba upp den militära planeringsprocessen, genom att inte behöva lägga tid på att konstruera och utvärdera alternativ, som ändå inte fångar verklighetens dynamik. PUT-modellen ska kunna användas av beslutsfattare med liten eller ingen erfarenhet.

### 7.2.4 Frågeställning

Baserat på de ovan nämnda studierna och teorierna var följande övergripande frågeställning av intresse för TEBE-projektet att arbeta vidare med under innevarande år;

- Vilket tekniskt stöd behöver en beslutsfattare ha för att kunna interagera med, och presentera heterogen och fragmentarisk geografisk bunden information?

För att kunna hantera den övergripande frågeställningen har den delats upp på tre delområden enligt följande;

- Problematiken med att integrera olika typer av geografisk information till en heterogen och fragmentarisk karta
- Problematiken för beslutsfattare att interagera och genomföra adekvata analyser på aktuell geografisk information
- Problematiken för beslutsfattare att kunna presentera och visualisera genomförda analyser på ett adekvat sätt

Den första problematiken är relaterad till försörjningsprocessen, med avseende på insamling, sammanställning och distribution av geografisk information till ett insatsförband inför en insats. Den andra problematiken är relaterad till funktionalitet och "kraftfullheten" i de verktyg som används för att bearbeta geografisk information. I dagsläget är den tekniska förmågan att samla in geografisk information egentligen inte gränssättande för insatsförband att verka effektivt, det är verktygen som används för att bearbeta den geografiska informationen. Få tekniska analysverktyg kan idag på ett enkelt och naturligt sätt, med ett fåtal "klick", genomföra och fullt ut dra nytta av den fulla potential som idag är möjlig att skapa med avseende på geografisk information. Den sistnämnda problematiken är en naturlig följd av föregående problematik. Principerna för komplex informationsvisualisering behöver utvecklas när kraftfullare analysverktyg nyttjas.

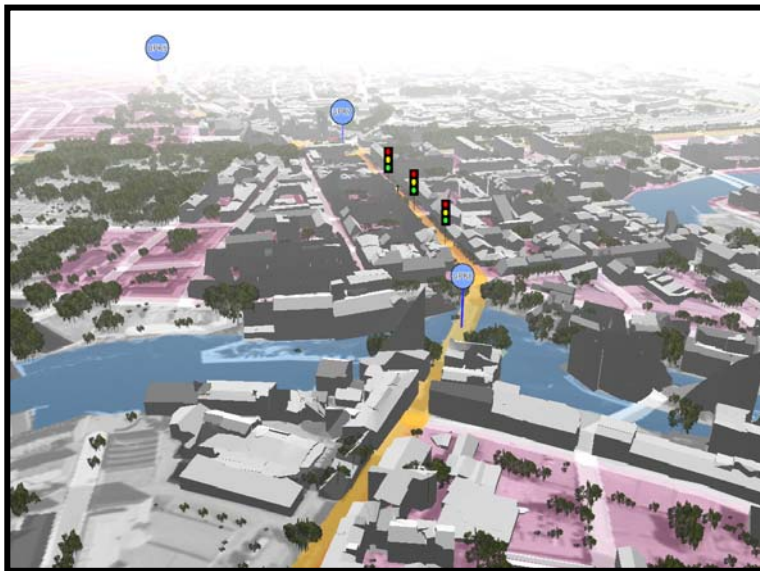
## 7.3 Genomförande

### 7.3.1 Procedur och design

Vid genomförandet av användarworkshop användes den vidareutvecklade experimentplattform som utvecklades för försöken hösten 05 [15]. I detta försök användes endast en 2D karta (Figur 18) och en 3D karta (Figur 19). Vidareutvecklingen har bestått av en utökad kartvärld, som innehåller information om egenskaper hos olika geografiskt bundna objekt, exempelvis vägar, broar och byggnader. Förutom detta har även 2D-kartan och 3D-kartan integrerats så att det är möjligt att växla mellan olika kartvyer vid en given situation. Experimentplattformen har även utökats med ett antal analysverktyg för bl.a. sikt, verkan, rutt, och gruppering. Analysverktygen har utgått från tre av de användningsfall som utvecklats inom ramen för StridsLedningBataljon, SLB.



Figur 18. 2D karta över delar av området.



Figur 19. 3D karta över delar av området.

### 7.3.2 Workshopens uppgift

Huvuduppgiften för officerarna i workshopen var att diskutera sig fram till en plan för en fordonskonvoj med hjälp av karta, från punkt A till punkt B, och vid B genomföra lossning av medfört materiel. Planen skulle även innehålla en "risk och hotanalys".

Inom ramen för det övergripande scenariot utformades en planeringsuppgift för Norrköpingsområdet. Försökspersonerna skulle agera konvojchef, dvs planera och leda en transport utifrån kartunderlaget i experimentplattformen.

Proceduren för genomförandet av workshopen och lösandet av uppgiften styrdes av en spelledare, som successivt presenterar ny information, underrättelser, händelser etc.

## 7.4 Resultat

Det resultat som i första hand redovisas härstammar från de diskussioner som förts med officerare inom Armén. Viss begränsning i resultaten finns såtillvida att det använda scenariot om konvojttjänst var relativt funktionsinriktat, men de officerare som deltog var ledningsinriktade. Det medför att resultaten är mer övergripande än om funktionsföreträdare deltagit vid diskussionstillfällena. Resultaten har sammanfattats i följande områden - Geografisk Informationsbehovsbeskrivning, 2D- och 3D visualisering av geografisk information och terränganalysverktyg.

