TNO Defensie en Veiligheid

Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek / Netherlands Organisation for Applied Scientific Research

Oude Waalsdorperweg 63
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

www.tno.nl

T 070 374 00 00
F 070 328 09 61
info-DenV@tno.nl

TNO-rapport

TNO-DV1 2006 A059

Inventarisatie van vragen en modellen voor de analyse van het grondgebonden optreden

Datum	april 2006
Auteur(s)	ir. C.J. Wiersum, drs. B.J.E. Smeenk, drs. P.G.M. Van Scheepstal, drs. M.P. Hasberg, dr. A.I. Barros, ir. C. Fiamingo
Rubricering rapport	Ongerubriceerd
Vastgesteld door	Ikol H.D.J.M. Konings
Vastgesteld d.d.	16-03-2006
Titel	Ongerubriceerd
Managementuittreksel	Ongerubriceerd
Rapporttekst	Ongerubriceerd
Bijlagen	Ongerubriceerd
Exemplaarnummer	7
Oplage	52
Aantal pagina's	160 (incl. bijlage, excl. RDP & distributielijst)
Aantal bijlagen	5

DISTRIBUTION STATEMENT A
Approved for Public Release
Distribution Unlimited

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO
Indien dit rapport in opdracht van het ministerie van Defensie werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van de opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de 'Modelvoorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten' (MVDT 1997) tussen de minister van Defensie en TNO indien deze op de opdracht van toepassing zijn verklaard dan wel de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

© 2006 TNO

AQ F06-12-0473

TNO | Kennis voor zaken

Inventarisatie van vragen en modellen voor de analyse van het grondgebonden optreden

Probleemstelling

Voor behoeftestelling, verwerving en doctrine-ontwikkeling zijn (simulatie)modellen hulpmiddelen om meer inzicht te krijgen in de operationele consequenties van bepaalde keuzes. Door in verschillende scenario's verschillende opties door te rekenen, wordt een beeld gevormd van de benodigde middelen en tactieken.
Om te waarborgen dat de (simulatie)-modellen aan blijven sluiten bij het operationele optreden, de toekomstige vragen van Defensie en de moderne computeromgeving, is het programma Analyse Grondgebonden Optreden (AGO) opgestart. In dit programma ligt de focus op kwantitatieve simulatiemodellen en het optreden in het hogere geweldsspectrum.

Voordat keuzes gemaakt worden over het aanpassen van huidige modellen of ontwikkelen van nieuwe simulatiemodellen, is in 2005 eerst geïnventariseerd welke toekomstige vragen met behulp van simulatie bestudeerd moeten kunnen worden en welke modellen er op dit moment beschikbaar zijn op het gebied van grondgebonden optreden.

Beschrijving van de werkzaamheden

Er is een inventarisatie uitgevoerd van de vraagstukken waarmee Defensie in de toekomst te maken kan krijgen. Daarna is een inventarisatie uitgevoerd van de modellen die beschikbaar zijn op het gebied van het grondgebonden optreden. Om deze modellen te kunnen beoordelen is een lijst met criteria opgesteld. Aan de hand van deze criteria is een literatuuronderzoek verricht en is gesproken met experts van de beschikbare modellen.

Resultaten en conclusies

In dit verslag is een overzicht gegeven van modellen die mogelijk relevant zijn voor AGO. Naast een beschrijving, is van ieder model een inschatting van de bruikbaarheid voor analyses op het gebied van grondgebonden optreden op bataljons- en brigadeniveau gemaakt.

Toepasbaarheid

Dit rapport ondersteunt de beslissingen over de te volgen aanpak binnen het programma AGO. Daarnaast kan het gebruikt worden als naslagwerk met informatie over beschikbare nationale en internationale modellen.

Inventarisatie van vragen en modellen voor de analyse van het grondgebonden optreden

PROGRAMMA	PROJECT
Programmabegeleider Ikol H.D.J.M. Konings, Defensie/OTC OPN	Projectbegeleider Ikol H.D.J.M. Konings, Defensie/OTC OPN
Programmaleider dhr. J. Koole, TNO Defensie en Veilighied	Projectleider drs. B.J.E. Smeenk, TNO Defensie en Veilighied
Programmatitel Analyse Grondgebonden Optreden	Projecttitel Voorbereiding Analyse Grondgebonden Optreden
Programmanummer V412	Projectnummer 015.34582
Programmaplanning Start 01-10-2004 Gereed 31-12-2008	Projectplanning Start 01-01-2005 Gereed 31-12-2005
Frequentie van overleg Met de programma/projectbegeleider werd eens per 2 maanden gesproken over de invulling en de voortgang van het onderzoek.	Projectteam ir. C.J. Wiersum, drs. B.J.E. Smeenk, drs. P.G.M. Van Scheepstal, drs. M.P. Hasberg, dr. A.I. Barros, ir. C. Fiamingo

Contact en rapportinformatie

Oude Waalsdorperweg 63
Postbus 96864
2509 JG Den Haag

T 070 374 00 00
F 070 328 09 61

info-DenV@tno.nl

TNO-rapportnummer
TNO-DV1 2006 A059

Opdrachtnummer
-

Datum
april 2006

Auteur(s)
ir. C.J. Wiersum, drs. B.J.E. Smeenk,
drs. P.G.M. Van Scheepstal,
drs. M.P. Hasberg, dr. A.I. Barros,
ir. C. Fiamingo

Rubricering rapport
Ongerubriceerd

Inhoudsopgave

Managementuittreksel ... **3**

Afkortingen ... **7**

1 Inleiding ... **11**
1.1 Vraagstukken AGO ... 11
1.2 Modellen AGO ... 14
1.3 Doel van dit rapport ... 15
1.4 Structuur van dit rapport ... 15

2 Overzicht modellen ... **17**
2.1 Modellen in gebruik bij Koninklijke Landmacht ... 17
2.2 Modellen in gebruik bij TNO ... 17
2.3 Modellen in gebruik bij NATO ... 18
2.4 Modellen in gebruik in de US ... 19
2.5 Modellen in gebruik in de UK ... 20
2.6 Modellen in gebruik in Duitsland ... 21
2.7 Modellen in gebruik in Australië ... 22
2.8 Modellen die in spelvorm zijn uitgebracht ... 22
2.9 Structuur van modelbeschrijvingen ... 23

3 Interactieve constructieve simulaties als staftrainer voor bataljons en brigades ... **25**
3.1 KIBOWI (CASTOR) ... 25
3.2 JANUS en JCATS ... 33
3.3 JTLS ... 35
3.4 KORA-OA en SIRA ... 35
3.5 SPECTRUM (OOTW) ... 35
3.6 JOCASTS ... 38
3.7 URBAT 2 ... 40

4 Interactieve virtuele simulaties ... **43**
4.1 TACTIS en EBF ... 43
4.2 Generieke CGF-pakketten ... 47
4.3 CATT ... 48

5 (Gesloten) constructieve analysemodellen ... **51**
5.1 FSM (Manoeuvre) ... 51
5.2 COMBAT XXI (Landoptreden) ... 56
5.3 ATLAS (Landoptreden) ... 59
5.4 SMARTER (Grondgebonden Vuursteun) ... 59
5.5 CLASS (Vuursteun) ... 64
5.6 WISE (model voor C2 studies) ... 66
5.7 J-ROADS (Luchtverdediging) ... 67
5.8 INDIA (Luchtverdediging) ... 71
5.9 FELPATH (Helikoptertransport) ... 76
5.10 Fysieke Distributie analyseomgeving (Logistiek) ... 78

6 Hogere orde gesloten analysemodellen ... 83
6.1 JWARS en TACWAR (Joint optreden) ... 83
6.2 BRIDGE ... 84
6.3 GAMMA ... 87
6.4 SIMBAT en SIMBRIG ... 91
6.5 TEMPO (Logistiek) ... 94
6.6 DIAMOND (OOTW) ... 95
6.7 JDARTS ... 97
6.8 DIRECTION ... 100

7 PC-spellen ... 103
7.1 Steal Beasts ... 103
7.2 TACOPS ... 107
7.3 Virtual Battlefield ... 107

8 Analyse modellen voor kleine eenheden ... 109
8.1 CAEN ... 109
8.2 IWARS en IUSS ... 110
8.3 SCOPE ... 112

9 Evaluatie van modellen voor Analyse Grondgebonden Optreden ... 115
9.1 Vraagstukken voor Analyse van Grondgebonden Optreden ... 115
9.2 Eisen aan simulatiemodellen ten behoeve van Analyse Grondgebonden Optreden ... 116
9.3 Beschouwing van de modellen ... 117
9.4 Conclusies ... 120

10 Referenties ... 121

11 Ondertekening ... 123

12 Modelindex ... 125

Bijlage(n)
A Onderzoeksvragen AGO
B Modelkenmerken
C Opleidingsniveaus binnen de KL
D Functionele effectiviteitsmodellen
E Presentatiesheets modellenoverzicht

Afkortingen

AAR	After Action Review
AC	Aanvul Centrum
ADCATT	Air Defense Combined Arms Tactical Trainer
ADCF	Air Defence and Command Frigate
ADF	Australian Defence Force
ADGSM	Air Defense Gun Simulation Model
AECV	All Electric Combat Vehicle
AFSIS	Advanced Fire Support Information System
AGO	Analyse Grondgebonden Optreden
AMSAA	Army Materiel System Analysis Activity
AP	Anti-Personeel
ASuW	Anti Surface Warfare
ASW	Anti Submarine Warfare
AT	Anti-Tank
AVCATT	Aviation Combined Arms Tactical Trainer
AVT	Algemene Verdedigings Taak
BAI	Battlespace Air Interdiction
BBS	Brigade/Batallion Battle Simulation
BRIDGE	Brigade/Divisie Gevechts Evaluator
BGT	Basis Gevechts Technieken
BIP	Behoefte Inventarisatie Programma
BMS	Battlefield Management System
C2WS	C2 Work Station
CAS	Close Air Support
CATT	Combined Arms Tactical Trainer
CBS	Corps Battle Simulation
CC	Component Commander
CCTT	Close Combat Tactical Trainer
CCTTSAF	Close Combat Tactical Trainer Semi Automated Forces
CGF	Computer Generated Forces
CIMIC	Civil Military Cooperation
CJTF	Combined Joint Task Force
CLADS	Container-Launched Area Denial System
CLASS	Corps Level All-arms Systems Simulation
COA	Course Of Action
CP	Commando Post
CRO	Crisis Response Operations
DAMABA	Damage Matrix from a Battery
DAS	Defensive Aids Suite
DAAR	During After Action Review
DBWI	Database Wapen Indicatoren
DCC	Dismounted Close Combat
DCTOMP	Doctrine, Commandovoering, Training&opleiding, Organisatie, Materieel, Personeel
DFAD	Digital Feature Analysis Data
DIAMOND	Diplomatic and Military Operations in a Non-warfighing Domain
DIME	Diplomatic, Information, Military, Economic
DIS	Distributed Interactive Simulation

D-EFT	DRR-Extended Fulfilment Tool
D-FARM	DRR-Force Allocation Rule Motor Tool
D-MIST	DRR-Mission Study Tool
D-RUM	DRR-Requirements and Unit Matching Tool
D-SIGN	DRR-Scenario Information and Geographical Analysis Tool
DRR	Defense Requirements Review
DTED	Digital Terrain Elevation Data
EBF	Electronic Battlespace Facility
EBO	Effect Based Operations
EM	Electro-Magnetisch
ENCATT	Engineer Combined Arms Tactical Trainer
EOV	Electronische Oorlogs Voering
ERA	Explosive Reactive Armour
ERC	Environmental Runtime Component
EXCON	Exercise Control
FAC	Forward Air Controller
FASCAM	Family of scatterable Mines
FGBADS	Future Ground Based Air Defence System
FM	Formation Wargame
FSCATT	Fire Support Combined Arms Tactical Trainer
FSM	Force Structure Model
GBAD	Ground Based Air Defense
GPS	Global Positioning System
GUI	Graphical User Interface
HE	High Energy
HEL	High Energy Lasers
HELARM	Helicopter Arms
HLA	High Level Architecture
HICON	Higher Control
HITL	Human In The Loop
HPM	High Power Microwave
ICM	Improved Conventional Munition
IGV	Infanterie Gevechts Voertuig
INDIA	Intercept Diagrams Model
ISTAR	Intelligence/Surveillance/Target-Acquisition/Reconnaissance
IR	Infra Rood
ITEMS	Interactive Tactical Environment Management System
IWARS	Infantry Warrior Simulation
JCATS	Joint Conflict and Tactical Simulation
JICM	Joint Integrated Contingency Model
JMEM	Joint Munitions Effectiveness Manual
JOCASTS	Joint Operations Command and Staff Training System
JPOW	Joint Project Optic Windmill
J-ROADS	Joint Research On Air Defence Simulation
JWARS	Joint Warfare Simulation
KASIMODO	Kanon Simulatie Model Defensie Onderzoek
KL	Koninklijke Landmacht
KLu	Koninklijke Luchtmacht
KM	Koninklijke Marine
KME	Key Mission Element
LAMBDA	Land-Air-Maritime battle determination algorithms

LBO	Laboratorium voor Ballistisch Onderzoek
LOCON	Lower Control
LOS	Line Of Sight
MARS	Mission Analysis and Review System
MCTC	Mobile Combat Training Centre
MILO	Model of Integrated Logistics Operations
MODSAF	Modular Semi Automated Forces
MOE	Measure Of Effectiveness
MW	Mine Warfare
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
NC3A	NATO Consultation Command and Control Agency
NEC	Network Enabled Capabilities
NFS	Naval Fire Support
NBC	Nuclear Biological and Chemical
NGO	Non-Governmental Organisation
NLW	Niet lethale Wapens
OOTW	Operations Other Than War
OA	Operationele Analyse
OC	Observer controllers
OGS	Onbemande Grond Sensoren
OKE	Optreden van Kleine Eenheden
OOTW	Operations Other Than War
OPP	Operational Planning Process
OPSEM	Operational Seminar
O/T	Observer Trainer
OTB	One Semi Automated Forces Test Bed
OTCMan	Opleiding en Trainings Centrum Manoeuvre
OTVOEM	Opdracht, Terrein, Vijand, Overige Partijen, Eigen Mogelijkheden, Middelen
OVG	Optreden in Verstedelijkt Gebied
PATRIOT	Phased Array Tracking Radar Intercept On Target
PMESII	Political, Military, Economic, Social, InfraStructure and Information
POKALA	Probability of Kill and Lethal Area
PRODAS	Projectile Design and Analyses System Engineering Model
Pzh2000	Pantzer Haubitze 2000
RAM	Regional Analysis Model
RCS	Radar Cross Section
SA	Situational Awareness
SAF	Semi Automated Forces
SCOPE	Soldier Capability Optimisation by Projeced Efficacy
SE	Soldaat Effectiviteit
SEDRIS	Synthetic Environment Data Representation and Interchange Specification.
SENECA	Simulation Environment for Network Enabled Capabilities
SIRA	Gefechtssimulationssystem zur Unterstutzung von RahmenUbungen
SLA	Schutter Lange Afstand
SMARTT	Simulation Model with Adaptive Resolution of Troops/Terrain
SMARTER	Simulation Model ARTillery Extended and Revised
SZK	Secundaire Zicht van de Kanonnier
TACTIS	Tactical Indoors Simulation System
TACWAR	Tactical Warfare

TARVAC	Target Vulnerability Assessment Code
TADD	Taser Area Denial Device
TBM	Theatre Ballistic Missile
TEMPO	Theatre Evacuation Movement & Peace Optimization
THGKlu	Tactische Helicopter Groep Koninklijke Luchtmacht
TFE	Transport Feasibility Estimator
TLE	Target Location Error
TLP	Toekomstige Landgebonden Platformen
TNO	Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TRAC	TRADOC Analysis Centre
TZS	Thermisch Zicht Systeem
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UGV	Unmanned Ground Vehicle
UK	United Kingdom
USA	United States
USMC	United States Marine Corps
VBS	Virtual Battlefield System
VBSOS	Virtual Battlefield System Operation System
VC	VoorraadCentrum
WARSIM	Warfighter Simulation
WISE	Wargaming Infrastructure and Simulation Environment

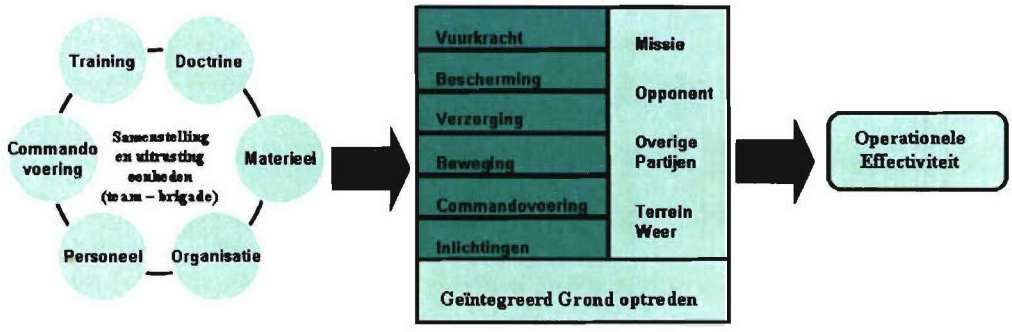
1 Inleiding

Voor behoeftestelling, verwerving en doctrine-ontwikkeling zijn (simulatie)modellen hulpmiddelen om meer inzicht te krijgen in de operationele consequenties van bepaalde keuzes. Door in verschillende scenario's verschillende opties door te rekenen, wordt een beeld gevormd van de benodigde middelen en tactieken.
Om te waarborgen dat de (simulatie)modellen aan blijven sluiten bij het operationele optreden, de toekomstige Defensie vragen en de moderne computeromgeving, is het programma Analyse Grondgebonden Optreden (AGO) opgestart. In dit programma ligt de focus op de aanpak met kwantitatieve simulatiemodellen en het optreden in het hogere geweldsspectrum (ref. [1]).
Voordat keuzes gemaakt worden over het aanpassen van huidige modellen of ontwikkelen van nieuwe simulatiemodellen, is in 2005 eerst geïnventariseerd welke modellen er op dit moment beschikbaar zijn op het gebied van grondgebonden optreden. Deze modellen zijn in dit rapport beschreven.

1.1 Vraagstukken AGO

Het programma AGO richt zich op modellen waarmee de samenstelling en uitrusting van eenheden via het geïntegreerde operationele optreden uitgedrukt kan worden in operationele effectiviteit (zie figuur 1). Hiermee kunnen twee typen vraagstukken bestudeerd worden:

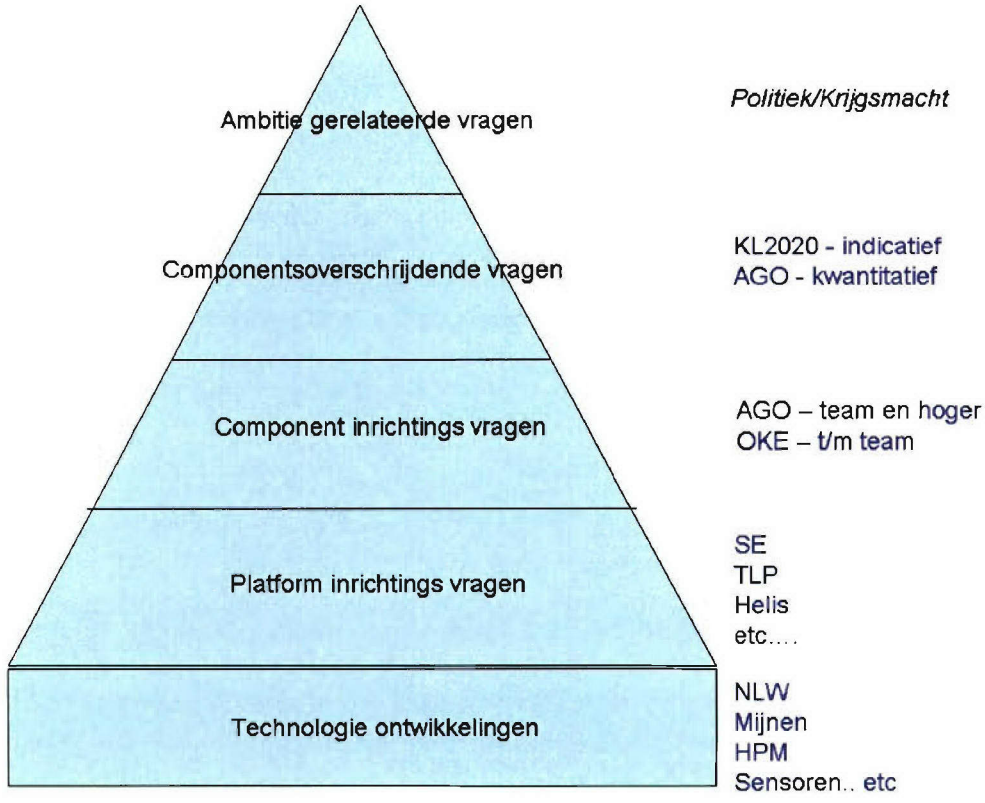
- Welke middelen (uitgedrukt in DCTOMP: doctrine, commandovoering, training & opleiding, organisatie, materieel, personeel) zijn nodig om een zo groot mogelijke operationele effectiviteit te realiseren?
- Wat is de operationele effectiviteit van een specifieke *Force Structure* (uitgedrukt in DCTOMP)?



Figuur 1 De vertaling van DCTOMP naar operationele effectiviteit.

Het gaat hierbij om de samenstelling en uitrusting van eenheden van team tot en met brigade-grootte. De vragen die met behulp van AGO beantwoord kunnen worden, zijn zowel vraagstukken over de inrichting van een specifieke component[1] als componentsoverschrijdende vraagstukken (zie figuur 2).

[1] Componenten zijn de bouwstenen van de landeenheden (zie referentie [4]). Iedere component is een entiteit dat een of meer unieke taken kan uitvoeren. Voorbeelden zijn: Inlichtingenverzamelcomponent, Constructiecomponent, Mentale beïnvloedingscomponent, Fysieke beïnvloedingscomponent dichtbij.



Figuur 2 Vraagtypes en bijbehorende TNO onderzoeksprogramma's.

De verschillende vragen stellen verschillende eisen aan een analyseomgeving. Hieronder worden de verschillende vragen en de relatie met AGO kort toegelicht.

Ambitiegerelateerde vragen hebben betrekking op het type operaties dat Defensie in de toekomst zou moeten kunnen uitvoeren, of welke taken Defensie binnen operaties wil kunnen uitvoeren, en hoe lang men deze operaties wil kunnen voortzetten. Deze vragen zijn niet binnen AGO te beantwoorden, maar de antwoorden op deze vragen vormen de uitgangspunten voor het kiezen van scenario's die nodig zijn voor AGO.

Componentsoverschrijdende vragen hebben betrekking op afwegingen over de grenzovoortsen van componenten heen. Deze vragen kenmerken zich doordat de directe output van verschillende componenten niet gemakkelijk te vergelijken is: 'appels en peren'. De output van de verschillende componenten kan op een niveau hoger, namelijk op het niveau van missie-effectiviteit wel met elkaar vergeleken worden. Deze componentsoverschrijdende vragen kunnen kwalitatief met behulp van het model DIRECTION uit KL2020 beantwoord worden. Binnen AGO is het in principe mogelijk om dit type vragen kwantitatief binnen een en dezelfde setting (scenario) te analyseren. Dit leidt nadrukkelijk tot de behoefte aan een modelinfrastructuur waarmee het optreden integraal kan worden bestudeerd.
In het programma Network Enabled Capabilities (NEC) en het project Simulation Environment for Network Enabled Capabilities (SENECA) wordt onderzocht op welke wijze analyses voor NEC uitgevoerd kunnen worden. Mogelijk kan AGO gebruik maken van de resultaten uit deze onderzoeken of deze onderzoeksprogramma's juist ondersteunen.

Component inrichtings vragen hebben betrekking op de 'optimale' inrichting van een component in termen van DCTOMP om de directe output van de component zo groot mogelijk te maken. Bijvoorbeeld welke mix van vuursteunmiddelen is nodig? AGO heeft als doel om component inrichtingsvragen voor eenheden vanaf team-niveau af te dekken. Het programma Optreden Kleine Eenheden (OKE) kijkt specifiek naar team en lager.

Platform inrichtings vragen hebben betrekking op de 'optimale' inrichting van een platform, waarbij een platform een voertuig kan zijn maar ook een soldaat. In dit geval zal de inrichting van het platform zodanig moeten zijn dat de functies waarneming, leidbaarheid, vuurkracht, mobiliteit, bescherming, voortzettingsvermogen optimaal ingevuld zijn. Deze vraagstukken worden niet in AGO behandeld, maar vallen onder diverse programma's zoals Soldaat Effectiviteit (SE), Technologieën voor toekomstige Landgebonden Platformen (TLP), Helikopters, etcetera. Uiteindelijk zijn dit de programma's waarbij de mogelijkheden en onmogelijkheden van allerlei (nieuwe) technologieën op platformniveau bekeken worden. Technologie programma's zoals Munitie-uitwerking, Mijnen, Grondwaarneming, Inzetbaarheid Personeel, HPM dreiging, EOV etcetera. zijn tot slot input hiervoor.

De focus van de modelomgeving zal liggen op gevechtsoperaties. Dit sluit aan op de gedachte dat de KL voorbereid moet zijn op de 'zwaarste' wijze van optreden. Voor andere opdrachten (vredesondersteunende operaties) dient dit als een goede basis, op grond waarvan aanvullende en specifieke, missiegerichte analyses (en opleiding en training) kunnen plaatsvinden.

Figuur 3 De nadruk ligt op gevechtsoperaties in het programma AGO.

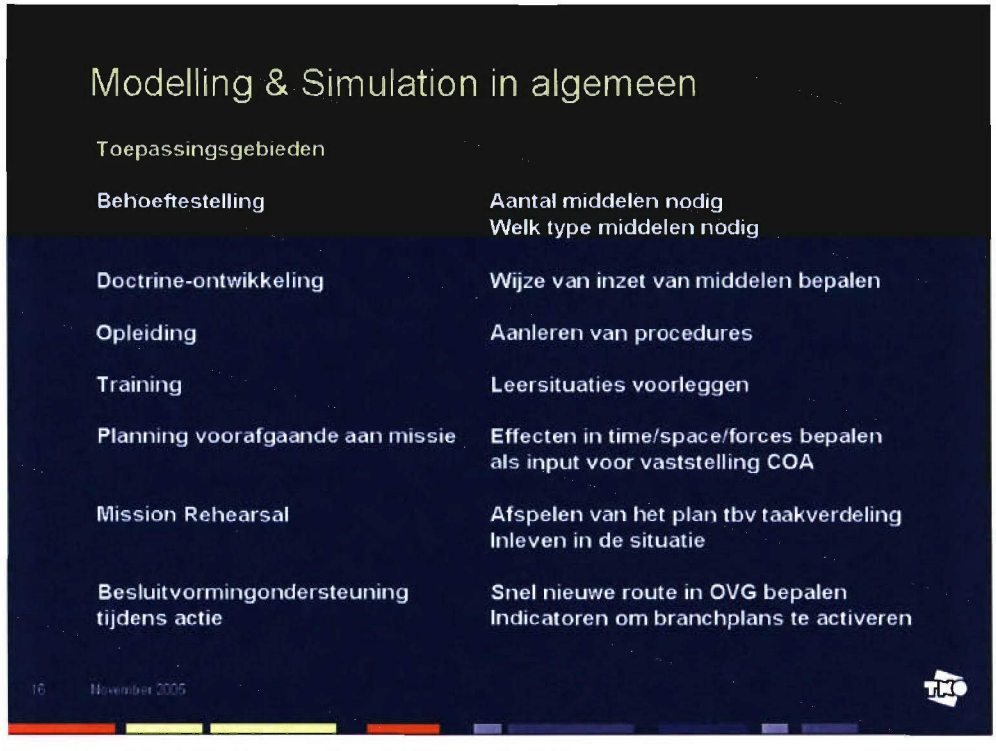
Een lijst van specifieke vraagstukken waarvoor de analyseomgeving geschikt moet worden gemaakt, is te vinden in bijlage A. Deze specifieke vraagstukken zijn onder andere gebaseerd op het visiedocument en de beleids- en deelstudies (ref [2] en ref [3], 2005) die voor het landoptreden opgesteld zijn.

1.2 Modellen AGO

De modellen die voor analyse van het grondgebonden optreden gebruikt kunnen worden, zijn voornamelijk simulatiemodellen. Simulatie kan voor meerdere doeleinden gebruikt worden (zie figuur 4). In principe stelt ieder toepassingsgebied specifieke eisen aan simulatie. Voor analyse doeleinden zijn de belangrijkste eisen:

1 Relevante elementen van de werkelijkheid moeten zo realistisch mogelijk nagebootst worden.
   - Relevante elementen moeten op een eenduidig abstractieniveau meegenomen worden (daarmee ook een balans in het detailniveau van verschillende elementen in het model).
   - Veel aandacht voor de benodigde data: nauwkeurigheid van data en beschikbaarheid (vaak geclassificeerd).

2 Resultaten moeten verklaard kunnen worden
   - Gecontroleerd experiment.
   - Groot aantal iteraties en een module om de resultaten te analyseren.
   - Toevalligheden moeten uitgesloten worden.



Figuur 4 Verschillende toepassingsgebieden van simulatie.

Simulatiemodellen waarmee operationele analyses binnen relevante scenario's uitgevoerd kunnen worden, zijn veelal gesloten[2] simulatiemodellen, in tegenstelling tot interactieve simulatiemodellen die voor opleiding en training[3] gebruikt worden.

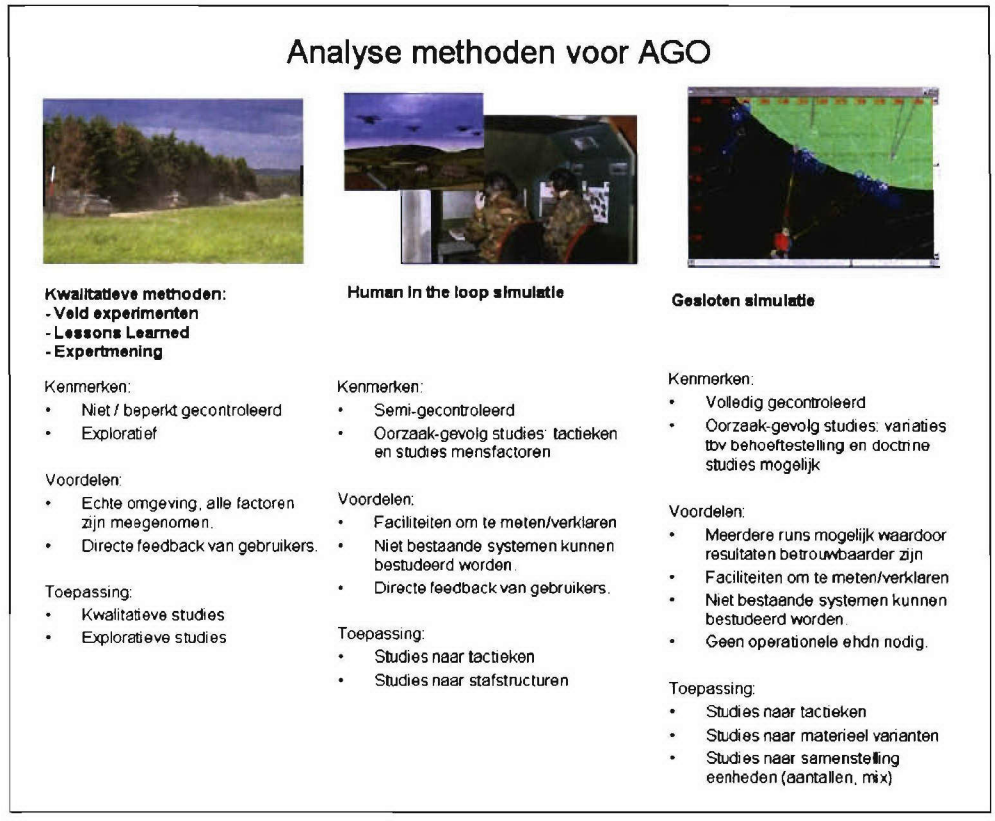
---

[2] Gesloten betekent dat er tijdens de simulatie geen interactie van de gebruiker met het model is, maar dat het plan van tevoren is ingevoerd en door het model wordt doorgerekend.

[3] Voor opleiding en training kunnen naast interactieve simulatiemodellen (human in the loop) ook gesloten simulatiemodellen gebruikt worden als men bijvoorbeeld een gemaakt plan – vaak snel - wil evalueren en de geresulteerde inzichten over de snelheid/effectiviteit/haalbaarheid van het plan wil terugkoppelen aan de cursisten.

Door dit gesloten karakter kan een groot aantal iteraties waarin parameters gevarieerd worden, bestudeerd worden.

Naast gesloten simulatiemodellen zijn er twee andere categorieën van onderzoeksmethoden, experimenten te velde en Human In The Loop (HITL) modellen, die elk specifieke voordelen hebben (zie figuur 5).



Figuur 5 Verschillende methoden voor analyse grondgebonden optreden.

1.3 Doel van dit rapport

Dit document zal niet tot een hoog detailniveau ingaan op de kenmerken van de modellen. Het beoogt een duidelijk overzicht te geven van de beschikbare modellen: wat zijn de sterktes en zwaktes van de modellen en hoe goed zijn ze geschikt voor het doel van AGO: het analyseren van grondgebonden optreden. Een beslissing over hoe de simulatie-omgeving het beste vorm kan worden gegeven, kan dan mede op basis van dit document worden gemaakt.

1.4 Structuur van dit rapport

In dit verslag zal een overzicht gegeven worden van modellen die mogelijk relevant zijn voor AGO. Naast een beschrijving, zal van ieder model een inschatting van de bruikbaarheid voor analyses op het gebied van grondgebonden optreden op team- tot en met brigadeniveau gegeven worden. Voor detailkenmerken van de modellen kunnen de referenties met uitgebreidere beschrijvingen van de modellen worden geraadpleegd.

2 Overzicht modellen

De modellen kunnen op vele manieren gecategoriseerd worden. In dit hoofdstuk wordt het overzicht van modellen per gebruikersgroep gegeven. Eerst zullen respectievelijk de modellen genoemd worden die de KL, TNO en NATO gebruiken. Daarna zal voor een aantal landen aangegeven worden welke modellen zij gebruiken. In de rest van het rapport zijn de modellen naar modeltype gecategoriseerd.

2.1 Modellen in gebruik bij Koninklijke Landmacht

Binnen de landmacht worden de volgende simulatie-tools gebruikt voor training en opleiding:

- Niveau[4] 1 tot en met 3 (tot en met pelotons): VIRTUAL BATTLEFIELD, TACTIS (vanaf 2007).
- Niveau 4 tot en met 5 (compagnies en bataljons): STEAL BEASTS, TACTIS (vanaf 2007).
- Niveau 5 en hoger (bataljons en brigadestaven): KIBOWI, CASTOR (vanaf eind 2006 opvolger van KIBOWI).

Er zijn diverse simulators per wapenplatform zoals de Klein Kaliber Wapen (KKW) simulator en de de Forward Air Controller (FAC) simulator. Live kan worden getraind met het Mobile Combat Training Centre (MCTC) . Elk wapensysteem heeft daarnaast vaak zijn eigen trainingsmodules. Een beschrijving van de trainingsniveaus staat in bijlage C.

2.2 Modellen in gebruik bij TNO

Op het gebied van analyse en opleiding en training zijn er verschillende modellen bij TNO beschikbaar.

1 **Operationele Analyse modellen.** Specifiek bedoeld voor analysedoeleinden voor grondgebonden optreden zijn FSM voor manoeuvre, SMARTER voor vuursteun, BRIDGE voor snelle en ruwe antwoorden op het gebied van manoeuvre en INDIA voor luchtverdediging. Daarnaast heeft TNO de beschikking over het model SCOPE en het Amerikaanse model IWARS (opvolger van IUSS) om het optreden van kleine eenheden te analyseren. Voor experimenteel onderzoek heeft TNO het Engelse model DIAMOND gebruikt voor het modelleren van Operations Other Than War (OOTW). Tevens gebruikt TNO bij het ondersteunen van staven op brigade en hoger het model GAMMA welke door NATO ontwikkeld is.

2 **Opleiding en trainingsmodellen.** Voor training en opleiding worden KIBOWI/CASTOR voor landoptreden, J-ROADS voor luchtverdediging en het Electronic Battlespace Facility (EBF) ontwikkeld en ondersteunt TNO bij het gebruik hiervan. J-ROADS is van origine een analyse-omgeving en kan daarnaast voor analyses op het gebied van luchtverdediging worden gebruikt.

---

[4] De niveaus die worden onderscheiden zijn:

1.	Enkele soldaat
1+	Soldaat met buddy.
2.	Groep
3.	Peloton
4.	Compagnie/Team
5.	Bataljon
6.	Brigade

3 **Functionele effectiviteitsmodellen.** Naast de modellen die het operationeel optreden modelleren, zoals hiervoor beschreven, beschikt TNO over een reeks van functionele effectiviteitsmodellen. Dit zijn modellen die kunnen bepalen hoe goed een bepaald wapensysteem presteert op het gebied van mobiliteit, vuurkracht, waarneming, bescherming, leidbaarheid, waarbij de consequenties hiervan voor het optreden nog buiten beschouwing is gelaten. Deze modellen leveren veelal data die als invoergegevens voor de operationele effectiviteitsmodellen noodzakelijk zijn. Een inventarisatie van bij TNO beschikbare functionele modellen is opgenomen in Bijlage D.

2.3 Modellen in gebruik bij NATO

Om Courses Of Action (COA) door te rekenen op globaal, joint niveau, wordt in NATO verband het model GAMMA gebruikt. Dit model is door het Britse bedrijf NSC ontwikkeld in opdracht van NC3A. Het model GAMMA is opgebouwd uit (ref [1]):

1 Gevechts-simulaties voor land- en luchtoptreden (ook uitgebracht als twee afzonderlijke modellen Lambda-LAND voor landoptreden en Lambda AIR voor luchtoptreden).
2 Berekening van asymmetrische effecten[5] (ook uitgebracht als afzonderlijk model ZETA).

Het model dat wordt ontwikkeld om het maritieme optreden te modelleren, is ADEPT.

Besluiten die op operationeel[6] niveau genomen worden, kunnen met deze globale analyse-tools worden ondersteund. Deze tools worden met name gebruikt in fase 2 (oriëntatie) en 3 (concept development) van het Operationele Plannings Proces (OPP) (zie figuur 6).

Figuur 6 Ondersteuning bij het Operationeel Plannings Proces m.bijvoorbeeld simulatie/modellen.

---

[5] Dit onderdeel van GAMMA is nog zeer experimenteel.

[6] De volgende niveaus worden onderscheiden bij de NATO:
1. Strategic level: The level at which a nation or group of nations determines national or multinational security objectives and employs its resources (D-I-M-E) to achieve them.
2. Operational level: The level at which campaigns and major operations are planned, conducted and sustained to accomplish strategic military objectives within theatres or areas of operations.
3. Tactical level: The level at which battles and engagements are planned and executed to accomplish military objectives assigned to tactical formations and units.

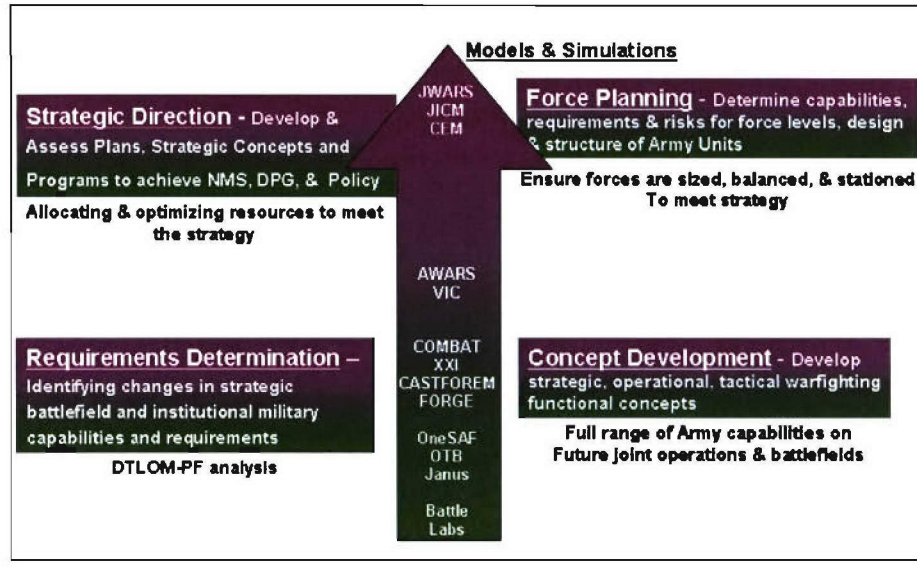
Daarnaast gebruikt de NATO het model JDARTS voor de behoeftestelling. In dit model wordt eerst nagegaan welke taken uitgevoerd moeten worden in de toekomst en het model bepaalt daarna per missie op basis van de beschikbare eenheden een zo optimaal mogelijke inzet.

2.4 Modellen in gebruik in de US

In de Verenigde Staten wordt de volgende indeling gemaakt in modellen:

1 **Live training.** Voor live training hebben de Amerikanen het systeem MILES. Dit heeft veel overeenkomsten met het MCTC systeem dat de KL gebruikt en het iets oudere, niet mobiele AGDUS, wat de voorloper van MCTC is (eveneens ontwikkeld door SAAB).

2 **Virtual Simulations.** Dit zijn de simulaties die gebruik maken van virtual reality. De US heeft hiervoor de Combined Arms Training Tool (CATT), een familie van simulatoren, waarin op termijn OneSAF als CGF[7]-component geïntegreerd zal worden. Deze worden voornamelijk voor training gebruikt, en in mindere mate voor experimenten.



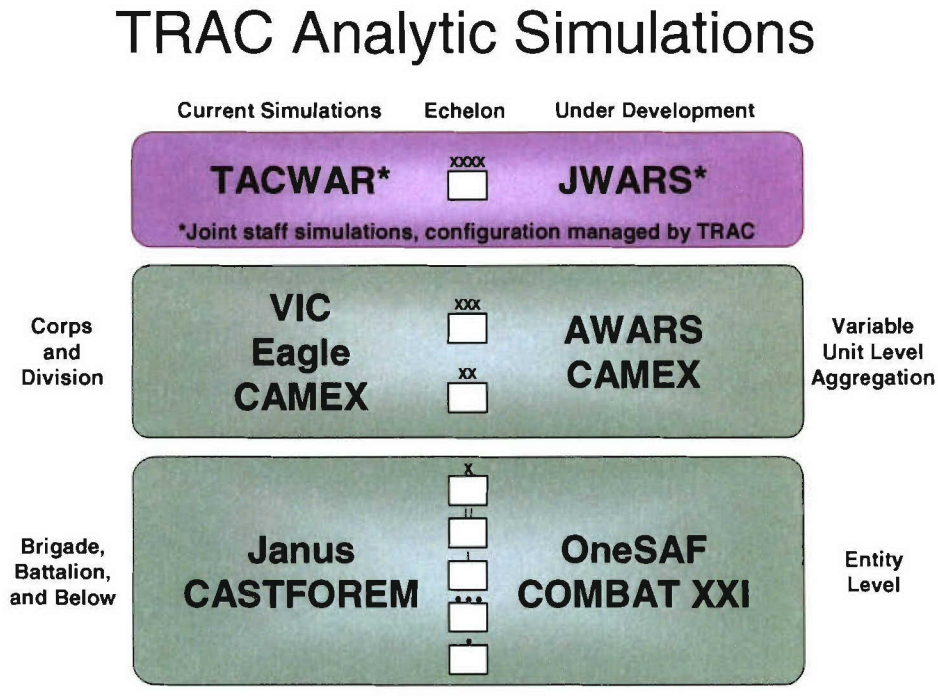
Figuur 7 Overzicht modellensuite US met de verschillende toepassingsmogelijkheden.

3 **Interactieve Constructive Simulations.** De meestgebruikte wargames zijn Constructive Simulations. JANUS (geen acronym), JCATS, de Brigade/Battalion Battle Simulation (BBS) en de Corps Battle Simulation (CBS) vallen hieronder. JANUS wordt voornamelijk gebruikt voor compagnie tot brigade training, JCATS voor optreden in verstedelijkt gebied, BBS voor Bataljon en Brigade Training en CBS voor Divisie and Corps Trainingen. Het model WARSIM (Warfighter Simulation) moet de opvolger worden van onder andere CBS. Daarnaast bestaat er bij TRADOC Analysis Center ook een interactief simulatiemodel voor divisie en korps training dat CAMEX heet. Ook deze modellen worden voornamelijk voor training gebruikt, en in mindere mate voor experimenten om nieuwe doctrine uit te proberen. Het Joint Integrated Contingency Model (JICM) is een globaal analyse- en wargame systeem ontwikkeld door RAND. Momenteel wordt JICM geïmplementeerd door het US Army Center for Army Analysis om het Concept

[7] CGF=Computer Generated Forces.

Evaluatie Model (CEM) te vervangen voor analyse van gevechtsoperaties op zowel tactisch als operationeel niveau.

4 **Gesloten Analyse modellen** Voor specifieke analyse-doeleinden is COMBAT XXI (de opvolger van CASTFOREM) voor het grondgebonden optreden voor brigade en lager het meest centrale model. Daarnaast zijn er een aantal modellen ontwikkeld voor de hogere niveaus. Zo richten AWARS (opvolger van VIC) en JWARS (opvolger van TACWAR) zich respectievelijk op het korps/divisie- en joint niveau. (zie figuur 8). Voor kleine eenheden heeft Natick Soldier Centre (NSC) het analysemodel IUSS en opvolger hiervan IWARS ontwikkeld.



Figuur 8 Overzicht simulatietools van TRADOC Analysis Center (TRAC), waarvan zowel interactieve constructieve simulatie-modellen als gesloten analyse-modellen deeluitmaken.

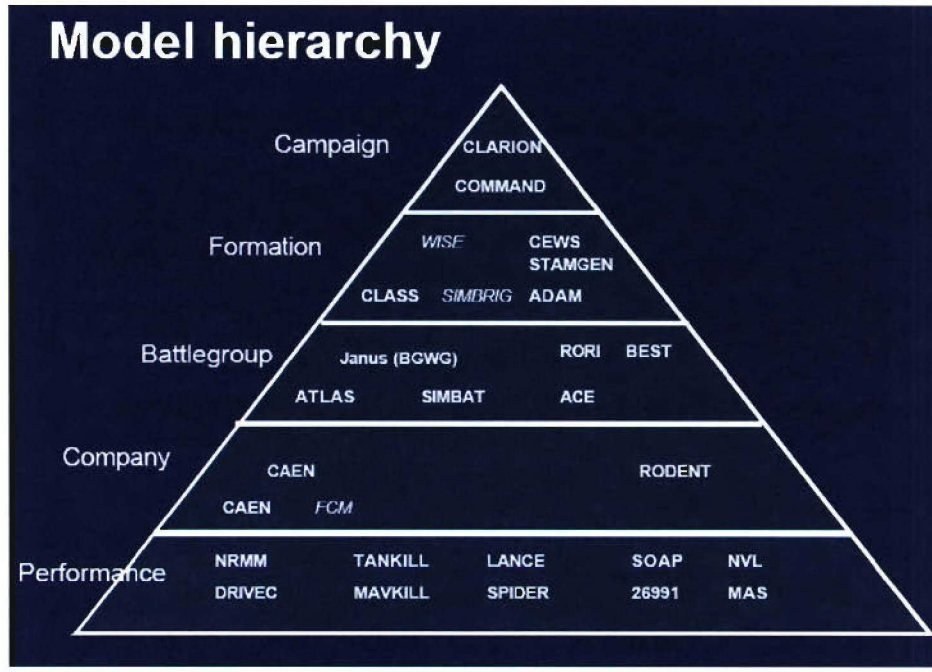
2.5 Modellen in gebruik in de UK

De UK heeft een driedeling in typen modellen (referentie [5]):

1 **Eenvoudige, snelle analysetools**, waarmee snel een ruw antwoord gegeven kan worden. (FCM, SIMBAT, SIMBRIG voor respectievelijk compagnie-, bataljons- en brigade-niveau)

2 **Gedetailleerde gesloten modellen** die minder snel een antwoord kunnen geven, maar die wel het optreden gedetailleerder modelleren, waardoor de antwoorden minder grof zijn (CAEN, ATLAS, CLASS voor respectievelijk compagnie-, bataljons- en brigade-niveau), en

3 **Interactieve modellen** waarbij de gebruiker, besluitvormers en/of eenheden tijdens de uitvoering van de operatie in het model keuzes kunnen invoeren. Deze modellen zijn bijvoorbeeld geschikt voor studies op gebied van commandovoering. (CAEN, JANUS, WISE voor respectievelijk compagnie-, bataljons- en brigade-niveau) (zie figuur 9).



Figuur 9 Overzicht modellensuite DSTL (UK) per niveau.

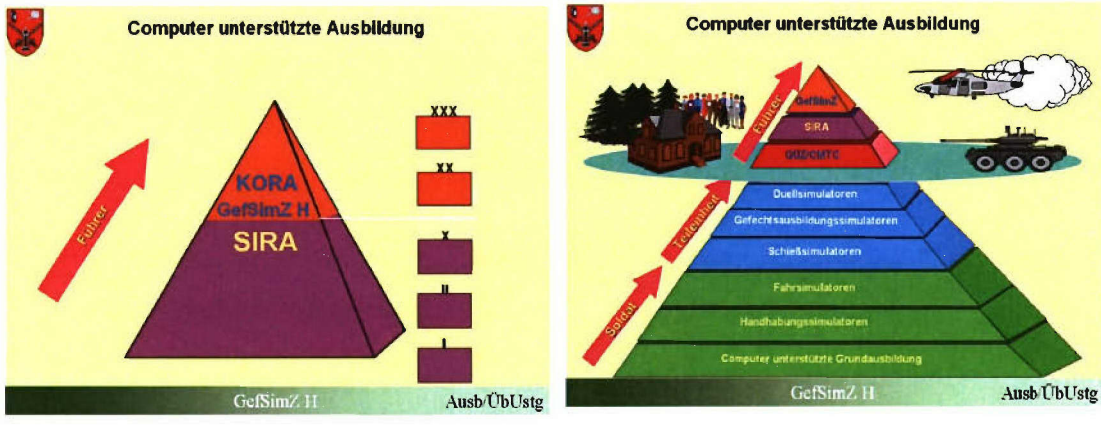
De twee modellen die operaties abstracter modelleren op het niveau van bataljon en brigade zijn SIMBAT en SIMBRIG. Het model dat gevechtsoperaties op bataljonsniveau gedetailleerder modelleert, is ATLAS. De Engelsen gebruiken op dit niveau tevens het Amerikaanse 'human in the loop-model' JANUS. Zo gebruikt de UK tevens de Amerikaanse Combined Arms Tactical Trainer (CATT) dat in voor de UK aangepaste vorm UK-CATT heet. Op een niveau hoger heeft DSTL een tweetal modellen CLASS en WISE beschikbaar. CLASS is een gedetailleerd constructief model dat van oorsprong ontwikkeld is om vraagstukken op het gebied van vuursteun, inlichtingen en commandovoering te bestuderen, en is daarmee vergelijkbaar met het TNO model SMARTER. WISE is een wargame op formatie-niveau waarmee brigade- en divisie-staven getraind kunnen worden, maar waarmee ook de commandovoeringsprocessen geanalyseerd kunnen worden. CLARION is een model op campagne-niveau dat land- en luchtoperaties combineert.
Daarnaast heeft de UK een model DIAMOND beschikbaar dat zich richt op operations other than war (OOTW).

Bovenstaande modellen zijn allen in gebruik bij DSTL. Daarnaast beschikt de DGD&D over een eigen wargame (MINERVA) waarmee men seminars ten behoeve van concept development ondersteunt. Specifiek voor trainingsondersteuning heeft het bedrijf Newman & Spurr Consultancy Ltd (NSC) de modellen model Joint Operations Command and Staff Training System (JOCASTS) en URBAT 2 voor de UK Joint Services Command and Staff College ontwikkeld.

2.6 Modellen in gebruik in Duitsland

In Duitsland is de modellensuite JOANA beschikbaar om tijdens wargames COA's te evalueren. Deze suite bevat de interactieve modellen: SIMOF voor landoptreden, NEMO voor maritiem optreden en ALICE voor het luchtoptreden. Daarnaast is het model KORA-OA beschikbaar dat eveneens COA's kan evalueren voor landoperaties op korps- en divisieniveau. Voor simulaties op brigade- en bataljonsniveau is het model

SIRA (Gefechtssimulationssystem zur Unterstützung von Rahmenübungen) beschikbaar.



Figuur 10 Overzicht modellensuite Duitsland.

Alle modellen zijn ontwikkeld door het Duitse onderzoeksinstituut IABG. Momenteel wordt tevens gewerkt aan GESI SMARTT (simulation model with adaptive resolution of troops/terrain). Een eerste versie hiervan is gepland in 2007.

Voor staftrainingen op bataljons- en brigadeniveau wordt in Duitsland het model GUPPIS gebruikt. Dit model is vergelijkbaar aan KIBOWI, waarbij de nadruk ligt op symmetrische oorlogsvoering. AGDUS wordt gebruikt voor de live-trainingen (vergelijkbaar met MILES en MCTC).

2.7 Modellen in gebruik in Australië

Vanuit Australië is het spel OPERATION FLASHPOINT ontwikkeld. Afgeleid hiervan is de trainingsomgeving VIRTUAL BATTLEFIELD. Deze omgeving wordt ook door de KL gebruikt in haar opleiding. De Autralian Defence Force Academy werkt nauw samen met de ontwikkelaars van OPERATION FLASHPOINT en VIRTUAL BATTLEFIELD. Bij het Australian Defence Force Academy worden ook andere onderzoeksmodellen ontwikkeld. CROCADILE is hier één van. In CROCADILE wordt het gebruik van agents onderzocht. Daarnaast ontwikkelt het Australische onderzoeksinstituut DSTO modellen waarbij het model TEMPO voor het plannen van amfibische operaties nader bekeken is door TNO.

2.8 Modellen die in spelvorm zijn uitgebracht

De computerspellen-industrie ontwikkelt modellen die in een aantal gevallen het grondgebonden optreden erg realistisch simuleren. Verschillende spellen worden reeds gebruikt in een militaire omgeving, waaronder de spellen STEAL BEASTS, TACOPS en SPEARHEAD II. Meestal worden deze spellen voor opleiding en training gebruikt aangezien de analist te weinig mogelijkheden heeft om deze spellen aan te passen of achterliggende data te wijzigen.

2.9 Structuur van modelbeschrijvingen

In de volgende hoofdstukken worden de afzonderlijke modellen in meer detail beschreven. Hiervoor is een checklist van modelkenmerken (zie bijlage B) gebruikt, die gestructureerd is naar de functies van het militair optreden. De functies van militair optreden zijn een conceptueel hulpmiddel voor commandant en staf om de planning en uitvoering van de inzet van eenheden op elkaar af te stemmen.

Commandovoering
De functie commandovoering omvat het leiden en besturen van een militaire organisatie om haar doelstelling te realiseren. Het commando over een eenheid is de bevoegdheid, door een hogere commandant toegekend aan een individu, de commandant, om zijn troepen te leiden, om besluiten te nemen over de inzet en om het bevel te voeren tijdens de uitvoering van een operatie. Daarnaast krijgt de commandant aanwijzingen betreffende de inzet, vaak weergegeven in een opdracht of een te bereiken doel. Tevens worden troepen aan hem toebedeeld om die opdracht uit te voeren.

In de commandovoering wordt (meer of minder uitgebreid) het OTVOEM proces doorlopen: analyse van Opdracht, Terrein, Vijand, Overige Partijen, Eigen Mogelijkheden, Middelen.

Beweging
De functie beweging of manoeuvre omvat het ter volbrenging van de opdracht inzetten van troepen op het gevechtsveld door verplaatsing van die troepen in combinatie met vuurkracht of de dreiging ermee, teneinde een voordelige positie op de tegenstander te bewerkstelligen. Het gaat hierbij om het gebruikmaken of afdwingen van bewegingsvrijheid. Manoeuvre is sterk afhankelijk van goede informatie en inlichtingen. Dit wordt veroorzaakt door de afhankelijkheid van een goede identificatie van de zwakke plekken van de vijand en de factoren in de omgeving en het terrein die de mobiliteit beperken. Ook de mobiliteit van de eigen middelen en eenheden beïnvloedt manoeuvre wezenlijk. Luchtbeweeglijkheid en manoeuvre over water vormen belangrijke uitbreidingen van de mogelijkheden om te manoeuvreren. Dit geldt met name voor de inzet van gevechtshelikopters. Manoeuvre hoeven niet alleen fysieke bewegingen zijn.

Vuurkracht
Kenmerkend voor militair optreden is de inzet van vuurkracht of de dreiging daarmee. Vuurkracht omvat de mogelijkheid om direct of indirect vuur van grond-, zee- of luchtgebonden middelen tot gelding te brengen en daarmee militair vermogen van de vijand uit te schakelen. Bij een beweeglijke vorm van militair optreden gaat het niet om het systematisch vernietigen van alle middelen van de vijand, maar om het door gerichte inzet breken van zijn moreel en de samenhang in zijn optreden. Enerzijds is vuurkracht noodzakelijk om manoeuvre uit te kunnen voeren; anderzijds zal manoeuvre alleen dan als bedreiging worden onderkend als daarmee ook vuurkracht tot gelding kan worden gebracht.

Bescherming
Bescherming omvat het behoud van eigen militair vermogen zodat het op de beslissende plaats en tijd kan worden ingezet. Door beschermingsmaatregelen verschaft de commandant zich tijd en ruimte voor het voorbereiden en uitvoeren van zijn (geplande) operaties.

Inlichtingen en militaire informatie
De functie inlichtingen en militaire informatie omvat het product van het verzamelen en verwerken van gegevens over vreemde mogendheden, potentieel vijandelijke (elementen van) reguliere strijdkrachten, irreguliere strijdende partijen, maar ook van gegevens over gebieden en omstandigheden waarin militair wordt opgetreden of in de toekomst mogelijk moeten worden opgetreden.

Verzorging
Verzorging is het geheel van activiteiten gericht op het beschikbaar stellen, het beheer van, de zorg voor, het op peil brengen dan wel houden en het afvoeren van het personeel en materiële middelen van formaties en eenheden, ten einde deze in staat te stellen hun taak uit te voeren. De verzorging omvat een drietal subfuncties, te weten operationele personeelsverzorging, civiel-militaire relaties en operationele logistiek.

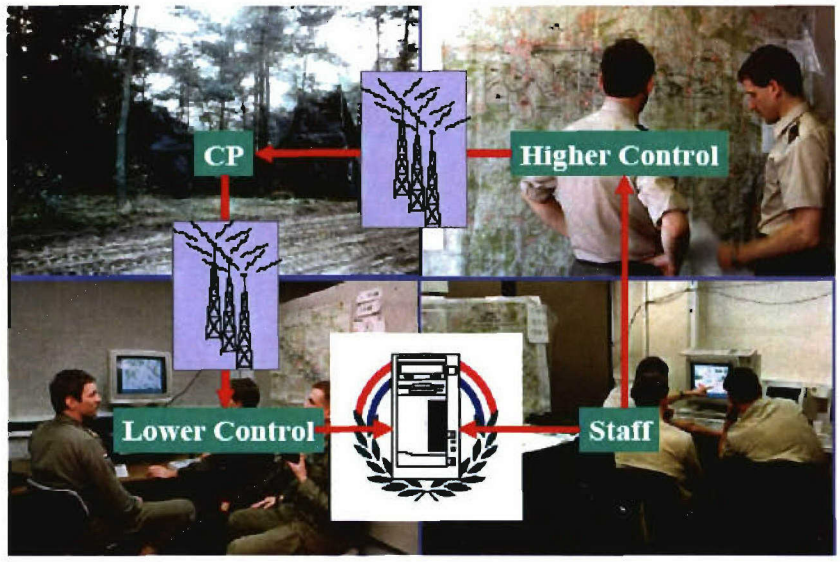
3 Interactieve constructieve simulaties als staftrainer voor bataljons en brigades

3.1 KIBOWI (CASTOR)

Kibowi is een simulatie-omgeving voor de training van bataljons- en brigade- en divisiestaven. Het wordt door TNO (in samenwerking met ORDINA) ontwikkeld en er wordt gebruik gemaakt van de nieuwste technieken.

3.1.1 Inleiding

Algemene inleiding
KIBOWI is een simulatieprogramma dat is ontwikkeld om staven van divisies, brigades en bataljons te trainen (ref. 6 en 7) . KIBOWI is de algemene naam, de Nederlandse versie heet CASTOR. De staven moeten in een training hun eenheden aansturen die vervolgens in KIBOWI gesimuleerd worden. De staven sturen de eenheden aan via opdrachten aan het Lower Control (LOCON). Deze voeren de orders in KIBOWI in voor de eigen eenheden op basis van de opdrachten van de staven. De vijand wordt aangestuurd door Exercise Control (EXCON). In KIBOWI wordt dan het gevecht virtueel gevoerd. Effecten (die doorgerekend zijn in KIBOWI) worden via Lower Control aan de staven doorgegeven (manueel of via het C2-workstation, er is een directe link hiervoor gemaakt tussen KIBOWI en het C2-workstation). De staf kan op basis van deze informatie beslissingen nemen. Een training van de staf duurt in het algemeen één tot twee weken.



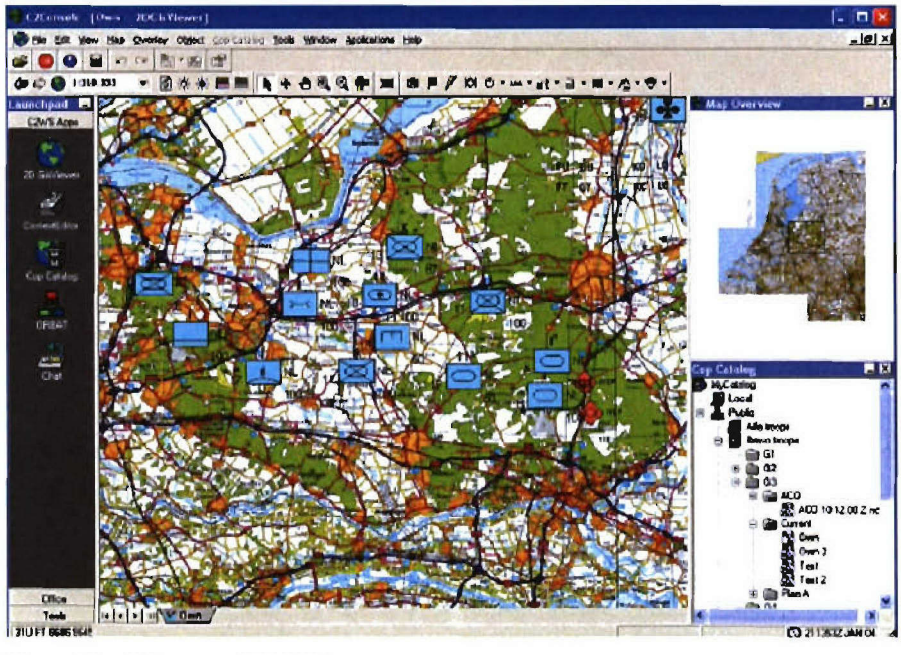
Figuur 11 Schematisch overzicht gebruik KIBOWI.

Generieke kenmerken van het model
KIBOWI is een stochastisch model: de kans op detectie en de trefkans is stochastisch. Veel aspecten zijn echter op een deterministische manier gemodelleerd (bijvoorbeeld verplaatsingen in het terrein, verbruik van brandstof en munitie, effecten van mijnenvelden). De mogelijkheid van het uitvoeren van batches is in de huidige opzet

niet mogelijk (en ook geen wens doordat de orders handmatig worden ingevoerd). KIBOWI is een time-driven model: in een instelbare tijdstap (van een aantal seconden) wordt een situatie doorgerekend. Meestal wordt een tijdstap van zo'n 20 á 30 seconden gebruikt. In versie 3.8 worden tussenliggende tijdstappen gebruikt om gebeurtenissen die binnen deze tijdstap plaatsvinden, niet te missen. Een voorbeeld hiervan is dat een vijand tussen de 2 tijdstappen wel gedetecteerd kan worden, maar niet op de tijdstap zelf.

Werking van KIBOWI
De basis van KIBOWI is het doorrekenen van orders die opgegeven worden. Slechts in een beperkt aantal gevallen kunnen simulatieobjecten eigen initiatieven nemen. Deze eigen handelingen zijn specifiek geïmplementeerd en kenmerken zich in het algemeen door een beperkt detailniveau. Direct vuur is hier een voorbeeld van. Belangrijk is dat effecten globaal kunnen worden doorgerekend. Wel zijn er veel analysemogelijkheden doordat veel aspecten van de simulatie kunnen worden gelogd.

Het terrein is in vakken van 10 bij 10 of 100 bij 100 meter gemodelleerd en elk vakje heeft een cultuurtype en een hoogte. Naast dit grid zijn lijnobjecten gedefinieerd voor rivieren, wegen en schermen(heuvels). KIBOWI heeft haar eigen terrein-editor waarin scenario-terreinen in kunnen worden aangemaakt (de terreinbewerkingsmodule (TBM)).



Figuur 12 Scherm van KIBOWI.

Kenmerkend aan KIBOWI is dat heel veel gemodelleerd kan worden door eenheden en platforms te definiëren en deze kenmerken te geven. Een eenheid kan uit één of meerdere platforms bestaan (een eenheid heeft echter één puntlocatie). Elk van deze systemen heeft echter specifieke orders nodig om daadwerkelijke acties uit te voeren.

Een eenheid heeft een kenmerk voor het tactisch optreden. Mogelijke tactieken zijn:
1 niet vuren;
2 terugvuren wanneer de eenheid aangevallen wordt;
3 zelf aanvallen.

Orders kunnen worden opgegeven aan een enkele eenheid of aan een set van eenheden. De order wordt dan via het systeem doorgegeven (zonder tijdsvertraging) aan alle onderliggende eenheden. Een order is bijvoorbeeld om de tactiek te wijzigen of een bepaalde route te gaan volgen. Conditionele orders kunnen opgegeven worden, om afhankelijk van de situatie de acties aan te passen.

Het terugvuren is tot een beperkt detailniveau gemodelleerd. Zo zijn er voor de afzonderlijke tanks geen vuursectoren gemodelleerd waarbinnen men terugvuurt. Dit kan in de toekomst wel verder uitgewerkt worden. Het optreden in verstedelijkt gebied is wel mogelijk, maar het detailniveau is hier niet hoger dan bij standaard optredens in half-bedekt terrein. Het manoeuvreren met een tank in combinatie met pantser-infanterie is hiervoor (te) eenvoudig gemodelleerd. Ook de uitwerking van munitie is eenvoudig gemodelleerd.

Status van KIBOWI
KIBOWI is al jaren in gebruik bij de KL. Er wordt momenteel een nieuwe versie hiervan voor de KL ontwikkeld die CASTOR heet.

Aan de hand van de onderwerpen in de modelkenmerken template (zie bijlage B) wordt in deze paragraaf verder beschreven op welke wijze de functionaliteit in KIBOWI is geïmplementeerd.

3.1.2 *Beschrijving van het model*

3.1.2.1 *Organisatie*
Een training wordt gegeven aan één of meerdere staven tegelijk. De rol van de verschillende typen deelnemers staat hieronder beschreven

Te trainen staf
De staf die getraind wordt, neemt de beslissingen en geeft de opdrachten door aan haar ondercommandanten die de eigen troepen (die virtueel in KIBOWI bestaan) aansturen. In KIBOWI kunnen maximaal 8 verschillende partijen worden gedefinieerd. De relatie tussen deze verschillende partijen kan worden geschetst als 'vijandig', 'neutraal' of 'vriendschappelijk'. De te trainen staf kan in een commandopost te velde oefenen om de werkelijke situatie zoveel mogelijk te benaderen.

Lower Control (LOCON)
De LOCON werkt de orders van de staf (die geoefend wordt) uit en vertaalt deze naar orders die aan de eenheden in KIBOWI gegeven kunnen worden. Aan een stuk intelligentie van het optreden wordt hier invulling gegeven. Een opdracht van de staf als 'zuiver bos X' moet uitgewerkt worden in allerlei orders om de troepen volgens de regels van het tactisch optreden dit te laten uitvoeren. Het aantal LOCON-stations ligt meestal op zo'n 50 stuks.

Exercise Control (EXCON):
De exercise control voert orders in om het vijandelijk optreden te simuleren. Zij houdt hier rekening met:
- de trainingsdoelstellingen voor de staf die geoefend wordt;
- een reëel optreden van de tegenstander in relatie tot de trainingsdoelstellingen.

Het is gemakkelijker voor de exercise control om beslissingen te nemen over het optreden van de andere troepen omdat zij volledig op de hoogte is van de kenmerken

van alle partijen. Meestal wordt het optreden van de vijand door twee instructeurs aangestuurd.

Naast het vijandelijk optreden, kunnen allerlei speciale gebeurtenissen en events ingevoerd worden door exercise control om de spelers voor allerlei onverwachte ontwikkelingen te zetten.

HICON
Dit is het gesimuleerde niveau boven de te trainen staf. Als de te trainen staf een bataljonsstaf is, wordt in veel gevallen (een deel van) de organieke brigadestaf als HICON gebruikt. De brigadestaf zal bijvoorbeeld het bevel aan het bataljon verstrekken, krijgt een terugkoppeling van het bataljon over het gemaakte plan en wil tijdens de uitvoering op de hoogte gehouden worden van de voortgang. Veelal wordt deze interactie 'gesimuleerd' middels radio-meldingen, gesprekken en bijeenkomsten. Daarnaast simuleert HICON via KIBOWI neven- en hogere eenheden.

EXCON
Dit is de oefenleiding die beslist over het verloop van de oefening en de evaluatieslagen.

De troepen kunnen worden aangestuurd via opgegeven slagordes. Een slagorde werkt onderling samen en binnen een slagorde beschikt elke eenheid over dezelfde informatie.

3.1.2.2 *Beweging*

De simulatie-objecten in KIBOWI zijn eenheden. De grootte van een eenheid kan variëren van een enkel platform tot een volledig bataljon. Meestal is een eenheid een beperkt aantal platformen. Het aantal is zelf in te stellen, meestal betreft het zo'n vier platformen. Het basisgedrag van eenheden komt ook het meest overeen met de situatie van vier platformen. In de simulatie is de eenheid een puntmassa. Aan een eenheid kunnen bewegingscapaciteiten toegekend worden. Deze capaciteiten betreffen zowel over land als over water (zee, rivieren) of door de lucht. De snelheid van verplaatsing is afhankelijk van een aantal kenmerken:
- De bewegingscapaciteiten van de eenheid.
- Het cultuurtype van het grid waarin de eenheid zich bevindt.
- De obstakels die een platform tegenkomt. Voorbeelden van obstakels zijn rivieren, heuvels, roadblocks.

Via een order kan een eenheid zich verplaatsen. Een eenheid verplaatst zich het snelst over wegen (waar op eenvoudige wijze ook de congestie meegenomen wordt via bezetting van het wegennetwerk). Wegkrateringen en roadblocks kunnen aangebracht worden door eenheden met deze (genie-)capaciteiten en deze hebben een vertragend effect op eenheden die hier langs trekken. Een rivier heeft doorwaadbaarheidskenmerken en kan eventueel alleen via bruggen overgestoken worden. Wanneer een eenheid de capaciteit heeft om een brug te leggen, kan een brug gemaakt worden. Een eenheid gaat zelf na of in de nabijheid van de route een brug beschikbaar is waar de eenheid gebruik van kan maken.

Beslisregels
In KIBOWI kunnen conditionele orders opgegeven worden. In de conditie wordt nagegaan of de situatie op dat moment voldoet aan de regels en indien dat het geval is, wordt de order gegeven. Een beperking is dat geen historische gegevens gebruikt

kunnen worden bij het bepalen van de beslisregels, alleen de situatie op dat moment wordt gebruikt voor de beslissing.

Een instrument dat gebruikt kan worden bij het opstellen van deze beslisregels is de mogelijkheid van het opgeven van gebieden. Een voorbeeld is 'Wanneer eenheden worden gedetecteerd in gebied X, voer dan order A uit, is dat niet het geval, voer order B uit'. De keuzes bij het opstellen/kiezen van de beslisregels hangen sterk af van de Rules of Engagement die gelden in het scenario.

Detectie
Er is geen onzekerheid in het model wat betreft posities en identificatie. Wanneer een eenheid gedetecteerd is, dan is precies bekend waar de eenheid zich bevindt en van welk type de eenheid is.

Detectie is afhankelijk van de opsporingscapaciteiten van de sensoren, de kenmerken van de vijandelijke eenheid en de Line of Sight. Deze kenmerken kunnen opgegeven worden voor iedere eenheid. Weersinvloeden (de hoeveelheid licht – wisselend voor dag en nacht) en de omgeving waarin een eenheid zich bevindt hebben eveneens invloed. Door het toepassen van rookgebieden kan detectie verminderd worden. De duur van een rookscherm hangt mede af van de opgegeven windsnelheid. Een speciale klasse van detectiemiddelen vormen UAV's. De informatie van een UAV kan continu uitgelezen worden (real-time) of pas aan het eind van een vlucht (non real-time).

3.1.2.3 Vuurkracht/effecten

Direct vuur
Als een eenheid als tactiek 'terugvuren' of 'aanvallen' heeft, kan de eenheid vuur uitbrengen op andere eenheden. Wanneer een eenheid een aantal doelen gedetecteerd heeft, maakt de eenheid een doelselectie. De keuze van de doelen wordt gemaakt op basis van de beschikbare wapens van de eenheid, de ingestelde doelprioriteiten en de afstand van de doelen. Een verfijning van de modellering is de vuurdoctrine van een eenheid die is opgebouwd uit meerdere platforms door zones te onderkennen waar een eenheid verantwoordelijk voor is (eventuele uitbreiding voor in de toekomst). Een beperking van de huidige modellering is ook dat verrassingseffecten niet voorkomen. Binnen een slagorde beschikken de eenheden over alle informatie die de afzonderlijke eenheden hebben ingevoerd ('een perfecte Common Operational Picture') en kunnen eenheden aldus ook direct reageren.

Indirect vuur
Vuuropdrachten voor de artillerie kunnen gegeven worden door in een order een coördinaat op te geven waarop het vuur moet worden uitgebracht. Het systeem bepaalt dan een rechthoek om dat coördinaat heen. Binnen deze rechthoek heeft het vuur een homogeen effect. Het effect is instelbaar en kan opgegeven worden per doelklasse. Het initiatief voor artillerievuur kan voortkomen uit de detectie van vijandelijke eenheden of als aanvallend initiatief. In het eerste geval moet LOCON deze detectie communiceren richting de staf. In beide gevallen moet de getrainde staf de beslissing nemen om het vuur uit te brengen.
Mijnenvelden
Er zijn in KIBOWI twee soorten mijnenvelden:
1 gemarkeerde mijnenvelden: hiervan is precies de locatie bekend
2 niet gemarkeerde mijnenvelden, waarvan de locatie niet zichtbaar is.

Een mijnenveld kan geruimd worden door eenheden die mijnenveld-ruimingscapaciteiten hebben. Wanneer een mijn geactiveerd wordt door een eenheid, worden één of meerdere platformen uitgeschakeld en wordt bekend waar het onbekende mijnenveld zich bevindt.

Obstakels
Andere vormen van obstakels zijn wegkrateringen, tankgrachten en roadblocks. Deze kunnen de opmars sterk vertragen.

Reparatie-eenheden
In KIBOWI is het mogelijk om materieel te repareren. Sommige eenheden hebben daartoe reparatiecapaciteiten. Wanneer een eenheid voor een bepaald percentage is uitgeschakeld, dan gaan de processen lineair trager boven een op te geven ondergrens (bijvoorbeeld 25, 30%). Daaronder valt de gehele capaciteit weg. Processen zoals mijnenruimen zijn evenredig met de beschikbare capaciteit gemodelleerd. Processen als het leggen van een brug kosten een vooraf vastgestelde tijd en zijn wel of niet mogelijk. De personeels-component is niet specifiek gemodelleerd in KIBOWI. Aangenomen wordt dat het personeel bij de platforms hoort.

NBC
In KIBOWI kunnen gebieden gedefinieerd worden waar NBC-dreiging is of waar sprake is van een daadwerkelijke besmetting. Wanneer een eenheid zich in een dergelijk gebied bevindt, dan is er sprake van een langzamere verplaatsingssnelheid, verminderd zicht en een verhoogde uitschakelkans.

3.1.2.4 *Inlichtingen*
De informatie die de te trainen staf heeft, wordt grotendeels gegenereerd via het spelverloop in KIBOWI. Daarnaast kan de oefenleiding de staf aanvullende informatie verstrekken.

3.1.2.5 *Logistiek*
Elke eenheid heeft een voorraadcapaciteit die opgebouwd is uit twee componenten:
1 de systeemcapaciteit (payload/voorraad van de wapensystemen in een eenheid).
2 de specifieke voorraadcapaciteit (capaciteit van bijvoorbeeld logistieke eenheden).

De voorraadcapaciteit heeft een maximum aan gewicht of aan volume. Alle typen voorraad worden bij elkaar opgeteld (dit is een aanname om eenvoudig voorraden een maximum te kunnen geven; de praktijksituatie dat munitie en brandstof gescheiden moeten worden vervoerd, wordt verwaarloosd). De voorraad van klasse III (brandstof) en klasse V (munitie) kan beperkend zijn voor de capaciteiten/inzet van een eenheid. Andere typen voorraden (voedsel, drinkwater) kunnen wel bijgehouden worden, maar deze hebben geen beperkend effect op de capaciteiten van de eenheden.

Herbevoorrading kan plaatsvinden door eenheden met logistieke capaciteiten voorraden te laten droppen op een locatie en deze voorraden te laten oppikken door de te bevoorraden eenheden.

CIMIC
Er zijn geen specifieke modelcomponenten voor CIMIC-activiteiten. EXCON kan dit simuleren door een verhaal te introduceren dat er meer aanslagen komen doordat de bevolking ontevreden is etcetera.: de zogenaamde creatieve oplossingen.

EOV/Jamming
In KIBOWI zijn eenheden beschikbaar die de capaciteit hebben om de werking van radars te verminderen. Deze vermindering wordt bepaald door de richting en de sterkte van de jammer. Het werkingsgebied van de Jammer is gemodelleerd als een cirkelsegment.

3.1.2.6 Commandovoering
Binnen de eigen troepen kunnen slagordes worden opgegeven. Binnen een slagorde kunnen meta-orders worden gegeven en beschikken de eenheden over gelijke informatie ('het perfecte BMS'). Tussen slagordes is communicatie niet via het systeem zelf mogelijk, informatie hierover kan verkregen worden via de beschikbare communicatiemiddelen.

3.1.2.7 Bescherming
Elke eenheid behoort tot een doeltype. Per doeltype kan aangegeven worden wat de uitwerking van munitie is.

3.1.3 Overige Aspecten

3.1.3.1 Naval Fire Support
Vuursteun vanaf zee kan worden gegeven doordat het mogelijk is om eenheden te definiëren die zich kunnen bewegen op zee of op rivieren. Deze eenheden zijn verder vergelijkbaar gemodelleerd als andere eenheden op het land.

3.1.3.2 Optreden in verstedelijkt gebied
Het optreden in verstedelijkt gebied is wel mogelijk, maar het detailniveau is hier niet hoger dan bij standaard optreden in half-bedekt terrein. KIBOWI kent alleen de hoogte van het terrein. Een eenheid heeft geen eigen hoogte ten opzichte van het terrein. Daardoor kan bijvoorbeeld niet worden opgegeven of een eenheid zich in, onder of op een huis bevindt.

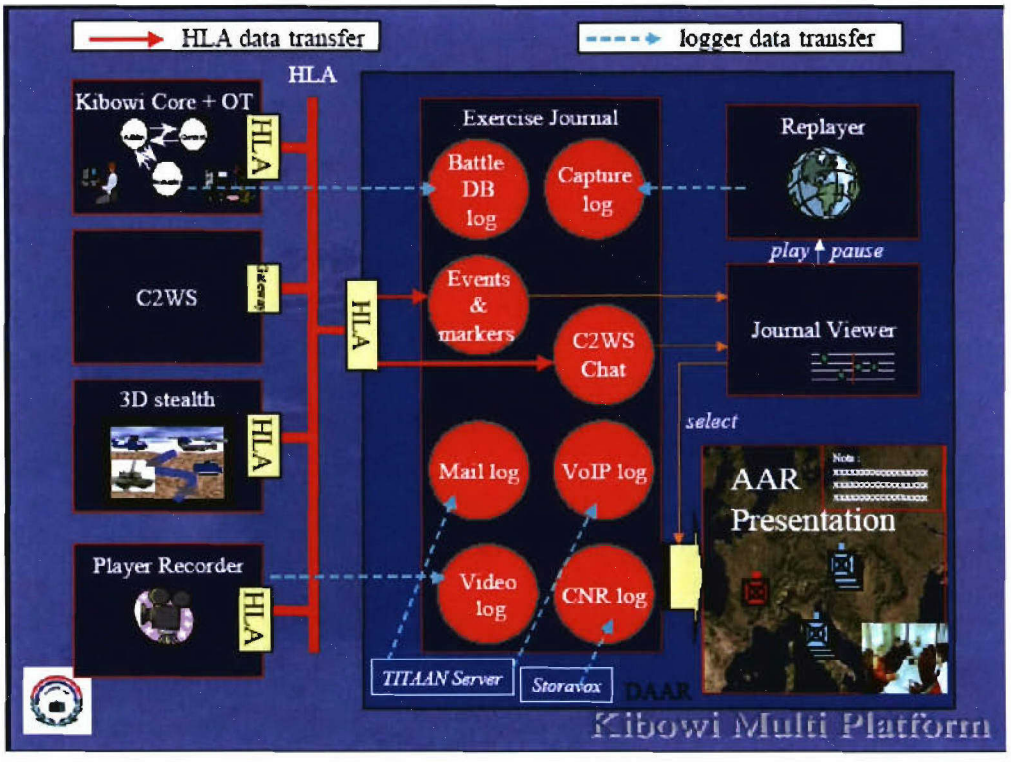
Het manoeuvreren met een tank in combinatie met pantserinfanterie is hier eenvoudig gemodelleerd. Ook de uitwerking van munitie is erg eenvoudig gemodelleerd. Het optreden in straten en in huizenblokken kan hierdoor slechts op beperkte schaal worden doorgerekend. Nagegaan moet worden of dit op teamniveau toereikend is.

3.1.3.3 Technische omgeving rondom KIBOWI
KIBOWI is geprogrammeerd in JAVA. De basis voor KIBOWI was de bestaande versie die op de VAX in ADA was geprogrammeerd. Een basis die daarnaast is gebruikt, is de JAVA simulatie-kernel die ook voor J-ROADS wordt gebruikt. Het model wordt bij TNO ontwikkeld in een samenwerking met het softwarebedrijf ORDINA.

Visualisatie
De eenheden kunnen op een grafische kaart in een 2D-view weergegeven worden met hun militaire symbool. Extra symbolen kunnen eventueel toegevoegd worden. Tevens wordt nu een 3D-view toegevoegd. Hiertoe is een link naar een 3D-viewer toegevoegd via een gateway. Bij deze gateway wordt een deel interpolatie gedaan, om de bewegingen vloeiender te krijgen dan wanneer ze via de tijdstap van 20, 30 seconden zouden worden getoond.

3.1.3.4 *Koppelingen met andere modellen*

Link met C2-workstation
Met deze link is het veel eenvoudiger om posities van eenheden vanuit KIBOWI op het commandovoeringsysteem van de staf te krijgen. Om orders van de staf naar KIBOWI-orders te vertalen, is echter een grote vertaalslag noodzakelijk. Dit doet LOCON momenteel. Om deze vertaalslag te automatiseren is een grote uitdaging (zie ook het volgende onderwerp, toegevoegde waarde van intelligentie in het model).



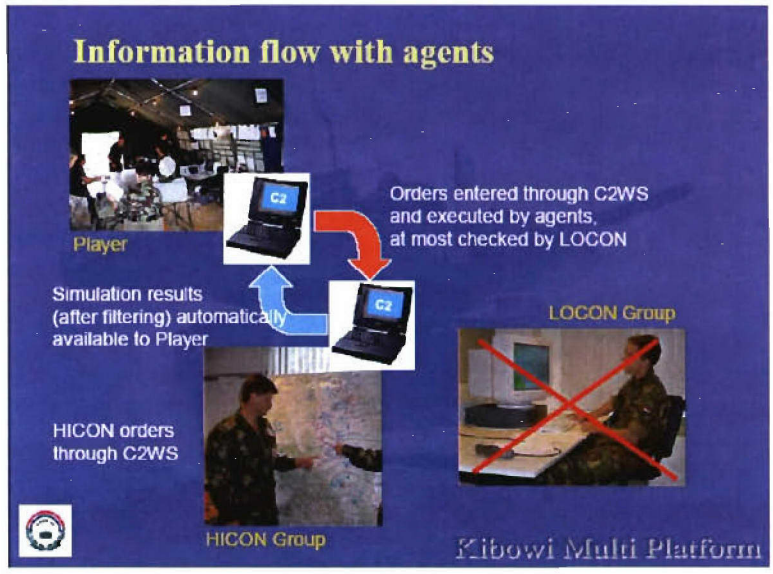
Figuur 13 De koppeling van KIBOWI aan andere applicaties.

3.1.3.5 *Toegevoegde waarde van intelligentie in het model*
In de huidige versie van KIBOWI hebben de eenheden erg weinig eigen intelligentie. Heel kort door de bocht is het nu een elektronisch schaakbord. Hoe de orders van de staf naar gedrag van eenheden kan worden vertaald is dus de grote vraag.

De meerwaarde van intelligentie in het model voor analysedoeleinden zou zijn dat er geen 'human-in-the loop' nodig zijn om simulaties te kunnen draaien. Daardoor kan het resultaat objectiever worden (een voorwaarde is uiteraard dat het gedrag wel waarheidsgetrouw is).

Een andere overweging kan zijn om personeel te besparen om oefeningen te ondersteunen. Dit heeft twee aspecten. De LOCON van de staf die geoefend wordt, kan waarschijnlijk niet eenvoudig vervangen worden doordat het optreden specifiek kan zijn en de communicatie met LOCON deel uitmaakt van het proces. De tegenstander kan met enkele mensen van de oefenleiding al gesimuleerd worden, dus hier kan niet veel personeel bespaard worden. De besparing van personeel voor gebruik van KIBOWI kon daarom wel eens gering zijn.

CGF-forces hebben wel meer intelligentie. Pakketten die hierin gespecialiseerd zijn, zijn OneSAF, ModSAF, Strive, VR-Forces. Er is het afgelopen jaar een eerste proef geweest met gebruik van agents in KIBOWI om aan deze wens tegemoet te komen. Een andere aanpak wordt toegepast in J-ROADS, waar de intelligentie via TEWA-regels wordt gerealiseerd.



Figuur 14 Uitbreiding van KIBOWI met artificiële intelligentie.

3.1.3.6 *Koppelbaarheid van KIBOWI met andere modellen*

Op dit moment is KIBOWI DIS-compliant, waardoor KIBOWI wel gekoppeld kan worden met vele andere modellen (bijvoorbeeld J-ROADS). Het is wel de bedoeling dat KIBOWI op termijn HLA-compliant wordt. Daarnaast kan KIBOWI met het C2WS van de KL gekoppeld worden.

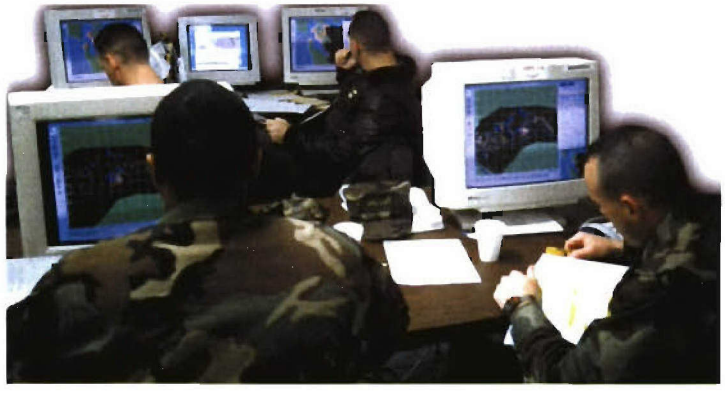
3.2 JANUS en JCATS

JANUS en JCATS zijn twee Amerikaanse interactieve simulatiemodellen die door alle grote scholen van het US Army Training and Doctrine Command (TRADOC) gebruikt worden in Training en Opleiding. JCATS is de opvolger van JANUS.