### 7.4.1 Geografisk Informations Behovs Beskrivning, GIBB

Utgångspunkten för utvecklandet av demonstratorn och de efterföljande diskussionerna om informationsbehov har bl.a. utgjorts av de GIBB:ar som utvecklats av GIS-Centrum. Den GIBB som främst använts som underlag för demonstratorutvecklingen är gjord för SLB [25]. Vid diskussioner med officerarna visade det sig att de visualiseringar som gjordes av GIBB:arna fortfarande är aktuella för visualisering av kartdata i ett 2D-perspektiv. När kartdata visualiseras i ett 3D-perspektiv framkom att officerarna identifierade en mängd nya informationsbehov, som inte har kunnat identifieras tidigare i den traditionella 2D-kartan. Det medför att ett behov finns av att utveckla och förfinas de GIBB:ar som finns.

### 7.4.2 2D- och 3D visualisering av geografisk information

Då officerarna av tradition är vana vid 2D-kartor, försökte diskussionsledarna framhäva att 3D-kartan skulle användas vid diskussion om scenariot. När diskussionen blev mer intensiv och komplex föredrog officerarna att använda den högupplösta 2D-kartan, som grund för olika ställningstaganden. 3D-kartan däremot, bidrog främst till att skapa ett kreativt tänkande och resonande. Fördelningen av tid med avseende på hur mycket 2D respektive 3D användes, går inte att uttala sig om. Vad som däremot kan konstateras är att 2D-kartan används för att navigera och skapa översiktlig lägesförståelse och 3D-kartan används för att studera detaljinformation.

3D-kartan används främst på två sätt; att i 45 graders vinkel betrakta ett område genom att rotera kring det, för att därefter zooma in och betrakta området mer i detalj. Exempelvis så betraktades en rondell på det här sättet. Efter att inzoomning skett, så att rondellen kunde betraktas cirka tre meter ovanför marken så identifierades ett antal informationsbehov, som inte identifierats vid nyttjandet av 2D-kartan. Exempel på detta var om närliggande järnvägens banvall var högre eller lägre än vägbanan, om vägbanan var omgiven av vallar eller diken, om det fanns vägräcken mellan körfälten, lutning på vägen etc.

Dock bör det påpekas att all identifierad information inte med självklarhet skall visualiseras i kartan, utan snarare presenteras i någon form av "faktaruta" som antingen presenteras vid sidan av 3D-kartan eller som presenteras vid "dubbel-klick" på kartobjektet. De flesta officerarna förordade att båda möjligheterna bör finnas.

I 3D-kartan var samtliga objekt, utom träd, otexturerade och färgade i ljust grått. Detta upplevdes av de flesta officerare som en fördel, då t.ex. texturerade byggnader i 3D-kartan kan vara färgade på ett sätt, och i verkligheten på ett annat till följd av att byggnaden målats om, utsatts för väder och vind etc. Enligt de tillfrågade officerarna används i praktiken "Andra relationskriterier (än färg och textur) relaterade till den aktuella omgivningen", d.v.s. det är kontexten och vad man ser i det aktuella området som avgör vilken information som användas för att formulera t.ex. navigeringsinformation.

En intressant möjlighet som diskuterades i sammanhanget var om en officer skulle kunna ha något enkelt verktyg, typ SketchUp, för att kunna editera och färgsätta exempelvis en byggnad utifrån underrättelser från t.ex. egen framskjuten spaning, eller rentav låta den framskjutna spaningsenheten använda SketchUp för att rapportera in geografiskt bundna underrättelser. Behovet att "själv skapa

högupplöst” geografisk information med hjälp av enklare verktyg förstärktes när diskussionen avhandlade fysisk form på byggnader i 3D-världen.

En diskussion genomfördes som behandlade vilket behov av information om och var det finns träd. Resultatet av den diskussionen var att enstaka träd inte hade så stor betydelse utan t ex tätheten hade större betydelse. Exempelvis - en tät granskog som kan vara svårgenomtränglig.

Det fördes också en diskussion om industriområden kontra bostadsområden. Det är större betydelse att få tilläggsinformation om industrierna. Det kan till exempel vara industrier som tillverkar farligt gods, vilket innebär att man inte passerar med viss typ av last eller människor.

### 7.4.3 Terränganalysverktyg

*Siktanalysfunktionen* visualiserade de områden ett objekt, dvs person, fordon eller sensor, *inte* kan se från en viss given position i ett valfritt X, Y och Z-led. I den presenterade versionen kunde valfritt siktavstånd väljas dynamiskt. Analysfunktionen upplevdes som användbar, dock fanns önskemål om att kunna välja om visualisering skall göras av ”så’nt man inte ser” eller ”så’nt man ser”. Man påtalade också behovet av att överlagra flera siktanalyser för att kunna avgöra var ”döda vinklar”, ”överlapp mellan siktfält”.

*Indirekteldanalysfunktion*, visualiserade grupperingsplats, parabelbana och nedslagsplats givet ett antal parametrar. Även i den här funktionen påtalades behovet av att enkelt ”kunna skruva” på de olika parametrarna för att kunna ta hänsyn till vapen, ballistik, projektilbana, väder etc.