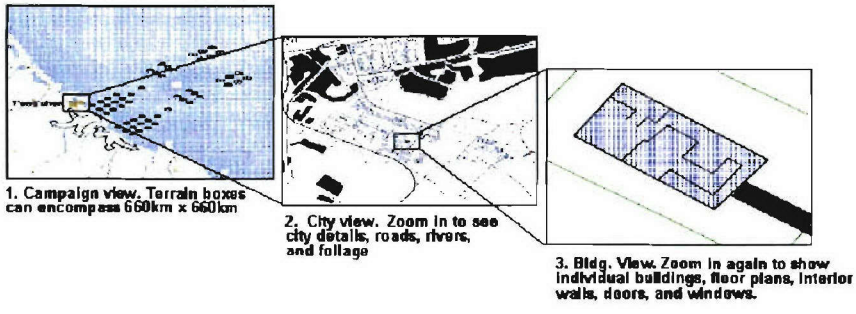
JANUS is ontstaan vanuit de behoefte om effecten van atoomwapens te modelleren. In 1990 is het uitgebreid en aangepast zodat de US Army het kon gebruiken als standaard trainingsmodel voor kleine eenheden, van groep tot en met compagnies-niveau. Door verbeteringen die daarna zijn doorgevoerd, kan het nu zelfs ook gebruikt worden voor het trainen van bataljons- en brigade staven. JANUS is geschikt om gevechtsacties van pelotons- tot bataljonsniveau te simuleren. Janus werkt met een standaard omgeving

van 16 tot en met 24 werkstations. In een terrein van DTED/DFAD, samen met terrein features als wegen, rivieren, stedelijke gebieden worden zicht en bewegingen beïnvloed. Er zijn 400 soorten terrein beschikbaar om locale condities uit te kiezen.
De modellering lijkt in hoofdlijnen met KIBOWI overeen te komen.

JCATS – Joint Conflict and Tactical Simulation – is de opvolger van JANUS, en dus ook een interactieve simulatie-omgeving met een hoge resolutie. Ten opzichte van JANUS kan ook het optreden in bebouwde omgeving gesimuleerd worden. Men geeft aan dat eenheden in het model tijdens de uitvoering van de simulatie dynamisch kunnen aggregeren en de-aggregeren waardoor de mogelijkheid bestaat om een eenheid als geheel aan te sturen, maar ook op individu-niveau. Het model wordt met name toegepast voor staftraining. Maar men geeft aan dat het ook te gebruiken is voor mission planning en rehearsal en analyse. Het systeem kan een gebied van 660 bij 660 km bestrijken.
De leertijd voor een nieuwe controller om de principes van JCATS te leren, bedraagt zo'n 8 tot 12 uur. JCATS werkt onder LINUX, het aantal werkstations kan tot meer dan 70 oplopen en het systeem is mobiel verplaatsbaar.



Figuur 15 Ondersteuning van een oefening met JCATS.



Figuur 16 Terrein-weergave in JCATS. Ten opzichte van JANUS is het mogelijk in steden in te zoomen en specifieke effecten in steden mee te nemen (zoals schoten door muren, schade in huizen, verkleinde zichtafstanden, verkeer etcetera).

3.3 JTLS

JTLS is een interactief trainingssysteem dat joint gevechtsoperaties met combat support eenheden simuleert.

JTLS is begonnen als analysetool voor joint en combined operaties, en het systeem wordt momenteel voornamelijk gebruikt als trainingsmiddel voor high-level military staff trainingen. TNO heeft ervaring met het model via het project DiMuNDS, waarin verschillende simulatie-omgevingen aan elkaar gekoppeld zijn (waaronder KIBOWI).

3.4 KORA-OA en SIRA

KORA-OA is een simulatiepakket dat door IABG ontwikkeld is voor de ondersteuning van oefeningen van Duitse en multinationale grootschalige troepenontplooiingen.

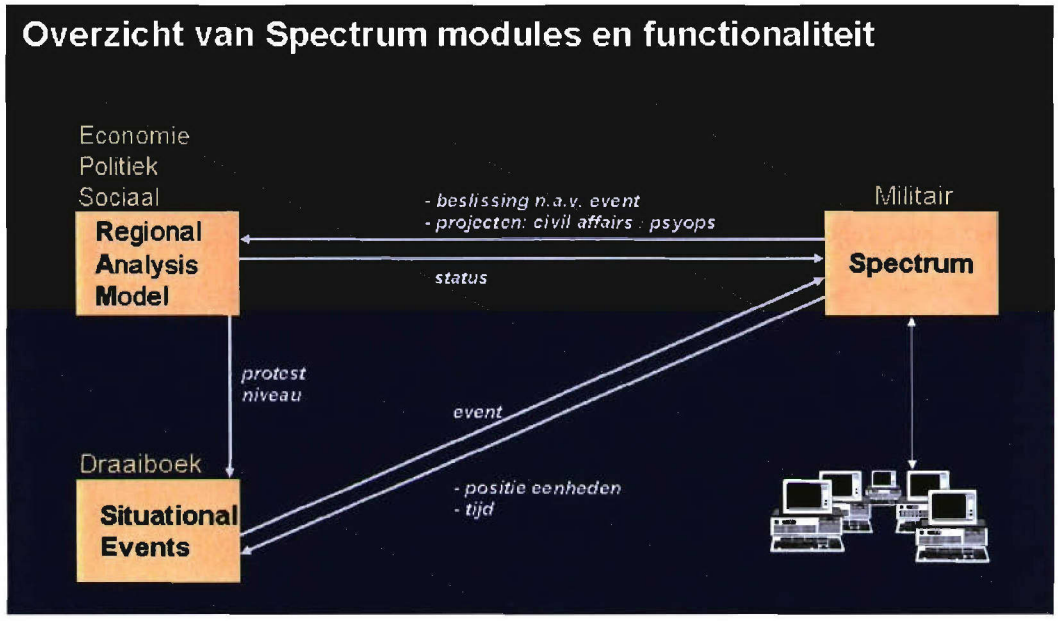
KORA-OA ondersteunt oefeningen op korps- en divisieniveau, waarbij meestal het bataljon de kleinste gesimuleerde eenheid is. Bij de generaalsopleiding van het Duitse leger wordt dit pakket gebruikt. Ofschoon het een model op een hoger niveau is dan KIBOWI, is de opzet verder vergelijkbaar. SIRA (simulation model for the support of command post exercises) is van een vergelijkbaar niveau als KIBOWI en wordt ook op dezelfde wijze ingezet.

Figuur 17 Scherm in KORA-OA.

3.5 SPECTRUM (OOTW)

Spectrum is een interactief constructief simulatiemodel voor Operations Other Than War (OOTW-operaties lager in het geweldsspectrum). Het is gebouwd door de Amerikanen met het doel om oefeningen te ondersteunen, waarbij allerlei events opgespeeld kunnen worden.

Algemeen
SPECTRUM is specifiek ontwikkeld voor training, maar ook te gebruiken voor mission rehearsal voorafgaand aan een ontplooiing. Deze simulatie werd ontwikkeld op het National Simulation Center (NSC), Ft Leavenworth, Kansas en werd in 1996 operationeel (Spectrum 1.0). Spectrum wordt gepresenteerd als een *wargame* (US: *constructive simulation*) die staven van het tactisch tot aan het strategisch niveau kan trainen in het commandovoeringsproces voor vredesoperaties, stafprocedures, coördinatie met andere organisaties en synchroniseren van vredesondersteunende activiteiten. Door de simulatie als *event-driver* te gebruiken kan het ook functioneren als *low overhead* trainer voor commandanten en overig personeel voor alle niveaus. Bijvoorbeeld door soldaten en lager kader in een klaslokaal te trainen in de *rules of engagements*, maar ook door het hoger kader tijdens seminars te confronteren met problemen op de voor hen geëigende niveaus. Daarnaast is de simulatie door haar flexibiliteit goed te gebruiken voor het trainen van nationale taken, zoals uitvoeren van crisisoperaties bij een watersnoodramp.



Figuur 18 SPECTRUM bestaat uit drie onderdelen.

Onderdelen van SPECTRUM
SPECTRUM bestaat uit drie modellen:

- het Regional Analysis Model (RAM): een sociologisch model, dat meedraait en de gevolgen van beslissingen bij events en CIMIC projecten op de samenleving doorrekent. De autonome ontwikkeling van samenleving kan tevens aangezet worden. Hierbij worden aan verschillende karakteristieken van de groeperingen en het land waarden gegeven: politiek, militaire macht, religie, bezit en dergelijke. Als de levensstandaard achteruit gaat, zal bijvoorbeeld de protestwaarde van groeperingen toenemen.
- Situational Event Generator (SEG): een programma dat gebeurtenissen genereert die getriggerd worden door het protestniveau van groeperingen, of door locatie van eenheden, of door tijd. Te vergelijken met de Master Event List, Master Incident List (MEL/MIL) zoals deze nu binnen de KL wordt gehanteerd.

- SPECTRUM: het model waarmee iedereen tijdens de oefening werkt. Dit draait op pc's. Een persoon is de 'adjudicator' welke het systeem kan opstarten en overall controle heeft. De rest heeft een werkstation. SPECTRUM interacteert met de RAM en de SEG.

De RAM en de SEG kunnen ook aan andere simulatiemodellen gekoppeld worden. De RAM kan ook alleen gedraaid worden om invloed van bepaalde politieke projecten of civiele projecten en psyops op de samenleving te kunnen bekijken.

Gevechtsevaluator
De gevechtsevaluator van SPECTRUM rekent de fysieke bewegingen en confrontaties door. Op deze wijze kan men het geweld in de operatie laten opschalen, zodat de getrainende eenheid confronteerd kan worden met 3-block war. De gevechtsevaluator is ten opzichte van KIBOWI minder gedetailleerd uitgewerkt.

Regional Analysis Model
Om de situatie van de betrokken bevolkingsgroepen zo realistisch mogelijk in te bouwen zodat op basis hiervan incidenten getriggered kunnen worden en de bijdrage van bijvoorbeeld CIMIC projecten inzichtelijk worden, is het Regional Analysis Model (RAM) ontwikkeld. Het RAM werkt met een database waarin karakteristieken van bevolkingsgroepen met cijfers zijn gewaardeerd van 0 tot 100 (bijvoorbeeld militaire macht, economische macht, religie, bezit enzovoorts). Deze gegevens komen voort uit een daadwerkelijke studie die gemaakt wordt van de bevolkingsgroepen in dat betreffende gebied. Daarnaast is er een correlatiematrix die het verband aangeeft van de ene waarde met de andere. Zo kan de protestwaarde van een bevolkingsgroep toenemen als hun economische situatie afneemt.

Waarden in het RAM kunnen automatisch of handmatig worden aangepast. Het kan automatisch plaatsvinden bij het kiezen van een optie bij een interactief event (zie Situational Event Generator). In alle andere gevallen moeten acties worden beoordeeld door een specialist en worden de waarden handmatig naar zijn oordeel ingevoerd. Omdat in de meeste gevallen de politiek/economisch/sociologische waarden niet snel zullen veranderen, kan de computer tijdens een oefening grotere tijdsprongen maken. Het product dat het RAM oplevert na een oefening is een aangepaste lijst met cijfers die aangeeft in hoeverre de diverse politieke, economische en sociologische waarden zijn veranderd gedurende de oefening. Op grond daarvan kan achteraf worden bepaald of de ondernomen acties positief of een negatief effect hebben gehad. Het enige rechtstreekse effect dat het RAM heeft tijdens de simulatie is wanneer een van tevoren ingesteld protestniveau wordt overschreden. Als bijvoorbeeld door een eenheid of een van de spelers een aantal handelingen worden uitgevoerd die negatief uitvallen bij een bevolkingsgroep, dan verhoogt dit de protestwaarde bij deze groep. Indien boven de ingestelde kritieke protestwaarde wordt uitgekomen, worden er random events gegenereerd die uiteraard te maken hebben met de onvrede van de betrokken bevolkingsgroep.

Het RAM maakt het systeem complexer en is optioneel. Daarnaast kan het RAM ook worden gebruikt zonder de simulatie. Dit gebeurde onder andere bij twee oefeningen op strategisch niveau die zijn gehouden op het Command General Staff College. Doel van deze oefening was te bekijken in hoeverre strategische beslissingen een positief effect hadden op de acceptatie van US-eenheden door de diverse bevolkingsgroepen.

Situational Event Generator
De Situational Event Generator activeert de events - die worden gepresenteerd in de vorm van tekst op het scherm – zoals opgebouwd in het scenario. De events kunnen op drie wijzen worden geactiveerd. In de eerste plaats zijn er time events, die zich op een in het scenario vastgelegd tijdstip voordoen. Daarnaast zijn er proximity events. Als een voertuig in de buurt komt van een tevoren vastgesteld geografisch punt, wordt er zo'n event opgespeeld. Tot slot kunnen er events random worden opgespeeld als het protestniveau van een bevolkingsgroep een bepaalde waarde overschrijdt in het RAM. Al deze events zijn tevoren vastgelegd in deze database. Indien tijdens de oefening bepaalde events moeten worden ingebracht, kan dat door de adjudicator rechtstreeks gebeuren.

Er zijn drie soorten events: informatieve, directieve en interactieve. De eerste twee hoeven niet te leiden tot actie, maar het is wel mogelijk. In het laatste geval worden er drie mogelijke antwoorden/acties gepresenteerd. Een hiervan moet worden gekozen. Afhankelijk van de juistheid van het antwoord, kan wederom een nieuw event worden gepresenteerd. Slechte keuzes kunnen derhalve vergaande gevolgen hebben, onder andere op het RAM. Hieronder is een voorbeeld gegeven van een interactief event.

Als bijvoorbeeld Actie 2 wordt gekozen, zou het volgende antwoord kunnen volgen:

> 2001/04/28 – 14:48:00 Tomaslov Madzic is een erg populaire activist in zijn dorp en heeft veel autoriteit. Door uw behandeling is hij in zijn autoriteit aangetast. Het protestniveau van zijn dorpsgenoten tegen NL troepen zal significant toenemen.

Spectrum kan niet alles simuleren. Interactie met rolspelers, zoals een warlord, een NGO of een burgemeester (meestal uitgevoerd door de aanwezige contractors), wordt in een rollenspel nagebootst en geëvalueerd door Observer Trainers (O/T's).

3.6 JOCASTS

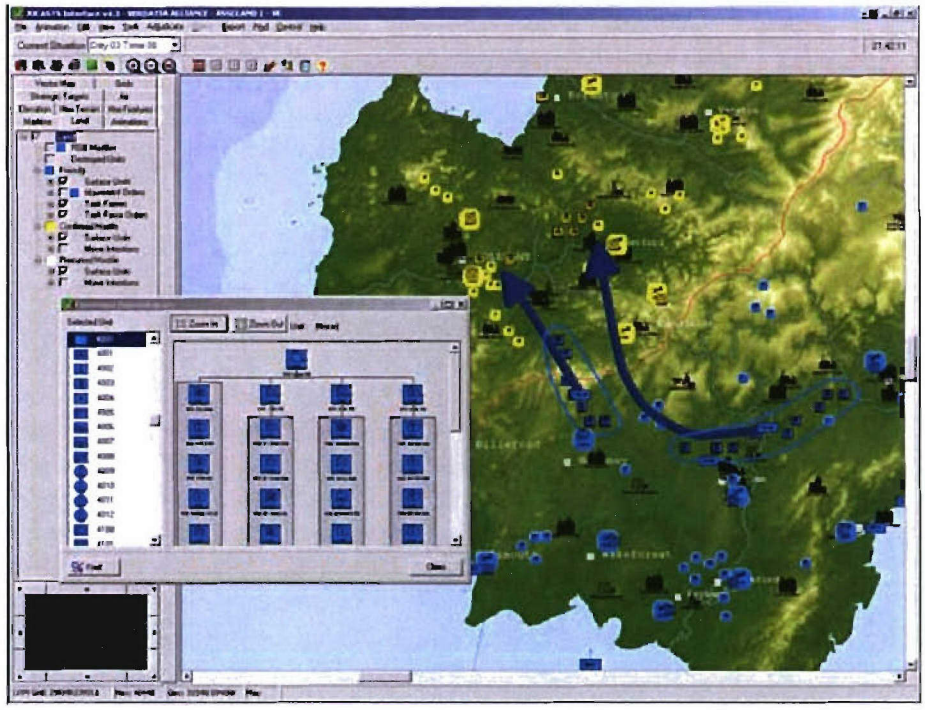
JOCASTS is een joint trainingsysteem voor operationele staven ontwikkeld door een Brits bedrijf NSC in opdracht van de UK Defence College. In 2006 is dit model door IDL gebruikt tijdens een oefening voor de Hogere Defensie Vorming.

Joint Operations Command and Staff Training System (JOCASTS) (ref [2]) is een joint trainingsysteem waarbij de landeenheden op minimaal compagniesgrootte worden ingevoerd. De eenheden voeren de fysieke effecten (beweging, vuurkracht, genie, logistiek, inlichtingen) uit op basis van grove formules (gevechten worden bijvoorbeeld via Lanchester vergelijkingen gemodelleerd) en het terrein is weergegeven als hexagons. Lucht- en maritieme eenheden zijn als individueel vliegtuig of schip gerepresenteerd en maken geen gebruik van hexagons.

JOCASTS wordt gebruikt om in klassikaal verband operationele staven, op Component Commander (CC) niveau of het Combined Joint Task Force (CJTF) niveau, na te spelen en het Operationeel Plannings Proces (OPP) te leren. Voor het operationele niveau is het niet noodzakelijk en niet wenselijk om 'real-time' situaties aan de te trainen staf voor te leggen. Het model wordt daarom meestal gebruikt om op bepaalde momenten (bijvoorbeeld om de 12 uur) een nieuwe situatie van het conflict te schetsen. Het model zorgt hierbij dan voor een consistente verhaallijn waarin direct de resultaten van het gekozen plan in terug te zien zijn. Omdat het model gebruikt wordt om steeds grote

sprongen in de tijd te maken, is er geen 'real-time' interactie met de staf via de LOCON, zoals dit in KIBOWI en SPECTRUM wel het geval is.

Op dit moment representeert JOCASTS met name 'kinetische' effecten. De eenheden die nu in het model op het gebied van landoptreden gerepresenteerd kunnen worden, zijn: infanterie, gemechaniseerde eenheden, verkenningseenheden, genie, hoofdkwartieren, artillerie, gevechtshelikopters en logistiek.
Men wil op termijn ook 'niet-kinetische' effecten, zoals CIMIC-projecten, onderhandelingen, psyops etcetera, in het model gaan brengen. Daarbij wil men met behulp van volledig geautomatiseeerde beslisregels diverse activiteiten en reacties van partijen in gaan brengen. Deze beslisregels moeten dan vooraf door de oefenleiding ingevuld gaan worden. Men wil overigens wel een template aanmaken met standaard effecten, zodat de hoeveelheid invoer per oefening beperkt blijft.



Figuur 19 JOCASTS land.

Het gevecht tussen grondeenheden kan op verschillende wijze plaats vinden: 'meeting engagements', 'deliberate attack' en het gebruik van indirect vuur (artillerie, gevechtshelikopters en CAS) of een combinatie van de drie. De vernietiging van een 'high value asset', zoals hoofdkwartieren en communicatie-systemen, reduceert de effectiviteit en verstoort de logistieke keten tot dat de commando-structuur weer hersteld is.

In JOCASTS zijn de volgende grondelementen gemodelleerd:

- Terrein, opgedeeld in hexagons gedefinieerd door omgeving (open, heuvelig, zee etcetera.), obstakels (mijnenveld, rivier, fortificatie etcetera.) en infrastructuur (wegen, rails, bruggen etcetera.).

- Eenheden, gedefinieerd door een commando-structuur, middelen (wapens en voorraden), activiteiten (vertraging, verdediging, terugtrekking, beweging, aanval).

- Beweging, wordt beïnvloed door omgevingsfactoren, tijdstip van de dag, terrein, obstakels en attritie.
- Gevecht, wordt beïnvloed door gevechtskracht, activiteiten, tijdstip van de dag, terrein, vermoeidheid.
- Ondersteunend vuur, direct, algemeen of anti-artillerie, gevechtshelikopters, en CAS.
- Genie kan verschillende typen mijnenvelden leggen of ruimen en kan bruggen bouwen, repareren en vernietigen.
- Logistiek. Het verbruik, herbevoorrading, berging en herstel van voertuigen zijn inbegrepen.
- Inlichtingen. Electronic Warfare, misleiding, inzet van RPV's, special forces kunnen gemodelleerd worden.

Opdrachten kunnen aan een cluster van eenheden tegelijk gegeven worden, zodat de hoeveelheid invoer voor LOCON beperkt blijft (figuur 19).

3.7 URBAT 2

Urbat 2 is een trainingstool voor compagnies en bataljonstaven voor het optreden in verstedelijkt gebied, ontwikkeld door het Britse bedrijf NSC.

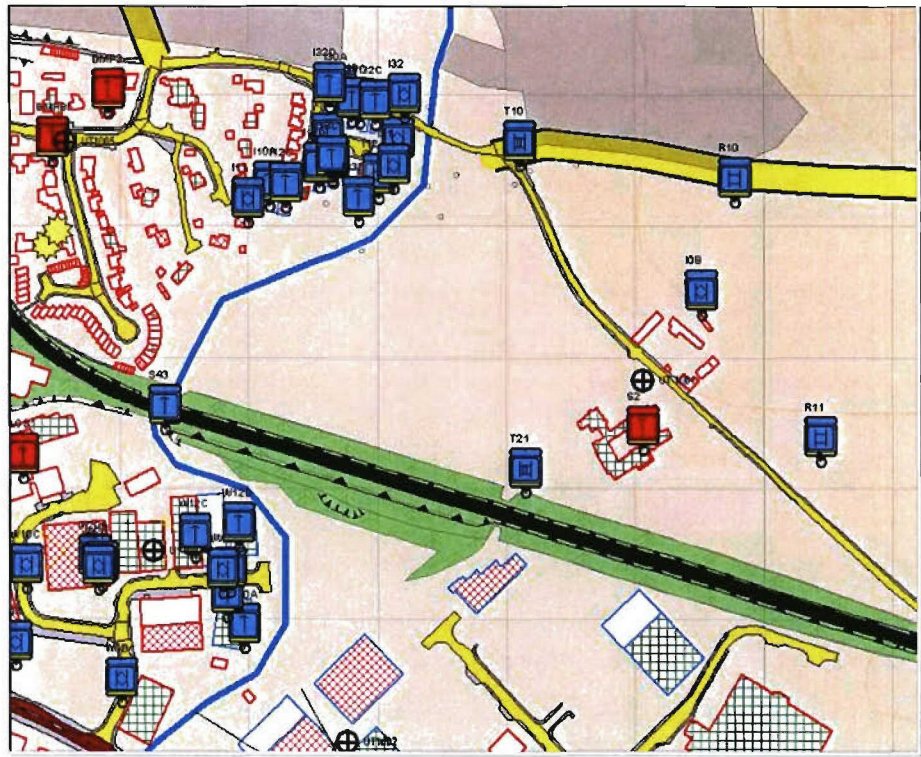
URBAT 2 is een simulatiemodel (ref [3]) dat het gevecht in verstedelijkt gebied modelleert. Het terrein dat in URBAT 2 gebruikt kan worden, kan variëren van een gebied van 1 kilometer bij 1 kilometer tot maximaal 50 km bij 50 km. Ieder individueel gebouw kan gemodelleerd worden tot maximaal 3000 gebouwen. URBAT 2 bevat een 3D kaart om inzicht in het terrein te krijgen en een 2D kaart (zie figuur 20) op basis waarvan meestal de opdrachten ingegeven worden.

Elementen die in URBAT 2 gemodelleerd kunnen worden, zijn:
- Eenheden. In URBAT 2 wordt meestal drie tot vier pelotons infanterie gemodelleerd, aangevuld met artillerie, tanks, verkenningseenheden, genie-eenheden.
- Obstakels. De oefeningen die in URBAT 2 gedraaid kunnen worden, zijn een aanval op of een verdediging van een verstedelijkt gebied. Voor de verdediging kunnen gebruikers een obstakel plan invoeren, waarin mijnenvelden, booby-traps en kapot geschoten gebouwen opgenomen kunnen worden.
- Gevechtscontacten. In gevechtscontacten worden alle afzonderlijke schoten gemodelleerd. Verschillende typen wapens kunnen in het model meegenomen worden. Indirect vuur en genie-activiteiten kunnen ook gemodelleerd worden. Het zuiveren van gebouwen wordt gemodelleerd door middel van algoritmen gebaseerd op het aantal eenheden in het gebouw, de staat van verdediging van het gebouw, karakteristieken van het gebouw, constructietype en het aantal kamers.
- Meerdere partijen. In het model kunnen burgers en pseudo militaire eenheden opgenomen worden, die bijvoorbeeld bij checkpoints gecontroleerd en gefouilleerd kunnen worden.

Normaal gesproken woren 6 PC's gebruikt om de opdrachten voor de infanterie pelotons, tankeskadrons en bataljonsmiddelen in te voeren. Twee PC's worden gebruikt

voor de vijand (OPFOR) en de oefenstaf. Het systeem bevat een After Action Review functionaliteit.

URBAT2 wordt momenteel gebruikt door het Britse Urban Operations centrum in Copehill Down Village voor de procedure training van compagnies-commandanten.



Figuur 20 URBAT 2.

4 Interactieve virtuele simulaties

4.1 TACTIS en EBF

Het Electronic BattleSpace Facility (EBF) is een simulatie testomgeving ten behoeve van onderzoek en experimenten op het gebied van Opleiding & Training en Modelling & Simulation. Twee belangrijke toepassingen zijn de ontwikkeling van de Forward Air Controller simulator en het opstellen en toetsen van de functionele eisen voor TACTIS. Kenmerkend is dat spelers in een mock-up van hun eigen platform zitten en opereren in een virtuele, zo werkelijkheidsgetrouw als noodzakelijk, 3D simulatie-omgeving.

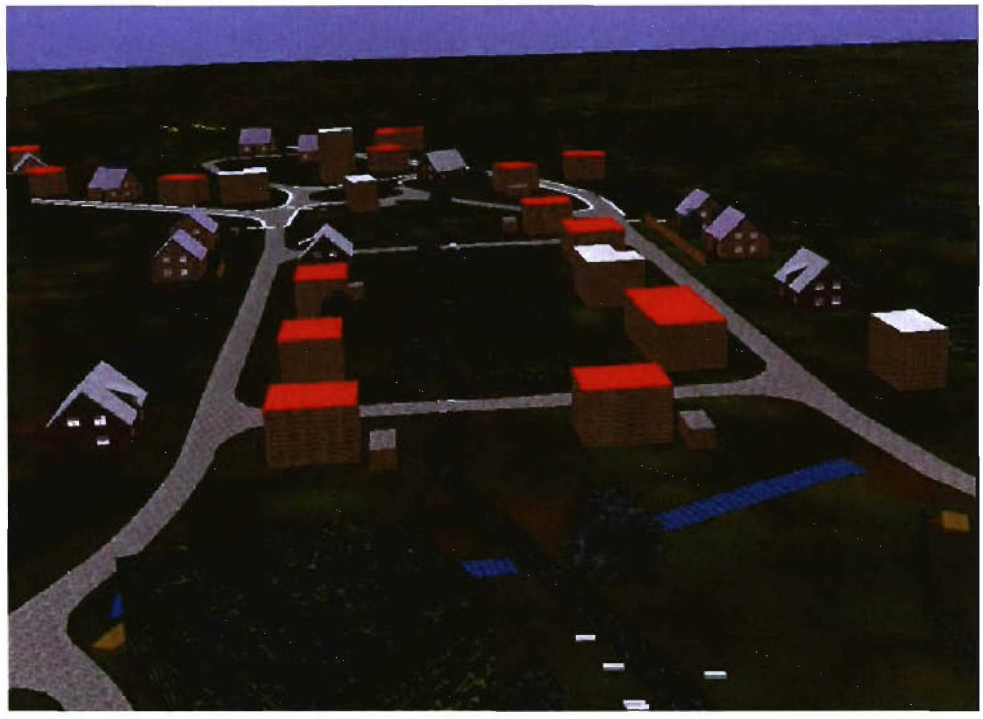
4.1.1 TACTIS

Bij de KL wordt voor het Opleidings- en TrainingsCentrum Manoeuvre het trainingssysteem TACTIS (Tactische Indoor Simulatie) door Thales ontwikkeld. Het contract voor de levering is getekend in 2003 en de verwachting is dat eind 2007 de eerste versie opgeleverd zal worden. Binnen het TACTIS concept wordt opgeleid en getraind om zowel tactische als schiettechnische eindeisen van gemechaniseerde manoeuvre eenheden tot en met het niveau eskadron, pantserinfanteriecompagnie en/of team te realiseren.

- Het doel van de schiettechnische opleiding en training is het aanleren en onderhouden van individuele en bemanningsvaardigheden tot en met het niveau peloton voor die hoofdwapensystemen, waarvoor in het TACTIS-concept natuurgetrouwe simulatoren zijn opgenomen (Leopard2A6 en CV90-35NL).
- Het doel van tactische training in TACTIS is de training van alle niveaus in een eskadron, pantserinfanteriecompagnie of team in de uitvoering van gevechtsacties en daarmee samenhangende gevechtsdrills en overige procedures, in het kader van gevechtsoperaties, in een realistische gesimuleerde omgeving.
- Als nevendoel wordt TACTIS als 'operationele testomgeving' gebruikt voor onder andere doctrineontwikkeling en/of het evalueren van de invloed van nieuwe (wapen)systemen, alsmede het beproeven van nieuwe organisatiestructuren.

Het complete systeem bestaat uit een centraal systeem en 3 simulatie-subsystemen, te weten:

- 15 Leopard 2A6 tank simulators (inclusief acht mobiele simulators).
- 16 'YPR' generieke gemechaniseerde infanterie simulators.
- 16 Uitgestegen posities, dit zijn simulators voor de uitgestegen groepscommandant die zijn uitgestegen groep (CGF personeel) in het terrein kan aansturen.
- 8 desktop PC systemen om ondersteunende eenheden zoals logistiek en genie-troepen te simuleren.
- Uitbreiding met 17 CV90-35NL simulators (inclusief 8 of 12 mobiele simulators).



Figuur 21 Simulatie in een virtuele omgeving.

TACTIS omvat aldus een 40-tal simulatoren, die in een realistische 3D virtuele omgeving opereren. Omdat een team in het algemeen drie gevechtspelotons en een staf (14 voertuigen) omvat, kan een geheel team tegelijk in mock-ups trainen. De voertuigen van de overige (gevechtssteun- en gevechtsverzorgingssteun)eenheden zijn minder realistisch als mock-up. De bemanningen van deze ondersteunende eenheden zijn niet de primaire doelgroep, maar hun deelname is wel belangrijk voor de manoeuvre eenheden. Omgekeerd is er ook tactische relevantie voor de bemanningen zelf, namelijk om de bemanning van deze voertuigen te laten wennen aan het samenwerken met de manoeuvre-eenheden om allerlei 'stomme fouten' te voorkomen tijdens de eerste veld oefeningen.

Een schiettechnische training wordt uitgevoerd met Computer Assisted Instruction, dat wil zeggen dat het systeem de beoordeling en terugkoppeling aan de leerlingen verzorgt, alsmede de lesvoortgang. Door deze hoge mate van automatisering en lesvoorbereiding, kan één instructeur tot 15 verschillende scenario's tegelijkertijd aansturen.
Een tactische training met TACTIS kan uitgevoerd worden door het team te laten vechten tegen een vijand die wordt aangestuurd door role players (Locon bij KIBOWI) of door force-on-force te trainen (eenheden vechten tegen elkaar). Er zijn basisscenario's ontwikkeld om een aantal standaard gevechtssituaties te trainen. Commandanten kunnen echter speciale verzoeken uitbrengen voor een trainingsprogramma.

4.1.2 *Beschrijving van het model SETHI*

SETHI is het model dat binnen TACTIS gebruikt worden om de Computer Generated Forces (CGF) te simuleren. Binnen dit model staat beschreven hoe gereageerd moet worden op verliezen, obstakels en artillerie. De Basisgevechtstechnieken in combinatie met de Rules of Engagement vormen hiervoor de basis.

In de volgende paragrafen wordt beschreven op welke wijze de CGF-eenheden opereren. (onderstaande beschrijving geldt specifiek voor SETHI, maar is grotendeels ook geldig voor ModSAF, CCTT-SAF en OneSAF).

4.1.2.1 *Organisatie*

Binnen een eenheid (bijvoorbeeld compagnie) beschikt iedere eenheid over dezelfde informatie ('de perfecte Common Operational Picture'). Elke eenheid kan afzonderlijk aangestuurd worden, maar er kunnen ook direct op het niveau van peloton of team orders uitgegeven worden die dan door bijbehorende eenheden worden opgevolgd.

4.1.2.2 *Beweging*

De tactieken en doctrines die de eenheden kunnen volgen zijn alle Basis Gevechts Technieken (BGT). Routes kunnen worden opgegeven met bijbehorende tactiek. Alle formaties zijn mogelijk, opstellingen kunnen volgens voorschriften ingenomen worden. De bewegingen kunnen aangepast worden naar eigen voorkeuren door bij de eenheid een aantal parameters in te stellen. Wanneer de computer in een complexe situatie komt (bijvoorbeeld een platform loopt vast op tankgracht, komt onder artillerievuur en wordt bij terugtrekking in de flank aangevallen), dan voert het betreffende voertuig of de eenheid een reactie uit. De roleplayer krijgt ook een melding en kan dan besluiten om handmatig bij te sturen.

Voor Apaches geldt dit ook. Voor Fixed Wing geldt dat bommen gedropt kunnen worden.

De verplaatsingssnelheid is afhankelijk van de omgevingskenmerken en de capaciteiten van de voertuigen. Voor de beweging geldt dat er in het algemeen één leidend voertuig is, waar de overige voertuigen op volgen met op te geven tussenafstanden. De formatie wordt geprobeerd te bewaren en voor de voertuigen geldt ieder afzonderlijk dat ze botsingen proberen te vermijden. Een enkele eenheid kan uit een formatie gaan voor een specifieke opdracht, waarna de eenheid daarna via de kortste weg terug naar de formatie terug kan gaan. Wanneer een rivier wordt tegengekomen, dan wordt naar een brug of de meest dichtstbijzijnde doorwaadbare plek gezocht.
Het is ook mogelijk om:

- Gevechtsopstellingen te graven.
- Hindernissen te leggen, bijvoorbeeld mijnenvelden, krateringen, tankgrachten, roadblocks, verhakkingen, draadversperringen.
- Hindernissen op verschillende wijzen te doorbreken, bijvoorbeeld opblazen, schuiven, trekken.
- Mobiliteitsmaatregelen te nemen, zoals brugslag, fascines, wegenmatten.

4.1.2.3 *Vuurkracht*

Het directe vuur is realistisch gemodelleerd. Omdat in de 3D synthetische omgeving gesimuleerd wordt, zijn alle effecten ook zichtbaar voor de spelers en de baan van het schot wordt daarom nauwkeurig berekend en er wordt een uitgebreid vulnerability model gebruikt om de schade te berekenen. Het effect van een beschieting kan zijn de uitschakeling van mobiliteit, communicatie, vuurkracht of het gehele (wapen)systeem. De (deel)systemen zijn uitgeschakeld of werken nog volledig. Een tussenvorm is momenteel niet mogelijk. In TACTIS wordt ook een module van AFSIS opgenomen. Hiermee kan vuursteun aangevraagd worden. De aanvraag gaat dan naar de vuursteun-coördinator van het bataljon en deze kan dan zorgen dat er artillerie-vuur wordt uitgebracht.

Een luchtlanding kan niet gesimuleerd worden en het luchtmobiele optreden kan zeer beperkt gesimuleerd worden.

4.1.2.4 Inlichtingen

Het detectie-proces is gemodelleerd middels Line Of Sight en een detectie-kans. De detectiekans is afhankelijk van dag- of nachtzicht en er kan met IR-apparatuur worden gekeken. De gesimuleerde eenheden hebben echter (nog) geen IR-signatuur.

4.1.2.5 Commandovoering

Zie voor commandovoering de order-uitwerking. Voor het berichtenverkeer wordt gebruikt gemaakt van de FM9000 CNR. Signaalvermindering als gevolg van obstakels wordt ook gesimuleerd. Storingen en jamming kunnen worden geïntroduceerd door de cursusleiding.

4.1.2.6 Logistiek/Verzorging

De eenheden kunnen worden herbevoorraad in TACTIS, direct door de role player, door CGF of door de generieke simulators. Daartoe moeten de eenheden aangeven dat ze herbevoorraad willen worden. Wanneer de juiste commando's zijn gegeven en een herbevoorradings-eenheid binnen 5 meter van de eenheid staat, wordt een eenheid herbevoorraad, afhankelijk van de aangevraagde en beschikbare hoeveelheid.

Troepentransporten zijn mogelijk met een Chinook of Cougar helikopter. Zware voertuigen kunnen niet verplaatst worden.

4.1.2.7 Bescherming

In het model is de kwetsbaarheid van de systemen gemodelleerd. Dit is onderdeel van de karakteristieken van de simulatie-objecten.

4.1.2.8 Beschikbare 3D-omgeving

Het (initiële) digitale terrein dat gebruikt kan worden is gebaseerd op de omgeving ten zuiden van Biarritz (Zuid-Frankrijk) en is een terrein van 65 x 45 km. Een aantal aanpassingen aan dit terrein zijn uitgevoerd om manoeuvre-aspecten meer uit te kunnen laten komen. Zo zijn bijvoorbeeld sterke hoogteverschillen enigszins beperkt en zijn een aantal dorpen erin geplaatst. Voor één van deze dorpen is het oefendorp-complex Marnehuizen gebruikt. Er zijn beperkingen aan de 3D-omgeving. Zo is een bos bijvoorbeeld gemodelleerd als een gesloten blok met daarin wegen en aan de randen enkele bomen. De CGF-forces hebben ook beperkte functionaliteiten. De infanterie eenheden kunnen bijvoorbeeld nog niet in of op huizen, wat het simuleren in OVG sterk bemoeilijkt. TACTIS gebruikt een eigen terreinformaat dat compatible is met SEDRIS. In het EBF wordt als terreinformaat OpenFlight gebruikt. De voertuigmodellen zijn door de KL aangeleverd. Het betreft de voertuigen in meerdere toestanden: operationeel, infrarood en in brand.

4.1.2.9 Koppelingen met andere modellen

TACTIS is HLA compliant en kan op deze wijze aan andere systemen gekoppeld worden. Op deze wijze kunnen ook TNO-modellen met TACTIS gekoppeld worden.

4.1.3 EBF

Het Electronic Battlespace Facility (EBF) is een faciliteit waar mock-ups staan opgesteld waarin een virtuele 3D omgeving draait die vergelijkbaar is met TACTIS. Het EBF is in het verleden gebruikt om het Programma van Eisen voor TACTIS op te

stellen door de concepten op functionaliteit en technische haalbaarheid te testen. Een andere simulator waar het EBF voor is gebruikt is de Forward Air Control Simulator (FAC-simulator). Nieuwe platformen en concepten kunnen in deze omgeving gemakkelijker worden getest dan in de TACTIS omgeving, omdat de EBF specifiek voor ontwikkeldoeleinden is opgezet.

Modellen die in het EBF worden gebruikt, plus kenmerken zijn (zie ook de hoofdstukken over Amerikaanse en Canadese modellen):

1 ModSAF 5.0 - Modular Semi Automated Forces. ModSAF is DIS-gebaseerd, op UNIX en aflopend. Wordt opgevold door OTB.
2 CCTT-SAF – Close Combat Tactical Trainer Semi Automated Forces. De CGF module van de CCTT (de 'Amerikaanse TACTIS').
3 OTB 1.0 – One Semi Automated Forces Test Bed. De simulatie-omgeving die de wildgroei aan modellen/testbedden moet stoppen en die pretendeert de basis-simulatie-omgeving te worden.
4 ITEMS. Het model dat minder land-georiënteerd is en meer gebruikt wordt voor simulaties van de luchtmacht en van de marine. ITEMS wordt opgevolgd door STRIVE.

4.2 Generieke CGF-pakketten

TACTIS wordt ontwikkeld door het bedrijf THALES. Om zelf simulaties met CGF-forces te ontwikkelen, zijn een aantal CGF-pakketten reeds bij TNO getest of in gebruik (zie referenties [4] tot en met [5]).

4.2.1 VR-Forces

Bij TNO in Soesterberg wordt het pakket VR-Forces (van de Amerikaanse producent Mäk) gebruikt voor de ontwikkeling van 3D-simulaties. Op de website van de producent staat over VR-Forces het volgende:

VR-Forces®:
VR-Forces is our Computer Generated Forces toolkit. VR-Forces is a powerful and flexible C++ simulation toolkit for generating and executing battlefield scenarios. Its strength is its truly flexible design. An intuitive GUI allows non-programmers to build scenarios by pointing and clicking. However, the C++ API allows you to customize nearly every aspect of the VR-Forces application, or integrate VR-Forces functionality into your applications. Because it is a true toolkit, VR-Forces does not constrain your overall design, and fits into a variety of system architectures.

Figuur 22 Overzicht van VR-Forces.

VR-Forces wordt bij TNO-Soesterberg gebruikt als ontwikkelomgeving. De volgende ervaringen zijn hiermee opgedaan:

- VR Forces biedt een (C++ software ontwikkel) framework, is HLA gebaseerd en draait op Windows/Linux.
- Sterke punten VR Forces: architectuur, openheid, flexibiliteit, inbedding in eigen applicatie.
- Zwakke punten VR Forces: relatief weinig modellen out of the box, complexiteit van software API (veel C++ classes).
- VR Forces is qua architectuur en openheid goed integreerbaar in eigen applicaties.

4.2.2 *STRIVE*

Strive is de opvolger van ITEMS en is ontwikkeld door het Canadese bedrijf CAE. Het besturingsplatform waaronder het pakket draait is Windows 2000 (mogelijk ook op Linux). Het standaard pakket omvat:

- Het SFX - framework en repository met OO C++ API's.
- CGF – synthetische tactische omgeving en CBF CGF package, inclusief API om modellen te kunnen bouwen.
- GUI om scenario's te definiëren en te runnen.
- Terrainx - Terrain server.
- Andere packages die beschikbaar zijn, zijn: weer, communicatie, radar en sonar.

Het pakket is geschikt voor zowel air- als landgebaseerde scenario's. Sterke punten STRIVE onder andere: architectuur, out of the box feature/model rijkheid, rule-based modellering van gedrag (doctrine), configureerbaarheid van modellen. De zwakke punten STRIVE onder andere: erg 'groot' product voor typische TNO projecten, stabiliteit, GUI, de vele configuratie files, intern terrein formaat, en de prijs.

4.3 CATT

Combined Arms Tactical Trainer (CATT) is de Amerikaanse variant van TACTIS.

CATT is daarentegen uitgebreider dan TACTIS. Naast het manoeuvre optreden is ook de artillerie, urban warfare, de uitgestegen infanterie en de genie uitgebreid

gemodelleerd. Het CGF pakket in CATT is de CCTT-SAF, dat gebaseerd is op ModSAF. Dit pakket dient via OneSaf (en OBT SAF) uit te monden in OneSAF Operations System (OOS). Een vergelijkbaar model voor joint optreden is JSAF.

Wanneer het concept voltooid is, zijn de volgende trainers onderdeel van CATT:

- Close Combat Tactical Trainer (CCTT).
- Aviation Combined Arms Tactical Trainer (AVCATT).
- Fire Support Combined Arms Tactical Trainer (FSCATT).
- Air Defense Combined Arms Tactical Trainer (ADCATT).
- Engineer Combined Arms Tactical trainer (ENCATT).

5 (Gesloten) constructieve analysemodellen

Dit hoofdstuk bevat modellen die ontwikkeld zijn voor analyse-doeleinden. Meestal zijn deze modellen gesloten. In een aantal gevallen wordt het model inmiddels ook voor training- en opleiding gebruikt, bijvoorbeeld om inzicht te geven in de tijd- en ruimtefactoren van een ontwikkeld plan.

5.1 FSM (Manoeuvre)

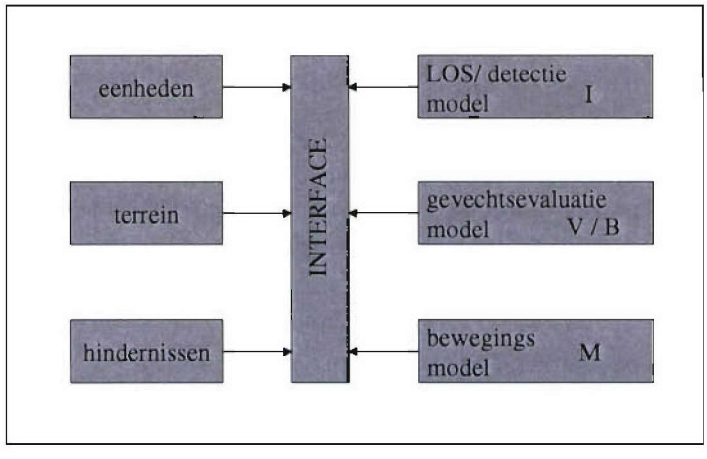
FSM is een simulatiemodel dat eind jaren tachtig door TNO ontwikkeld is specifiek gericht op de analyse van grondgebonden manoeuvre. Met het model zijn analyses uitgevoerd voor de bepaling van het aantal benodigde mortieren en pantserbestrijdingsmiddelen.

5.1.1 Inleiding

Algemene inleiding
FSM is een gesloten gevechtssimulatiemodel dat intern uit drie submodellen bestaat: een detectiemodel, een gevechtsevaluatiemodel en een bewegingsmodel:

- Het detectiemodel bepaalt op basis van Line-Of-Sight (LOS) en een detectiekans of een bepaald doel (bijvoorbeeld een eenheid) gezien wordt door een andere eenheid.
- Het gevechtsevaluatiemodel bepaalt of er op het doel gevuurd wordt en berekent, nadat er gevuurd is, of er schade aan de bevuurde eenheid opgelegd is. Hierbij wordt rekening gehouden met de bepantsering van het doel, de afstand ten opzichte van het doel, de gebruikte munitie en de status van het doel (statisch of mobiel). Dit model maakt daarvoor gebruik van de DataBase Wapen Indicatoren (DBWI).
- Het bewegingsmodel rekent voornamelijk verplaatsingen van eenheden door, afhankelijk van bijvoorbeeld terreinomstandigheden en voertuigkarakteristieken.

De functies van het gevecht, Inlichtingen (I), Vuurkracht (V), Bescherming (B) en Manoeuvre (M) zijn binnen deze drie submodellen meegenomen op een vergelijkbaar detailniveau. Verzorging (Ve) en Commandovoering (C) zijn in FSM echter zeer beperkt gemodelleerd.



Figuur 23 Schematische voorstelling FSM-functionaliteit.

Generieke kenmerken en werking van het model
FSM is een gesloten simulatie-omgeving. Dit betekent dat de simulatieruns worden uitgevoerd zonder tussentijdse externe inbreng. Alles wordt vooraf volledig vastgelegd in een scenario met routes die eenheden moeten volgen en simpele (conditionele) beslisregels/orders. Om statistisch relevante gegevens te verkrijgen kunnen een aantal herhalingsruns worden gedraaid. Tijdens de simulatie zijn een aantal elementen stochastisch zoals detectie(kansen) en (de kans op) raakschieten. Zoals in KIBOWI heeft een eenheid drie mogelijke tactieken:
1 niet vuren;
2 terugvuren wanneer de eenheid aangevallen wordt;
3 zelf aanvallen.

De in- en uitvoer werkt middels tekst-files. De uitvoer kan achteraf door middel van een viewer worden bekeken. De kenmerken van wapensystemen komen uit een database wapenindicatoren (DBWI). Eenheden zijn, zoals ook in KIBOWI, gemodelleerd als puntmassa of het nu een voertuig is of bijvoorbeeld een peloton. Ook is er sprake van een perfect BMS waarbij alle informatie bij alle eenheden binnen een slagorde beschikbaar is. Het terrein is opgedeeld in vlakken van 100 x 100 meter, de snelheid van voertuigen is afhankelijk van het type terrein en de maximum snelheid van het voertuig.

Gebruikersvriendelijkheid
FSM is niet gebruikersvriendelijk. Het invoeren van een scenario is arbeidsintensief. Daarnaast is er geen scenario-editor (meer) aanwezig. Er zijn slechts beperkt handleidingen beschikbaar. Doordat het een zelf ontwikkeld model is, hebben we wel de beschikking over de broncode. De software is redelijk goed/modulair geprogrammeerd. Oorspronkelijk is de software niet ontwikkeld om koppelbaar te zijn met andere modellen. Dit is in een specifiek geval, voor het detectiemodel, wel gedaan.

Status van FSM
De ontwikkeling van het model is begonnen in 1985-1986 en is geprogrammeerd in ADA. In 2002 is het geschikt gemaakt voor de pc-omgeving (windows), maar niet uitgebreid getest. De oorspronkelijk wel aanwezige scenario-editor is niet omgezet naar de pc-omgeving. In 1999 is FSM gebruikt in een pantserbestrijdingsstudie. Daarna is FSM in 2000-2001 gebruikt voor een Mortierstudie. Een belangrijke tekortkoming was op dat moment dat de vuursteun niet voldoende gedetailleerd gemodelleerd is. Ondanks de upgrade moet FSM als een out-dated model worden beschouwd.

5.1.2 *Beschrijving van het model*

5.1.2.1 *Organisatie*
Personeel is niet gemodelleerd. De eigen en vijandelijke eenheden zijn op dezelfde manier gemodelleerd. Standaard worden er twee partijen gespeeld. Maar dit kan worden uitgebreid tot drie of vier partijen.

5.1.2.2 *Beweging*
Verplaatsingen worden vooraf in routes opgegeven met een gewenste snelheid.
De haalbaarheid van deze snelheid hangt af van het terreintype en voertuigtype. Zoals bij KIBOWI kan tevens een gebied vooraf worden ingevoerd waarin de beweging trager loopt (bijv NBC gebied). Ook kunnen gemarkeerde en ongemarkeerde mijnenvelden vooraf worden ingevoerd (dus niet als order: leg mijnenveld). Overigens kunnen dit

soort obstakels niet dynamisch met conditionele orders worden ingebracht. Ze zijn er vanaf het begin van de simulatie of helemaal niet. Een mijnenveld kan dan ook niet geveegd worden.

Rivieren geven een bepaalde vertraging, deze vertragingstijd is per rivier instelbaar. Indien er een brug is, is er geen vertraging. Bruglegmiddelen zijn niet gemodelleerd.

Een verplaatsing is een order en kan dus ook middels een conditionele order worden getriggerd. Ingewikkelde verplaatsingsregels (doctrine) kan eventueel worden ingesteld door een reeks conditionele orders.

Ook kunnen verplaatsingsorders voor formaties worden gegeven, zodat dit niet per eenheid hoeft te worden herhaald.

5.1.2.3 *Vuurkracht*

Direct vuur

Zoals in KIBOWI kan een eenheid vuur uitbrengen op andere eenheden indien de tactiek 'terugvuren' of 'aanvallen' is. Indien een eenheid meerdere vijandelijke eenheden tegenover zich heeft, vuurt hij toch maar op één eenheid tegelijkertijd.
De prioriteit wordt vastgesteld als een combinatie van de afstand en het doeltype (gekoppeld aan de geschiktheid van het eigen wapensysteem om dit doeltype uit te schakelen). Ook kunnen vuurcondities in conditionele orders worden vastgelegd. Indien een wapensysteem de beschikking heeft over meerdere munitietypen, wordt het meest geschikte munitietype als eerste gebruikt.

Indirect vuur

Indirect vuur is beperkt gemodelleerd op een vergelijkbare manier als in KIBOWI. Er wordt geschoten op een rechthoekig uitwerkingsgebied waarbij de uitschakelkans gelijk is voor het hele uitwerkingsgebied. Eenvoudige vuurleiding is mee te modelleren door vuuropdrachten afhankelijk te maken van de beschikbaarheid van communicatie.

5.1.2.4 *Inlichtingen*

Detectie gebeurt middels een detectiemodel. Er zijn test gedaan met diverse detectiemodellen: Acquire een Amerikaans model (verschillende type sensoren), een Duits model (optische sensoren) en een derde model van TNO (afdeling infra-rood sensoren). De resultaten van de verschillende modellen zijn overigens verschillend. Iedere eenheid heeft verder haar eigen sensoren en als een eenheid iets detecteert dan wordt dit direct zichtbaar voor andere eenheden ('perfecte Common Operational Picture'). Daarbij is alle informatie die beschikbaar is, ook waar. Er is geen verstoring van informatie of verschillende perceptie van de informatie door verschillende eenheden.
Afleiding of misleiding zou je wel kunnen modelleren als een derde partij die ook invloed op de eenheden heeft, maar daar wordt helemaal niets mee gedaan.

5.1.2.5 *Commandovoering*

Communicatie kan beperkt worden gemodelleerd, opties zijn:
- communicatie-netwerk met beperkte bandbreedte;
- motorordonnance met beperkte capaciteit;
- conditionele orders die afhankelijk zijn van de status van een (fictieve) verbindingseenheid.

Bovenstaande opties zijn echter nooit veel gebruikt.
De commandovoering kan worden vastgelegd in orders gekoppeld aan een scenario en door middel van conditionele orders. Een scenario kan worden gezien als een reeks sequentiële orders en tijdsconditionele orders.

Orders kunnen ook worden gegeven aan formaties van eenheden.

5.1.2.6 *Logistiek/Verzorging*

Omdat personeel niet is gemodelleerd, is de geneeskundige verzorging ook niet gemodelleerd.
Herstelwerkzaamheden zijn niet gemodelleerd. De (her)bevoorrading en transport is ook geen onderdeel van het model. Alleen de munitie-verbruiken kunnen worden bijgehouden. Hiervan is bij aanvang van de simulatie een instelbare startvoorraad aanwezig. Als deze op is, kan er niet meer worden geschoten en is de eenheid dus feitelijk niet meer inzetbaar.

5.1.2.7 *Bescherming*

Elke eenheid behoort tot een doeltype. Per doeltype kan aangegeven worden wat de uitwerking van munitie is (kwetsbaarheid). Door de uitwerking vallen wapensystemen weg. Een systeem is volledig inzetbaar of uitgeschakeld (alles of niets). CIMIC is niet gemodelleerd.

5.1.2.8 *Overige aspecten van het model*

Invoer door de gebruiker
Voor studies met FSM dient de gebruiker drie soorten gegevens in te voeren: gegevens van de te simuleren eenheden, terreingegevens en gegevens over kunstmatige hindernissen.

De eenheden worden ingegeven volgens de organieke hiërarchie om de technische aansturing van de eenheden te vergemakkelijken. Enkele eigenschappen die voor eenheden moeten worden ingevoerd zijn:
- het type voertuigen en daaraan verbonden wapens;
- het aantal voertuigen en de daaraan verbonden wapens;
- de vuursector van de eenheid, welke bepaalt op welke afstand automatisch gevuurd wordt (de hoofdschootssector).

Naast het invoeren van de eenheden en hun eigenschappen, dient de gebruiker voor alle eenheden de verplaatsingsopdrachten in te voeren, oftewel de wijze van optreden. Met behulp van condities kan aangegeven worden of alle verplaatsingsopdrachten daadwerkelijk uitgevoerd worden. Er kunnen op een dergelijke manier ook 'Contingency Plans' ingevoerd worden.

De terreingegevens worden afgeleid uit digitale kaarten en omvatten onder andere hoogte, terreintype en bodemgesteldheid. Hindernissen kunnen bestaan uit mijnenvelden, bruggen en rivieren, maar ook uit artillerievuur. Daarnaast moet de DBWI in voldoende detail ingevuld zijn voor de te gebruiken wapensystemen en doeltypen.

Uitvoer FSM
Het gesimuleerde scenario kan in een grafisch programma bekeken worden, zodat eventuele fouten in de invoer of onrealistische situaties eruit gehaald kunnen worden. Daarnaast bestaat er een aantal tekstprogramma's waarmee onder meer de volgende output gelezen kan worden:

- Slijtage eigen eenheden en vijandelijke eenheden.
- Verbruikte hoeveelheid munitie.
- Aantal detecties, aantal keer vuur, aantal keer raak.
- Per tijdstip locaties van eenheden, detecties, vuur, etcetera.

FSM optimaliseert niet, maar rekent een scenario door. Er komt dus geen kant en klaar antwoord op de vraag uit. Er zullen altijd meerdere alternatieven en een nul-situatie doorgerekend moeten worden om de resultaten te kunnen vergelijken en op basis daarvan conclusies te trekken.

Type vraagstukken
Voor de volgende vraagstukken is FSM geschikt. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt in drie typen vraagstukken. In de praktijk zijn de vragen die TNO in opdracht van de KL onderzoekt, meestal een samenhang van een of meerdere van deze vraagstukken.

1. Vervangingsvraagstukken
Dit zijn vraagstukken waarbij de doctrine en omgeving constant gehouden worden, en het aantal en/of type systemen gevarieerd wordt. Dit type van analyse wordt bijvoorbeeld uitgevoerd in het kader van het DMP-proces (B-fase).
Voorbeelden zijn:

- Bepaling van het aantal benodigde direct vurende wapensystemen (tank, anti-tank, gemechaniseerde infanterie) bij een vijand X die aanvalt/verdedigt, om doelstelling Y (bijvoorbeeld bepaalde slijtage bij vijand, en bepaalde reststerkte eigen zijde) te behalen.
- Bepaling van het type benodigde direct vurende wapensystemen (tank, anti-tank, gemechaniseerde infanterie) bij een vijand X die aanvalt/verdedigt, om doelstelling Y (bijvoorbeeld bepaalde slijtage bij vijand, en bepaalde reststerkte eigen zijde) te behalen.
- Bepaling van de meest effectieve upgrade van een wapensysteem in een specifieke gevechtsoperatie.
- Bepaling van de 'optimale' samenstelling van de manoeuvre-eenheden.

2. Doctrinevraagstukken
Dit zijn vraagstukken waarbij het type en aantal systemen en de omgeving constant gehouden worden, en de doctrine gevarieerd wordt. Dit type van analyse wordt meestal in samenhang met vervangingsvraagstukken uitgevoerd.
Voorbeelden zijn:

- Bepaling van de beste wijze van optreden van manoeuvre-eenheden bij een bepaald type gevechtsoperatie.
- Bepaling van het effect van een andere wijze van het optreden, bijvoorbeeld manoeuvreoorlogsvoering versus attritieoorlogvoering, op de gevechtoperatie.

3. Omgevingsvraagstukken
Dit zijn vraagstukken waarbij het type en aantal systemen en de doctrine constant gehouden worden, en de omgeving of delen van de omgeving gevarieerd wordt. Dit

type van analyse kan bijvoorbeeld uitgevoerd worden met het doel om het operationele risico in een bepaalde situatie vast te stellen.
Voorbeelden zijn:

- Bepaling van het effect van hindernissen, waaronder mijnen, op het optreden van manoeuvre-eenheden in een gevechtsoperatie.
- Bepaling van het effect van een ander type terrein op het manoeuvreoptreden in een gevechtsoperatie.
- Bepaling van het effect van een andere (bijvoorbeeld modernere) vijand op het manoeuvreoptreden in een gevechtsoperaties.

Beperkingen van FSM

- Met name geschikt voor modellering van direct vuur; indirect vuur is op een meer abstracte manier gemodelleerd.
- De twee strijdende partijen moeten minimaal van pelotonsgrootte zijn.
  De voertuigen binnen de partijen worden op stuksniveau gemodelleerd (dit vraagt een grote inspanning bij de invoer).
- Beperkte beslisregels in commandovoering (wel beslisregels mogelijk ten behoeve van verplaatsingsopdrachten; nauwelijks mogelijkheden om beslisregels voor het vuursteunproces in te voeren).
- Beperkte beslisregels (ROE) in het al dan niet vuren (een eenheid vuurt niet selectief).
- Geen beslisregels in de logistiek; logistiek beperkt gemodelleerd.
- Beperkte modellering (uitgestegen) gevechtssoldaat.
- De derde dimensie is momenteel zeer beperkt in FSM gemodelleerd.

5.2 COMBAT XXI (Landoptreden)

Combat XXI is een Amerikaans analysemodel dat vanaf 2007 het model CASTFOREM moet gaan vervangen (ref. 8). Combat XXI wordt sinds 1999 joint ontwikkeld door de US Army en de US Marine Corps. COMBAT XXI is een gesloten simulatiemodel (op entiteitniveau) voor joint analyses op brigadeniveau en lager. Hoewel het uiteindelijk een joint model moet worden heeft het model momenteel nog geen luchtcomponent.

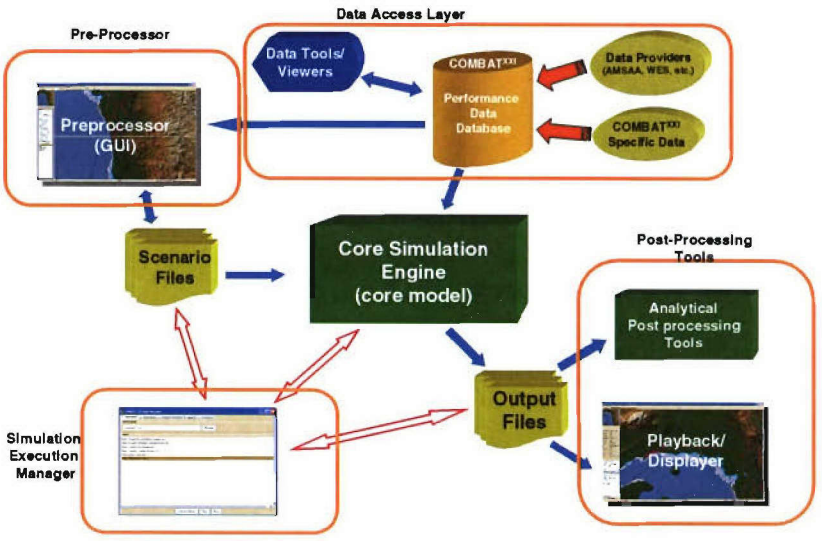
TRADOC Analysis Center (TRAC) heeft de volgende doelstellingen voor COMBAT XXI geformuleerd:

- COMBAT XXI moet CASTFOREM vervangen als het model van TRADOC op entiteitniveau voor analyses binnen het *joint* gevechtsveld.
- COMBAT XXI moet een robuust instrument zijn voor statistische analyses.
- COMBAT XXI moet een analyse-instrument zijn voor het US Marine Corps, waardoor onder andere de volgende operaties geanalyseerd moeten kunnen worden:
  - amfibische oorlogsvoering;
  - luchtoperaties;
  - optreden in verstedelijkt gebied (OVG).

COMBAT XXI biedt een representatie van detailmodellen in een grotere, operationele, omgeving. Dat wil zeggen dat detailmodellen voor bijvoorbeeld waarneming aan COMBAT XXI gekoppeld moeten kunnen worden. In dit kader heeft TRAC nauwe contacten met Army Materiel System Analysis Activity (AMSAA) die data(modellen) aanleveren voor COMBAT XXI.

5.2.1 *Algemene architectuur*

In figuur 24 is de algemene opzet van COMBAT XXI weergegeven.



Figuur 24 Combat XXI Systeem architectuur.

Deze opzet is vrij generiek voor analytische simulatiemodellen. Het hart van de simulatie wordt gevormd door het simulatiemodel (*Core simulation engine*). Hier vinden alle berekeningen plaats. Dit model wordt 'gevoed' door scenario files waarin het scenario wordt beschreven en een centrale database (*performance data database*) met alle zogenaamde *performance data* die worden gebruikt. Deze data kunnen uit functionele detailmodellen komen. Er is een *preprocessor* voor het opstellen van de scenario's en verschillende *post-processing tools* die de analist helpen met de interpretatie van de modeloutput. De *Simulation Execution Manager* is de module die zorg draagt voor de juiste aansturing van alle modules.

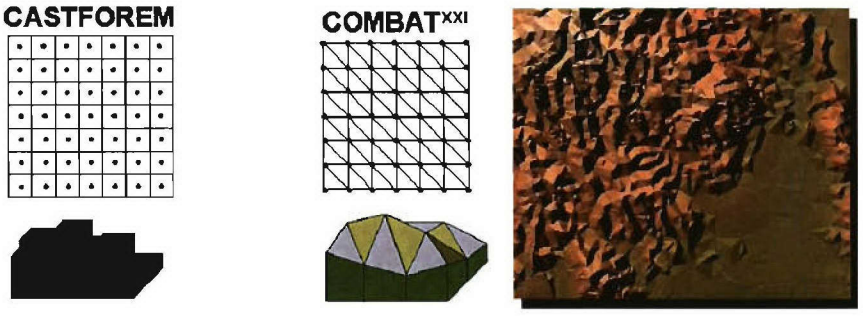
5.2.2 *Modelarchitectuur*

De modelarchitectuur bestaat uit een weergave van de omgeving en uit een verzameling van entiteiten binnen deze omgeving.

Kenmerken van de omgeving in COMBAT XXI zijn:

- De omgeving bestaat uit terrein, atmosfeer, zee en het heelal. De atmosfeer kan per lokatie en tijdstip verschillen, maar kan ook constant gehouden worden.
- COMBAT XXI werkt momenteel met een driehoekig *grid* (*medium fidelity*) met overlays voor terreinkenmerken (*trafficability, roads, rivers, and urban areas*) en lijn- en puntobjecten. (voorganger CASTFOREM werkte met een vierkant *grid* waardoor de resolutie minder groot was).
- Gebouwen zijn polygone 'dozen' met openingen voor vensters en deuren (geen interieur).

- In de toekomst heeft de operationele analist ook de mogelijkheid gebruik te maken van terreinrepresentatie uit OneSAF (Environmental Runtime Component (ERC)). Hiermee kunnen zeer gedetailleerde terreinen worden gemodelleerd.
- De omgeving in COMBAT XXI is schaalbaar: binnen één scenario kunnen terreinen in verschillende schalen worden gebruikt.



COMBAT XXI kan met drie terreinsoorten werken: Vierkant en driehoekig grid en ERC.

Kenmerken van de entiteiten in COMBAT XXI zijn:
- Entiteiten zijn vrij invulbare elementen die de simulatie kunnen beïnvloeden.
- De configuratie van een entiteit, vastgelegd in de *performance data database*, bepaalt wat de entiteit is en wat het kan. Deze basis informatie (*current internal state*) van de entiteit kan niet wijzigen.
- Alle entiteiten kunnen waargenomen en beschadigd worden.
- Er zijn actieve entiteiten (bijvoorbeeld soldaat, tank, slimme munitie) die beslissingen kunnen nemen en orders kunnen uitvoeren en passieve entiteiten (bijvoorbeeld gebouw, passieve munitie).
- Elke entiteit heeft zijn eigen perceptie van de omgeving *(situational awareness).*

5.2.3 *Gedrag in COMBAT XXI*

COMBAT XXI is een gesloten simulatiemodel. Dat wil zeggen dat er tijdens het simulatieproces geen speler is die de entiteiten aangeeft wat zij moeten doen (dit gebeurt wel bij zogenaamde *human in the loop*). Hierdoor is het mogelijk een scenario in betrekkelijk korte tijd vele malen te simuleren en op basis van de uitkomsten van deze *runs* statistische analyses uit te voeren. Het is hiervoor wel noodzakelijk dat entiteiten tijdens de simulatie zelf beslissingen nemen over het gedrag, dan wel orders krijgen en uitvoeren. Deze gedragingen zijn dus vastgelegd voordat het scenario wordt gesimuleerd. Dit kan enerzijds door de programmeur (maker van COMBAT XXI) of anderzijds door de analist (gebruiker van COMBAT XXI) zijn vastgelegd. COMBAT XXI kent drie manieren waarop gedrag gedefinieerd is:
- **Interne Codes.** Gedrag dat door de programmeur in interne codes is vastgelegd (*internal behaviors/Functional modules*); het gaat hierbij om eenduidig gedrag zoals verplaatsen, waarnemen, communicatie, vuren en veranderingen aanbrengen in terrein (genietaken). In de centrale database kan een gebruiker vervolgens per entiteit enkele parameters omtrent dit gedrag instellen (bijvoorbeeld de snelheid). Radionetwerken en hun functionele werking zijn ook in COMBAT XXI meegenomen, waarbij de analist kan kiezen uit een eenvoudige weergave of een complexe weergave (IP-adressen en protocollen).
- **Orders.** Gedrag dat door de gebruiker in gespecificeerde orders wordt vastgelegd (*ordered behaviours/Decision modules*). Een gebruiker van COMBAT XXI kan, op basis van de *internal behaviours,* orders maken. Deze order draagt een entiteit, of een verzameling entiteiten op tot een bepaalde sequentie van acties (*internal*

behaviours). Deze orders kunnen in de simulatie op een bepaalde tijd of onder bepaalde condities (op basis van daadwerkelijke veranderingen of op basis van percepties) opgedragen worden aan een of meerdere entiteiten. Het is de bedoeling dat de gebruikers van COMBAT XXI een bibliotheek van orders gaan maken, die vrij uitgewisseld kunnen worden. Een voorbeeld van een *ordered behaviour,* die reeds in de bibliotheek is opgenomen is, is het uitvoeren van een verplaatsing door de lucht per helikopter van een infanteriecompagnie.

- **Gedragsregels.**Gedrag dat vastgelegd is in gedragsregels (*rule controlled behaviours/Decision Modules*). Net als orders bestaat gedrag uit een reeks van *internal behaviours* en kunnen door de gebruiker worden gedefinieerd. Een rule controled behaviour wordt echter alleen uitgevoerd indien er een bepaalde situatie optreedt; het wordt dus *getriggered* door de interne situatie van de entiteit of door externe factoren. Een voorbeeld van een gedragsregel is vluchtgedrag.

5.3 ATLAS (Landoptreden)

ATLAS, Assessment Tool for LAnd Systems, is een Engels analysemodel dat veel overeenkomsten vertoont met het model FSM van TNO.

In ATLAS worden individuele platforms en kleine uitgestegen eenheden gerepresenteerd en het gevecht wordt gespeeld in een gedigitaliseerd terrein. De belangrijkste doelstelling van ATLAS is de berekening van systeemeffectiviteit. ATLAS is niet geschikt voor OOTW en ook uitgestegen eenheden zijn beperkt gemodelleerd. Human factors zijn eveneens niet direct gemodelleerd maar kunnen via aanpassingen in de invoerdata wel gevarieerd worden. De scenario's van ATLAS komen meestal uit JANUS of een vergelijkbare bron. Situaties hieruit kunnen dan simplistisch gesimuleerd worden. Commandovoering is zeer beperkt gemodelleerd. Terrein is meestal gemodelleerd in grids van 100 bij 100 meter en de terreinbestandstypen DTED en DFAD worden gebruikt. Vuursteun kan vooraf opgegeven worden of kan worden aangevraagd door simulatie-eenheden. Mijnenvelden zijn versimpeld gemodelleerd, evenals helicopters en fixed wing. Op het gebied van sensoren maakt het model onderscheid in actieve en passieve sensoren. Verder worden EM-emissies gebruikt en kunnen UAV's ingezet worden. Alle routes en orders worden vooraf opgegeven. Via condities kan het gedrag echter worden gestuurd tijdens de simulatie.

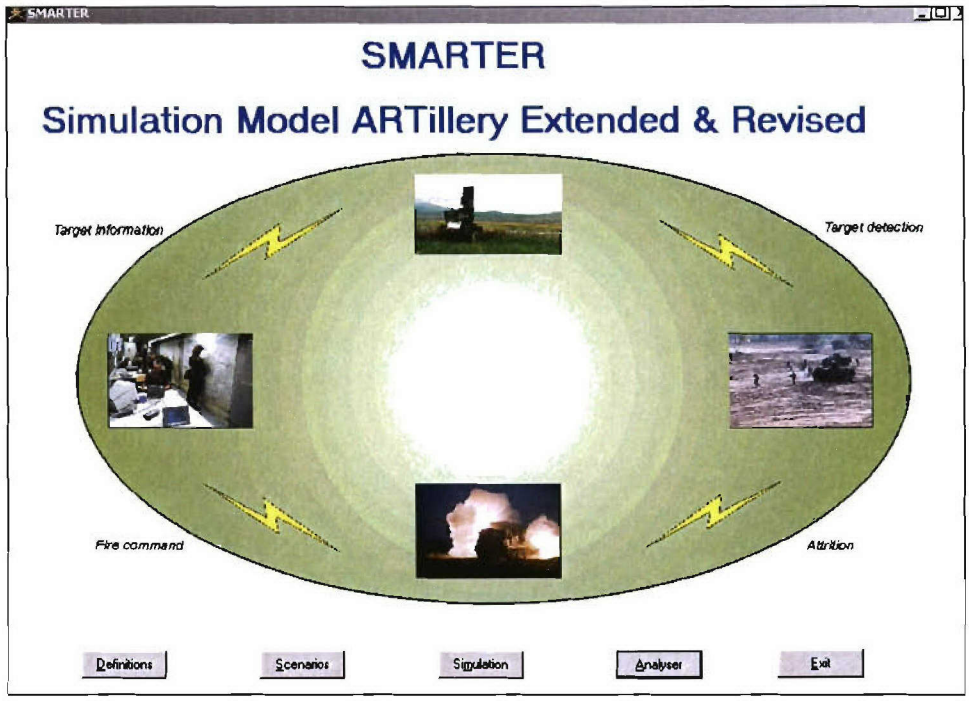
5.4 SMARTER (Grondgebonden Vuursteun)

SMARTER is het model van TNO om analyses op het gebied van grondgebonden vuursteun mee uit te voeren. SMARTER is gebruikt als analyse-middel om het aantal benodigde houwitsers te bepalen in een Algemene Verdedigings Taak (AVT) -scenario.

5.4.1 Inleiding

SMARTER is een simulatiemodel dat specifiek gericht is op de simulatie van grondgebonden vuursteun (ref. 11) . Het is een gesloten simulatie-model met een aantal stochastische effecten. Enkele runs kunnen worden uitgevoerd, evenals batches. Met een aantal aanpassingen kan de 'man in the loop' worden toegevoegd. SMARTER modelleert het vuursteun proces als volgt:

1 Detectie.
2 Besluitvorming over het uitbrengen van vuur.
3 Het uitbrengen van vuur.



Figuur 25 SMARTER.

Een eenheid is van het type detectiemiddel, vuurmiddel, commandopost of manoeuvre. Afhankelijk van het type heeft de eenheid specifieke kenmerken en wijze van handelen. Een combinatie (zoals bij direct vuur waarin een eenheid zelf detecteert, beslist en vuurt) is niet mogelijk in een enkel platform.

5.4.2 *Beschrijving van het model*

5.4.2.1 *Organisatie*

In SMARTER kunnen onbeperkt eenheden van ieder niveau worden opgegeven. Er zijn drie typen eenheden van groot belang voor de uitwerking van processen:

1 Detectie-middelen.
2 Commandoposten.
3 Vuurmiddelen.

De vierde categorie, manoeuvre-eenheden zijn alleen van belang om het effect van de uitgebrachte vuren te bepalen en te analyseren.

In SMARTER kunnen twee partijen worden gedefinieerd: de eigen eenheden en de tegenstander. Binnen de eigen partij kunnen netwerken worden gedefinieerd van eenheden met hun eigen commandopost. Binnen een netwerk kan in het model daarom maximaal één commandopost worden opgegeven. Een extra netwerk moet worden toegevoegd om commandoposten informatie/opdrachten met elkaar te kunnen laten uitwisselen. De organisatie van het vuurproces moet in het scenario worden opgegeven.

5.4.2.2 *Beweging*

Iedere enkele eenheid heeft een startpositie en kan via een order opgegeven op welk tijdstip hij op een andere specifieke locatie moet zijn. Het model rekent uit met welke snelheid en richting de eenheden dan gaan bewegen. Bij de verplaatsing wordt geen

rekening gehouden met terreinkenmerken en het weer. Per eenheid kan opgegeven worden hoe deze twee factoren de snelheid beïnvloeden.

Het werken met orders voor iedere eenheid voor verplaatsingen is tijdrovend. Het is daarom mogelijk gemaakt om te werken met formaties. Een formatie kan geplaatst worden op de kaart en aangegeven kan worden waarnaar deze formatie op een volgend tijdstip moet gaan.

Het tactisch gedrag van een manoeuvre-eenheid bij een verplaatsing (wijze van optrekken, reageren op vuur van de tegenstander, what-if keuzes om de verplaatsingen conditioneel op te geven) is niet meegenomen in SMARTER.

5.4.2.3 Vuurkracht

In SMARTER is alleen indirect vuur mogelijk. Direct vuur, mijnenvelden, wegblokkeringen etcetera. kunnen niet opgegeven worden. Het indirect vuur kan uitgebracht worden door vuurmiddelen. Deze vuurmiddelen hebben een groot aantal kenmerken:

- Het gebied dat door een vuurmiddel bestreken kan worden (afstand, sector en richting).
- De typen munitie en de voorraad ervan (zie *effecten*).
- Of na het uitbrengen van vuur de eenheid zich gaat verplaatsen en met welke minimale afstand.
- Het aantal ronden dat vuur uitgebracht kan worden en de tijd die een ronde duurt.
- De vluchttijd van een projectiel om een bepaalde afstand af te leggen.

Effecten

De uitwerking van een uitgebracht vuur wordt berekend met behulp van de database wapenindicatoren (de DBWI). Per combinatie van vuureenheid, munitiesoort, doeltype, grootte en activiteit van het doel en het terreintype waarin het doel zich bevindt, wordt per afstand bepaald wat de target location error is en wat de uitschakelkans is. Hier wordt een stochastische kans overheen gehaald.

Het effect wordt uitgedrukt in slijtage. Elke eenheid heeft een initiële sterkte. Via aanvallen op deze eenheid kan deze sterkte dalen. Wanneer de sterkte onder een op te geven waarde is gezakt, wordt aangenomen dat de eenheid uitgeschakeld is. De eigen capaciteiten van een eenheid zijn onafhankelijk van de slijtage die een eenheid heeft opgelopen: de eenheid functioneert volledig of de eenheid is uitgeschakeld.

Typen vuur

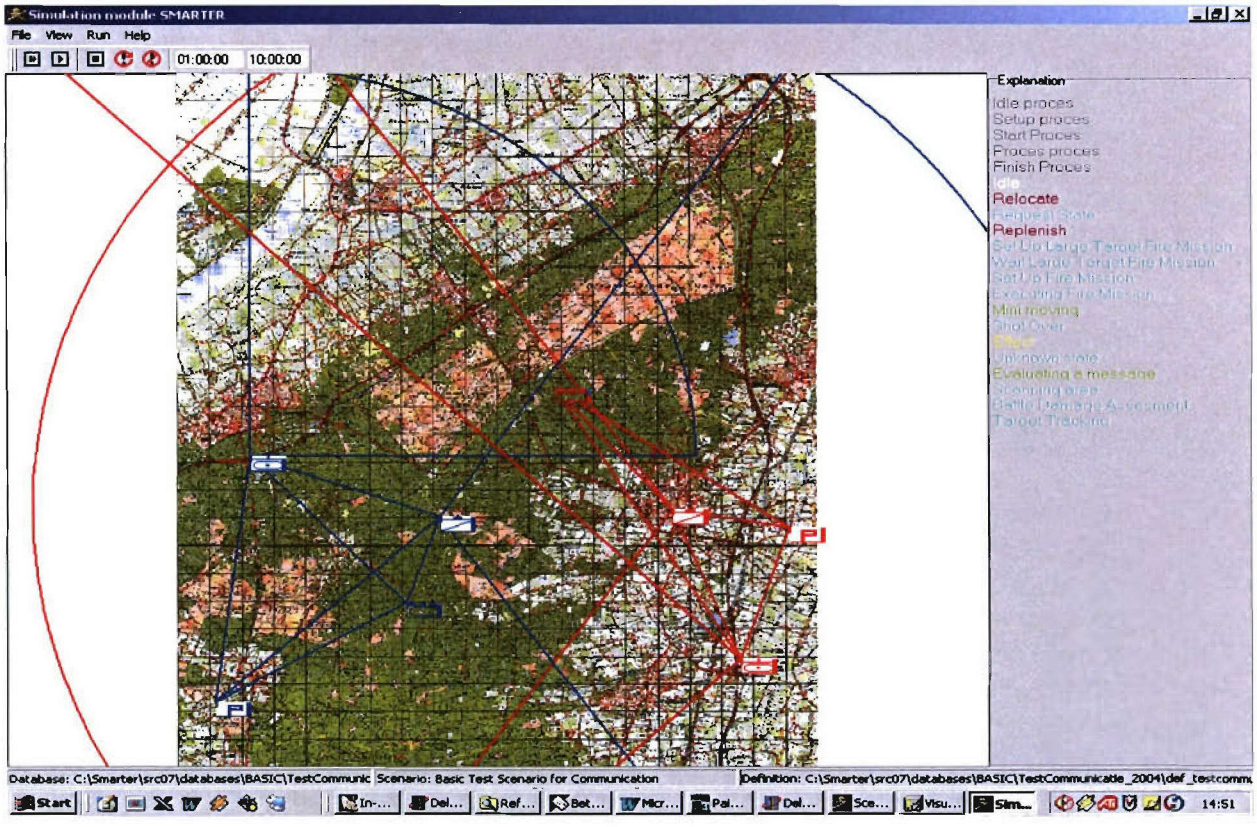
In het model zijn verschillende soorten vuursteun mogelijk:

1 Voorbereide vuren (al dan niet met prioriteit).
2 'Normale vuursteun'.
3 Een grootschalige vuuropdracht.

Voorbereide vuren kunnen worden opgegeven door in het scenario op een bepaald tijdstip een vuuropdracht te zetten. Een voorbereid vuur kan de indicatie 'prioriteit' krijgen. Wanneer het een prioriteitsvuur betreft, dan wordt de order vooraan in de lijst van orders gezet. Bij een grootschalige vuuropdracht worden vuurmonden eerst klaargezet, en wanneer de benodigde vuurmonden alle de terugmelding hebben gegeven dat ze gereed staan voor de vuuropdracht, dan wordt de vuuropdracht uitgevoerd. Het is

in SMARTER niet mogelijk automatisch het prioriteitsvuur uit te brengen op het moment dat aan een aantal op te geven condities wordt voldaan.

Verplaatsing na het uitbrengen van vuur
Om te voorkomen dat na het uitbrengen van een vuur de eenheid zelf direct uitgeschakeld wordt door tegenvuur, kan de eenheid een kleine verplaatsing maken. In het model is dit gemodelleerd door na een verplaatsing posities op een vierkant rondom het centrum in te nemen. De eerste keer gaat de eenheid naar het eerste hoekpunt en de volgende keren naar het volgende hoekpunt.



Figuur 26 Schermafdruk van een eenvoudige simulatie in SMARTER.

5.4.2.4 *Inlichtingen*

Het detectieproces is gemodelleerd door middel van eenheden die een scangebied kennen. Binnen dit gebied worden scans uitgevoerd waarmee vijandelijke eenheden kunnen worden gedetecteerd. In het model wordt geen onderscheid gemaakt tussen detectie, classificatie en identificatie. Detectie is gelijk identificatie. Wanneer een detectie-middel een vijandelijke eenheid heeft gedetecteerd, geeft de eenheid dit door aan zijn commandopost.

Het detectieproces is als volgt gemodelleerd:

1 Er wordt bepaald welke vijandelijke eenheden zich in het detectiebereik van een eenheid bevinden.
2 Via een stochastisch proces wordt bepaald welke eenheden gedetecteerd worden. De kans op detectie is een functie van de hoogte van een doel, grootte van het doel,

activiteit van het doel, terrein waarin het doel zich bevindt en van de weersomstandigheden.

3 Het tijdstip waarop een eenheid wordt gedetecteerd is een stochastisch tijdstip tussen het begin en eind van een scan.

Een andere vorm van detectie is wanneer een eenheid vuur heeft uitgebracht. Via de baan van de granaat kan de positie van de afvurende eenheid worden terugberekend.

Een speciale vorm is het gebruik van UAV's. Een UAV heeft niet een sector met een maximale afstand als bereik, maar een rechthoekig gebied waarin de UAV rondvliegt.

5.4.2.5 *Commandovoering*

Een commandopost heeft de coördinatie over de eenheden die in haar netwerk zitten. Coördinatie tussen commandoposten is eveneens mogelijk. In een commandopost wordt gereageerd op inkomende berichten. De wijze waarop gereageerd wordt, kan opgegeven worden in een beslisboom. De keuzes die gemaakt worden betreffen telkens of wel/niet vuur uitgebracht wordt bij een vijandelijke detectie. De beslissing of op een doel moet worden gevuurd hangt af van de prioriteit van het doel en of de doelmelding inmiddels niet verouderd is geraakt.

Een speciale wijze om sneller te kunnen reageren, is het aanmaken van sensor-to-shooter relaties. Hier geeft een detectie-eenheid een detectie niet door aan een commandopost, maar direct (via een artificiële commandopost) door aan een vuureenheid. Het detectiemiddel 'monitort' de schade die is toegebracht aan het doel en de vuureenheid gaat net zolang door met vuren totdat het doel onder de drempel voor uitschakeling komt.

5.4.2.6 *Logistiek/Verzorging*

De logistiek wordt alleen beschouwd voor munitie. In het model kan een vuureenheid melden dat de munitie herbevoorraad moet worden. Dit is uitgewerkt door per eenheidstype de drempel op te geven waaronder een eenheid een herbevoorradingsorder uitgeeft. Bij elke eenheid kan opgegeven worden wat de wijze is waarop deze order wordt uitgevoerd. Hiervoor zijn twee mogelijkheden:

Optie 1: de eenheid beweegt zich naar een op te geven herbevoorradingspunt en gaat dan weer terug naar de oorspronkelijke positie.
Optie 2: de eenheid beweegt zich virtueel: de eenheid is een op te geven tijd niet beschikbaar voor het uitvoeren van gevechtsfuncties. In het model blijft de eenheid op dezelfde locatie.

5.4.2.7 *Bescherming*

Een doel heeft een type bepantsering en een bepaalde activiteit. In de DBWI staat wat het effect is op de detectiekans en op de kill-kans. Een eenheid zal zich altijd zo verdekt mogelijk opstellen en alleen deze dekking verlaten, wanneer een functie moet worden uitgevoerd. Een andere vorm van bescherming is het uitvoeren van een verplaatsing na een vuursalvo.

5.4.3 *Overige aspecten van het model*

5.4.3.1 *Simulatie-omgeving*

Het model is ontwikkeld in Delphi waarbij veel hergebruik is gemaakt van de Delphi-simulatiekernel. Veel aandacht is er besteed aan de user-interface, waardoor het model goed toegankelijk is. Nadeel is de starre link met een database voor gegevensbeheer en ook de visualisatie-mogelijkheden zijn moeilijk uit te breiden. SMARTER is niet HLA-compliant.

5.4.3.2 *Gebruik van het model*

Het model wordt momenteel beschikbaar gehouden. Dit in tegenstelling tot de afgelopen jaren, waar nog veel aan het model is ontwikkeld (met name formatie-bewegingen, verbetering van de modellering van communicatie en sensor-to-shooter links). Mogelijk wordt het model nog gebruikt voor trainingsdoeleinden en voor ondersteuning bij de ontwikkeling van de module in het C2WS voor Grondgebonden Vuursteun, AFSIS.

5.5 CLASS (Vuursteun)

CLASS (Corps Level All-arms Systems Simulation) is het artilleriemodel van Groot-Brittannië. In veel opzichten lijkt CLASS op het TNO-Model SMARTER.

CLASS was van nature een artilleriemodel maar men heeft een aantal andere functies later uitgebreid. CLASS is een gesloten simulatiemodel (in tegenstelling tot het Engelse model WISE dat in de volgende paragraaf wordt beschreven). Het model representeert brigade en divisie operaties. Systemen zijn gemodelleerd op eenheidsniveau, normaal gesproken een compagnie of een squadron. Het terrein bestaat uit grids van 500 bij 500 meter. De primaire resultaten uit het model zijn 'mission success' en 'casualty rates'.