*Ruttanalysfunktionen* visualiserade dels snabbaste framryckningsvägen med avseende på tid, dels den framryckningsväg som erbjöd mest skydd, baserat på skydd från hus och byggnaders, siktförhållanden etc., men också mot andra hot från t ex i omvärlden utplacerade prickskyttar, stridsfordon etc.

*ROE-analysfunktion* är i sin nuvarande form inkluderad i samtliga analysfunktioner, så till vida att det är möjligt att inkludera ROE-regler som parameter för de olika analyserna, t.ex. är det möjligt i bedömningen inkludera byggnader, vägar etc som inte får nyttjas för framryckning, gruppering etc.

Överlag upplevdes terränganalysverktyg som befogade med god potential för framtiden, under förutsättning att gränssnittet för enskild användning förenklas samt att de parametrar som ingår i nuvarande version utvecklas, viktas om och tillförs användaren genom ett enkelt gränssnitt så att enskilt laborerande kan ske. Samtliga behoven är relativt enkla att åtgärda - vad som dock krävs är att en användargrupp från försvarsmakten deltar i utvecklingen.

## 7.5 Slutsats

Den genomförda studien har syftat till att utröna vilka svårigheter en beslutsfattare ställs inför när insatsplanering skall genomföras på ett digitalt kartunderlag som skapats med hjälp av fragmentarisk, heterogen geografisk data. Svårigheterna är många, men innevarande studie har delats upp i tre områden; Geografiskt informationsbehov, 2D- och 3D visualisering av geografisk information och terränganalysverktyg. När studien planlades och arbetet med vidareutvecklingen av försöksplattformen initierades var ambitionsnivån högre än det faktiska utfallet. Resultaten får därför i första hand betraktas som ett medvetandegörande av svårigheter inom nämnt område, snarare än faktiska resultat. Det medför således att föreliggande arbete är att betrakta som en förankring hos Försvarsmakten av ett problemområde värt att fördjupa sig i ytterligare.

### 7.5.1 Resultatet i relation till PUT-modellen

Kreativiteten som skapas med kartinformation i 3D, ger ett stöd för att steg två i PUT-modellen har lättare att genomföras av beslutsfattaren. Det vill säga att rätt helhetsförståelse skapas för situationen genom att kreativiteten stimuleras. Att kunna hämta ytterligare information i form av faktarutor eller analysverktyg, ger möjligheten att realitetspröva lösningar som sedan ska förankras hos chefer. Detta innebär att även steg tre i modellen underlättas. Målet med PUT-modellen är att snabba upp planeringsprocessen. Det är därför motsägelsefullt att 3D kartan underlättar eftersom tendensen är att

beslutsfattaren använder längre tid för analys i 3D kartan än i 2D kartan. På så vis är 2D kartan att föredra, där man har översikt men ändå ganska mycket detaljer.

### **7.5.2 Interagerande med geografisk information i 2D och 3D**

Den övergripande slutsatsen avseende interaktion med GIS-data, är att detaljinformation bör presenteras i en faktaruta bredvid 2D- och 3D-kartvyn. Samma information bör även finnas tillgänglig för befattningshavaren genom ”dubbel-klick” på ett objekt i kartvärlden. Detta tyder på att det inte alltid är självklart att högupplöst information bör visualiseras i en 2D- eller 3D-karta. Oavsett vilka mätverktyg etc., som finns att tillgå i en 2D/3D-karta, ger den visuella kartinformationen inte tillräckligt med beslutsgrundande information, även om den är högupplöst. Den ”lilla extra” informationsmängden som är avgörande för ett beslut, har visat sig vara av sådan karaktär att den inte går att visualiseras på annat sätt än genom att skriva det som text, t ex fem centimeter.

### **7.5.3 Terränganalyser i 2D och 3D**

De terränganalysverktyg som använts, visade sig ha potential för framtiden, även om de i sin nuvarande form inte var tillräckligt pedagogiska och intuitiva för att snabbt kunna genomföra olika analyser.

### **7.5.4 Presentation och visualisering av genomförda analyser**

Givet de begränsningar som nämnts avseende terränganalysverktygen, så har det visat sig att 2D-kartan används för att snabbt analysera i en kritisk pågående situation och 3D-kartan främst används för att fundera och reflektera över kommande insatser, d.v.s. ett mer kreativt tänkande, där tidsfaktorn inte är begränsande. Dessa tendenser kunde även skönjas i förgående studie [15]. Frågan om exakt vilken information som bör vara högupplöst, och inte, i en kartvärld har tyvärr inte kunnat utforskas. Hade studien genomförts som planerats som ett renodlat experiment skulle resultaten troligtvis ha kunnat ge en indikation på detta.

Då förutsättningarna ändrades så rekommenderas att studien genomförs som det planerade experimentet, vilket medför att mer kvantifierbara resultat kan erhållas. Förutom detta, föreslås att följande frågeställningar utforskas ytterligare;

- När bör högupplöst information visualiseras i en 2D/3D-karta alternativt i som text ”faktaruta”?
- Utveckla användarfall för de olika terränganalysfunktionerna?
- Hur bör information om tex raserade byggnader, broar etc., visualiseras i 2D/3D-kartor?