De resolutie (detail van modellering) van de verschillende aspecten is als volgt:

- Terrein en bewegingen — Medium resolutie
- ISTAR — Hoge resolutie
- C3I — Hoge resolutie
- Indirect vuur — Hoge resolutie
- Direct vuur — Lage resolutie
- Logistiek — Lage resolutie
- Helikopter en Air Defence — Lage resolutie
- Mijnenvelden — Lage resolutie

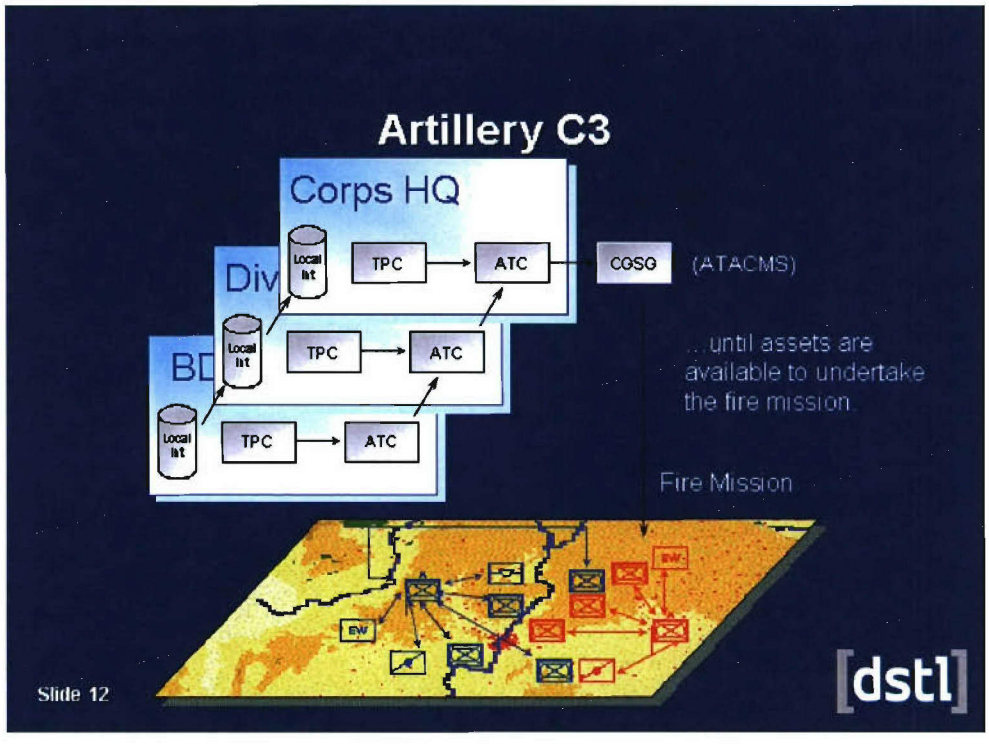
Veel aandacht is in de modellering besteed aan C2-processen (zie figuur 27) en aan het doelopsporingsproces. Manoeuvre eenheden hebben daarnaast een beperkte autonome manier van optreden in het model en het optreden van formaties (wat vooraf via bijvoorbeeld wargamen opgesteld is) kan in het scenario via conditionele orders worden opgegeven.

In het Digitization of the Battlefield Land (DBL) programma is het model van de C3I op een aantal aspecten uitgebreid:

- Inlichtingen: doelinformatie kan door eigen eenheden doorgegeven worden als deze dat rapporteren via vijandrapportages; informatie kan daarnaast ook vertraagd worden of verloren gaan. Iedere eenheid heeft zijn eigen Local Intelligence Picture

(LIP) dat afhankelijk is van de vijandrapportages. De partijen kunnen hun ISTAR middelen een opdracht geven om inlichtingen in te winnen en deze opdrachten kunnen ook tijdens de simulatierun plaatsvinden om bijvoorbeeld informatie te controleren of te verfijnen.

- Besluitvorming:
  - De keuzes die de gevechtseenheden (meestal battlegroup-niveau) kunnen maken, zijn het wijzigen van posture, formatie (attack, defend, retreat) of snelheid. Deze keuzes zijn gebaseerd op een aantal standaard regels.
  - De besluitvorming op formatieniveau (meestal brigade-niveau) is minder beperkt. De keuzes kunnen divers zijn (bijvoorbeeld de lokatie waar een tegenaanval plaats zal vinden of waar naval fire support ingezet zal worden) en zullen tijdens een wargame bepaald worden door militaire experts. De beslismomenten worden vastgelegd aan de hand van een aantal regels (zoals een bepaalde actie wordt ingezet als meer dan 2 vijandelijke eenheden eigen troepen aanvallen). Het totale plan met alle beslismomenten wordt vantevoren vastgelegd en in het model CLASS gezet.



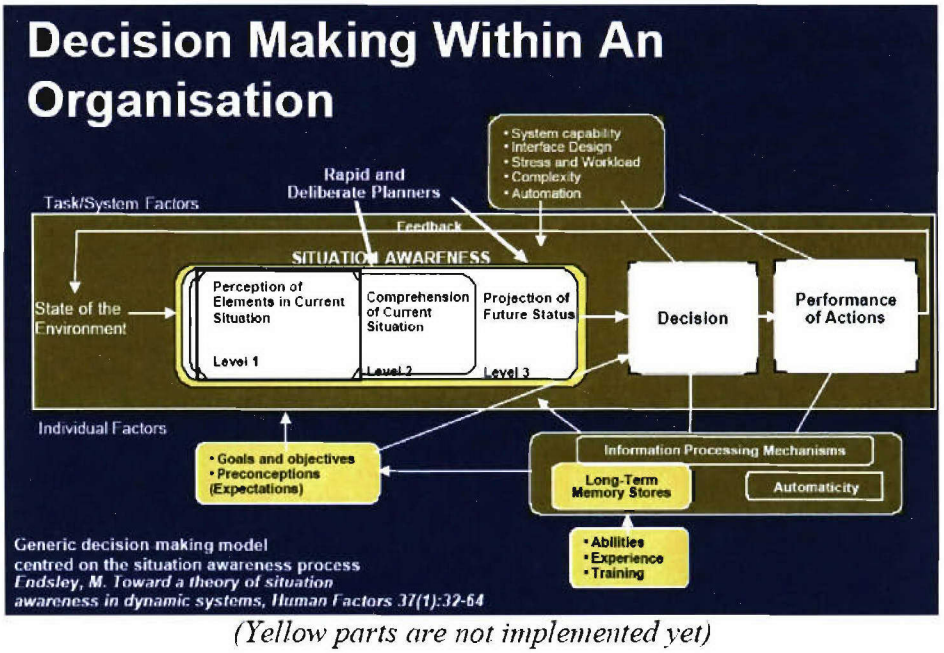
Figuur 27 Structuur van vuuraanvraag. Afhankelijk van de beschikbaarheid van vuursteunmiddelen gaat de vuuraanvraag van brigade naar de hogere niveaus.

- Brigade combat support: toegevoegd zijn elementen zoals UAV's, helikopters, electronic warfare.
- Data associatie en fusie: data associatie is nodig om nieuwe vijandrapportages te kunnen vergelijken met oude rapportages. Deze vergelijking gebeurt aan de hand van eenheid type, activiteit, lokatie en samenstelling van een eenheid. Er kunnen filters ingezet worden om fouten te modellen (fog of war).

5.6 WISE (model voor C2 studies)

WISE (Wargaming Infrastructure and Simulation Environment) is gebouwd door DSTL (UK), als vervanger voor de wargame Divisional WarGame (DWG) dat gebouwd was voor de 'koude oorlog'. DWG was een twee partijen wargame gebaseerd op attritie, waarbij veel personeel nodig was om een wargame te ondersteunen.

WISE is een generieke simulatieomgeving die specifiek ontwikkeld is voor C2 studies. Voor specifieke analyses kan WISE echter aangepast worden. Zowel open als gesloten simulaties kunnen worden ondersteund met WISE.



(Yellow parts are not implemented yet)

Figuur 28 De wijze waarop besluitvorming in WISE is opgenomen.

WISE is gebaseerd op agents, welke organisaties voorstellen. Deze organisaties bevatten een aantal elementen:

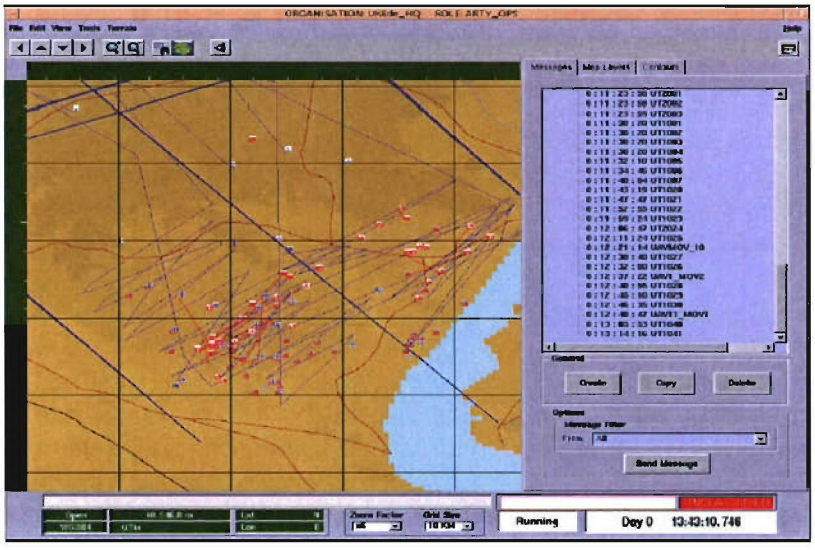
- De partij waartoe ze behoren.
- Perceptie van de situatie: hangt van de actuele informatieverzameling af, is dus niet gelijk aan de 'ground truth'.
- Communicatie: via berichten of interacties (gesprekken) tussen organisaties kan er gecommuniceerd worden.
- Fysieke middelen: materiel, personeel, voorraden.
- Capaciteiten: afhankelijk van activiteiten en acties wordt de capaciteit beter (getraindheid).
- Rollen: aangezien WISE met name voor C2 ontwikkeld is, kunnen de rollen binnen een staf (G1 tot en met G9) in het model gebracht worden. Een rol heeft een aantal gedrags modificators zoals informatie interpretatie en procesvertragingen.
- Besluitvormings gedrag: gebaseerd op drie niveaus van het Endsley model voor Situation Awareness (SA) (zie figuur 28).
  - Voor niveau 1 (perceptie) gebruikt WISE the associatie regels van CLASS. De fusie modellering is in CLASS ingewikkelder.

- Voor niveau 2 (begrip) en 3 (projectie van de toekomst) gebruikt WISE de planners-algoritmen van Jim Moffat. Indien men de Human in the loop versie gebruikt kunnen rollenspelers zelf hun acties en rule-based besluiten invoeren.

WISE kan afhankelijk van de specifieke vraag toegesneden worden. Twee specifieke toegesneden WISE modellen zijn (situatie 2003) (ref. 9):

1 Model of Integrated Logistics Operations (MILO): specifieke logistieke toepassing
2 Formation Wargame (FW): toepassing voor experimenten waarbij de spelers in het model besluiten kunnen invoeren.

Het FW gebruikt WISE en andere specifieke detailmodellen om alle fysieke acties in het scenario door te rekenen. De spelers opereren op formatie-niveau en gebruiken een aantal regels op basis waarin beslissingen worden genomen. De capaciteiten van voertuigen om waar te nemen, te bewegen en in gevecht te gaan zijn volledig data-gestuurd.



Figuur 29 Scherm van WISE.

5.7 J-ROADS (Luchtverdediging)

J-ROADS is een model dat voornamelijk gebruikt wordt voor analyses en trainingen op het gebied van luchtverdediging. Landoptreden is in deze omgeving nauwelijks beschikbaar. De simulatie-omgeving is echter generiek van opzet en uitbreidingen zijn goed mogelijk. KIBOWI gebruikt eveneens een deel van de componenten van dit simulatie-framework.

5.7.1 *Inleiding*

J-ROADS is een simulatie-omgeving voor luchtverdediging. Op dit moment zijn wapensystemen als PATRIOT, LCF (Luchtverdedigings- en Commando Fregat) en FGBADS (Future Ground Based Air Defence Systems) gemodelleerd. Vanwege de generieke modelleeraanpak is het eenvoudig mogelijk om andere systemen te modelleren. Voorbeelden hiervan zijn systemen als THAAD, AWACS, Early Warning satellieten en radars. Een wapensysteem is opgebouwd uit sensoren, wapens, commandovoering en communicatiemiddelen.

Dreiging is eveneens gemodelleerd. Voorbeelden hiervan zijn onbemande vliegtuigen, helikopters, cruise-missiles, air-to-surface missiles, anti radiation missiles, anti ship missiles en ballistic missiles.

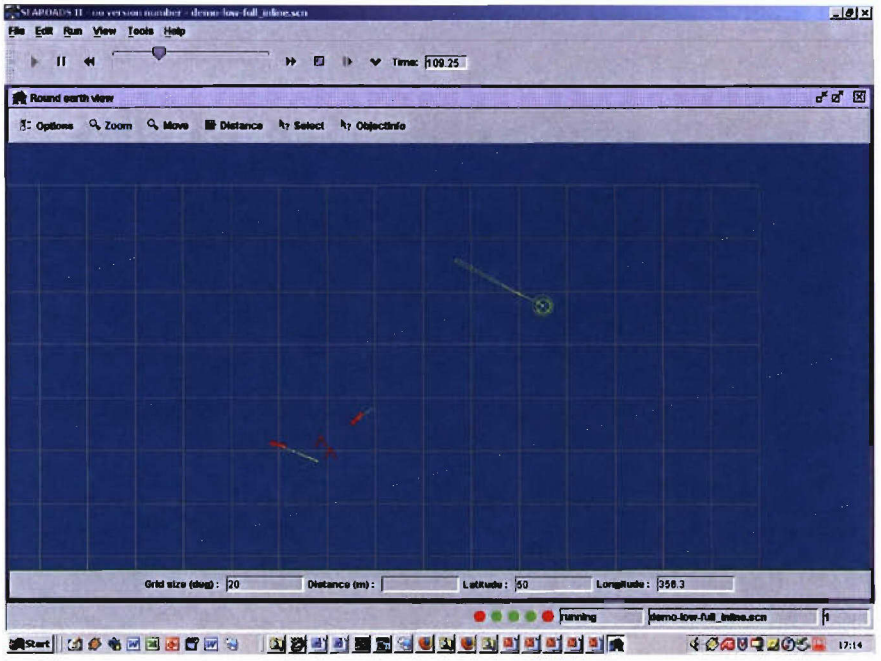
J-ROADS wordt gebruikt als:

1 **Trainings model**: Tijdens JPOW en andere oefeningen wordt J-ROADS gebruikt als simulatie-omgeving voor de wapensystemen. Belangrijke aspecten zijn hier het user-interface, de visualisatie, de real-time performance, betrouwbaarheid en de gegevensuitwisseling via DIS (Distributed Interactive Simulation) of HLA en de LINK-16 interfaces.
2 **Analyse model:** Het model wordt gebruikt om luchtverdedigingsstudies mee uit te voeren. Belangrijke aspecten zijn hier de mate van detail, de statistische betrouwbaarheid, en de analyse-mogelijkheden op het gebied van visualisatie en specifieke loggers.

Het proces werkt globaal als volgt:

Luchtverdediging

Een opstelling van luchtverdedigingsystemen wordt gepland en dit wordt door middel van een scenario-file ingevoerd in J-ROADS. Dit kan een combinatie zijn van maritieme luchtverdediging en van landcomponenten (het model INDIA kan als hulpmiddel dienen om de posities te bepalen voor de landopstellingen). De interacties tussen de verschillende simulatie-objecten kunnen opgegeven worden via een tabel waarin de links opgegeven worden. Daarnaast wordt in de scenario-file de dreiging gedefinieerd die op de luchtverdedigingssystemen afkomen.

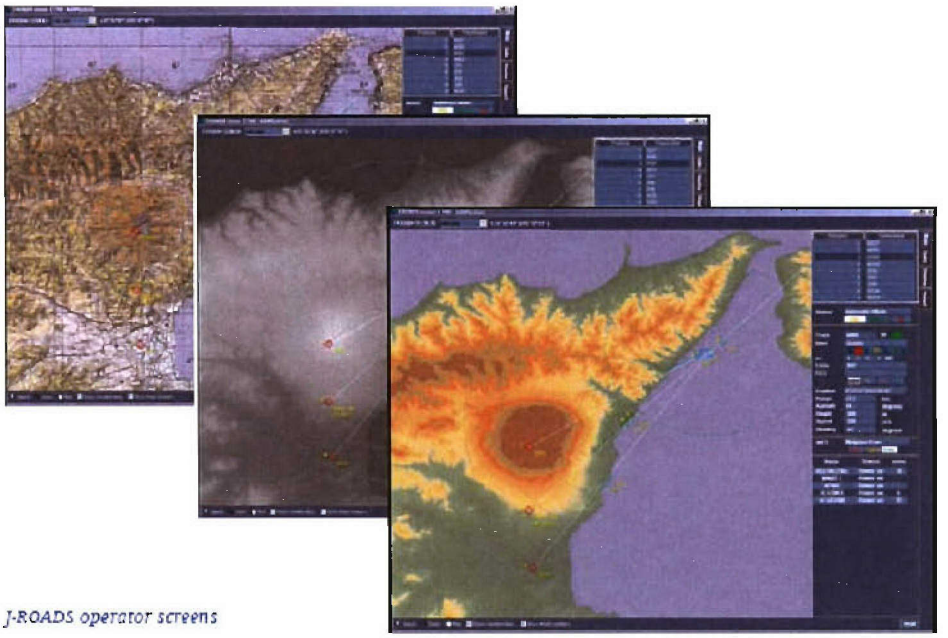


Figuur 30 J-ROADS overzichtsscherm (met name voor gebruik in analyse-mode).

De simulatie kan dan worden opgestart en de inkomende doelen zullen gedetecteerd en daarna getrackt worden door de radarsystemen. De beslissingsregels die het platform heeft, bepalen vervolgens hoe dit platform reageert: het platform kan tracks doorgeven aan een hoger niveau en dit hogere niveau laten beslissen hoe hiermee om te gaan, of het platform reageert zelf en bepaalt zelf ook wat de beste wijze is om te reageren.

Het detectieproces gebeurt op basis van plots en meerdere plots vormen tracks.
Elke sensor levert tracks aan en met behulp van sensordatafusie worden tracks gefuseerd en ge(de)correleerd. Voor elke track wordt ook een identificatie- (neutral, friendly of hostile) en classificatie-proces (doelstype) opgestart. Tracks kunnen ook tussen luchtverdedigingseenheden worden gecommuniceerd (bijvoorbeeld met behulp van het Link-16 protocol). Tijdens exercises/trainingen is het zelfs mogelijk om met behulp van Link-16 met live eenheden te communiceren.
Wanneer het een vijandig platform is, wordt bepaald welk wapensysteem het beste kan reageren op de dreiging en vervolgens tracht dit wapensysteem de dreiging te neutraliseren (met hardkill of softkill). J-ROADS simuleert de inkomende doelen en de tegenmaatregelen. Het resultaat van de simulatie is of de dreiging geneutraliseerd wordt of niet. Tijdens een simulatie-run is het mogelijk om J-ROADS allerlei effectiviteitsmaten bij te laten houden en naar file weg te schrijven.

Voor ieder platform geldt dat behalve in de automatic mode ook manueel gereageerd kan worden. In de oefeningen krijgen de operators informatie over de tracks en de bijbehorende platforms en zij dienen hierop te reageren.



Figuur 31 J-ROADS operator schermen (voor de trainings-mode).

Naval Fire Support
In het geval van Naval Fire Support is ieder platform (soldaat of voertuig) gemodelleerd als separaat simulatie-object dat een positie op het land heeft. Door middel van Forward Observers of met UAV's kunnen deze vijandelijke eenheden worden gedetecteerd. Deze middelen geven hun informatie door aan een hoger commando en dat commando kan een opdracht geven aan een vuureenheid om vuur uit te brengen. Via gedetailleerde berekeningen van doelbaan plus tabellen met de effecten van een munitietype op een doelklasse wordt nagegaan wat het effect is van de vuuropdracht op de vijandelijke eenheid.

5.7.2 *Beschrijving van het model*

5.7.2.1 *Organisatie*
In J-ROADS kunnen meerdere partijen worden ingevoerd. Er wordt hier echter niet specifiek gebruik van gemaakt. Op binnenkomende contacten wordt alleen de classificatie 'friendly, hostile of neutral' toegekend. Binnen een partij kunnen meerdere niveaus worden opgegeven om de commandovoering uit te voeren (meestal worden twee, soms worden drie niveaus gebruikt).

5.7.2.2 *Beweging*
De beweging kan per platform op verschillende wijzen worden opgegeven:
- Via orders voor een nieuwe koers.
- Via een order om naar een bepaalde positie te gaan.
- Via waypoints.

Elk simulatie-object kan eigen beslissingsregels hebben en deze beslissingsregels kunnen betrekking hebben op de bewegingen van een platform.

Opgemerkt dient te worden, dat de beweging van de platformen die niet als dreiging dienen, niet erg belangrijk is. De luchtverdedigings-systemen op het land hebben een

vaste positie en ook de maritieme middelen bewegen slechts minimaal wanneer de totale oppervlakte in beschouwing wordt genomen.

5.7.2.3 Vuurkracht

De verdedigende eenheid kan één of meerdere wapensystemen hebben. De inzet van deze systemen kan via 'human-in-the-loop' of geheel geautomatiseerd uitgevoerd worden. Via kill-kans modellen wordt het effect uitgerekend (deze modellen zijn, afgeleid van gedetailleerde radarmodellen, vereenvoudigd in J-ROADS ingebouwd of gekoppeld).

5.7.2.4 Inlichtingen

Detectie/classificatie gebeurt via gedetailleerde radarmodellen en ook via communicatie (binnen een J-ROADS simulatie of tussen computers in een netwerk (DIS/HLA)) met andere eenheden.

5.7.2.5 Commandovoering

De commandovoering kan op verschillende niveaus. In principe reageert iedere eenheid voor zichzelf op binnenkomende doelen. Het is echter mogelijk door taakgroepen te formeren, het verdedigingscommando te verdelen. Dit wordt gerealiseerd door iedere eenheid een geschikte Threat Evaluation and Weapon Assignment (TEWA) als deelsysteem te geven en binnen deze TEWA de parameters op de juiste wijze in te stellen. Een voorbeeld hiervan kan zijn dat een platform op vijandige doelen in een bepaalde sector direct moet reageren en dat bij andere detecties een detectie/track doorgegeven moet worden aan het hogere commando. Deze commandolaag beslist dan hoe gereageerd moet worden.

5.7.2.6 Logistiek/Verzorging

Logistiek en verzorging zijn niet meegenomen in het model. Bij luchtverdediging is de tijd veel te kort voor herbevoorrading tijdens een aanval. De initiële voorraden kunnen alleen opgegeven worden. Wel is het mogelijk om wapensystemen te herladen (reload). Tijdens een reload wordt het systeem voor een bepaalde tijd uitgeschakeld.

5.7.2.7 Bescherming

Elke eenheid behoort tot een bepaalde doelklasse en voor deze doelklasse is de uitwerking van de munitie bekend.

5.7.3 Overige aspecten van het model

5.7.3.1 Flexibiliteit

J-ROADS kan in 2 hoofdmodes gebruikt worden: als trainingsmiddel en als onderzoekstool. In het eerste geval wordt een Operator Interface opgestart in J-ROADS, die het mogelijk maakt om te interacteren met het gekozen luchtverdedigingssyteem. In beide omgevingen kunnen allerlei systemen en scenario's heel flexibel gewijzigd worden.

5.8 INDIA (Luchtverdediging)

Het model INDIA is een plannings- en evaluatiemodel voor grondgebonden luchtverdediging (GBAD). De effectiviteit van een luchtverdigingsopstelling kan in INDIA zowel grafisch als analytisch worden bepaald (gebruik makende van de NAVO luchtverdedigingsrichtlijnen). De resultaten kunnen worden gebruikt om

luchtverdedigingsopstellingen te plannen en om verschillende opstellingen en GBAD systemen te analyseren.

INDIA is een deterministisch simulatie model: er zijn geen stochastische factoren. Gegeven een opstelling van GBAD systemen en een binnenkomende luchtdreiging, wordt de reactie van het verdedigingssysteem (detectie, tracking en engagement) in INDIA gesimuleerd. Door de richting van de binnenkomende luchtdreiging te variëren kan een overzicht worden verkregen van het effect van de verdedigings-opstelling in verschillende richtingen.

De filosofie achter INDIA is dat het de onderscheppingsmogelijkheden bepaalt, en niet de uitslag van een enkele onderscheppingspoging. Gegeven de systeemeigenschappen en operationele beperkingen volgen hieruit de 'best mogelijke' onderscheppingsdiagrammen voor de opgegeven opstelling.

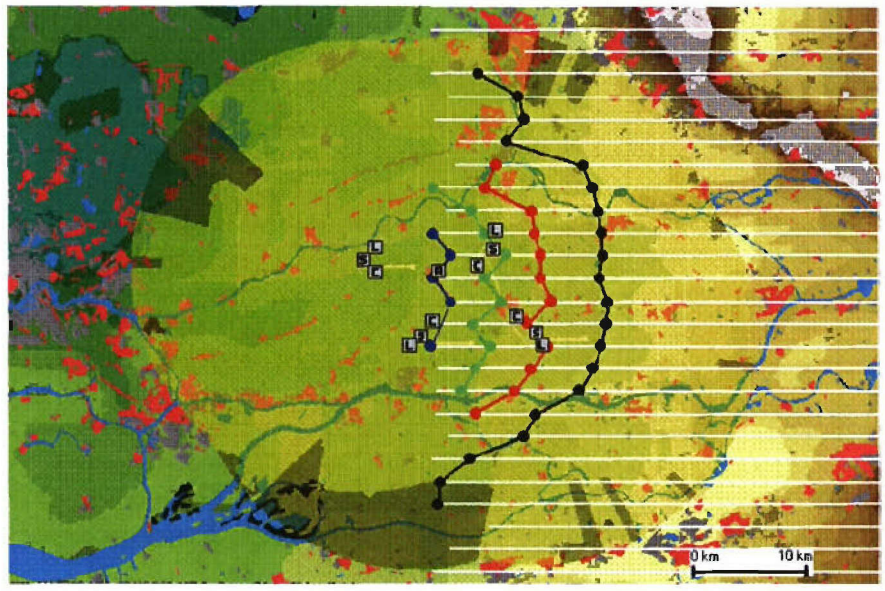
In het algemeen kan gesteld worden dat INDIA een model is waarin GBAD systemen met weinig detail zijn modelleerd. Een sensor heeft bijvoorbeeld een op te geven bereik en daarbinnen is het doel altijd gedetecteerd. Het voordeel van INDIA is dat de gebruiker met weinig gegevens toch een goed beeld van de GBAD prestatie kan vormen. Voor de planning van een opstelling kunnen de resultaten van INDIA als basis gebruikt worden. De volgende stap is dat via verkenningen in het veld nagegaan moet worden of de geplande locaties daadwerkelijk geschikt zijn.

De afgelopen jaren is de nadruk in de ontwikkeling en het gebruik van INDIA vooral komen te liggen op de toepassing in de planning. Maar INDIA is daarnaast ook geschikt voor snelle analyses van toekomstige GBAD behoefte.

5.8.1 *Modelopzet*

Het model INDIA bestaat uit een viertal modules:

1. Wapen en sensor definitie module: hierin kan de gebruiker de systeemelementen (sensor, launcher, missile/gun en commando-cel) opgeven.
2. Scenario en luchtdreiging definitie module: hierin kunen scenario- en luchtdreigingskenmerken worden opgegeven. Uit de verschillende elementen worden hier één of meerdere GBAD-eenheden samengesteld. Bovendien kunnen hier ook de sensorbereiken en de vluchtprofielen gevisualiseerd worden. Daarnaast zijn diverse hulpmiddelen beschikbaar om een militaire planner te ondersteunen, bijvoorbeeld de sensorplaatsing optimalisatie tool.
3. Simulatie module: hierin worden definieerde scenario's (in batches) doorgerekend.
4. Analyse module: hierin kunnen de intercept diagramen bekeken worden (zie figuur 32). Daarnaast kunnen ook de procestijden van alle berekende intercept points bekeken worden en ook de gegevens van de mislukte intercepts (en de oorzaak ervan). Bovendien worden ook de zes effectiviteitsmaten (gebaseerd op de NAVO luchtverdedigingsrichtlijnen) 'Balanced fire', 'Weighted coverage', 'Early engagement', 'Defence in depth', 'Overlapping fire zones' en 'Mutual support') van de huidige opstellingen getoond. Zowel in de definitie- als de analysemodule heeft de planner de mogelijkheid om sensor coverages, systeemposities en Missile Engagement Zones te exporteren ten behoeve van gebruik elders.



Figuur 32 Intercept diagram: De zwarte lijn geeft de locatie van de vroegst mogelijke interceptie aan, de blauwe lijn het laatst mogelijke interceptiepunt. Sensor dekking wordt aangegeven met de gele (lage hoogte) en bruine transparante overlays. De dreigingsbanen (tracks) komen vanuit het oosten en bewegen naar het westen (witte lijnen). Een GBAD systeem bestaat hier uit een C (Command-cel), S (Sensor) en L (Launcher) combinatie.

5.8.2 *Organisatie*

In INDIA is de grondgebonden luchtverdediging opgebouwd uit:

- sensoren die een inkomende dreiging detecteren;
- C2 die beslist op welke wijze actie wordt ondernomen;
- wapensystemen die de binnenkomende dreiging dienen te neutraliseren.

Meerdere elementen kunnen met elkaar verbonden worden zodat het luchtbeeld gedeeld kan worden en aansturing van launchers mogelijk is. INDIA kent één niveau van commandovoering: de C-Cel.

5.8.3 *Vuurkracht*

De verdedigende opstelling kan één of meerdere wapensystemen hebben. De inzet van deze systemen wordt automatisch uitgevoerd volgens in het model opgenomen generieke regels. INDIA werkt een procesvolgorde af, met hierin als belangrijkste taken Acquisitie, Identificatie, Prioritisatie, Tracking, Allocatie, Lancering, Vlucht(geleiding), Onderschepping, Kill Assesment en Opnieuw onderscheppen.
Elk proces kost een van te voren bepaalde hoeveelheid tijd of wordt bepaald door dreigings- en omgevingsfactoren (bijvoorbeeld Unmask dreiging, terreinelevatie).

In principe zal elk GBAD systeem dat in staat is om te vuren steeds een onderschepping uitvoeren, net zolang totdat er één succesvol is. Deze wordt bewaard als geldige onderscheppingsmogelijkheid, waarna de nog in vlucht zijnde raketten worden weggegooid. Hierna kan het (deelsysteem) opnieuw een onderschepping starten.

Parameters die bij de wapensystemen opgegeven kunnen worden zijn te verdelen in:

- Missile fly-out parameters.
- Missile guidance parameters.
- Gun parameters.

5.8.4 *Beweging*

De luchtverdedigingssystemen hebben een vaste positie in het model en voor de verdedigingssystemen is beweging aldus niet relevant.

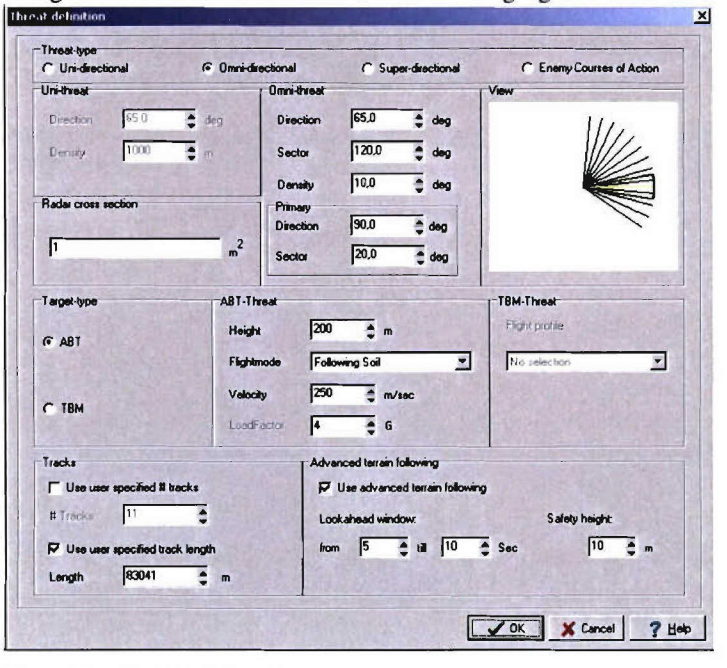
De inkomende dreiging bestaat hoofdzakelijk uit uni-directionele (bijvoorbeeld voor gebiedsverdediging) of omni-directionele (bijvoorbeeld voor de verdediging van een specifieke locatie – puntverdediging) dreigingsbanen. De tracks kunnen of op vaste vlieghoogte zijn, of terreinvolgend (op dit moment wordt gewerkt aan nieuwe (gekromde) dreigingsbanen). Vliegsnelheid, hoogte en radar cross section (RCS[8]) zijn in te stellen. Voor de airborne dreiging is het mogelijk om de hoogte, de snelheid en het type vlucht (bijvoorbeeld terrain following mode, constante hoogte) op te geven.

5.8.5 *Dreiging en Inlichtingen*

In INDIA zijn de volgende typen luchtdreiging gemodelleerd:

- Air Breathing Targets ((onbemande) vliegtuigen, helikopters, cruise-missiles).
- Ballistic missiles (TBMs, maar kan ook gebruikt worden voor Anti Radiation Missiles).

In figuur 33 staat een voorbeeld van een dreigingsdefinitie.



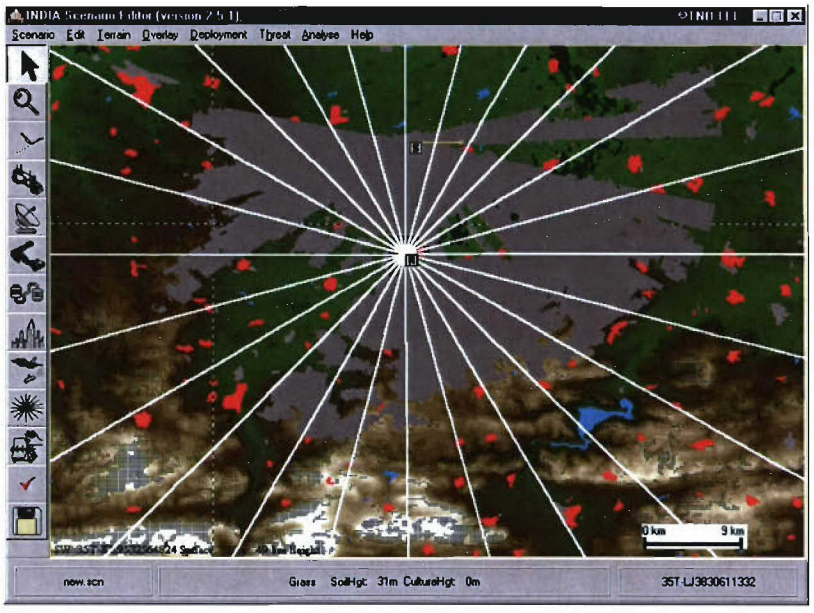
Figuur 33 Luchtdreigingseigenschappen.

Dreiging: deze beweegt zich langs de uni-/omnidirectionele dreigingsbanen.
De dreiging dient door de INDIA gebruiker opgegeven te worden.

Verdediging: detectie vindt plaats wanneer een luchtdreiging binnen bereik van één van de sensoren komt (afhankelijk van de RCS van de dreiging, dreigingsvluchtprofiel en

8 Radar Cross Section (RCS): De radar cross section is een maat voor de mate waarin een obstakel, object of constructie de radiogolven reflecteert in dezelfde richting als waar zij vandaan komen. Dit is vooral van belang bij RADAR. De RCS is sterk afhankelijk van de vorm van het object, de hoek waaronder de straling invalt, eventuele aanwezigheid van absorberende coatings en de frequentie van de straling.

het terrein). De sensoren zijn meestal radars, maar ook infrarode en visuele sensoren kunnen worden gebruikt.

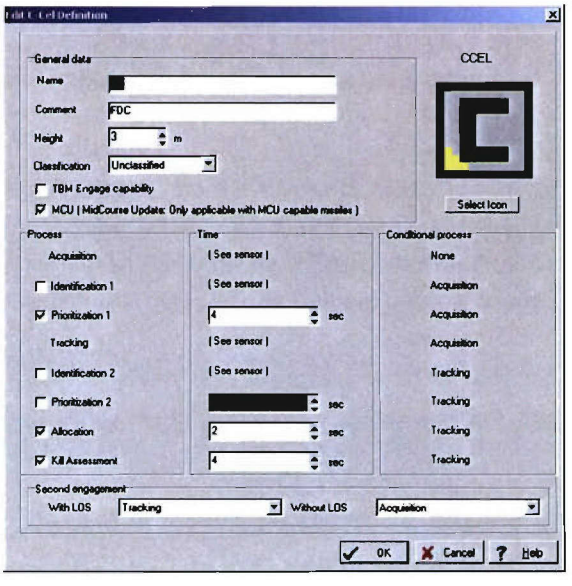


Figuur 34 Sensor coverage en omni-directionele luchtdreigingsbannen.

De identificatie- en classificatie-processen zijn in INDIA op een eenvoudige wijze gemodelleerd als tijdsvertragingen. De dreiging is altijd vijandelijk en er zal ook altijd worden gepoogd de track te onderscheppen.

5.8.6 *Commandovoering*

Commandovoering is heel abstract gemodelleerd op basis van de 'engagement timelijnen'. Dit houdt in dat besluitvormingsprocessen zijn gemodelleerd door een vertragingstijd op te geven bij ieder proces dat doorlopen wordt. Een overzicht van de tijden staat in figuur 35, het definitie-scherm voor de C-cel.



Figuur 35 Voorbeeld van processen die zijn gekoppeld aan de C-Cel definitie.

5.8.7 *Logistiek/verzorging*

Logistiek en verzorging zijn niet meegenomen in het model. Wel is het mogelijk om een herbevoorrading uit te voeren op de vuureenheden.

5.8.8 *Bescherming*

Bescherming is niet meegenomen in het model.

5.8.9 *Overige aspecten*

Terreinkenmerken

INDIA werkt met een eigen gedigitaliseerde terrein database met als brondata DTED (Digital Terrain Elevation Data) en DFAD (Digital Feature Analysis Data). Niet alleen de hoogte van het terrein wordt aangegeven maar ook de bebouwing en het type bebossing. Standaard worden vakken van 100 bij 100 meter gebruikt, maar er is nu ook de mogelijkheid om hogere resolutie gedigitaliseerd terrein te gebruiken (tot op 1 meter nauwkeurig). Bovendien kunnen satellietfoto's gebruikt worden in INDIA als overlay.

Koppelingen met andere modellen

De in INDIA geplande posities kunnen worden doorgegeven aan het model J-ROADS, waarna in dat model een real-time 'human in the loop' simulatie uitgevoerd kan worden. Ook bestaat er een link met het gedetailleerde radarmodel MARS. Daarnaast heeft BAE Systems het model opgenomen in een Tactisch Command & Control Station voor de Zuid-Afrikaanse Krijgsmacht.

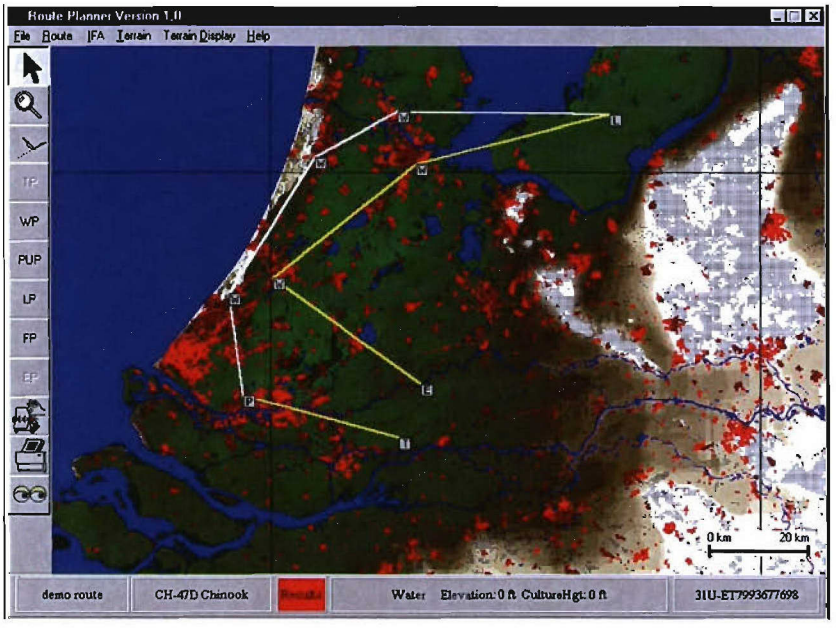
5.9 FELPATH (Helikoptertransport)

FELPATH (FEL planning Aid for Transport Helicopters) is een beslissingsondersteunende planningstool die de geïntegreerde brigadestaf van 11AMB ondersteunt bij het plannen van het helikopter transport.

Het model FELPATH is ontwikkeld door TNO en bestaat uit een viertal modules:

1 de Transport Operations Routeplanner;
2 de Attack Operations Routeplanner;
3 de Air Movement Table (AMT) Module;
4 de Screen Module.

In de Transport en Attack Operations Routeplanner (figuur 36) kan de gebruiker een te vliegen transport respectievelijk attack route plannen (onder attack route wordt een route voor een gevechtshelikopter verstaan). Na het invoeren van alle gegevens die betrekking hebben op de te vliegen transport of attack route, kunnen de resultaten worden berekend en worden gepresenteerd (brandstofverbruik, payload, maximale playtime in battle zone (BZ) of battle point (BP), etcetera). De resultaten van een geplande transport route kunnen worden ingelezen in de AMT module en de resultaten van een attack route in de Screen Module.

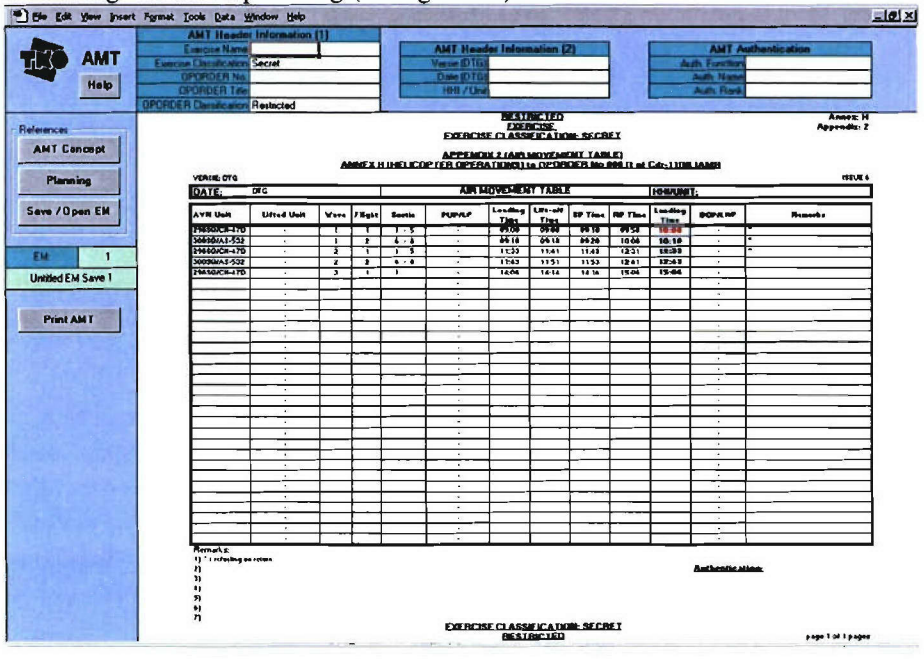


Figuur 36 De Route Planner van FELPATH.

In de AMT Module kan een snelle en ruwe schatting gemaakt worden van het aantal personen en voertuigen dat in een luchtmobiele beweging via een bepaalde route kan worden verplaatst. Zo kan in de AMT module bepaald worden:

- hoe de te verplaatsen lading globaal verdeeld moet worden over de beschikbare helikopters;
- hoe de helikoptersorties kunnen worden ingedeeld (in 'flights' en 'waves').

Uiteindelijk leidt de samenstelling tot een AMT die door 11AMB wordt gebruikt in de uitvoering van de verplaatsing (zie figuur 37).



Figuur 37 Het resultaat van FELPATH: een AMT.

In de Screen Module kan een screen gepland worden. Een screen is het beveiligen van een klein gebied met een aantal gevechtshelikopters. Bij het plannen van een screen wordt gebruik gemaakt van onder andere:

- het aantal gewenste gevechtshelikopters in een screen gedurende een periode van 24 uur;
- het aantal beschikbare bemanningen gedurende deze periode inclusief hun shifttijden;
- het aantal beschikbare gevechtshelikopters gedurende deze periode inclusief de periodes waarin de gevechtshelikopters beschikbaar zijn;
- het brandstofverbruik van de gevechtshelikopters van en naar en op de screen/base/FARP.

FELPATH verhoogt de snelheid en flexibiliteit waarmee helikopteroperaties kunnen worden gepland: alternatieve plannen kunnen snel worden vergeleken en plannen kunnen snel worden aangepast in geval van een wijziging in bijvoorbeeld de beschikbare helikoptercapaciteit, de te verplaatsen hoeveelheid lading of het operationele plan. Daarnaast is de kans op een menselijke fout een stuk kleiner als FELPATH wordt gebruikt en komt het gebruik van FELPATH de communicatie tussen brigade-, bataljons- en squadronniveau ten goede.
Ondanks het feit dat FELPATH specifiek ontwikkeld is voor de ondersteuning van de planning, zou het model mogelijk ook dienst kunnen doen bij snelle en globale analyses van de transporthelikopterbehoefte.

5.10 Fysieke Distributie analyseomgeving (Logistiek)

Om onderzoek naar logistiek uit te kunnen voeren, is een simulatiemodel ontwikkeld binnen TNO. Andere modellen op het gebied van voorraadbeheer zijn IVOOR, PlanningsTool Logistiek en de Database Logistiek. Dit zijn geen simulatiemodellen en worden niet in dit hoofdstuk uitgewerkt. Meer informatie hierover is te vinden in bijlage C.4.

5.10.1 Inleiding

Algemene inleiding
In de periode 1997 tot 2002 was TNO intensief betrokken bij de ontwikkeling van het nieuwe Fysieke Distributie concept van de Landmacht (ref. 12). Om dit nieuwe concept te kunnen analyseren, met name om een inschatting te kunnen maken van het benodigde aantal vrachtwagens (wissellaadsystemen), is een simulatieomgeving gebouwd.

Generieke kenmerken van het model
De analyseomgeving modelleert de logistieke keten vanaf het VooraadCentrum (VC) eventueel via een tussengelegen AanvulCentrum (AC) naar de operationele eenheden. Het voortraject, transport van Nederland naar het inzetgebied, is niet gemodelleerd. De operationele eenheden genereren herbevoorradingsaanvragen (bestelorders). Deze bestelorders bestaan uit karakteristieken zoals, locatie van de eenheid, type goederen, omvang goederen, aflevervensters, etcetera. Stochastiek is in het model opgenomen door bestelmomenten, bestelomvang, etcetera. stochastisch te maken.

De operationele eenheden zijn statisch, ofwel ze bewegen niet. De logistiek beweegt uiteraard wel. De belangrijkste taak van het model is vast te stellen hoeveel

wissellaadsystemen (vrachtwagens) en flatracks (een soort container) nodig zijn om een bepaald scenario te ondersteunen en welke servicegraad hiermee wordt gehaald.

Verschillende typen operationele eenheden (manoeuvre, vuursteun, genie, geneeskunde, etcetera) stellen andere eisen aan de logistiek. Daarom zijn interviews gehouden met de diverse eenheden over hun wijze van optreden, hoe de logistiek daarop moet aansluiten en hoeveel goederen ze verbruiken in diverse omstandigheden. Kortom, in deze interviews is de invoerdata verzameld.

Werking van de analyseomgeving
De analyseomgeving is opgebouwd uit drie losstaande programma's.

1 Een scenario-invoer-tool (Excel + Visual Basic): hierin wordt de logistieke keten gemodelleerd, de operationele eenheden in een scenario geplaatst, verbruiksgegevens ingevoerd en ten slotte wordt getest of er geen fouten in de invoer zitten.
2 Een reken-tool (Delphi): het ingevoerde scenario (text-files) wordt doorgerekend (eventueel in meerdere simulatieruns) en gerapporteerd in een reeks van text-files.
3 Een data-analyse-tool (Excel + Visual Basic): de text-files uit de reken-tool met de resultaten van meerdere runs kunnen hierin statistisch worden geanalyseerd.

Gebruikersgemak
Het invoeren van een scenario is bewerkelijk door de grote hoeveelheid data die moet worden ingevoerd. Het gebruik van de rekentool zelf is vervolgens niet complex. Het interpreteren van de data wel. De data-analyse-tool was destijds specifiek ontworpen om de betreffende scenario's te analyseren en niet gemakkelijk herbruikbaar voor andere scenario's.

Status
Het model is in 1999-2000 gebruikt om de logistieke bevoorrading van een divisie in de algemene verdedigingstaak te analyseren. In 2000-2001 is het gebruikt om een brigade in een Peace Enforcing scenario te analyseren.

5.10.2 *Beschrijving van het model*

5.10.2.1 *Organisatie*
De operationele eenheden (klanten van de logistiek) hebben in het model geen hiërarchische organisatiestructuur. Verschillende prioriteiten tussen klanten kunnen wel tot uitdrukking komen in de karakteristieken van bestelorders. De logistiek kent globaal twee soorten eenheden: het VoorraadCentrum (VC) en het AanvulCentrum (AC). Elk organisatie-element heeft een eigen pool van vrachtwagens, een VC is een groot voorraadcentrum (de bron van alle goederen), een AC is een overslagpunt van goederen komende vanuit het VC gaande naar diverse klanten.

5.10.2.2 *Beweging*
De operationele eenheden (logistieke klanten) bewegen niet. De bewegingen van de logistieke eenheden zijn onafhankelijk van het terrein, wegen, rivieren etcetera.
De afstand tussen de diverse verplaatsingen wordt bepaald door de 'hemelsbrede' afstand te vermenigvuldigen met de factor 1.5 (variabel instelbaar).

5.10.2.3 Vuurkracht

Vuurkracht komt in het model alleen tot uitdrukking in munitie-verbruiken van operationele eenheden. Deze verbruiken zijn echter gewoon invoerparameters en niet het resultaat van een aan het model gekoppelde gevechtssimulatie.

5.10.2.4 Inlichtingen

De logistiek beschikt over een perfect 'Common Operational Picture' in de zin dat de logistiek altijd de juiste plaats weet te vinden.

5.10.2.5 Logistiek/Verzorging

Alleen de bevoorrading van alle eenheden met alle typen goederen[9] is gemodelleerd. De geneeskundige verzorging, onderhoudslogistiek of logistieke diensten (toilet, bad, was, etcetera.) zijn niet gemodelleerd.

Over de bevoorrading is al veel gezegd in de inleiding. Hieraan kan nog toegevoegd worden dat het bevoorradingsproces volgens diverse grondvormen verloopt. Een grondvorm is een bepaalde manier waarop goederen door de keten stromen en vrachtwagens worden ingezet ten behoeve van het transport van deze goederen. Een grondvorm voor niet spoedeisende goederen is bijvoorbeeld dat de goederen alleen op het centrale VC op voorraad worden gehouden en na bestelling meeliften op andere transporten naar de betreffende klant. Een andere grondvorm is dat de klant reeds een voorwaarschuwing geeft voor een order, waarna deze gereed gemaakt wordt en er een vrachtwagen op het AC klaar staat om op afroep direct naar de klant te gaan om te goederen af te leveren. Deze grondvorm komt voor bij manoeuvre-eenheden die in een gevechtspauze zeer snel bevoorraad moeten kunnen worden. In de analyse-omgeving kunnen deze diverse grondvormen met elkaar vergeleken worden door diverse concepten met elkaar te vergelijken op de criteria: totaal aantal benodigde voertuigen en servicegraad[10].

Een ander belangrijk aspect van het bevoorradingsmodel zijn de diverse goederencategorieën. Klanten kunnen verschillende typen goederen bestellen, deze kunnen niet allemaal op hetzelfde flatrack en dus vrachtwagen worden vervoerd. Naast deze samenlaadbaarheidsbeperkingen worden ook de verschillende voorraadposities en grondvormen van goederencategorieën bijgehouden.

5.10.2.6 Bescherming

De kwetsbaarheid van operationele dan wel logistieke eenheden is niet gemodelleerd. Belangrijkste doelstelling is om vast te stellen hoeveel wissellaadsystemen initieel verworven moeten worden om een bepaald scenario te kunnen ondersteunen. Aanname

---

[9] De klasses goederen die worden onderscheiden zijn:
1. Voedsel en water
2. Reserve onderdelen
3. Brandstof, olie- en smeermiddelen (O&S)
4. Prikkeldraad, Mijnen, Fortificatiemateriaal (Prikkeldraad of Hek)
5. Munitie

[10] Niveaus van verzorging zijn:
6. Minimaal
7. Beperkt
8. Uitgebreid.

Het onderscheid uit zich in het verbruik van water, de aanwezigheid van bad/was/toilet faciliteiten en het type maaltijden.

hierbij was dat de logistiek minder verliezen zou lijden dan de operationele eenheden en dat gevechtsslijtage daarom niet tot tekortkomingen zou leiden.

5.10.3 Overige aspecten van het model

Tekortkomingen van het model zijn:

- Het statische karakter van de operationele eenheden.
- Slijtage van logistieke eenheden is niet gemodelleerd. De logistiek is kwetsbaar en kan dus juist doelwit zijn van de tegenstander en daardoor meer schade ondervinden dan de operationele eenheden.
- Verstoringen in transporten door ongelukken, vertragingen in rijtijden, het niet kunnen vinden van de klant, etcetera. zijn niet gemodelleerd.
- De detailprocessen in het VoorraadCentrum en AanvulCentrum zijn niet gemodelleerd. Daarom kan het model niet gebruikt worden om deze detailprocessen verder te analyseren, bijvoorbeeld: werklast, doorlooptijden, detailplanning, training, etcetera.

Destijds is er voor gekozen om bovenstaande elementen niet te modelleren door de toenemende complexiteit hiervan.

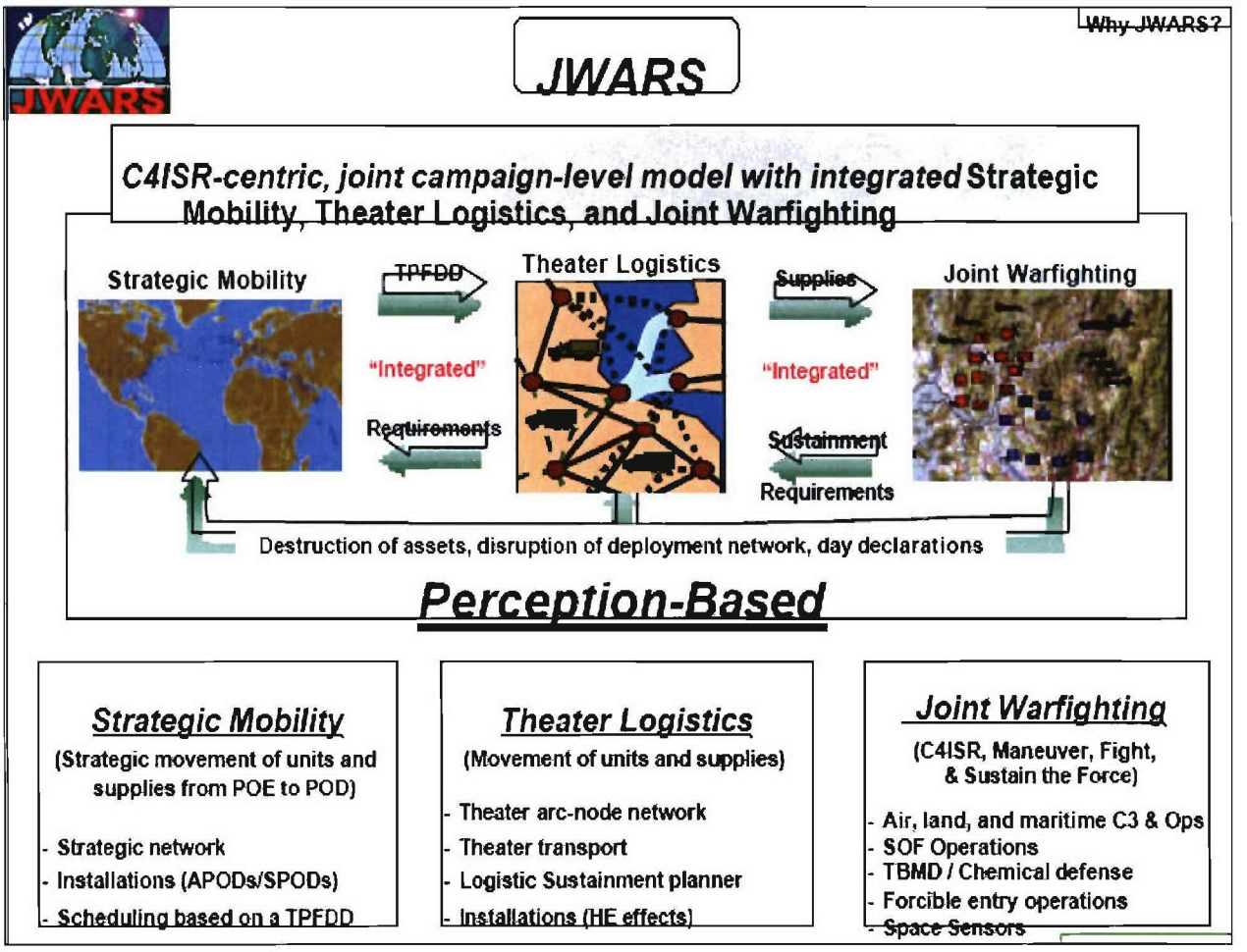
6 Hogere orde gesloten analysemodellen

6.1 JWARS en TACWAR (Joint optreden)

JWARS en TACWAR zijn twee Amerikaanse modellen voor analyses op joint abstract niveau. Beide modellen bevatten alle grond-lucht-zee middelen. Voor het landoptreden betekent dit dat niet de afzonderlijke voertuigen, maar eenheden op brigade en divisie niveau zijn gemodelleerd.

Tactical Warfare (TACWAR) is een deterministisch model dat gevechtscontacten modelleert tussen twee partijen (zowel grondmanoeuvre, luchtsteun en zeesteun). Het model wordt gebruikt om verschillende alternatieve Courses of Action (COA's) door te rekenen bij het ontwikkelen van OPLANS. Het model verdeelt het terrein in sectoren waarbinnen de brigades gevechtscontact hebben.

Joint Warfare Simulation (JWARS) is een gesloten simulatiemodel bedoeld voor simulatie van *theatre* optreden. In figuur 38 is een beknopt overzicht van JWARS te vinden.



Figuur 38 Overzicht van JWARS.

Het representatieniveau is bataljon voor landoptreden, een *flight* F16 of 1 AWACS voor luchtoptreden en een team voor SOF. Ten opzichte van TACWAR kan de simulatie naast deterministisch ook stochastisch[11] uitgevoerd worden. Ook zijn de mogelijkheden om *joint* optreden te modelleren in JWARS beter dan in TACWAR. Daarnaast is C4ISR in het model ten opzichte van TACWAR beter gemodelleerd (zo is sprake van lokale en globale percepties). De bedoeling is dat JWARS wordt gebruikt voor planning, doctrine en voor *assessment* van de huidige en toekomstige risico's en behoefte aan *capabilities*. Het is tot begin 2004[12] in één studie gebruikt: een onderzoek naar het gebruik van sensoren om escalatie van een conflict te kunnen signaleren.

6.2 BRIDGE

Met BRIDGE kunnen snel gevechtssituaties globaal worden doorgerekend door middel van eenvoudige rekenregels en kunnen troepenbewegingen worden gevisualiseerd.

6.2.1 *Inleiding*

BRIDGE, Brigade Divisie Gevechtsevaluator, is ontwikkeld als model voor het snel kunnen evalueren van Courses of Actions (ref. 13). BRIDGE is bij TNO ontwikkeld en troepenbewegingen op land kunnen op een vrij abstract niveau worden doorgerekend.

6.2.2 *Beschrijving van BRIDGE*

6.2.2.1 *Organisatie*

In BRIDGE kunnen 2 partijen worden ingevoerd. De initiële opstelling van de partijen moet ingevoerd worden en daarna kunnen de partijen orders krijgen waarbij de effecten van de orders in tijdstappen worden doorgerekend. De volgende orders kunnen opgegeven worden:

[11] Waardoor parameters gevarieerd kunnen worden zodat de uitkomsten minder gevoelig zijn voor toevalligheden in het scenario.

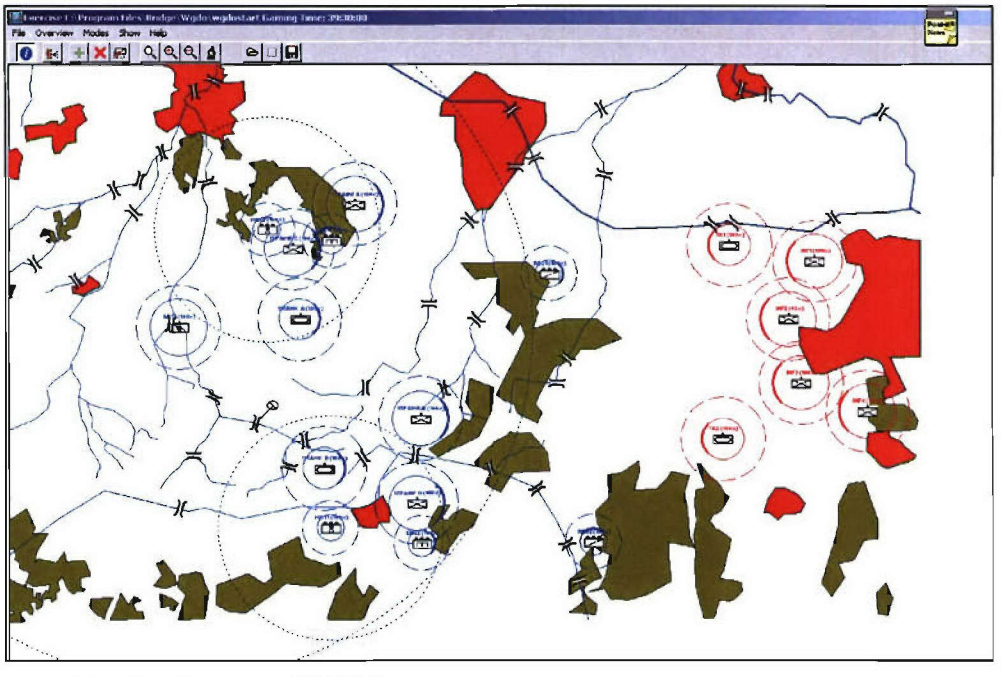
[12] Bron: MORS symposium

1. Change Formation	Wijzig de formatie van een verplaatsende eenheid.
2. Change Front	Wijzig de Fronteenheid van een stilstaande eenheid.
3. Change Notice Time	Wijzig de staat van paraatheid van een in verzamelgebied geplaatste eenheid.
4. Dig In	Laat de eenheid ingraven.
5. Move Unit	Geef een verplaatsopdracht aan een eenheid.
6. Halt Unit	Breek een lopende verplaatsopdracht af.
7. Retreat Unit	Geef een terugtrekopdracht aan een eenheid.
8. Delay Unit	Geef een vertragingsopdracht aan een eenheid.
9. Prepared route	Geef opdracht om volgens voorbereide route te verplaatsen
10. Prepared position	Geef opdracht naar een voorbereide stelling te gaan en ze in te nemen.
11. Fire Artillery	Geef een eenheid opdracht artillerie vuur af te geven.

De organisatie van eenheden is niet specifiek gemodelleerd. De eenheid wordt procentueel gesplitst in eenheden door na te gaan met welke vijandelijke eenheden de eenheid in gevecht is. De eenheid verdeelt zijn eenheden over de verschillende vijanden.

6.2.2.2 *Beweging*

De verplaatsingssnelheid van een (niet vechtende) eenheid hangt af van de basiskenmerken van de eenheid (type eenheid, niveau, ontplooiingswijze) en van de terreinkenmerken. De snelheid voor vechtende eenheden wordt bepaald door na te gaan met welke vijandelijke eenheden de eenheid in gevecht is. De eenheid verdeelt zijn gevechtskracht over de verschillende vijanden. Vervolgens wordt nagegaan welke vijand de snelheid het meest beperkt. Daarnaast is tijd nodig voor het wijzigen van de frontrichting. De benodigde tijd hangt ervan af of een eenheid ingegraven is of niet. Ook het ingraven kost een op te geven tijd.



Figuur 39 Overzichtsscherm BRIDGE.

6.2.2.3 *Vuurkracht*

Wanneer de interventiecirkels (het bereik van een eenheid, gecombineerd met het verspreidingsgebied van een eenheid) van twee eenheden van vijandelijke partijen elkaar raken, en minimaal één van beide eenheden heeft een zichtcontact met de ander,

dan ontstaat een gevecht met direct vuur. Het verlies dat een eenheid oploopt is afhankelijk van:

- de status van de eigen en de vijandelijke eenheid;
- de gevechtskracht waarmee de vijandelijke eenheid de eigen eenheid bestrijdt;
- de frontrichting van de eigen en de vijandelijke eenheid.

Het zichtcontact wordt bepaald op basis van het terrein van de eigen partij, terreintype waarop de vijand zich bevindt en de detectiestraat van een eenheid. Het bereik is behalve de middelen van de eenheid ook afhankelijk van het terrein en de actuele sterkte van de eenheid. De verliezen worden bepaald via een basisverlies dat verder nog afhangt van de richting van het front en van obstakels.

Het basis-verlies
Het basis verlies is afhankelijk van de status van de eenheid (bijvoorbeeld 'Ingegraven') die het verlies oploopt en de verlies toebrengende eenheid. Dit verlies is per 5 minuten gevechtstijd. Wanneer de verlies oplopende eenheid bezig is met ingraven, dan wordt een gewogen gemiddelde genomen van de verliezen behorende bij de status 'Ingegraven' en 'NietIngegraven'.

De invloed van de frontrichting
Afhankelijk van de frontrichting van beide eenheden, wordt het basisverlies met een factor gereduceerd. Deze staat in onderstaand tabel ('FrontTabel' in ini-file).
De frontrichting van een eenheid is goed, als de vijandelijke eenheid zich binnen 45 graden van de frontrichting (=hoofdschootsrichting) bevindt. Is het front rondom, dan is het front altijd goed en is de status InVerzamelgebied dan is de frontrichting altijd fout.

Front	Front	
Verdediger	**Goed**	**Fout**
Goed	1.0	0.075
Fout	5.0	0.000

De invloed van obstakels
Wanneer de verdedigende eenheid wacht voor een obstakel, dan is die eenheid kwetsbaarder. Het basisverlies wordt in dat geval met een factor, momenteel twee, vermenigvuldigd.

6.2.2.4 *Artillerie-vuur*

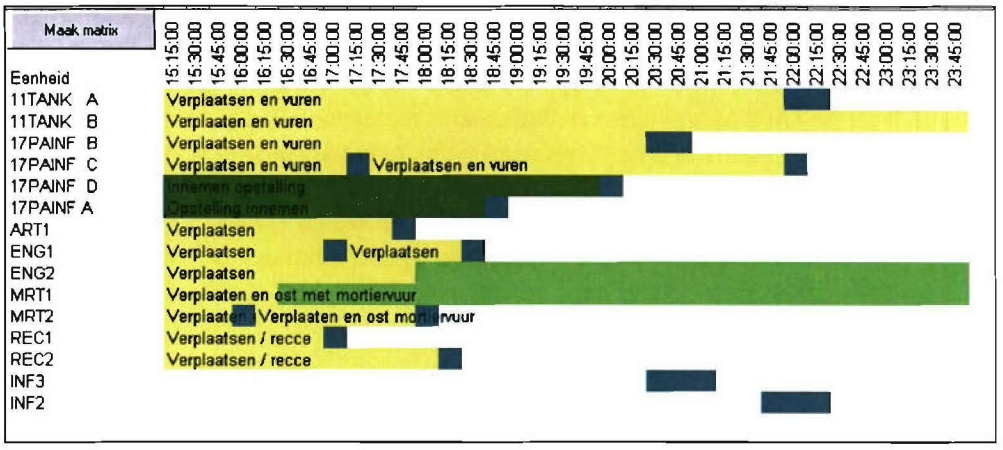
Het effect van het vuur strekt zich uit over een gebied met een straal van TLE (Target Location Error) meter vanaf het inslagpunt. De huidige waarde van de TLE is 400 meter. Het effect van het vuur op een eenheid is afhankelijk van de waarde van een aantal kenmerken te weten:

- De inzetbaarheid van de vurende eenheid.
- Het niveau van de vurende eenheid.
- De status van de bevuurde eenheid.
- Het niveau van de bevuurde eenheid.
- Het maximale effect van de gebruikte munitiesoort.

6.2.3 *Overige aspecten van het model*

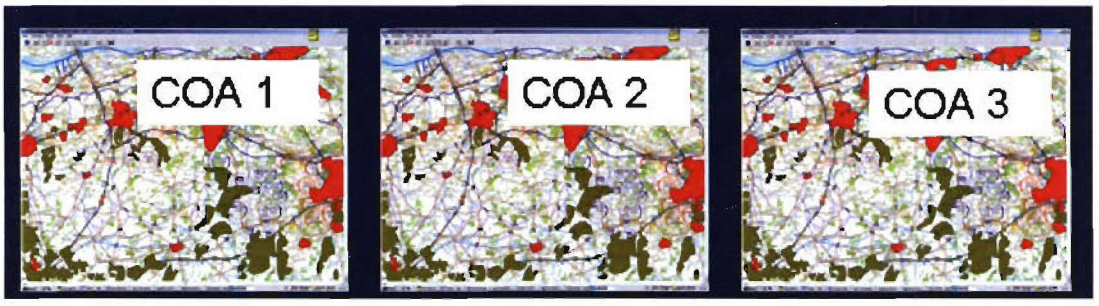
BRIDGE kan eenvoudig gebruikt worden als visualisatie-instrument om een Geïntegreerde Operatie Analyse (GOA) mee uit te voeren. Doordat het verloop van het

gevecht vervolgens in de computer staat, kan eenvoudig een synchronisatie-matrix gegenereerd worden, zoals te zien is in figuur 40.



Figuur 40 Resulterende synchronisatie-matrix in BRIDGE.

Tijdens een oefening van OA te velde[13] is getracht BRIDGE te gebruiken voor visualisatie van de troepenbewegingen. De ervaring hier was dat het gebruik van BRIDGE nog niet probleemloos ging en dat de invoer van gegevens toch de nodige tijd vereiste. Er dient wel aandacht aan besteed te worden aan de modellering en de data voordat het model gebruikt kan worden om goede analyse-resultaten te kunnen genereren.



Figuur 41 Vergelijking van Courses of Action met BRIDGE.

6.3 GAMMA

GAMMA wordt gebruikt om op hoog niveau operaties door te rekenen. GAMMA wordt onder andere gebruikt als ondersteuning bij de NATO Operational Planning Course om globale planningen door te rekenen.

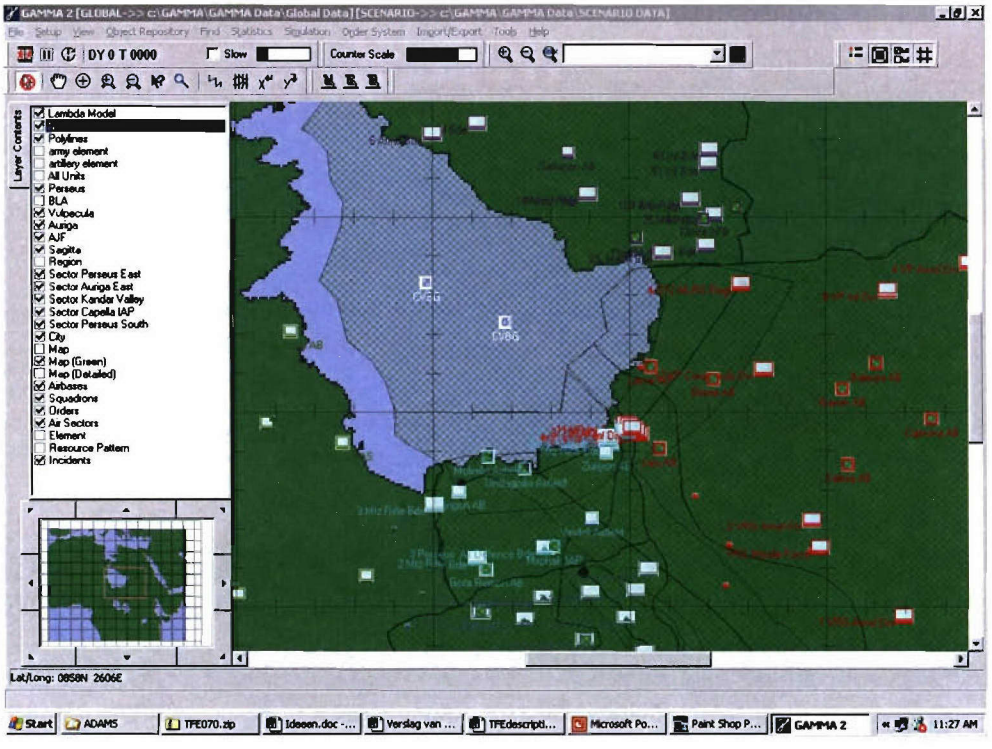
GAMMA wordt gebruikt bij de NATO-cursus 'Operational Planning Course' waarin de deelnemers het Operational Planning Process (OPP) leren en oefenen. GAMMA is hierin de tool om het verloop te voorspellen van een gewapend conflict tussen verschillende partijen. GAMMA kent een lucht-, zee- en landcomponent. De zee-component berekent wanneer de Sea lines Of Communication beschikbaar zijn (bij

[13] OA te velde is de term voor ondersteuning van operationeel analisten aan eenheden tijdens oefeningen of uitzendingen. Zes TNO-ers zijn als reservist toegevoegd aan het 1 (GE/NL) Corps om deze ondersteuning te kunnen leveren.

MW, ASuW en ASW-dreiging). De Air-module berekent aan de hand van het aantal vluchten dat gevlogen kan worden vanaf een vliegveld met een op te geven radius de BattleSpace Dominantie. De landcomponent berekent hoe snel een troepenopmars verloopt. De functionaliteit van de landcomponent komt in hoge mate overeen met de functionaliteit van BRIDGE.

Bij GAMMA zijn de verschillende componenten (land, zee en lucht) geïntegreerd. Afzonderlijk zijn de berekeningen ook beschikbaar in afzonderlijke Excel spreadsheets. Deze modules heten dan LAMBDA-LAND, LAMBDA-SEA en LAMBDA-AIR. Het nadeel van deze spreadsheets is dat de spreadsheets niet gebruikersvriendelijk zijn opgezet en de gebruiker erg voorzichtig moet zijn met het aanpassen van de spreadsheets. Het grote voordeel is dat de berekeningen heel doorzichtig zijn.

Daarnaast kan in GAMMA naast de symmetrische oorlogsvoering ook asymmetrische oorlogsvoering worden gesimuleerd door incidenten te simuleren. De incidenten kunnen veroorzaakt worden door zogenaamde 'agents' die aanslagen kunnen plegen. Een agent heeft een collectie van doelwitten, afhankelijk van het doel dat een agent nastreeft. Daarnaast heeft een agent een bepaalde insteek (de morele waarde en de irritatiefactor) die kan leiden tot vreedzaam opereren of tot nietsontziende aanslagen. Opgegeven kan worden wat het effect is van aanslagen op de stabiliteit van een regio (middels politieke, militaire, economische, ecologische, psychologische, eigen belangen en effect op etnische puriteit en op vreemdelingen).



Figuur 42 Overzichtsscherm GAMMA.

6.3.1 LAMBDA-LAND

6.3.1.1 Mogelijkheden

Lambda-land is een Excel-spreadsheet om de gevechts-slijtage en snelheid van de opmars te berekenen via een Lanchester aanpak. De situatie op de grond wordt verdeeld in een aantal sectoren (fronten) waar de troepen fysiek tegenover elkaar staan.
De invloed van het luchtgevecht op het landgevecht is meegenomen door slijtage bij de grondtroepen ten gevolge van Close Air Support (CAS) bij vechtende eenheden te bepalen en bij troepen achter het front slijtage ten gevolge van Battle Air Interdiction (BAI) te bepalen.

6.3.1.2 Invoer per sector op de grond

Voor iedere sector kunnen de eenheden opgegeven worden via hun naam en hun gevechtswaarde. De gevechtswaarde is de som van alle gebruikte wapensystemen van de eenheid. Op een Excel-sheet staat een matrix met eenheden en hun wapensystemen. Een waarde van 950 representeert een gemiddelde gemechaniseerde divisie.

Voor iedere sector en partij dient de houding en terreintype in de loop van de tijd te worden opgegeven. Mogelijke houdingen zijn:

- Attack.
- Fixed Attack.
- Defence.
- Hasty Attack.
- Delay.
- Meeting (bijvoorbeeld voor een vredesbespreking).

Voor iedere eenheid moet aangegeven of de eenheid aan het vechten is op de dag. De andere eenheden worden beschouwd achter het front te staan of als reserve te dienen. Opgegeven moet worden of de troepen zich bewegen of op dezelfde locatie blijven.

6.3.1.3 Invoer per sector vanuit de lucht

Voor beide partijen dient het aantal CAS- en BAI sorties dat beschikbaar zijn per dag te worden ingevoerd (dit is uitvoer van Lambda-Air). Deze sorties dienen verdeeld te worden over de mogelijke sectoren. Voor iedere partij en sector dient het percentage CAS moet worden opgegeven (het andere deel is BAI). Tot slot dient het weertype te worden opgegeven.

Invoer van Effecten

Afhankelijk van het terrein en de combinatie van de houdingen van beide partijen moet de force ratio voor een strijd waarbij beide kanten gelijke verliezen lijden en de hoeveelheid verliezen in dat geval, worden opgegeven. De afstand die de aanvallende partij aflegt tegen een verdedigende partij wordt bepaald door een formule als functie van de gevechtsratio.

De effecten van de sorties kunnen worden opgegeven door het aantal sorties op te geven dat benodigd is om 1% van een gemiddelde gemechaniseerde Mechanische Divisie te vernietigen, afhankelijk van het weertype (goed, gemiddeld, slecht).

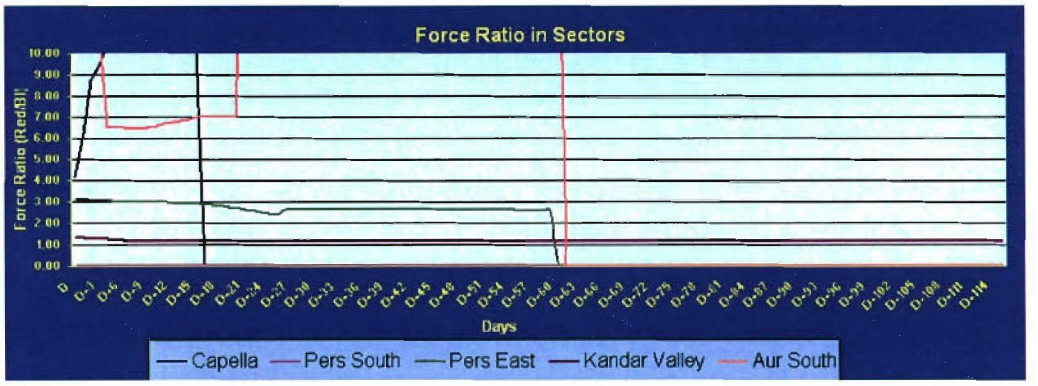
6.3.1.4 Berekeningen

In Lambda-Land wordt per sector/per tijdstap nagegaan wat de slijtage van de eenheden is ten gevolge van grondgevechten en van luchtaanvallen. Daarnaast wordt de mogelijke opmars van de aanvallende partij bepaald.

6.3.1.5 Resultaten

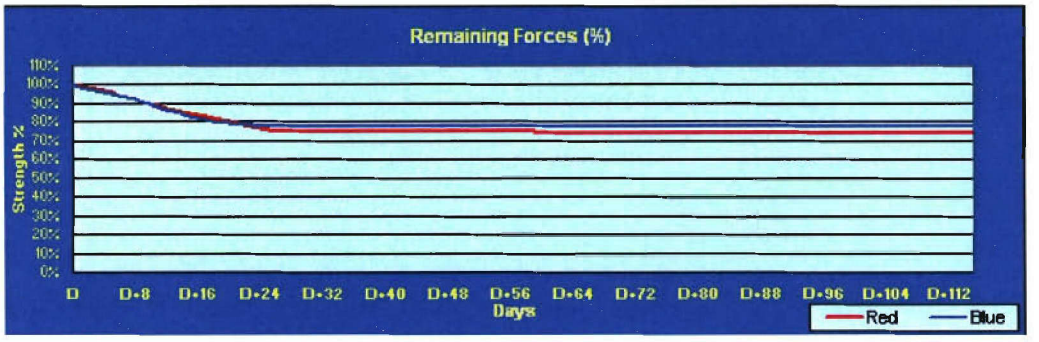
Het eerste resultaat is de mogelijke opmars (in km) van de aanvallende eenheden. Hiermee kan nagegaan worden hoelang het duurt voordat een bepaalde locatie bereikt kan worden door de aanvallende partij.

In de onderstaande figuren staan een aantal andere mogelijke resultaten:



Figuur 43 De gevechtsverhoudingen uitgezet tegen de tijd.

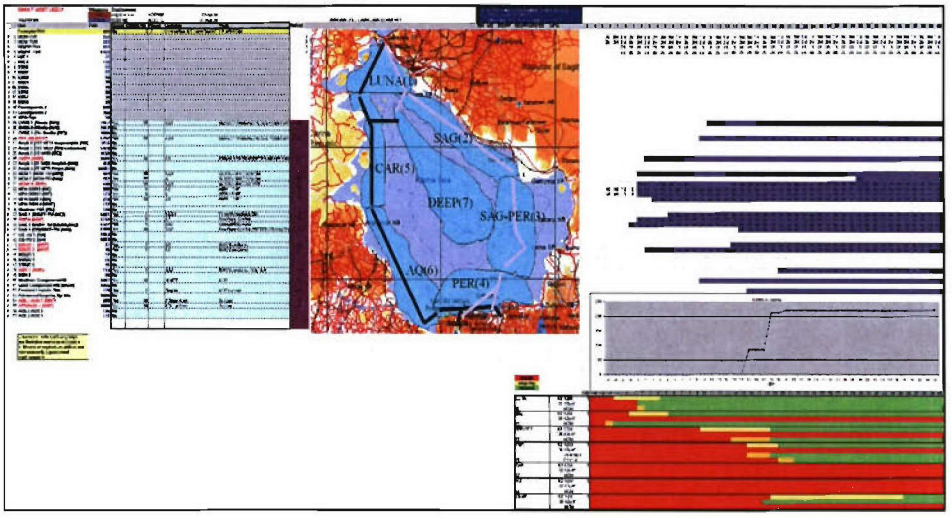
In bovenstaande figuur staat de force-ratio van Red Forces/Blue Forces voor de onderscheiden sectoren in de loop van de tijd. Duidelijk zichtbaar is dat de ratio ver boven de waarde 1 ligt, de vijandelijke eenheden zijn duidelijk sterker.



Figuur 44 Percentage overblijvende eenheden uitgezet tegen de tijd.

In bovenstaande figuur staat de afname van de sterktes (als percentage) van de troepen. Te zien is dat tot en met dag 25 zowel de eigen eenheden als de vijandelijke eenheden zware verliezen leiden.

Een dergelijke globale analyse kan ook worden uitgevoerd voor het optreden vanaf zee of via de lucht. Een voorbeeld van resultaten van het maritieme optreden staat in figuur 45.



Figuur 45 Overview van LAMBDA-SEA.

6.4 SIMBAT en SIMBRIG

SIMBAT is het model van Groot-Brittannië voor analyses op bataljons- en brigade niveau. Het kan beschouwd worden als de geabstraheerde versie van ATLAS. SIMBRIG is een uitbreiding van SIMBAT met taken die op brigadeniveau uitgevoerd worden.

6.4.1 Beschrijving van het model

6.4.1.1 Organisatie

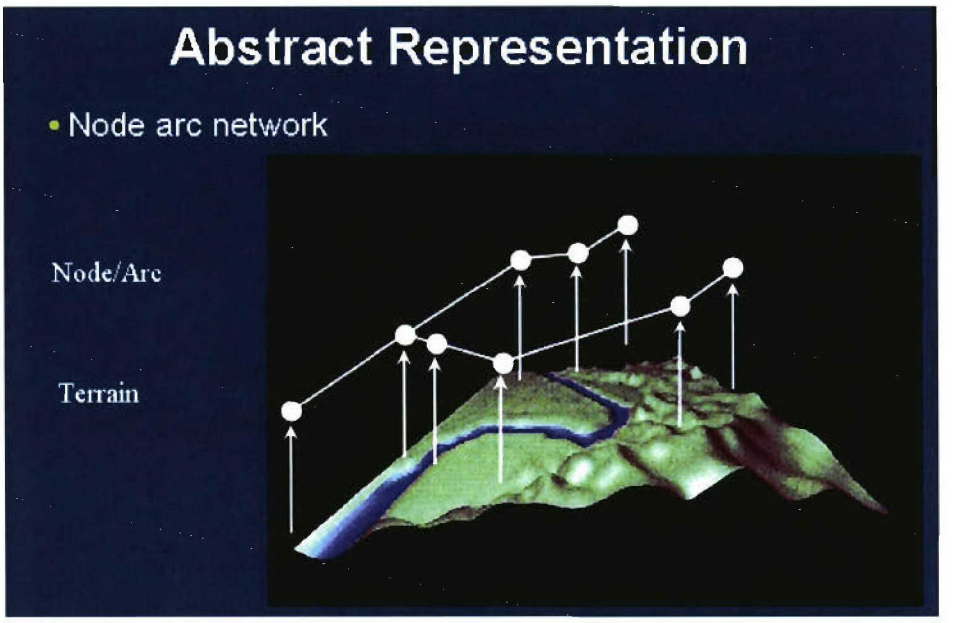
In SIMBAT en SIMBRIG kunnen meerdere partijen worden gedefinieerd en kan een matrix worden opgesteld waarin de verhoudingen tussen de partijen kunnen worden opgegeven. De mogelijke relaties (hostile, suspicious, neutral, friendly) komen overeen.

De simulatie-objecten (protagonisten) bestaan uit enkele eenheden of pelotons (tot 5 voertuigen of 30 mensen). Personeel kan uitstijgen en op deze wijze een apart simulatie-object vormen of weer opgaan in het voertuig. Ook kan personeel gedood worden, gewond raken of krijgsgevangen gemaakt worden.

Vermoeidheid van het personeel wordt meegenomen: elke taak die uitgevoerd wordt, verhoogt het vermoeidheidsniveau. Vermoeidheid beïnvloedt het waarnemingsvermogen en het vermindert de prestaties bij direct vuur.

6.4.1.2 Beweging

SIMBAT en SIMBRIG hebben een onderliggend 'node-and-arc' model (netwerk) om bewegingen uit te voeren. De 'nodes' representeren tactisch belangrijke gebieden en de 'arcs' de routes ertussen. Elke node heeft een cartesische coördinaat en een terreintype. Een matrix met de nodes moet worden opgesteld over de zichtbaarheid van de nodes ten opzichte van elkaar. De arcs hebben als kenmerk over welk terreintype de route gaat. Dit beïnvloedt de snelheid waarmee de verschillende typen voertuigen zich kunnen verplaatsen. Het bestaan van Line Of Sight (LOS) is gemodelleerd door middel van afstand en een kans.



Figuur 46 Gebruik van een netwerk in de modellering van SIMBAT/SIMBRIG.

Aangenomen wordt dat een route over een breed terrein gaat. In detail van het terrein wordt niet gegaan. Obstakels kunnen op een route worden aangemaakt: persistent of tijdelijk. Obstakels kunnen slijtage en/of vertraging veroorzaken en kunnen worden verwijderd met een eenheid-afhankelijke snelheid.

Surveillance and doelacquisitie
Het model gebruikt een 5-staps proces om een doel te bepalen:
1 is de node waarin het doel zich bevindt in LOS van de eigen node?
2 statistisch bepalen of de LOS 'open' is;
3 kans-bepaling op doel;
4 welke sensor heeft de grootste kans voor de detectie;
5 via de template van de sensor wordt bepaald of detectie mogelijk is.

Het resultaat is detectie, classificatie en identificatie (hostile, friendly of neutral). Het model heeft als aanname dat de detectie foutloos plaatsvindt (bijvoorbeeld geen fratricide mogelijk) en dat geen *false alarms* mogelijk zijn.

6.4.1.3 Vuurkracht/ effecten

Direct vuur
Afhankelijk van de relatie tot de andere partij zal een eenheid in SIMBAT en SIMBRIG anders reageren. Er wordt alleen teruggeschoten naar vijandige eenheden. De eenheden mogen terugvuren tot de categorie waarin zij beschoten wordt: small arms, machine guns and chain guns, canon, tank of anti-tank, helikopters, mortieren en artillerie of Close Air Support. Een eenheid heeft een template hoe te reageren op doelen met welke soort munitie. Gegeven een vuurbeslissing, wordt het doel bepaald op basis van prioriteit en afstand.