## 8 Fältstudie

### 8.1 Syfte

Under hösten 05 genomfördes inom förstudien till projektet TEBE en mindre förstudie syftande till att identifiera kritisk geografiskt bunden information av betydelse för ledning-och beslutsfattande i urban eller suburban miljö. Försöket genomfördes i fyra olika syntetiska omvärldar med varierande upplösning i både 2D och 3D. Förstudien beaktade inte överensstämmelse med verkligheten så till vida att försökspersonerna inte genomförde likvärdig identifiering av kritisk geografiskt bunden information för ledning och beslutsfattande i den fysiskt verkliga miljön. Detta medförde att det var omöjligt att uttala sig om huruvida lednings- och beslutsgrundande information var densamma i verkligheten som i en simulerad miljö. Att den verkligen är identisk är kritiskt vid utvecklande av taktiska beslutstöd, så att rätt omvärld konstrueras.

### 8.2 Bakgrund

Ett grundantagande är att i beslutssituationen så söker beslutsfattaren den information han behöver. Ett sätt att söka information är att titta på den detalj i omgivningen som innehåller informationen. Det kan även emellertid finnas andra orsaker till att visuellt fokusera mot vissa detaljer i en situation. Bakgrunden till studier av det slag som presenteras här redogörs för i en särskild rapport [14] – och förklarar ögat, visuell perception och perceptuella scheman.

#### 8.2.1 Metod för validering av informationsbehov

Ett sätt att genomföra en validering av informationsbehov är att på något sätt spela in de fokuseringar som en försöksperson gör när han i beslutssituationen fattar beslut om vägval, risker, hot och möjligheter. Därefter görs en debriefinganalys tillsammans med försökspersonen, där det inspelade materialet används som underlag – ”Varför tittade du på just denna punkt i den situation du befann dig?” Beslutssituationen kan antingen vara simulerade eller verklig t ex under en fältövning.

### 8.3 Genomförande

Ett antal fältförsök utfördes vid P7 där utrustning för inspelning av fokuseringar (sk ”eye tracking”) av två slag utvärderades. I försöket studerades vagnschefer och förars visuella avsökningsmönster av omgivningen under framryckning och avsittning. Utrustningen som användes blev tillgänglig genom samarbete med Torbjörn Falkmer, Linköpings Universitet [27]. Utrustningen – ”eye trackers” – kan monteras relativt störningsfritt för försökspersonen och mäter bl a fixationspunkter.



*Figur 20.* Bilden visar en eye-tracking utrustning monterad på en försöksperson.

## 8.4 Resultat

En utförlig rapportering av avsökningsmönster finns i [14].

Försöket visar att utrustningen kan användas för inspelning av visuellt fokus för en försöksperson som befinner sig i en beslutsituation i fält. I princip skulle utrustningen kunna monteras på en chef som gående eller åkande längs en möjlig t ex konvoj-väg identifierar vägval, risker, hot etc.

Eye-tracking teknologi skulle kunna kopplas till taktisk kartering i realtid så att en soldats observationsområde skulle kunna vara det som karteras. Från den gjorda studien går det inte att avgöra om det som soldaterna tittar på är det mest kritiska/väsentliga att kartera. Slutsatsen kan emellertid dras att tekniken är användbar i fältsituationer för datainsamling, så att en utökad studie skulle kunna genomföras.

Man kan tydligt utskilja olika avsökningsmönster för olika befattningshavare, vilket kan ses som en bekräftelse på att informationsbehovet för beslutsfattande är olika för olika roller. På grund av studiens begränsning i tid och resurser kunde inte någon slutsats dras angående innehållet och den eventuella kopplingen till ett informationsbehov i det som försökspersonerna fokuserade.





Figur 21. Bild från den inspelade videosekvensen. Bilden visar vagnscheffs fokus strax innan avsittning. Röda korset är positionen för visuella fokuseringen.

## 8.5 Diskussion

Grundfrågan - att avgöra vilket eller vilka objekt som en soldat faktiskt tittar på och om detta motsvarar ett informationsbehov eller inte kräver ett större försök. Värt att notera är dock att det är möjligt att utröna med den använda utrustningen, och att resultat från sådana studier skulle kunna vara användbara för tex. haveriutredningar, Search and Rescue (SaR)-operationer, etc. Datamängderna blir emellertid omfattande och en manuell analys av fokuseringsobjekt blir mycket resurskrävande. Troligen måste en (halv-) automatisk programvara utvecklas som kan effektivisera denna analys väljar man att drivadenna

I en framtida studie skulle man kunna tänka sig att man arbetade med GIBB:arna (Geografiska informationsbehovsbeskrivningar [2]) i en grupp av försökspersoner, och sedan lät dem använda Eye-tracking utrustningen för att mäta fokuseringsobjekt vid en fältspaning i ett område. På detta sätt kan man jämföra GIBBar (tex för olika roller) med fältstudieresultatet och på så sätt validera och utveckla GIBBarna.

En annan möjlighet är att Eye-tracking teknologien som koncept skulle kunna användas av en underrättelse/spaningsgrupp, för att identifiera vad som faktiskt får en soldat att välja att fokusera på ett visst område, och att denna videosekvens blev en digital notering i kartdata. Detta är inte samma

sak som att länka in en videofilm, då en sådan film bara visar "avsökningsområdet". Med Eye-tracker kan man även fånga vilka objekt i ett avsökningsområde som fångar en framryckande/spanande soldats uppmärksamhet.

## 9 Ett koncept för urbant beslutsstöd

Både bas- och tilläggsfunktioner i beslutsstödet är naturligtvis kopplade till hur informationen skapas. I redogörelsen nedan berörs detta inledningsvis endast schematiskt, eftersom processen för data och informationsfångst och distribuering av information inte varit fokus för projektet under 2006.