Dismounted Close Combat (DCC) is eveneens gemodelleerd. Kenmerken van een eenheid zijn ondere moraal van de eenheden en de bereidheid om gewonden te accepteren. Wapens en munitie bepalen de mogelijkheden van de eenheid. Het gevecht

is deterministisch gemodelleerd en het resultaat is afhankelijk van force ratio, tank support, participatie en target deployment template met het aantal gewonden en krijgsgevangenen als resultante.

Indirect vuur
De volgende mogelijkheden voor vuuraanvragen bestaan:
1 Vuursteun aangevraagd door middelen als UAV's.
2 Vuursteun aangevraagd door verkenners.
3 Aanvragen voor illuminatie.

Indirect vuur kan worden uitgebracht door:
1 Mortieren.
2 Artillerie.
3 Helicopter Arms (HELARM).
4 Close Air support (CAS).

De effecten kunnen worden verdeeld naar het vermogen tot *obscure, suppress* en *inflict casualties*. Verlichting wordt beschouwd als een apart type.

6.4.1.4 *Commandovoering*
In de commandovoering wordt de SA in een commando-unit bepaald door de informatie die afkomstig is van de onderliggende eenheden. Opgegeven kan worden hoe lang de communicatie duurt tussen de commando-eenheid en de onderliggende eenheden.

De status van de slagorde is om terug te trekken, vooruit te gaan of te stoppen. De status van een eenheid is:
1 Advance.
2 Stop.
3 Stand down.
4 Hasty defence.
5 Hasty defence and stood down.
6 Deliberate defence.
7 Deliberate defence and stood down.
8 Withdraw.

Als een eenheid een tijd stilstaat, wordt aangenomen dat zij de tijd benut om zich in te graven en na verloop van tijd wordt de staat van verdediging daardoor beter (van *hasty* naar *deliberate* bijvoorbeeld). Als een vijandelijke positie is overgenomen, is zij minder goed georganiseerd. Dit kost ook een bepaalde hoeveelheid tijd en dit wordt aangegeven met 'stood down' oftwel georganiseerd.

6.4.1.5 *Logistiek*
In SIMBAT en SIMBRIG wordt alleen munitie en brandstof als beperkende randvoorwaarde gemodelleerd. Andere logistieke issues zoals het aantal krijgsgevangenen en gewonden kunnen worden bijgehouden.

6.4.1.6 *De menselijke factor*
In SIMBAT en SIMBRIG zitten een groot aantal menselijke factoren die invloed hebben op de surveillance en direct vuur. Het is niet duidelijk hoe deze verbanden exact zijn gemodelleerd.

6.5 TEMPO (Logistiek)

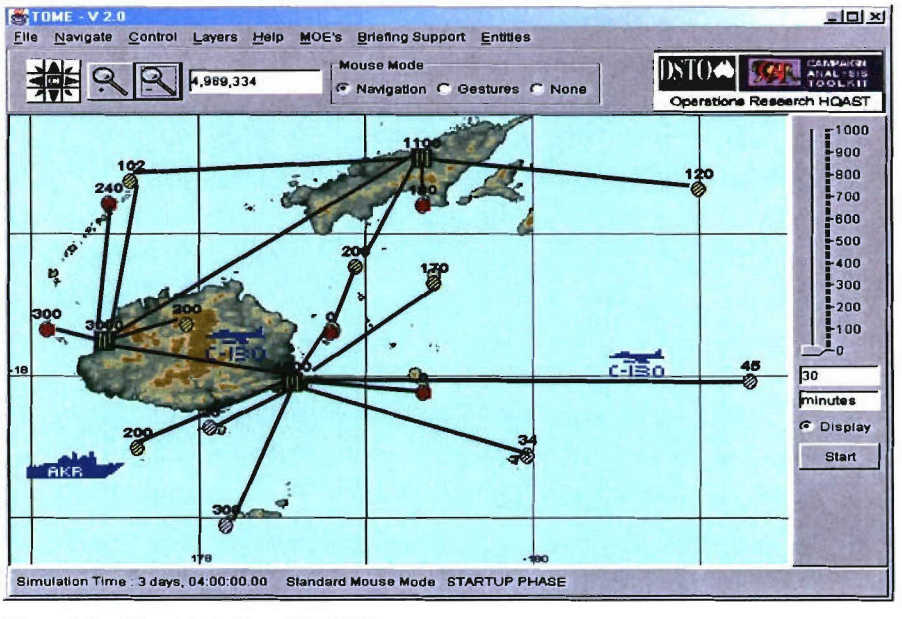
TEMPO (Theatre Evacuation Movement & Peace Optimization) is door DSTO ontwikkeld als een planningsmodel voor operationele evacuaties (voor toekomstige Australian Defence Forces).

Het model rekent een scenario door, waarbij met name de bewegingen (logistiek en manoeuvre) gemodelleerd zijn, waarna geanalyseerd kan worden waar mogelijke knelpunten zitten. Uitkomsten van het model zijn het aantal mensen dat geëvacueerd is, het aantal mensen dat zich nog in het gebied bevindt, het aantal uitgevoerde sorties, de hoeveelheid verbruikte brandstof, het aantal vlieguren, het aantal mensuren, het aantal en type transporteenheden, de duur van de operatie en de bezettingsgraad van overslagplaatsen.

In het model zijn de volgende elementen gemodelleerd: meerdere partijen, routes, aantal te evacueren mensen, dreiging per regio, beschikbare klasse hulpgoederen, verplaatsingen, orders, fasen, beschikbare operationele eenheden, behoefte eenheden aan goederen en operationele restricties (no fly zone).

Het model is een node-arc netwerk afgeleid van een geografische kaart, welke in de simulatie geen rol meer speelt. De focus ligt op logistieke bewegingen en afhandelingen. Het model bevat geen gevechtsevaluatie. Het is een gesloten model, geprogrammeerd in JAVA, waarbij geen optimalisatie plaats vindt. Het model rekent enkel en alleen de consequenties van een bepaalde Course of Action door.

In figuur 47 staat een schermafdruk van het model.



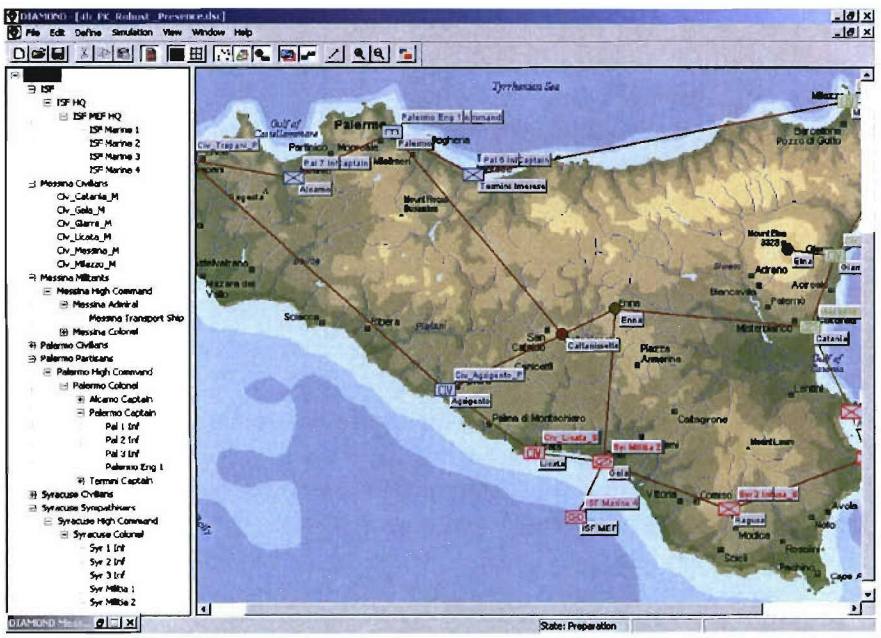
Figuur 47 Overzichtsscherm TEMPO.

6.6 DIAMOND (OOTW)

Diamond is het Operations Other Than War (OOTW)-model van het Verenigd Koninkrijk. Met behulp van DIAMOND kan men ook inzicht krijgen in operaties lager in het geweldsspectrum. DIAMOND is een uitbreiding van SIMBAT met OOTW-elementen.

Algemeen

DIAMOND (Diplomatic and Military Operations in a Non-warfighting Domain) is een analysemodel voor het bepalen van de behoefte aan eenheden voor een OOTW operatie voor bataljon tot divisie niveau (zowel in hoeveelheid als in samenstelling). Het model rekent een scenario door, waarna bepaald kan worden of er wel of niet voldoende eenheden van eigen zijde beschikbaar zijn om de missies uit te voeren. De resultaten zijn onder andere het aantal geslaagde missies, de bezettingsgraad van de eenheden, het aantal vluchtelingen, het aantal doden, beschadigingen aan gebouwen etcetera. DIAMOND is op dezelfde wijze opgezet als SIMBRIG en SIMBAT. Ook in deze modellen wordt een node-arc netwerk gebruikt. Aangezien ook in OOTW op kleine schaal gevechtscontacten kunnen voorkomen, bevat het model een versimpelde gevechtsmodule waarin Lanchester-formules worden gebruikt. Het model optimaliseert niet.



Figuur 48 Scherm van DIAMOND.

Vraagstukken

DIAMOND is volgens de makers ontworpen om het nut van verschillende type militaire eenheden en hun uitrusting, de effectiviteit van de structuur van een toekomstige strijdkracht en de mogelijke resultaten van verschillende operationele strategieën in een niet-oorlogsoperatie te onderzoeken. Met DIAMOND zou het volgende type vragen onderzocht moeten kunnen worden:

- Welke eenheden zijn essentieel bij het uitvoeren van een missie?
- Wat is het nut van elk element van een strijdkracht?

- Worden eenheden in hun primaire rol gebruikt of worden ze op andere gebieden ingezet (en is dit effectief/efficiënt)?
- Hoe robuust is de samenstelling van een troepenmacht? Hoe goed is deze in staat zich aan te passen aan veranderingen in de politieke en militaire situatie?
- Wat zou de ideale samenstelling van de troepenmacht voor een bepaalde operatie zijn?
- Wat zou de ideale structuur van een krijgsmacht zijn om een zeer breed spectrum aan mogelijke operaties aan te kunnen?

Modelleeraspecten
In principe is het mogelijk in DIAMOND alle bij een operatie betrokken partijen (met uitzondering van de politiek) te modelleren. Dus naast militaire organisaties kunnen ook niet-combattanten als Non-Governmental Organisations (NGO's) en burgers in een scenario worden opgenomen.

De verschillende elementen, mensen en middelen, waaruit de partijen zijn opgebouwd kunnen gemodelleerd worden als entiteiten. De verschillende partijen kunnen vervolgens op een infrastructuur ontplooid worden.

Deze infrastructuur bestaat uit een netwerk van knopen, die gebieden van operationele belangstelling representeren. De verbindingen tussen deze knopen leggen de verplaatsingsmogelijkheden vast.

Een scenario wordt gecompleteerd door de bedoelingen van de partijen vast te leggen, in de vorm van plannen, doelen en missies, en invulling te geven aan overige, gedragsbeïnvloedende aspecten zoals de Rules of Engagement (RoE).

Resultaten
Een simulatierun met DIAMOND levert 23 output rapporten op, dat wil zeggen 23 tekstbestanden. Bij deze rapporten blijkt het om grofweg drie soorten informatie te gaan:
- Effectinformatie, informatie over de effecten van de acties van de betrokken partijen in het simulatie-scenario.
- Operationele informatie, informatie over wat er gebeurd is (waarnemingen, communicatie, uitgevoerde missies, etcetera.).
- Samenvattingen, dit zijn uit de andere rapporten afgeleide samenvattingen (vaak de begin- en eindtoestand van de simulatie weergevend).

Concreet biedt DIAMOND aan effectinformatie:
- Algemene status van alle eenheden en burgers: (locatie, sterkte, voedsel, brandstof, munitie).
- Capaciteitsverloop van de faciliteiten: (ziekenhuiscap., voedsel, water, schuilplaatsen).
- Burger vluchtelingen: (hoeveel, wie, van waar, wanneer, hoe).
- Attritie: alle attritie die heeft plaatsgevonden bij de verschillende confrontaties in de simulatie (hoeveel, bij wie, door wie, waar, wanneer, hoe).
- Slachtoffers: de slachtoffers (militair en burger) die zijn gevallen (hoeveel, bij wie, wanneer, waardoor).

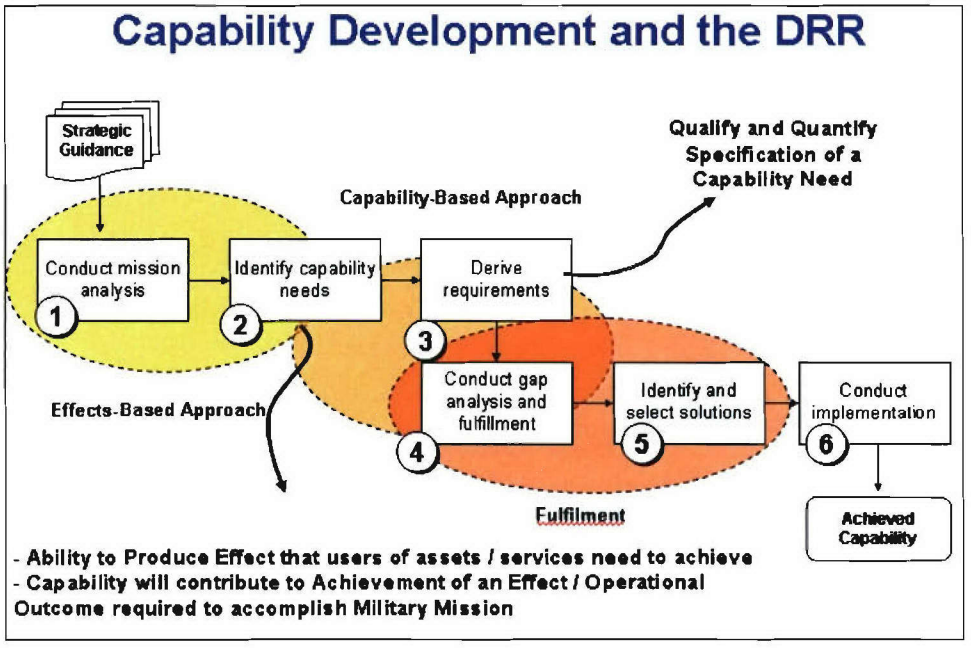
- Burgerslachtoffer informatie: burgerslachtoffers per partij per locatie (en wanneer, hoeveel, waardoor).
- Kanaalcapaciteit: capaciteitsveranderingen van de gemodelleerde infrastructuur.

En aan operationele informatie:
- Communicatie: alle communicatie die heeft plaatsgevonden (zender, ontvanger, tijd en soort).
- Missies: de uitgevoerde missies (type, uitvoerder, tijdstip).
- Verplaatsingen: alle verplaatsingen die hebben plaatsgevonden (wie, waar wanneer).
- Waarnemingen: alle waarnemingen die hebben plaatsgevonden (wie, wat wanneer, detailniveau).
- Perceptie: tijdsgerelateerde informatie van eenheden over de positie en activiteiten van andere eenheden in het scenario.
- Weer: informatie over de weersomstandigheden gedurende het scenario.

6.7 JDARTS

JDARTS is een modellen-suite die bij de NATO beschikbaar is om de eisen aan de NATO strijdkrachten te formuleren.

In onderstaande figuur staat dit grafisch weergegeven. Naast de directe gevechtseenheden kan zo ook bepaald worden welke eisen er gesteld moeten worden aan ondersteuning op het gebied van logistiek, infrastructuur, bewapening en communicatie- en informatiesystemen.



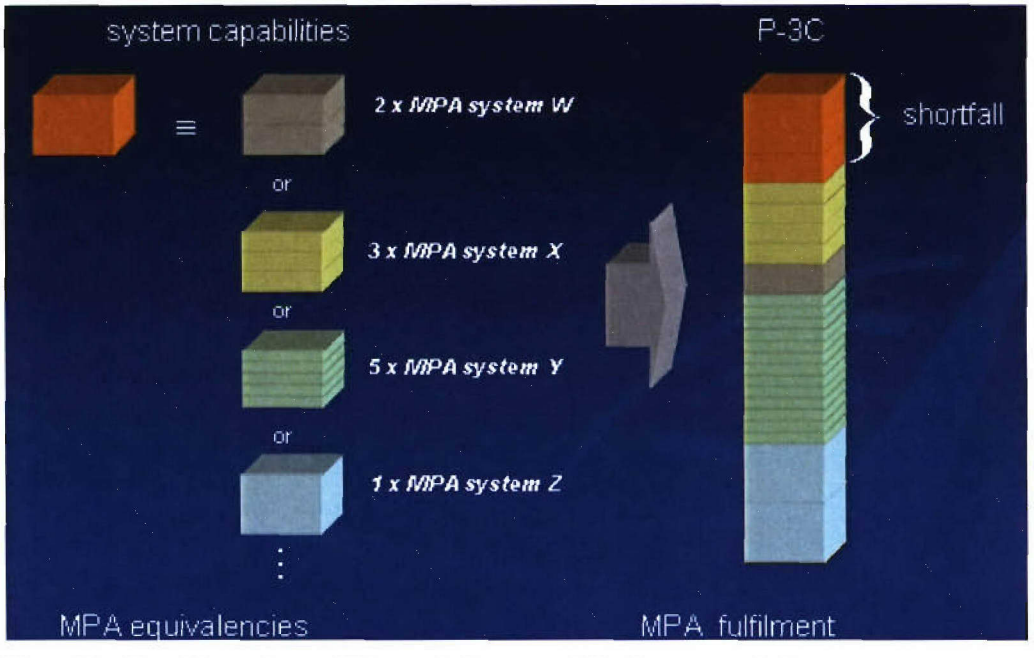
Figuur 49 Overzicht van het proces van de Defense Requirements Review (DRR).

De werkwijze is om over een geheel van missies na te gaan welke eenheden beschikbaar dienen te zijn om adequaat te kunnen opereren.

De werkwijze is als volgt:
1 Analyseer de politieke situatie.
2 Bepaal de strategische effecten die behaald dienen te worden (in de planningssituaties).
3 Bepaal de operationele capaciteiten om deze effecten te realiseren, de Mission Essential Components.
4 Verdeel de benodigde capaciteiten naar taken voor de componenten, de joint key tasks.
5 Bepaal de vereiste middelen om deze taken uit te kunnen voeren per key task.

Stap 5 is de stap waar de link van taken naar middelen wordt gemaakt. Per taak wordt daartoe een basiseenheid gebruikt, waarvan de gevechtswaarde wordt bepaald op basis van standaard aanvaarde NATO scores (gebaseerd op het CASTFOREM systeem). Vervolgens kan op basis van een vergelijking tussen de eenheid en de referentie-eenheid een equivalents-score worden bepaald. Een voorbeeld kan dit verduidelijken:

Een eenheid heeft bijvoorbeeld 75 voertuigen (met elk een gevechtswaarde van 87). De referentie-eenheid heeft 53 voertuigen (met elk een gevechtswaarde van 146). De effectiviteitswaarde voor de eenheid wordt dan: (75 X 87)/(53 X 146) = 0.84. De eenheid is dus qua gevechtswaarde vergelijkbaar met 0.84 keer de referentie-eenheid.



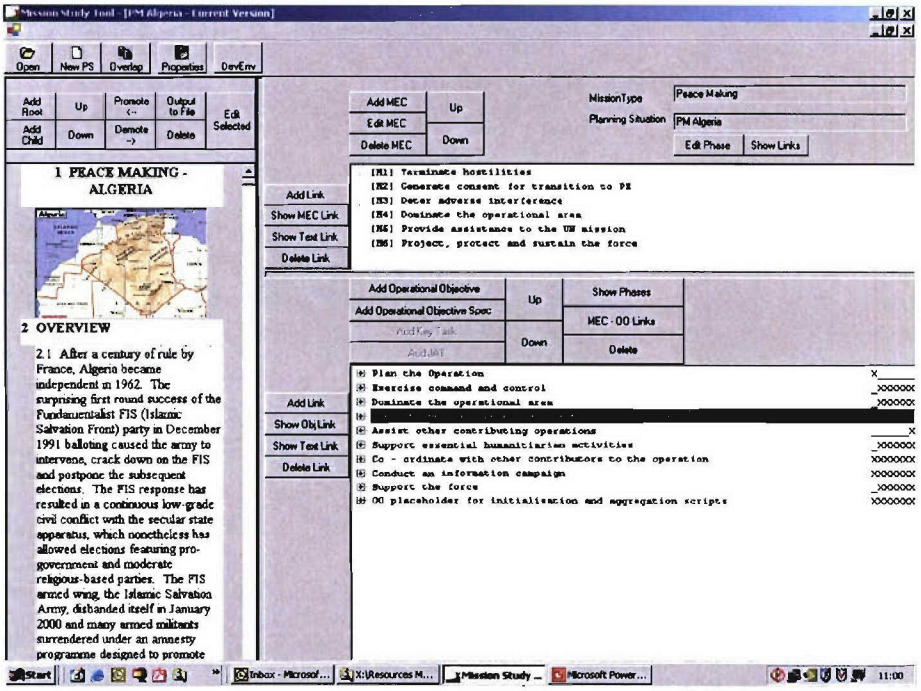
Figuur 50 Overzicht van de vergelijkingsmethode van verschillende soorten eenheden.

Een lijst van missies wordt als benchmark gesteld om na te gaan of een lijst van missies uitgevoerd kan worden. Door de KeyTaken en de Generieke middelen met elkaar te koppelen volgens het principe van de basiseenheden en de eenheden die equivalenten van deze eenheden zijn, kan berekend worden of aan de behoefte voldaan kan worden.

JDARTS bevat een aantal tools om bovenstaande stappen te ondersteunen:

1 **D-MIST:** Mission Study tool.
In deze tool kan een taakcompositie voor ieder missie-type worden gemaakt.
Op deze wijze kunnen ook een aantal situaties worden geïdentificeerd in de missie

waarop gepland moet worden: de planningssituaties. In D-MIST kan de militaire inschatting voor iedere planningssituatie worden gemaakt.



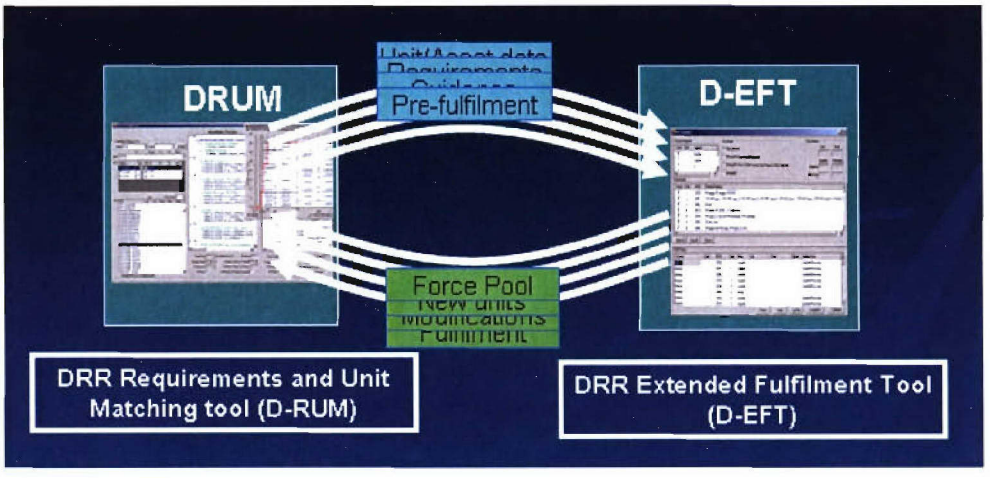
Figuur 51 Overzichtsscherm van D-MIST.

2 **D-SIGN**: Scenario Information and Geographical Analysis tool (D-SIGN).
Deze tools worden gebruikt om geografische informatie en informatie over de Courses Of Action toe te voegen.

3 **D-FARM**: DRR Force Allocation Rule Motor tool.
In deze tool worden 'force allocation rules' opgesteld voor ieder missietype. Hiermee worden requirements opgesteld voor iedere planningssituatie. De Force Allocatie Regels (FAR's) zijn missiespecifiek.

4 **D-RUM**: DRR Requirements and Unit Matching Tool.
Hierin worden alle beschikbare gegevens over de de eenheden en middelen van de NATO-aangesloten landen beheerd. Daarnaast worden alle requirements voor de PlanningsSituaties in de DRR bewaard. Vervolgens worden volgens overeengekomen richtlijnen benchmarks opgesteld. Hierna kan D-EFT worden gebruikt om de force-allocatie uit te voeren. Het resultaat kan worden geanalyseerd en eventueel kunnen meerdere D-EFT runs worden uitgevoerd om de allocatie aan te passen.

5 **D-EFT**: DRR Extended Fulfilment Tool.
Met deze tool kan de force-allocatie worden geoptimaliseerd. Tegen zo laag mogelijke kosten wordt een oplossing gezocht waarin aan alle eisen wordt voldaan (gebruik van de rekentool C-Plex).



Figuur 52 Onderlinge afstemming van D-RUM en D-EFT.

6.8 DIRECTION

DIRECTION is een abstract model dat gebruikt kan worden om beslissingen over keuzes van investeringsbeslissingen voor de lange termijn te ondersteunen (zie ref. 4).

De basis van DIRECTION bestaat uit key mission elements, taken en componenten. De samenhang tussen deze elementen is in een invloedsdiagram gemodelleerd. Het model is gebruikt om investeringen van de KL te analyseren.

Voor elke taak is bepaald hoe goed een component bijdraagt aan de taakuitvoering. Het totale model bestaat uit 17 Key Mission Elements, 61 taken, 19 componenten en 24 specifieke investeringen.

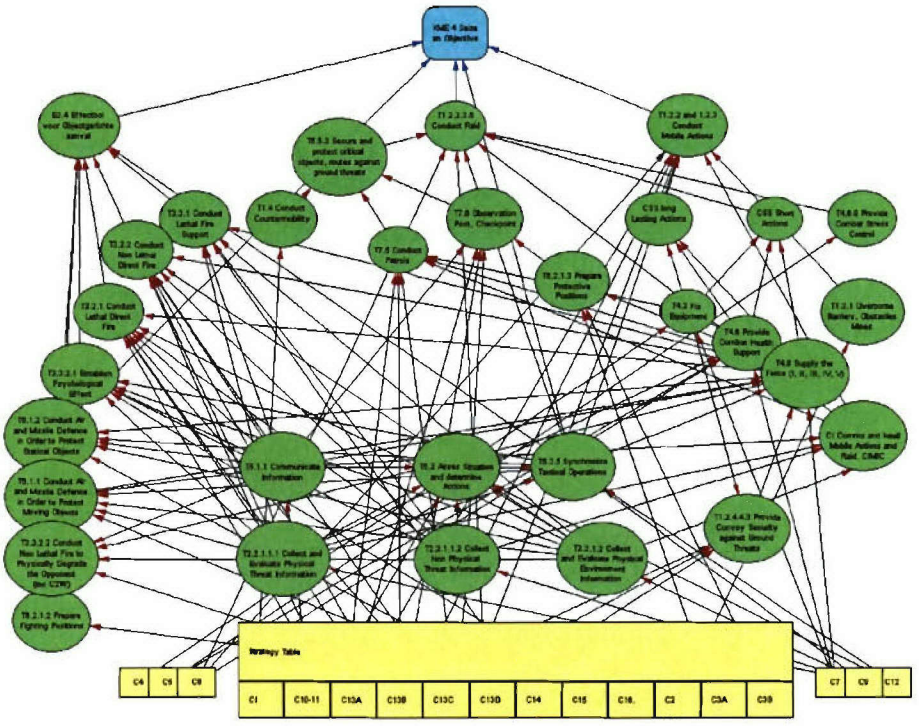
Een *Key Mission Element* (KME) is het geheel van in onderling verband uitgevoerde taken die gezamenlijk een bepaald effect op hun omgeving bereiken. Daarbij kan men denken aan 'Separating Warring Factions', 'Maintaining Air Superiority' of het uitvoeren van een 'Humanitarian operation'. KME-en zijn daarmee de onderdelen waarmee alle voorziene militaire operaties kunnen worden opgebouwd.
De verschillende KME-en die zijn onderscheiden, staan in tabel 1.

Tabel 1 Overzicht van Key Misson Elements (KME).

KME
1. Air superiority
2A. Evacuation ops
2B. NEO
3. Entry of forces
4. Seize an objective
5. Provide LOC
6. Secure and protect key sites
7. Ensure FOM
8. Neutralise/separate
9. Secure borders and zones
10. Support essential humanitarian aid
11. Support external efforts
12. Maintain deterrence
13. Defend area or border
14. Maintain deterrence outside AO
15. Extraction
16. Humanitarian aid

Een component is een eenheid van compagniesgrootte die bepaalde taken kan uitvoeren. Aan de componenten zijn diverse investeringen gekoppeld uit het defensie investeringsplan tot 2020.

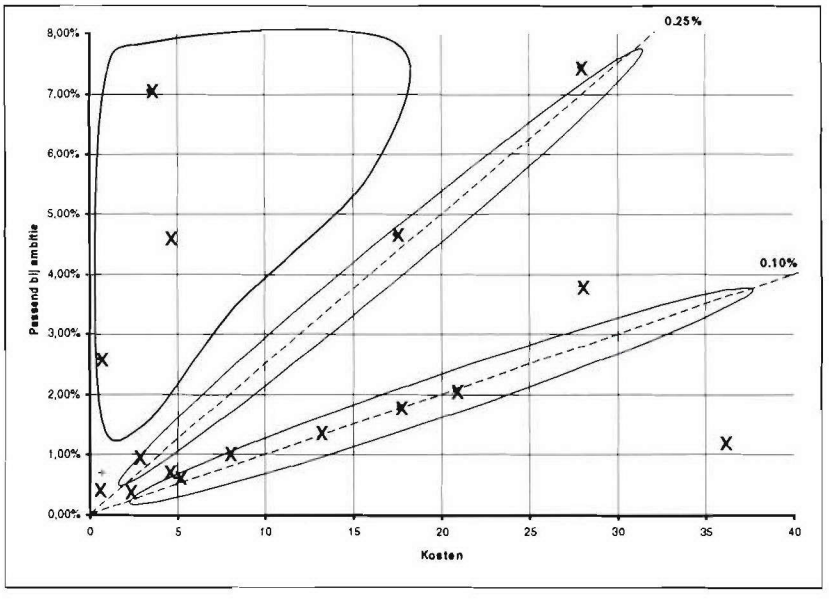
TNO heeft in kaart gebracht hoe de diverse componenten bijdragen aan het succes van de verschillende KME-en. Elke KME is daartoe uitgesplitst in onderling gerelateerde taken. De 'Army Universal Task List' heeft daarbij als referentie voor de taken gediend. In figuur 53 wordt een deel van het totale model getoond. Hierin is te zien dat voor het succesvol uitvoeren van een Key Mission Element alle functies van het militair optreden noodzakelijk zijn (zie ook ref. [4]).



Figuur 53 Weergave van de relaties in het model Direction.

In figuur 53 is in de kleur blauw de bovengelegen doelstelling weergegeven. In groen de Key Mission Elements en de taken en in het geel de componenten.

Door in het model aan te geven in welke mate het vervullen van een taak bijdraagt aan bovengelegen doelstellingen en op welke wijze een taak kan worden ingevuld, kan een inschatting worden verkregen welke investeringen het grootste effect bereiken.
In figuur 54 is een voorbeeld van een mogelijk resultaat weergegeven.



Figuur 54 Resultaten van investeringskeuzes door de KL met Direction.

7 PC-spellen

In dit hoofdstuk zullen een aantal PC-spellen beschreven worden, die voornamelijk gebruikt worden bij de opleiding en training. Een voorbeeld hiervan is Steal Beasts dat bij de KL in gebruik is in de initiële training voor PC en voertuigcommandanten.

7.1 Steal Beasts

STEAL BEASTS is een spel-programma voor het bereden optreden tot en met teamniveau dat door het Duitse bedrijf E-SimGames is uitgebracht. Het spel kan stand-alone door één persoon worden gespeeld, maar ook door een groep spelers via het netwerk.

Een voormalig Duitse tank-commandant/instructeur heeft meegewerkt aan de ontwikkeling van het spel en het spel is mede daardoor erg realistisch geworden.
Het spel wordt gebruikt op het OTCMan om oefeningen op de Leusder Heide voor te bereiden. Ook in Canada, Noorwegen, Denemarken en de USA wordt het spel gebruikt voor training- en opleidingsdoeleinden.

Het spel kan op 2 wijzes worden gespeeld: Als bemanningslid van een tank en als commandant van een team (peloton/team). In de rol van tankbemanningslid kunnen met name procedures worden getraind. Als teamcommandant kan het manoeuvre-optreden, het 'schaken op het slagveld' goed worden geoefend.

7.1.1 Beschrijving van het model

Organisatie
Eenheden in Steal Beasts kunnen worden samengevoegd en als groep worden aangestuurd. Daarnaast kan iedere eenheid apart worden aangestuurd. Het spel kan zowel met één als met meerdere spelers worden gespeeld.

Beweging
Iedere eenheid kan direct handmatig aangestuurd worden door een speler. Daarnaast kan een eenheid door de speler een route opgegeven krijgen. De eenheid rijdt deze route dan, waarbij de wijze afhankelijk is van de tactiek die opgegeven wordt. Mogelijke tactieken zijn 'reageren', 'aanvallen', 'mars', 'terugtrekken' en 'verkennen'.

Als een eenheid uit meerdere platformen bestaat, dan kan de formatie van de eenheid worden opgegeven. Mogelijke formaties zijn 'wig', 'lijn', 'kolonne', 'V-vorm' of 'echelon links' of 'echelon rechts'. De afstand tussen de voertuigen kan opgegeven worden als 'nauw aaneensluitend', 'normaal' of 'ruim'.

Figuur 55 Buitenaanzicht in Steal Beasts.

Vuurkracht
De eenheden reageren verschillend afhankelijk van de tactiek waarmee ze opereren. De vuurcontrole kan opgegeven worden als 'het vuur niet openen', 'maximaal 1000 m' tot en met 'maximaal 3000 meter' en 'vuur op zicht'.

Inlichtingen
Voor aanvang van de simulatie wordt een briefing getoond met daarin de missie en de beschikbare informatie over het optreden van de tegenstander. Er komen geen extra inlichtingen binnen gedurende het spel. Wel kan informatie binnenkomen via eigen verkenningseenheden.

Commandovoering
Met meerdere computers in een netwerk kan een (deel van de) commandovoering binnen de tank, peloton en team beoefend worden.

Logistiek/Verzorging
In het spel wordt de logistiek niet gesimuleerd. Het enige dat meegenomen wordt, is dat de eenheden een beperkte voorraad munitie hebben. Deze voorraad kan niet worden aangevuld.

Bescherming
Een rookgenerator kan aan- of uitgezet worden. Verder heeft ieder voertuig kenmerken voor de uitwerking van munitie. Bij treffers is het mogelijk dat het platform steeds minder capaciteiten krijgt (bijvoorbeeld verminderd zichtvermogen, verminderde mobiliteit, verminderde communicatie).

Figuur 56 Thermisch zicht in Steal Beasts.

Overige aspecten van het model
Een tank wordt op detailniveau aangestuurd. De Leopard 2A4 en de M1A1 zijn in de huidige versie uitgebreid gemodelleerd. De speler kan virtueel de tank besturen. Een verschil met TACTIS is echter wel dat van de views er telkens maar één zichtbaar is in plaats van tegelijk. De volgende views zijn beschikbaar:

Zicht vanuit de tank
1 Primaire Zicht van de Kanonnier (PZK). Dit is een vrij fragiele periscoop die een zicht geeft van de top van de toren. Dit beeld wordt met name gebruikt om de procedures voor een tankbemanningslid te leren.
2 Thermisch Zicht Systeem (TZS).
3 Secundaire Zicht van de Kanonnier (SZK). Het SZK is een stevige 8x telescoop die vrij dicht bij de kanonsloop is gemonteerd en meebeweegt met de loop. Het SZK geeft een zicht van het wat kanon kan 'zien'.
4 De tankcommandant kan de luiken openen en zo naar buiten kijken. Een andere mogelijkheid voor de tankcommandant is te kijken door de interne kijkvizieren.

Zicht van buitenaf
1 Een 'helicopter-view' van het operatiegebied met daarin de eenheden rijdend in het terrein.
2 Een overzichtskaart waarin de posities van de eenheden met standaard militaire symbolen worden aangegeven.

Figuur 57 Het operatie-plan in Steal Beasts.

Er is een scenario-editor waarmee eigen scenario's kunnen worden aangemaakt en er is een kaart-editor om terreinen te wijzigen. Het spel kan met meerdere spelers gespeeld worden. In versie 2 zitten verbeterde grafische mogelijkheden: nieuwe nacht- en weerseffecten en meer aanstuurbare systemen als de T72 en infanterie. Ook worden steeds meer specifiek militaire versies gemaakt. In deze versies zijn extra specifieke simulatie-objecten die volgens de wensen van de militaire klant zijn gemaakt (zo kunnen alle manoeuvre-eenheden van een land worden gesimuleerd in Steal Beasts)

Kenmerken

Sterke punten van Steal Beasts zijn:

- Het gemak waarmee een scenario kan worden gespeeld en gedefinieerd.
- De visualisatie van de eenheden in 2D én 3D.
- De hoge mate van realisme in het tankoptreden.
- Het spel wordt veel gespeeld via internet, waardoor er redelijk veel feedback van gebruikers is op het model. Met name de militairen onder de gebruikers geven veel feedback over het realisme-gehalte.
- Eigen scenario's binnen een set van standaard mogelijkheden zijn snel te realiseren.

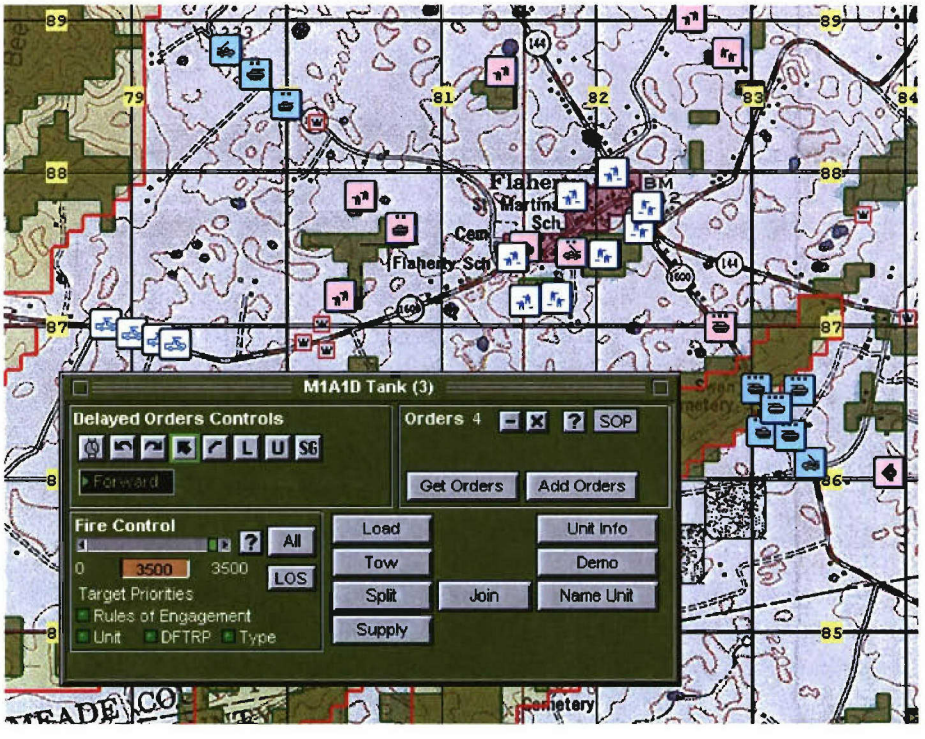
Zwakke punten van Steal Beasts zijn:

- Kenmerken van de eenheden zijn hard gecodeerd in het spel, ze zijn niet bekend en niet op te geven.
- Air-Manoeuvre is niet mogelijk.
- Uitgestegen personeel is minder goed gemodelleerd.
- De terrein-editor is erg simplistisch (de KIBOWI-editor kan overigens ook terrein geschikt maken voor terreinen van Steal Beasts).
- Uitbreiden kan alleen via de producent.

7.2 TACOPS

TACOPS is een Amerikaans spel-programma waarbij de speler een bataljon opdrachten geeft. De speler kan tegen de computer spelen of tegen een andere speler.

Het Amerikaanse model TACOPS bestaat uit een commerciële en een militaire variant. TACOPS 4 is de commerciële versie. Hierin kunnen eenheden van de US, Canada, Nieuw Zeeland/Australië en Duitsland strijden tegen eenheden van de voormalige Sovjet Unie, China, Noord Korea en andere landen. Tevens zijn civiele eenheden en paramilitaire eenheden beschikbaar. De primaire focus ligt op grondoptreden vanuit het perspectief van een bataljons- of regimentscommandant. De manoeuvre en de interactie tussen infanterie en gepantserde eenheden is in groot detail gemodelleerd. Ondersteuning vanuit de lucht en met artillerie is abstracter gemodellleerd. TACOPS kan als single user worden gespeeld tegen de computer of het spel kan met 2 spelers tegen elkaar gespeeld worden. TACOPS werkt met zetten. Iedere zet bestaat uit twee fasen: een order fase en een gevechtsfase. Een speler geeft de orders op en de computer simuleert daarna de manoeuvres en het gevecht op basis van de orders die zijn opgegeven in 4 tijdstappen van 15 seconden. In de combat-fase kan de speler alleen het verloop observeren, de speler kan pas bij de volgende zet nieuwe orders opgeven. De speler kan kiezen om alle eenheden te zien (ook vijandelijke eenheden die nog niet gedetecteerd zijn) of een meer realistisch beeld.



Figuur 58 Order-scherm van TACOPS.

7.3 Virtual Battlefield

VIRTUAL BATTLEFIELD is een interactieve, 3D trainingsomgeving voor één speler waarbij deze een persoon aanstuurt.

In VIRTUAL BATTLEFIELD (VBS) kan de speler bewegen en opereren in een virtuele 3D-omgeving (op het computerscherm). VBS is ontwikkeld vanuit Operation Flashpoint, een pc-game waarin de speler steeds een andere rol binnen het leger krijgt aangemeten. Aanvankelijk is de speler een gewone soldaat, later een commandant en op gevorderd niveau een zwaar bepantserde elite-soldaat. Note: de opvolger van Operation Flashpoint is ARMED ASSAULT, welke vooral grafische verbeteringen bevat (dit model had daarom ook in de categorie pc-spellen kunnen staan).

7.3.1 Modules van Virtual Battlefield

Terrein
In VBS kunnen terreinen tot maximaal 50 bij 50 km worden aangemaakt. Er zijn momenteel drie terreinpakketten beschikbaar:
1 Core Island.
2 Europese terreinen.
3 Subtropische terreinen, woestijnen en sneeuwgebieden.

Eenheden
Er zijn standaard eigen en vijandelijke eenheden beschikbaar in VBF. Naast de standaard-eenheden kunnen extra pakketten worden verkregen (of speciaal worden gemaakt). De volgende extra pakketten zijn momenteel beschikbaar:
- Australian Defence Force Pack 1 & 2 (ADF1 & ADF2).
- US Marine Corps (USMC).
- OPFOR.
- Special Forces.

Observer-module
In de observermodule kunnen alle spelers gevolgd worden. Statistieken van individuele spelers kunnen bijgehouden worden en de speler kan via verschillende camera-posities gevolgd worden. Daarnaast kunnen generieke gegevens verzameld worden van het spel.

TOOLS
Er zijn een aantal tools beschikbaar om eigen scenario's te kunnen maken.

Objektiv	Hiermee kunnen 3D objectmodellen worden gemaakt die geschikt zijn voor eenheden in VBS.
Visitor	Met deze tool kunnen terreinen worden gemaakt. Er wordt aan gewerkt dat gegevens van het VMAP-format kunnen worden geïmporteerd.
MARS	Mission Analysis and Review System : de replay-module. Het gehele spel kan hiermee achteraf opnieuw worden bekeken.
VBSOS	VBS Operation System. Met deze tool kan een netwerk-sessie met VBS gemakkelijker uitgevoerd worden.