Nedan sammanfattas den funktionalitet som diskuterats inom projektet TEBE under 2006.

### 9.1 Informationsförsörjning

#### 9.1.1 Basdatapaket

Basdatapaketet framställs av Lantmäteriet eller av insatsens geocell. Resultatet från projektet visar att det är möjligt att integrera heterogena, fragmentariska geodata i form av 2D-kartor och 3D-modeller. Detta bör i möjligaste mån förberedas redan i de utskickade basdatapaketerna.

Användaren kan då i samma område och i angränsande områden integrerat visualisera kartinformation motsvarande terrängkartan (och lägre upplösning) för icke stadsmiljö OCH geodata med upplösning en faktor 100 gånger bättre för stadsmiljö.

För att kunna framställa basdatapaket som integrerar heterogena, fragmentariska data ställs krav på att kunna hantera problemen med olika georeferenssystem och projektioner så att positioneringsfel och randfelpassningar minimeras.

Man måste också kunna sätta samman flera geodataset till ett dataset. Ett exempel är höjddata där rasterpunkter från olika dataset är inkommensurabla. Ett annat är att husobjekt (dvs ID, identiteten) från olika dataset som representerar samma hus i verkligheten skall vara unikt.

#### 9.1.2 Taktisk kartering

Beslutsstödet förutsätter att högupplösta 3D modeller över den urbana miljön finns tillgängliga. Idag finns kommersiell, civil teknik för detta. Med en automatisk process för extraktion av objekt som hus, träd etc. kan en 3D-modell finnas tillgänglig 1-2 dagar efter mättillfället. Repeteras detta ej alltför sällan kan förändringsanalyser (rasbranter, vägframkomlighet) göras i beslutsstödet.

#### 9.1.3 UND-information

Geodata kan finnas i annan form än som vanliga kartor eller flygfoton/satellitbilder. Ritningar över underjordskonstruktioner, ledningsnät, kulvertar, källarutrymmen eller våningsplan i hus är kompletterande information som skall kunna visualiseras i beslutsstödet. Dessa är emellertid av samma typ/format som vanliga kartor och flygbilder och kommer inte att ställa speciella krav. En stor del av UND-informationen passar också bättre att representera som värden än som geometri – t ex toleransvärden eller exakta mått i kritiska positioner.

#### 9.1.4 Lokal informationsinhämtning

Platsbunden information av UND-karaktär, som tex bilder, byggmaterial i hus, gatubeläggning, fri höjd, lokala trafikregler och förändringar i stadsbilden, och som är prioriterad i den typ av operation och i den stadsmiljö det gäller, kan samlas in i spaningsoperationer eller som resultat av patrullering när läget är lugnt.

Den insamlade informationen kan dels göras tillgänglig lokalt inom enheten och även rapporteras till insatsstaben för vidare analys och distribuering.

Detta kan givetvis röra sig om kartinformation över staden som erhållits på annat sätt.- från lokala myndigheter, NGO's eller partners.

### 9.1.5 Bilder som textur

En stor del av informationen kommer att vara bilder från digitalkameror. Samtidigt som bilden i sig innehåller någon form av UND-information, kan bakgrunden (dvs husfasader och andra texturdata) användas för att visualisera byggnaders och terrängens utseende t ex i olika väder och vid olika årstider.

## 9.2 Basfunktionalitet

Basfunktionaliteten nedan stödjer en beslutsfattare med hantering, filtrering och visualisering av geoinformation och georefererad information.

### 9.2.1 Hantering av heterogena geodata

Flygbilder och kartor kan täcka samma område över staden och skall då kunna visas i olika ordning eller genomskinlighet. Olika upplösning, informationsinnehåll och format (raster/mesh eller vektoriserade dataset) inkl olika bedömd kvalitet gör att användaren måste kunna jämföra materialet från olika dataset.

Plattformen måste kunna acceptera nytt eller ändrat material on-line för att nytt underlag för beslut snabbt skall bli tillgängligt.

### 9.2.2 Hantering av fragmentariska geodata

Dataset med hög upplösning över urban terräng har normalt begränsad täckning. Ibland kanske inte ens hela staden finns representerad i ett dataset. Ett dataset måste då kunna kombineras med ett annat i samma 2D eller 3D-vy

I de fall då geodata uppenbart är redundant innehållsmässigt och dataseten delvis täcker varandra måste det vara möjligt att ta bort vissa areor i det ena datasetet för att klippa in data från ett annat. Exempel på detta är 3D-husobjekt som bara skall visualiseras i ett exemplar och raster(mesh-)data (höjd, lutning, vegetationstyp), där man vill för visst område vill hämta information från det ena datasetet och ibland från det andra. – dvs man vill använda fragment av dataseten inom olika områden

### 9.2.3 Hantering av text, bild, video och ljud

Platsbunden information i form av text, bild, video eller ljudskall dels kunna knytas till "platsmarkeringar" i form av pilar eller andra symboler och som betyder att mer information finns om denna plats. Denna information kan tas fram av användaren med en enkel användarinteraktion.

En sådan indexering av informationen till 2D/3D position utesluter inte att informationen kan sökas och nås på andra sätt.

Bilder kan speciellt användas för att "drapera" en 3D-modell eller en terrängytemodell. Flygfoton med vertikal vy är bara en specialform av denna typ av drapering. Detta ger ett naturligt sätt att infoga och söka bilder i relation till 3D-modellen.

### 9.2.4 Hantering av lokal/egen information

Platsbunden information av typ text, bild och ljud, som har olika auktorisering eller godkännande måste ges olika visualiseringar så användaren inte förleds att tro att viss information är mer trovärdig, eller av annat ursprung, än som är fallet. En viss typ av information som har lagts in av användaren själv visualiseras som egna noteringar. En annan information kommer från en kollega inom enheten och en tredje variant kommer från UND-funktionen. I egna noteringar kan t ex noteringar som härstammar från en egen sökning i en publik informationskälla förekomma.

### 9.2.5 Objektinformation

Vektoriserade kartor och 2D/3D modeller innehåller refererbara geoobjekt - huskroppar, vägsegment, områden. Dessa objekt kan antingen finnas i basdatapaketet eller i en modell genererad från taktisk

kartering. Till dessa objekt kan information i form av värden på attribut - text, bild, video eller ljud - knytas.

Om olika versioner av objekt förekommer tex som resultat av olika mätningar, måste en associationsprocess genomföras som identifierar samma hus, vägsegment eller område i olika versioner, för att kunna jämföra ett objekt från en version till en annan. Så länge som objekten motsvarar varandra ett och ett, kan detta hanteras relativt enkelt. Vid en automatisk modellgenerering är det dock sannolikt att modellstrukturen förändras, vilket kräver en mer komplicerad attributvärdehantering - tex om en huskropp från en tidigare version delas upp i två i en följande version är det inte självklart hur attribut från den äldre versionen, som "har källare" eller "byggmaterial", skall associeras med objekten i den nyare versionen.

## 9.2.6 Filtrering

En sökning på objekttyp och attribut kombinerat med enkla geometriska villkor skall kunna genomföras och resultatet skall kunna visualiseras i 2D och 3D. Funktionen realiseras som en geografisk databasfråga - "Visa alla huskroppar inom 1000 meter från köpcentrum XXX som har källarvåning". En sådan funktion kan kombineras med möjlighet att spara fråga och resultat för att i efterhand kombinera olika resultat.

## 9.3 Påbyggnadsfunktionalitet

### 9.3.1 Följningsfunktioner

För att följa rörliga objekt kan basfunktionaliteten byggas på med olika lager med symboler för rörliga objekt. Denna funktion för "blue, green och red force tracking" finns tidigare specificerad bla i SLB-utvecklingen. Följningsfunktion bygger på att data uppdateras med den frekvens som krävs för beslutsfattaren. Underlaget för följningsfunktionen kan vara geoinformation i ett beslutstöd av TEBE-typ.

### 9.3.2 Kommunikation

Kommunikation i ett beslutstöd med andra beslutsfattare eller underställda kan mer ses som en parallell applikation till beslutstödet. Beslutstödet exporterar information av typ geoinfo, som sedan distribueras till mottagarna där den eventuellt importeras i motsvarande beslutstöd eller annat system. På detta sätt kan beslutstödssystemet av typ TEBE utvecklas separat från andra system. Det förutsätter dock att de exporterade data är väldefinierade till innehåll och form.

Vanligt samband kan på så sätt vara en separat funktion från beslutstödet för att inte göra tex stridsledning beroende av att beslutstödet av typ TEBE finns tillgängligt - och tvärtom.

### 9.3.3 Orderläge

Orderhantering tillsammans med rapportering kan vara en tilläggsfunktion parallellt till beslutstödet av typ TEBE - speciellt om beslutsunderlag i form av heterogena och fragmenterade geodata måste användas och refereras till. Denna funktion tidigare specificerad i tex SLB.

### 9.3.4 Analys

Analysverktyg som utför mer komplex geometrisk analys tex siktanalys och kombinerar detta med militär domänkunskap extraherar geometrisk och attributinformation från beslutstödet, utför beräkningen och genererar en visualisering i 2D/3D visualiseringsverktyget (sk lager). På samma sätt som för filtrering bör denna funktion kombineras med möjlighet att spara analysindata och resultat för att i efterhand kombinera olika resultat både från analyser och från filtreringar enligt ovan.

## 10 Diskussion

Projektet har under den, för ett forskningsprojekt, korta tid det pågått resulterat i -

- en påbörjad behovsanalys och kravanalys
- en interaktiv prototyp som med ytterligare arbete kunnat användas i experiment och fältförsök.
- en preliminär metod för att med fältförsök validera GIBB för urban miljö.
- vissa preciseringar var gäller kunskap om användning av 2D och 3D-information i urban miljö
- god spridning av projektets innehåll och resultat till FM.

### 10.1 Slutsatser

De frågeställningar som projektet hade att besvara besvaras nedan:

1. *Hur påverkar den urbana terrängen utformningen av ett effektivt beslutsstöd?*

Urban miljö ändrar delvis förutsättningarna för centralt beslutsfattande, så att fler beslut förs ut till lägre ledningsnivåer pga stundligen snabbare tempo i händelserna. För planering kommer dessutom 3D-information att spela en viktigare roll eftersom operationerna förs i olika höjdplan, tex i hus och för att möjligheterna till skydd och gruppering blir så starkt platsberoende. En stark närvaro av civila och gröna styrkor komplicerar beslutsfattandet.

2. *Vilka är de speciella krav som ställs på ett beslutsstöd för internationella insatser i urban miljö?*

Internationellt kan inte svensk trupp räkna med samma högkvalitativa geoinformation som i Sverige. Typiskt kan detta vara i form av lågupplösta kartor (motsvarande som bäst terrängkartan) och flygbilder tillgängliga från olika källor med varierande kvalitet. Detta accentueras för urban miljö som kräver både bättre aktualitet och hög upplösning för att ge annat än intuitivt stöd.

3. *Vilken information (om objekt och platser i staden) är kritisk för beslutsfattande i urban miljö?*

Projektet har inte kunnat specificera detta ytterligare. Indikationer finns att tillgången till 3D-modell skapar nya informationsbehov är om bara 2D-information används. Troligen måste GIBB<sup>3</sup> skapas som är både funktionsspecifik och kulturspecifik. Därför måste varje insats speciellt analyseras vad gäller geografiska informationsbehov i stadsmiljön, så att adekvat datainsamling kan ske under lugna perioder för att vara förberedd när lugnet övergår i snabba förlopp.

Projektet har visat på en experimentell metod för att värdera GIBB, både i simulerad miljö och fältmiljö.

4. *Hur kan UND information integreras med högupplöst 2D/3D-information i urban miljö?*

UND-information kommer i urban miljö att vara av alla mediatyper - text, bild, ljud (tex muntliga rapporter) och video. Mängden information för den enskilde beslutsfattaren kommer dessutom att öka inte bara från UND-funktionen utan genom personliga noteringar och information hämtad från publika källor. Att associera denna typ av information med plats eller geoobjekt förenklar sökningen. Om dessutom informationsanalys direkt kan associeras med platser eller områden i geodata erhålles ett bra fokus i sökningen och visualiseringen kan dessutom ske i samma geodata ("kartmaterial"). På detta sätt blir geodata och UND-liknande information integrerade och kan visas samtidigt för beslutsfattaren.

Tidsaxeln (stund) är en väsentlig faktor utöver den geografiska/spatiella (ställe). Detta betyder att temporal och spatiell sökning/utforskande i kombination med traditionell databassökning blir en viktig teknik i ett urbant beslutsstöd.

---

<sup>3</sup> Geografisk informationsbehovsbeskrivning, FMV

5. *Hur skall analyshjälpmedel baserade på högupplöst geoinformation utformas för användning i urban miljö.*

Projektet TEBE har utvecklat några terränganalysverktyg för att prova ut metod och algoritmer för detta, främst baserat på användningsfall - "Terränganalys" i SLB. Några slutgiltiga slutsatser kan inte dras, men de verktyg som demonstrerats har fått intresse inom FM.

6. *Hur erhålles, hanteras och nyttjas information med avseende på fullständighet, noggrannhet, osäkerhet, tillgänglighet och tidsaspekter?*

Denna fråga har inte kunnat bearbetas eftersom projektet inte fullt ut implementerat en experimentell plattform för att genomföra detta slag av försök med användare. Frågan rymmer en dimension mot hur denna metainformation<sup>4</sup> skall representeras, presenteras och eventuellt analyseras/jämföras. Inget resultat finns idag angående detta.

Försöken skulle innebära att

7. *Hur ser ett koncept för beslutsstöd för urban miljö ut och hur relaterar det till andra stödsystem som finns eller utvecklas av FM för olika plattformar/sensorsystem och funktioner som gemensam lägesbild, underrättelsehantering och fältarbete?*

Det ovan presenterade konceptet är inte avsett som ytterligare ett informationssystem bland många andra (SLB, TIBAST etc.) inom FM utveckling. Projektet föreslår istället att man, inom olika FM utvecklingsprojekt ser över den funktionalitet som anknyter till urban miljö och projektets frågeställningar. Risken är annars att FM insatser genomförs till stor del som icke-militära operationer i urbana miljöer med informationssystem som är avsedda för symmetrisk strid i svensk, småbruten terräng. Med detta sagt så kan dock inte beslutsstöd eller informationssystem utvecklas som bara kan användas i dessa nyare typer av situationer. Det betyder att kraven på FM informationssystem har breddats och definitivt inte förenklats av den utpekade nya inriktning som svenska försvaret har fått.

## 10.2 Rekommendationer

- En speciell analys av geoinformationsbehov i urban miljö bör genomföras. Analysen kan fokusera några troliga kulturella miljöer, olika sammanhang och några typiska operationstyper. Den behöver inte nödvändigtvis förutsätta högupplösta 3D-modeller utan kan analysera behovet i två fall - med dagens förutsättningar vad gäller tillgänglig geoinfo och i en framtid med taktisk kartering och högupplösta 3D-modeller.
- FM bör komplettera den utveckling som sker vad gäller geoinformationsförsörjning med att genomföra användarförsök, tex vid FM UtvC, som speciellt riktar sig mot urban miljö enligt ovan. Försöken kan genomföras i en interaktiv, simulerad miljö med modeller från olika kulturer och simulerade sammanhang och operationstyper. På detta sätt kan man till relativt låg kostnad förbereda sig för dels ett förväntat och dels ett önskat läge vad gäller geoinformation i urban miljö. Försöken innebär att den ovan nämnda analysen kan valideras och förfinas.
- Tekniken med syntetiska och virtuella 3D-miljöer bör brett införas i utbildningen, framförallt för ledning av och stridsteknik för urbana operationer - inkluderande operationer andra än traditionella krigsoperationer. Detta lägger inte bara grunden för bättre ledning och stridsteknik utan även för effektiv användning av avancerad, högupplöst geografisk information i operativ, taktisk ledning av de personer som genomgått utbildningen.
- FM bör snarast utvärdera snabbare integrering (än via uppdatering av basgeodatapaketer) av erhållen geoinformation i form av kartor eller bilder (elektroniska eller pappersformat) i befintliga system och system som utvecklas - system som potentiellt kan få användning i urban terräng vid internationella missioner. Resultatet av en sådan utvärdering ger förutsättningarna för användning av samma system i en urban miljö där geoinformation är heterogen och fragmentarisk.

---

<sup>4</sup> information om information

I Sverige kan svensk militär antas ha informationsöverblick vad gäller geografisk information. I en internationell mission har svensk trupps potentiella motståndare motsvarande överblick - kanske inte genom elektroniska hjälpmedel utan genom odokumenterad men överlägsen lokalkännedom. I stadsmiljö accentueras denna överlägsenhet. Frågan är om detta förhållande kan vändas på?



# 11 Referenser

- [1] Ahlberg S., Bergman J., Hasewinkel H., Hörling P., Kylesten B., Lindahl B., Söderman U., Törne A., *Inventering av tekniskt beslutsstöd för ledning av strid i urban miljö – TEBE slutrapport*, FOI-R--1819--SE (2005).
- [2] Karin Innings, FM geoinformationsförsörjningsprocess, FMV MS 462 GIS/GIT.
- [3] Ulf Söderman, Simon Ahlberg, Svante Björklund, *Taktisk Kartering – en kort förstudie*, FOI Memo 1202, (2005)
- [4] Ahlberg S., Elmqvist M., Persson Å., Söderman U.: *Metoder för framställning av högupplösta syntetiska omgivningar/omvärldsmodeller för sensorsimulering*, FOI-R--1110--SE, 2003
- [5] Projekt "Omvärldsmodellering", Ulf Söderman, FOI, Linköping (2006)
- [6] Projekt "Dynamisk Terräng", Simon Ahlberg, FOI, Linköping (2006)
- [7] Söderman U., Ahlberg S., Persson Å.; Tolt G., *Omvärldsmodellering/Dynamisk Terräng - slutrapport*, FOI-R--2170--SE (2006)
- [8] Projektet "Teknik, Metodik och Demonstrationssystem för Informationsfusion", Pontus Hörling, FOI, Kista (2006)
- [9] Brännström M Mårtenson C, *Enhancing Situational Awareness by Exploiting Wiki Technology*, FOI-S--2160--SE (2006)
- [10] Hallberg, N., Ölvander, Ch., Törne, A., *Behovs- och kravanalys avseende tekniskt beslutsstöd för operationer i urban terräng*, FOI--R-2037--SE, (2006).
- [11] Hallberg, N., Ölvander, Ch., Johansson, M., Törne, A. *Utvärdering av användarfall avseende tekniskt ledningssystem för urban miljö*, FOI--Memo-1914--SE, (2006).
- [12] Nordström S., Leijonhufvud H., *Use Case Description – SLB C3IS SR1 – Perform terrain analysis*, FMV VO Led.
- [13] Hedström, J. och Lindahl, B: *Användning av förstapersonsspel vid militär simulering av strid i bebyggelse*, LiTH-isy-EX-3337-2003, Linköpings Universitet 2003.
- [14] Falkmer T., Dahlman J., Hasewinkel H., *Ökad körsäkerhet och snabbare målidentifiering genom blickregistrering?*, FOI-R--2086--SE.
- [15] Kylesten, B. & Hasewinkel, H., *Hur avgör man vilken kartinformation som är kritisk vid internationella insatser?* FOI--R-1970--SE, (2006).
- [16] Thunholm, P., *Military Decision Making and Planning: Towards a New Prescriptive Model*. Department of Psychology, Stockholm University, Akademityck (2003).
- [17] Brehmer, B.. *The Dynamic OODA-loop: Amalgamating Boyd's OODA Loop and the Cybernetic Approach to Command and Control*. Paper presented at 10<sup>th</sup> CCRTS, McLean, VA, June 2005.
- [18] Kylesten, B. & Hasewinkel, H., *Terränganalys för insatsplanering i en integrerad 2D- och 3D-karta*, FOI--R-2175--SE, (2006)
- [19] Kano, N. (1995). *Upsizing the Organization by Attractive Quality Creation*. In G.K. Kanji (Ed.), *Proceedings of the First World Congress on Total Quality Management* (pp. 60-72). London: Chapman & Hall.
- [20] Sommerville, I. & Sawyer, P. (1997). *Requirements Engineering: A Good Practice Guide*. John Wiley & Sons
- [21] Hallberg, N., Andersson, R., & Westerdahl, L. (2005). *Quality-driven process for requirements elicitation: the case of architecture driving requirements*. User report FOI-R--1576--SE, Swedish Defence Research Agency.
- [22] Shillto, M.L., (2001). *Acquiring, Processing, and Deploying Voice Of The Customer*. St Luice Press.
- [23] Kulak & Guiney (2000) *Use cases: Requirements in context*, Addison-Wesley.

- [24] Pg Ledbat, MSS Skövde, [www.mss.mil.se](http://www.mss.mil.se)
- [25] Klum, P et al: Värdering avvägning TK/SAT — en förstudie, FOI-R –1817 –SE, ISSN 1650-1942, Totalförsvarets Forskningsinstitut, december 2005.
- [26] GIBB - (GIS-Centrum, 2003)
- [27] Torbjörn Falkmer, Avd. för rehabiliteringsmedicin, INR, Hälsouniversitetet i Linköping.