Ontwikkelingen
Een nieuwe versie van Virtual Battlefield komt beschikbaar midden 2006 en hierin zijn weer een aantal verbeteringen opgenomen. De versie is momenteel VBS1 en dit wordt VBS2. VBS2 biedt mogelijkheden tot koppelingen via DIS/HLA.

8 Analyse modellen voor kleine eenheden

In dit hoofdstuk worden modellen voor het analyseren van het optreden van kleine eenheden beschreven. De relevante modellen zijn modellen CAEn, IUSS, IWARS en SCOPE.

8.1 CAEN

CAEN is het Britse model voor analyses van combined arms teams.

CAEN is een gevechtssimulatiemodel dat als primaire doelstelling het analyseren van tactische situaties op compagnie/peloton niveau heeft. Binnen CAEN is het dan ook mogelijk een wargame te spelen waarbij direct opdrachten aan eenheden kunnen worden gegeven. In CAEN worden groepen (dat kunnen eenheden zijn) gevormd door entiteiten samen te brengen. Het is mogelijk groepen tactische activiteiten te laten uitvoeren. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om, in plaats van voor elke entiteit binnen een groep, direct voor alle entiteiten van een groep een route in te voeren.

In CAEN zijn verschillende entiteiten gemodelleerd. Deze entiteiten zijn:
- Infanterie.
- Tanks.
- APCs.
- Helikopters.

Elk van deze entiteiten heeft andere eigenschappen. Het aanbrengen van een hiërarchie binnen de eenheden is mogelijk.

Een eerste eigenschap die voor entiteiten binnen CAEN van belang is, is het oppervlak dat zij innemen in het gesimuleerde terrein. Er zijn binnen CAEN vijf verschillende klassen van gepresenteerd oppervlak gemodelleerd voor entiteiten. Deze vormen staan hieronder vermeld:
- Volledig zichtbaar.
- Ogen zichtbaar.
- Hoofd zichtbaar.
- Kruipend.
- Gedekt.

Van deze klassen zijn de laatste vier alleen beschikbaar voor infanterie entiteiten. Afhankelijk van de vorm is van een entiteit een groter of kleiner oppervlak zichtbaar. Voertuigen zijn alleen volledig zichtbaar.

Het gepresenteerde oppervlak interacteert met enkele onderdelen van CAEN:
- Line of Sight berekeningen worden altijd gemaakt met behulp van de top van een entiteit.
- Detectie model. Er zijn detectie modellen die het gepresenteerde gedeelte van het oppervlak nodig hebben.
- Bullet model. Dit model heeft de grootte van het gepresenteerde oppervlak nodig voor het schatten van de kill- en onderdrukkings kansen van entiteiten.
- Het AP warhead damage model. Ook dit model heeft het gepresenteerde oppervlak nodig maar nu voor het schatten van kill-kansen van voertuigen.

- Het HE warhead damage model. Dit model gebruikt de grootte van het gepresenteerde oppervlak voor berekeningen ten behoeve van schade schattingen aan entiteiten.

Een volgende eigenschap van entiteiten is de snelheid. De snelheid van een entiteit wordt weergegeven afhankelijk van:
- Het gepresenteerde oppervlak.
- Het soort voortbewegen (bijvoorbeeld bij infanterie: lopen of rennen).
- Het terrein.

Een entiteit in CAEN beschikt vervolgens over een aantal kill states. Deze zijn:
- Catastrofaal.
- Vuurkracht.
- Mobiliteit.
- Vuurkracht/Mobiliteit.

De kill states vuurkracht, mobiliteit en vuurkrachtot en metobiliteit gelden niet voor infanterie entiteiten. Op het moment dat de mobiliteit van een entiteit wordt uitgeschakeld wordt de snelheid van deze entiteit nul. Het vermogen voor het hanteren van wapens van een entiteit wordt aangetast op het moment dat er een afname plaatsvindt op de vuurkracht kill state.

Elke entiteit kan worden uitgevoerd met een aantal sensoren. Deze sensoren kunnen worden gebruikt voor surveillance, het detecteren van doelen en het richten van wapens.

Entiteiten kunnen worden uitgevoerd met verschillende wapensystemen. Op het moment dat een entiteit de beschikking heeft over een wapen kan hij gebruik maken van de sensor die bij het wapen behoort. Het bezit van een wapen heeft geen invloed op de snelheid en het zichtbare oppervlak.

Een laatste eigenschap van een entiteit is het bezit van verschillende soorten munitie. Dit is een verbruiksgoed.

Elke entiteit dient tijdens een simulatie bepaalde activiteiten volgens een bepaalde volgorde te doorlopen. Deze activiteiten lijst dient van te voren te worden geconstrueerd en gedurende deze activiteiten kunnen entiteiten taken uitvoeren. De volgorde van taken kan worden aangepast door modellen binnen de simulatie.

8.2 IWARS en IUSS

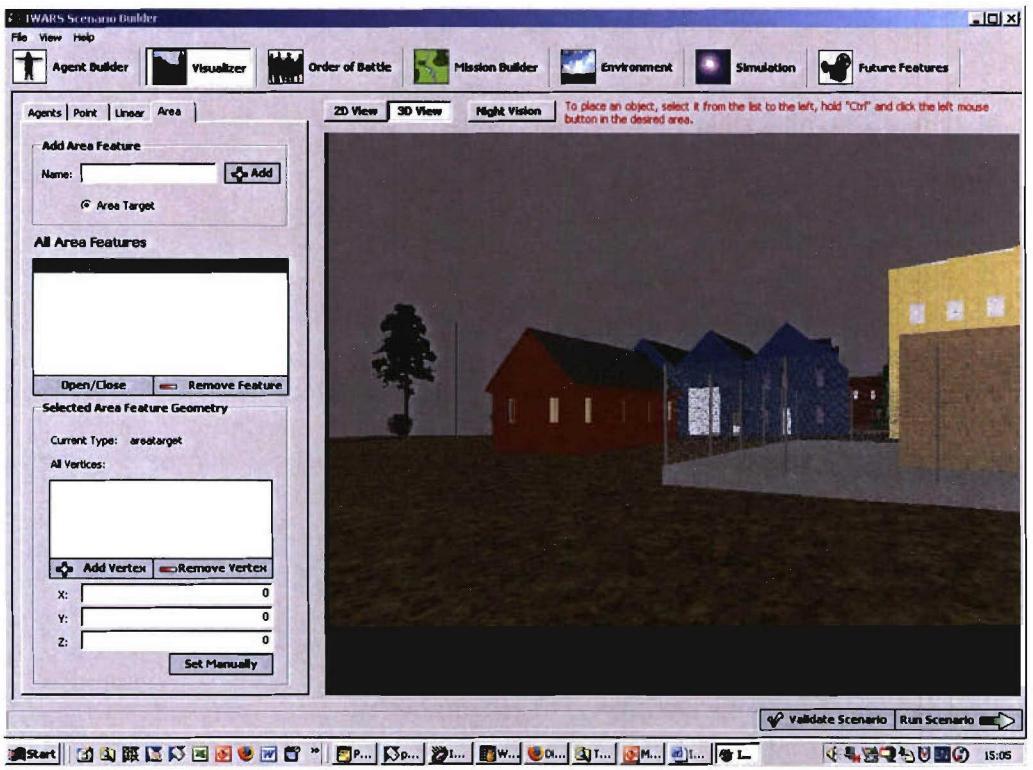
IWARS en IUSS zijn Amerikaanse modellen voor het onderzoeken van het optreden van de individuele uitgestegen infanterist en de groep.

IUSS is geschikt voor het doen van studies en analyses van uitgestegen eenheden door het simuleren van man tegen man gevechten op peloton of groepsniveau in verschillende theaters welke door de gebruiker kunnen worden gedefinieerd.

Een hiërarchie van eenheden kan gedefinieerd worden, waarbij een eenheid bestaat uit resources. Resources kunnen zijn:
- Eenheden en sub-eenheden, waarbij een eenheid vooral als container fungeert voor andere resources. In het algemeen heeft de eenheid als zodanig weinig

functionaliteit (het is wel mogelijk, maar gebeurt in het algemeen niet, omdat het vaak weinig betekenisvol is of niet het gewenste effect geeft). De functionaliteit zit veelal in de onderliggende soldaten en uitrustingsstukken. Merk op dat een sub-eenheid ook weer een eenheid op zich is.

- Soldaten.
- Uitrustingsstukken.



Figuur 59 Scenario builder van IWARS.

Onderlinge relaties tussen eenheden/entiteiten

Aan een eenheid zal in het algemeen wel een locatie toegekend worden. Dit is de beginpositie van de eenheid in de simulatie. Hierbij is de coördinaat het middelpunt van de eenheid, aangezien de eenheid geen puntmassa is. De mogelijke formaties van eenheden worden gedefinieerd in zogenaamde formatieplannen. Hierin wordt de relatieve positie van elke soldaat in de eenheid vastgelegd. Deze positie heeft een bepaalde bandbreedte, zodat soldaten niet in exact dezelfde formatie hoeven blijven bewegen. Daarnaast worden ook grenzovoortsen gesteld aan de snelheid, oriëntatie en vuursector van de individuele soldaten in de eenheid.

De formatieplannen worden in taken gebruikt. De taken bepalen de voortgang van de hele simulatie, en vormen daarmee eigenlijk de kern van de simulatie. IUSS versie 4 wordt ook wel een taakgestuurde simulatie genoemd. In versie 5 zijn geen taken meer gebruikt, maar wordt met doelen en missies gewerkt. Dit verandert de opzet van de hele simulatie, en ook de modellering van alle simulatie-entiteiten.

Tijdens het uitvoeren van de taken zal er door de simulatie continue op gecontroleerd worden dat de soldaten zich binnen de grenzovoortsen, zoals aangegeven in de formatieplannen, de taken en in de resources zelf, blijven bewegen. Als soldaten bijvoorbeeld te ver voorop dreigen te raken (dit gebeurt nogal eens bij eenheden met

verkenners, die veelal een hogere snelheid meekrijgen), zullen ze stoppen, totdat de andere soldaten weer dichtbij genoeg zijn volgens het gedefinieerde formatieplan, waarna ze hun weg weer vervolgen.

In IUSS terminologie kunnen de vijf gebieden van de gevechtssoldaat als volgt geïnterpreteerd worden:

- Letaliteit legt de nadruk op surveilleren, identificeren en onder vuur nemen van de vijand, en het evalueren van het effect van vuren.
- Overlevingsvermogen wordt gerepresenteerd door (het voorkomen van) detectie en de mate van bescherming van de soldaat.
- Mobiliteit gaat over oriëntatie, navigatie en het doorkruisen van het terrein.
- Voortzettingsvermogen houdt de gezondheid en het energie- en munitieverbruik van de soldaat in de gaten.
- Leidbaarheid is in zeer beperkte mate gemodelleerd.

IWARS
IWARS wordt ontwikkeld in de Verenigde Staten en TNO is nauw betrokken bij deze ontwikkelingen. IWARS is de opvolger van IUSS en de ontwikkeling van IWARS is momenteel in volle gang. In de modellering wordt een soldaat zo waarheidsgetrouw mogelijk gesimuleerd. Dit betekent dat precies moet worden aangegeven hoe een soldaat is uitgerust en hoe de soldaat zich beweegt in de omgeving. Het model rekent op basis van de opdrachten door wat de effecten (zoals vermoeidheid) op de soldaat zijn en wat het resultaat van het optreden is. De Human Factor wordt nadrukkelijk meegenomen in de ontwikkeling van het model.

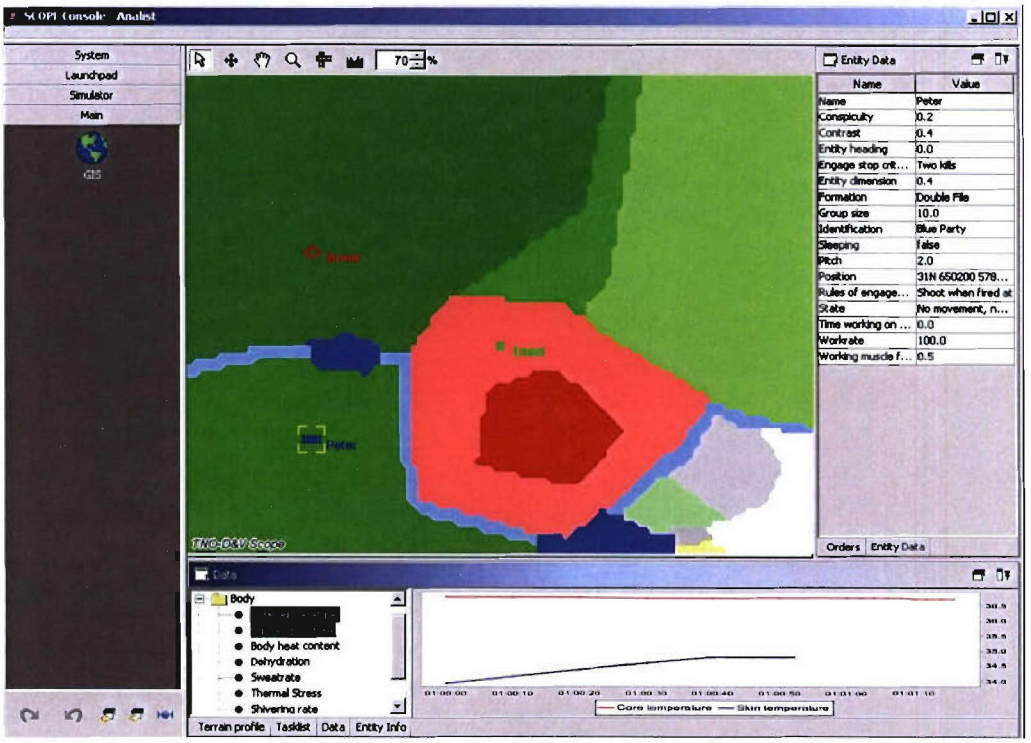
8.3 SCOPE

SCOPE (Soldier Capability Optimisation by Projected Efficacy) is een analysemodel van TNO waarmee snel globale studies gedaan kunnen worden op het niveau van de individuele soldaat of eventueel kleine eenheid.

'Human Factors' spelen in SCOPE een centrale rol. Het model is ontwikkeld vanuit de verwachting dat toekomstige vragen snel beantwoord moeten kunnen worden. De modellen CAEN en IUSS/IWARS zijn met name geschikt om gedetailleerdere studies mee uit te voeren waardoor het gebruik van deze modellen meer tijd kost dan het gebruik van SCOPE.

De basisopzet van SCOPE is dat er twee partijen zijn die tegen elkaar spelen waarbij de partijen op een aantal momenten orders kunnen opgeven aan de eigen eenheden (vergelijkbaar met TACOPS). De momenten waarop de spelers nieuwe orders kunnen opgegeven, zijn de beslispunten. SCOPE stopt de simulatie wanneer een beslispunt wordt bereikt. Momenteel is het punt van engagement een beslispunt (in de toekomst komt hier waarschijnlijk detectie bij). Het resultaat van een engagement wordt berekend middels het aantal slachtoffers bij een partij. Een eenheid heeft verloren als het vooraf opgegeven maximum aantal slachtoffers van de eenheid is gevallen.

SCOPE is gebouwd in het simulatie-framework van TNO. Het model wordt binnen het programma soldaateffectiviteit ontwikkeld. De verwachting is dat vanaf begin januari 2006 het model bruikbaar is voor eerste studies. Een korte beschrijving per functie van het gevecht volgt nu:



Figuur 60 Scherm van SCOPE.

Organisatie

De eenheden in SCOPE worden generiek gemodelleerd waarbij de invulling van de parameters het type eenheid bepaalt. Een eenheid wordt dus niet verder beschreven door een lager niveau. Bijvoorbeeld een detectie vindt plaats per eenheid en niet per individuele militair. Van de eenheden worden verschillende teamfactoren meegenomen. Elke partij heeft maar één commandant. Voertuigen zijn een nog niet ingevulde entiteit.

Beweging

Het terrein bestaat uit vakken die elk worden beschreven aan de hand van een aantal parameters. De eenheden bewegen over een vak waarbij tijd en plaats niet heel nauwkeurig worden meegenomen. Een eenheid kan 4 soorten taken uitvoeren:
Deze generieke taken zijn:

- Verplaatsen.
- Engagement.
- Locale activiteiten.
- Wachten.

De taken kunnen gelijkertijd plaats vinden. Tijdens de taken worden fysieke en mentale aspecten (vrij gedetailleerd) meegenomen.

Vuurkracht

Bij nadering van eenheden vindt detectie plaats wanneer de drempel van de detectiekans wordt overschreden. Daarna volgt een dreigingsanalyse. Op basis hiervan vindt wel/niet een engagement plaats. Het resultaat van een engagement is een kans op de overwinning (het moment dat de tegenstander zodanig is gesleten dat zijn onderlimiet van sterkte is bereikt).

Inlichtingen
Per entiteit wordt de situational awareness bepaald. Dit is gerelateerd aan de grootte van de entiteit: hoe groter de eenheid hoe groter de kans dat iets gezien wordt. Daarnaast wordt ook per entiteit meegenomen of de informatie begrepen is.

Commandovoering
Per partij is er een commandant en een set van Rules of Engagement.

9 Evaluatie van modellen voor Analyse Grondgebonden Optreden

In dit hoofdstuk zullen de voor- en nadelen van besproken modellen ten behoeve van analyse van grondgebonden optreden aangegeven worden. Deze voor- en nadelen zijn afgeleid van de vraagstukken die ermee bestudeerd moeten kunnen worden en de eisen die deze vraagstukken daarmee aan de modellen stellen.

9.1 Vraagstukken voor Analyse van Grondgebonden Optreden

TNO heeft samen met Defensie een lijst van vraagstukken geïnventariseerd waarvoor de model-infrastructuur, die binnen het programma AGO vernieuwd wordt, geschikt moet zijn. De keuze van relevante vraagstukken voor AGO hangt enerzijds af van het type vragen waarmee Defensie in de (nabije) toekomst geconfronteerd kan worden, welke dusdanig complex zijn dat deze nadere analyse in scenario's noodzaken. Anderszijds hangt de keuze af van de mogelijkheden en potentie van simulatiemodellen.

Simulatiemodellen zijn immers met name geschikt voor het doorvertalen van allerlei fysische processen (vuurkracht, beweging, bescherming) onder bepaalde omstandigheden (terrein, klimaat, tegenstander, doctrine) in operationele effectiviteit. Over deze fysische processen is door onderzoek en beproevingen binnen TNO veel bekend. Vraagstukken rondom inrichting van staven, CIMIC activiteiten en politieke invloedsfactoren bevatten minder fysische en meer menselijke processen, waarover nog minder bekend is. Dit type vraagstukken leent zich meer voor experimenten te velde of 'human in the loop'-experimenten, om meer inzicht te verkrijgen in de processen.

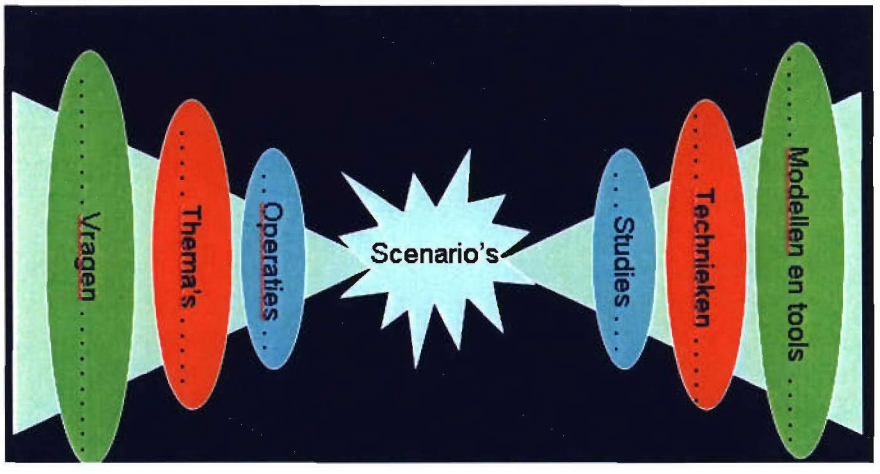
Hieronder zijn de geïnventariseerde typen vragen opgenomen (zie bijlage A):

- Welke fysieke beïnvloedingsmiddelen tegen grondgebonden doelen (dichtbij en veraf) (type en aantal) zijn nodig en hoe kunnen deze het best ingezet worden?
- Over welke mix aan mobiliteit, vuurkracht en bescherming dienen platformen van de fysieke beïnvloedingscomponent (dichtbij en veraf) te beschikken?
- Welke mix van luchtverdedigingsmiddelen in de fysieke beïnvloedingscomponent tegen luchtgedragen doelen is nodig?
- Welke mix van middelen in de mobiliteitscomponent is nodig om hindernissen te kunnen overwinnen?
- Welke mix aan waarnemingsmiddelen op platformniveau binnen de fysieke beïnvloedingscomponent en intellmiddelen binnen de inlichtingencomponent is nodig?
- Welke middelen (type en aantal) binnen de gebruiksgoederenvoorzieningscomponent, personeelsverzorgingscomponent en materieelverzorgingscomponent is nodig om de eigen eenheden effectief en effiënt in stand te kunnen houden?

Deze vraagstukken zullen veelal in het kader van behoeftestelling geïnitieerd worden. Hierbij gaat het niet alleen om het aantal en type van nieuwe systemen maar ook om de inzet van deze middelen (nieuwe doctrine) in samenhang met de andere middelen die binnen het landoptreden beschikbaar zijn. Doctrine-studies kunnen daarentegen ook

geïnitieerd worden door nieuwe ontwikkelingen in de omgeving, zoals het terrein of de tegenstander.
Naast behoeftestelling en doctrine-ontwikkeling kunnen analyses van grondoptreden ook inzicht geven in de capaciteiten van eenheden en de consequenties van 'courses of action' in bepaalde scenario's. Indien deze modellen snel en eenvoudig te gebruiken zijn, kunnen ze tijdens de planning van missies hierin een rol vervullen.

Om deze analyses uit te kunnen voeren, zullen in het algemeen scenario's centraal staan (zie figuur 61). Deze scenario's worden opgesteld of, indien geschikte scenario's beschikbaar zijn, gekozen. De inrichting van de Defensie-organisatie zal met name voor het vaststellen van de benodigde aantallen en type geweldsmiddelen gebaseerd moeten worden op het hoge geweldspectrum.

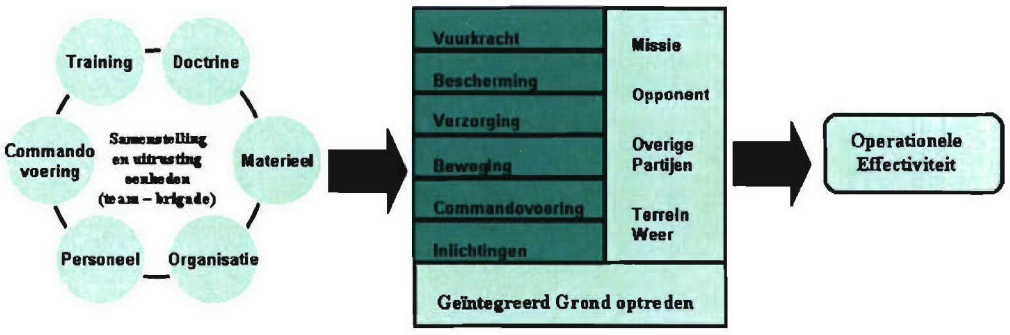


Figuur 61 Schematische weergave van vragen (links) naar oplossingen (rechts).

9.2 Eisen aan simulatiemodellen ten behoeve van Analyse Grondgebonden Optreden

De vragen die in de vorige paragraaf genoemd zijn, hebben als overeenkomst dat de samenstelling en uitrusting van eenheden (team- tot en met brigade) in combinatie met een bepaalde doctrine doorvertaald moet worden naar operationele effectiviteit (zie figuur 62). Bij voorkeur moet het optreden integraal bestudeerd worden, aangezien de behoefte aan luchtverdediging, logistiek, waarnemingsmiddelen en mobiliteitsmiddelen niet los te zien is van de manoeuvremiddelen, en vice versa.

Inhoudelijke eisen aan het model zijn daarom:
- alle functies van het militair optreden moeten bij voorkeur in het model vertegenwoordigd zijn.
- de modelomgeving moet mogelijkheden hebben om een grotere hoeveelheid entiteiten te modelleren, zodat ook het brigade-optreden hierin nagebootst kan worden.



Figuur 62 Schematische opbouw van operationele effectiviteit.

Zoals in de inleiding verwoord is, is voor iedere toepassing van simulatie een lijst van specifieke eisen op te stellen. Voor het vaststellen van de operationele effectiviteit van nieuwe doctrines en het vaststellen van de behoefte aan nieuw materieel zijn de primaire model-eisen als volgt:

1 Relevante elementen uit de werkelijkheid moeten zo realistisch mogelijk worden nagebootst:
   - Relevante elementen moeten op een eenduidig abstractieniveau meegenomen worden (daarmee ook een balans in het detailniveau van verschillende elementen in het model).
   - Veel aandacht voor de benodigde data: nauwkeurigheid van data en beschikbaarheid (vaak geclassificeerd).
2 Resultaten moeten verklaard kunnen worden.
   - Gecontroleerd experiment.
   - Groot aantal iteraties en een module om de resultaten te analyseren.
   - Toevalligheden moeten uitgesloten worden.

Uiteraard kan het voor doctrine-ontwikkeling in een vroeg stadium al voldoende zijn om exploratief nieuwe doctrines uit te proberen, zonder direct een oordeel over de effectiviteit te geven. In dat geval zullen de bovenstaande eisen al minder hard gelden.

Naast bovenstaande primaire model-eisen, zijn er daarnaast nog een aantal secundaire model-eisen op basis waarvan de bestaande modellen beoordeeld kunnen worden:
- Flexibel en goede uitbreidingsmogelijkheden.
- Lage kosten van gebruik.
- Gemakkelijk hergebruik van beschikbare componenten.
- Gebruiksvriendelijkheid van data-invoer en analyse van data-uitvoer.
- Snelheid van gebruik; hoeveelheid data dat ingevoerd en geanalyseerd moet worden.

9.3 Beschouwing van de modellen

9.3.1 Categorisatie van modellen voor AGO

De modellen voor optreden van kleine eenheden, die in hoofdstuk 8 genoemd zijn, zijn vanwege het niveau niet geschikt voor AGO en zullen daarom hieronder niet verder behandeld worden.

De in hoofdstukken 3 tot en met 7 beschreven modellen kunnen gecategoriseerd worden naar opzet en gebruik. De volgende typen modellen zijn beschikbaar:

1 Constructieve 'human in the loop' simulatiemodellen voor staftraining. In deze modellen geeft de gebruiker tussentijds orders. TNO heeft met KIBOWI hier een moderne tool voor. Vergelijkbaar met KIBOWI zijn JANUS of opvolgers hiervan die het landoptreden in een meer joint context modelleren (JCATS, JWARS, JOCASTS).
2 Virtuele 'human in the loop' simulatiemodellen. De KL heeft met TACTIS binnenkort haar eigen simulatie-omgeving en verder kan Nederland (via een uitwisselingsovereenkomst) modellen van de US gebruiken, zoals ONESAF.
3 Commerciële spellen die geschikt gemaakt kunnen worden voor analyses en training. Steal Beasts, Spearhead en TACOPS zijn hier voorbeelden van. In Steal Beasts vindt er een continue interactie tussen de gebruiker en de computer plaats. In TACOPS mogen beide partijen een aantal zetten doen, waarna het spel het gevecht simuleert.
4 Specifieke gesloten analyse modellen. FSM, SMARTER, SIMBAT en COMBAT XXI zijn verschillende gesloten simulatie-omgevingen. In deze modellen geeft de gebruiker het scenario van te voren op en de simulatie rekent vervolgens het scenario door.

9.3.2 *Relevantie van modellen voor AGO*

In deze paragraaf zal kort op de relevantie van een aantal modellen voor analyse van grondoptreden in worden gegaan. Het model wordt daarbij beoordeeld op basis van de eisen zoals die in paragraaf 9.2 zijn gesteld[14].

FSM

FSM is specifiek ontwikkeld voor analyse van de grondgebonden manoeuvre.
De algoritmen in FSM zijn nog steeds up to date, maar de ontwikkelomgeving is niet meer geschikt om verder in te investeren. Een ander nadeel van FSM is dat het alleen voor de grondgebonden manoeuvre is ontwikkeld en de andere functies van het militair optreden, zoals vuursteun, commandovoering en logistiek niet of nauwelijks meeneemt.

COMBAT XXI

COMBAT XXI is een nieuwe analyse-omgeving van TRAC dat specifiek voor landoptreden ontwikkeld is en zeer veel mogelijkheden lijkt te gaan hebben. Het nadeel is echter dat het model niet op korte termijn beschikbaar is. Daarnaast is het model nog niet direct toepasbaar voor studies omdat een grote hoeveelheid militaire taken nog niet gemodelleerd is. Deze taken kunnen daarentegen door gebruikers relatief eenvoudig in het model ingebracht worden.

SMARTER

Het indirecte vuursteun proces is in geen enkel model van TNO zo uitgebreid gemodelleerd als in SMARTER. De mogelijkheden om de manoeuvre-eenheden uitgebreider te modelleren zijn wel aanwezig, maar de recente ontwikkelingen op het gebied van J-ROADS en KIBOWI maken waarschijnlijk dat de simulatie-omgeving van SMARTER niet de voorkeur heeft om nieuwe modellen in te ontwikkelen.

J-ROADS

J-ROADS is een analyse-omgeving met een erg beperkte invulling voor het landoptreden. In principe kan in J-ROADS alles uitgebreid worden, maar dit geeft veel meerwerk. Wat indirect vuur betreft, zijn er veel overeenkomsten tussen SMARTER en

[14] Zie ook bijlage D voor een presentatie van mei 2005 waarin een aantal van de modellen beoordeeld zijn.

J-ROADS. Manoeuvre is in J-ROADS totaal nog niet gemodelleerd en op dit gebied geldt dat TACTIS en KIBOWI veel verder zijn. Het voordeel van J-ROADS is dat de eenheden reeds veel eigen intelligentie hebben en dat de opzet van het model geschikt is voor analyse-doeleinden.

Rekenmodel Fysieke Distributie
Het rekenmodel Fysieke Distributie is een analyse-omgeving dat specifiek voor logistieke vraagstukken ontwikkeld is. Doordat de analyse gebaseerd is op dagverbruiken, bevat het model een hoog abstractieniveau waardoor het niet gemakkelijk gekoppeld kan worden aan andere, meer gedetailleerde modellen.

BRIDGE
BRIDGE is een model dat op hoog niveau troepenbewegingen doorrekent, voornamelijk geschikt om doctrine voor brigade en divisies te ontwikkelen. Voor kwantitatieve analyses op team- tot en met brigadeniveau is BRIDGE minder geschikt.

JOCASTS en KORA-OA
Deze twee interactieve modellen berekenen, net als BRIDGE, de troepenbewegingen op een vrij hoog niveau en zijn daarom minder goed bruikbaar voor analyses tot en met brigade-niveau.

JWARS, TACWAR
Deze twee analysemodellen berekenen de troepenbewegingen, net als BRIDGE, op een vrij hoog niveau en zijn daarom minder goed bruikbaar voor analyses tot en met brigade-niveau.

SIMBAT/SIMBRIG
SIMBAT/SIMBRIG is gevalideerd voor een slag in WOII en voor een slag in de Falkland Oorlog. Het bleek dat de uitkomsten van de werkelijkheid in eerste instantie niet werden voorspeld in de simulatie. Door te variëren in parameterwaarden bleek het de goede kant op te kunnen gaan. Het model is erg gevoelig voor de menselijke factoren en ook kleinere veranderingen in het terrein bleken veel invloed te hebben op de modeluitkomsten. De meerwaarde van dit model lijkt meer te zitten in het verkrijgen van inzicht in tijd- en ruimtefactoren en het bepalen van het munitieverbruik en het aantal gewonden. Het lijkt in dit opzicht op BRIDGE. De aanpak via een netwerk van routes is geheel anders dan de andere modellen en kan mogelijk als voorbeeld dienen voor een mogelijke alternatieve benadering in plaats van de aanpak op de 'KIBOWI' wijze met grids en lijnobjecten.

KIBOWI
KIBOWI is een moderne omgeving, waarin veel uitbreidingsmogelijkheden beschikbaar zijn en waarin bijna alle facetten van het landoptreden zijn opgenomen. Het model is ontwikkeld door TNO en daardoor zijn aanpassingen veel eenvoudiger te realiseren. Nadeel van KIBOWI is dat op globaal niveau de werkelijkheid is gemodelleerd: de simulatie bevat een beperkte hoeveelheid details van het optreden. Tevens is het in de huidige staat alleen een trainingsomgeving en geen analyseomgeving: de mogelijkheid voor gesloten simulaties is niet beschikbaar.

TACTIS
TACTIS heeft in potentie goede analyse mogelijkheden, omdat het pelotons- tot en met team-niveau voor het manoeuvreoptreden gedetailleerd gemodelleerd is en er middels het CGF-pakket ook gesloten simulatie-runs mee uitgevoerd kunnen worden (alhoewel

niet in batches). Daarnaast zijn er mogelijkheden om de resultaten te analyseren aanwezig. Ook Human in the loop experimenten op het gebied van commandovoering en doctrine-ontwikkeling kunnen hier goed gecontroleerd in uitgevoerd worden.

Het grootste nadeel van TACTIS is dat het een operationele trainingsomgeving is en dus zeer beperkt beschikbaar zal zijn. Ook zullen misschien niet alle invoergegevens die voor analyse benodigd zijn, beschikbaar zijn. Een ander nadeel is dat in TACTIS niet alle facetten van het landoptreden met hetzelfde detailniveau gemodelleerd zijn.

Steal Beasts
Steal Beasts is wat detailgraad betreft vergelijkbaar met TACTIS. Een probleem is dat het model moeilijk aanpasbaar is. Flexibiliteit zal gezocht moeten worden in de definitie van scenario's en of de setting/rollen van meerdere spelers.

9.4 Conclusies

In dit rapport zijn alle beschikbare modellen beschreven en getoetst aan de eisen voor analyses van het grondoptreden. Binnen het programma AGO is dit de startsituatie om te bepalen op welke wijze de analyse-infrastructuur aangepast dan wel uitgebreid moet worden. Conclusies van de inventarisatie zijn als volgt:

- Het gebruik van hogere orde modellen, zoals SIMBAT, SIMBRIG, LAMBDA en BRIDGE, lijkt voor analyse van grondoptreden weinig veelbelovend te zijn. De modellen zijn wel geschikt voor snelle analyses, maar bevatten te weinig detail om gefundeerde uitspraken te kunnen doen over behoeftestelling en doctrine-ontwikkeling.
- Voor de meeste AGO-vraagstukken zijn TACTIS, KIBOWI, FSM, COMBAT XXI SMARTER en J-ROADS geschikter, omdat deze modellen de werkelijkheid in meer detail beschrijven. Al deze modellen hebben daarentegen een of meerdere beperkingen om ingezet te worden voor analyse van grondoptreden. TACTIS en KIBOWI hebben het nadeel dat deze specifiek voor opleiding en training ontwikkeld zijn, en dus nog geen of beperkte analyse-faciliteiten hebben anders dan de gebruikelijke After Action Review (AAR)-faciliteiten. J-ROADS heeft als nadeel dat deze met name voor luchtverdediging is ontwikkeld. FSM, rekenmodel fysieke distributie en SMARTER modelleren slechts een deel van het optreden, en FSM is daarnaast tevens een verouderd model. COMBAT XXI tot slot, is op korte termijn nog niet beschikbaar.
- Er is voor AGO dus geen kant-en-klare oplossing, en een aanpassing dan wel uitbreiding van de analyse-infrastructuur blijkt noodzakelijk. De wijze waarop TRAC het model COMBAT XXI ontwikkeld heeft, waarbij het model afhankelijk van de vraag flexibel uitgebreid en aangepast kan worden, is vergelijkbaar met de ontwikkeling van J-ROADS en dit werkt naar tevredenheid. De ontwikkelomgevingen van KIBOWI en J-ROADS lenen zich het meest om een Nederlandse variant van COMBAT XXI te maken. De algoritmen zoals deze in FSM, rekenmodel fysieke distributie en SMARTER zijn gemodelleerd, zijn hierbij nuttige concepten om te hergebruiken.

10 Referenties

[1] *Programmatekst Analyse GrondGebonden Optreden (V412)*, Koole, J. en Smeenk, drs. B.J.E., TNO, Den Haag, 24 november 2004.

[2] *De ontwikkelingen in het landoptreden, de Koninklijke Landmacht op weg naar de toekomst.* Koninklijke Landmacht 2005.

[3] Beleidsstudie manoeuvre, OTCMan, Maj H. Quax, OTCMan, juni 2005.

[4] *The RNLA Future Force and the Operational Value of Current Investment Plans*, Toevank, Smeenk, Van Scheepstal,Verweij, Oosterhout, Voskuilen en Weima, TNO-Den Haag, DV1 2005 A096, 2005.

[5] *Development of a novel family of military campaign models,* Taylor, B. and Lane, A., (DSTL), Journal of the operational research society (JORS), Special Issue OR in Defence, April 2004.

[6] *Functionele Specificaties Document voor CASTOR*, Castor Team, juni 2005, TNO Den Haag (beschikbaar als werkdocument).

[7] *White paper KIBOWI*, Den Haag, 2005.

[8] *Bezoek TNO en KL aan TRADOC Analysis Center (TRAC),* Smeenk en Hasberg, TNO Den Haag, december 2005.

[9] Minutes of TNO visit to DSTL, Smeenk en Spaans, TNO Den Haag, maart 2003.

[10] *Force Structure Model,* Memo FSM versie 4.0, Smeenk, Koole, Barbier, Joppe en Hamers; TNO Den Haag, 17 juli 2001.

[11] *Technische documentatie SMARTER*, Castenmiller, R.J. en Kurstjens, S.T.G.L., TNO Den Haag, mei 2003.

[12] *Fysieke Distributie ten behoeve van de operationele eenheden van de Koninklijke Landmacht. Een methode om het aantal wissellaadsystemen te bepalen,* Van Scheepstal, FEL-99-S175, TNO Den Haag, 1999.

[13] *Gebruikershandleiding Brigade/Divisie GevechtsEvaluator*, Ondersteuning werkgroep Doctrine ontwikkeling, versie 02.5.5, TNO Den Haag.

[14] *Tactisch optreden van kleine eenheden in vredesoperaties*, Smeenk, drs. B.J.E., et al, FEL-03-A288, Den Haag, TNO, maart 2004.

[15] *Klantvragen AGO*, Hasberg, drs. M.P. en Wiersum, ir. C.J., TNO intern, Den Haag, 2 mei 2005.

[16] *Gespreksverslag overleg AGO vragen op basis van het visie-document 'De ontwikkelingen van het landoptreden',* Smeenk, drs. B.J.E. TNO, Den Haag, 6 juni 2005.

[17] *Modellen en studies voor de landmacht: heden, verleden en toekomst*, Kamstra, ir. M., Barbier, drs R.R., Toevank, drs F.J. G.en Smeenk, drs B.J.E., FEL-03-I006, Den Haag, 2003.

[18] *Verslag van brainstorm over toekomstig Manoeuvre d.d. 6 november 2003* (inclusief KL deelnemers), Smeenk, november 2003.

[19] *Vraagstukken met betrekking tot GGV,* Januari 1999, Toevank, drs F.J., Vink, drs J.K., Kurstjens, drs S.T.G.L. en Koole, J.

[20] *Onderzoeksvragen op het gebied van Operaties in Verstedelijkt Gebied (OVG),* TNO memorandum d.d. 10 september 2003 door Smeenk, drs. B.J.E. (Door KCa aangeleverd).

[21] *De Toekomstvisie Opleiding en Training*, Lkol. M.C. de Kruif , Opleiding & Training, december 1998.

[22] *Interim Rapportage ModSAF,* Bloem, M., Jansen, R.E.J. en Wijckmans, P.M.E.J., FEL-98-A023, april 1998.

[23] *Interim Rapportage ITEMS*, Bloem, M. en van Geest, J. FEL-98-A160, juli 1998.

[24] *Evaluatie ModSAF 4.0*, Bloem, M., augustus 1999.
[25] *Rapportage CCTTSAF*, Bloem, M., FEL-03-A129, januari 2004.
[26] *Evaluatie OTBSAF*, Bloem, M., TNO-DV1 2006 A008, maart 2006.
[27] *Working Paper Models and Tools*, B. Witherden, EXB/2004/001 Version N4.1, November 2004, NC3A, Den Haag.
[28] Modellen van NSC zijn te vinden op http://www.nsc.co.uk.

11 Ondertekening

Den Haag, april 2006

TNO Defensie en Veiligheid

drs. J.H.A. Blokker
Afdelingshoofd

drs. B.J.E. Smeenk
Auteur/projectleider

12 Modelindex

A

ADCATT · 49
ADEPT · 18
ADGSM · 4
AGDUS · 19, 22
ALICE · 21
ARMED ASSAULT · 106
ATLAS · 20, 21, 59
AVCATT · 49
AWARS · 20

B

BALLS · 3
BBS · 19
BRIDGE · 17, 82, 117

C

C2WS · 33
CAEN · 20, 107
CAMEX · 19
CASTFOREM · 20, 56, 96
CASTOR · 17, 25, 27
CATT · 19, 21, 48
CBS · 19
CCTT · 49
CCTTSAF · 47
CEM · 20
CLARION · 21
CLASS · 20, 64
COMBAT XXI · 20, 56, 116
COMPUTERMAN: · 2
CROCADILE · 22

D

DAMABA · 3
DATABASE LOGISTIEK · 5
DBWI · 52, 61
D-EFT · 97
D-FARM · 97
DIAMOND · 17, 21, 93
DiMuNDS · 35
DIRECTION · 12, 98
D-MIST · 96
D-RUM · 97
D-SIGN · 97
DSTO · 22
DWG · 65

E

EBF · 17, 43, 46
ENCATT · 49
EON · 3

F

FCM · 20
FELPATH · 76
FIST · 3
FSCATT · 49
FSM · 17, 51, 116
FW · 66

G

GAMMA · 17, 18, 85
GESI SMARTT · 22
GUPPIS · 22

I

INDIA · 17, 68, 71
ITEMS · 47, 48
IUSS · 17, 20, 108
IVOOR · 77, 7
IWARS · 17, 20, 108, 110

J

JANUS · 19, 20, 21, 33, 59, 116
JCATS · 19, 33, 34, 116
JDARTS · 19, 95
JICM · 19
JMEM · 2
JOANA · 21
JOCASTS · 21, 38, 116, 117
J-ROADS · 17, 31, 67, 75, 116
JTLS · 35
JWARS · 20, 81, 116, 117

K

KASIMODO · 4
KIBOWI · 17, 25, 52, 116, 117
KORA-OA · 21, 35, 117

L

LAMBDA · 18, 86

M

MCTC · 17, 19
MEMOS · 3
MILES · 19
MILO · 66
MINERVA · 21
MIPS · 2
MODSAF · 33, 47

N

NEC · 12
NEMO · 21

O

OKE · 13
ONESAF · 19, 33, 57, 116
OPERATION FLASHPOINT · 22, 106
OPNET · 1
OPP · 18
OTAS REKENMODEL · 7
OTB · 47
OTVOEM · 23

P

PLANNINGSTOOL LOGISTIEK · 7
POKALA · 2
PRODAS · 2

S

SCOPE · 17, 110
SCORPION · 3
SENECA · 12
SETHI · 44
SIMBAT · 20, 21, 89, 93, 116, 117
SIMBRIG · 20, 21, 89, 93, 117
SIMOF · 21
SIRA · 22, 35
SMARTER · 17, 21, 59, 116
SMET · 3
SPEARHEAD · 22
SPECTRUM · 36
SPLITX · 2
STEAL BEASTS · 17, 22, 101, 116, 118
STRIVE · 33, 47, 48

T

TACOPS · 22, 105, 116
TACTIS · 17, 43, 116, 117
TACWAR · 20, 81, 117
TARVAC · 2
TASTE · 4
TBM · 26
TEMPO · 22, 92
THALES · 47
TLP · 13

U

UCATT · 21
URBAT 2 · 21, 40

V

VIC · 20
VIRTUAL BATTLEFIELD · 17, 22, 105
VR-FORCES · 33, 47

W

WARSIM · 19
WISE · 20, 21, 64, 65

Z

ZETA · 18

A Onderzoeksvragen AGO

Bij aanvang van het onderzoek is eerst een inventarisatie gemaakt van mogelijke toekomstige vragen op het gebied van grondgebonden optreden. Met behulp van deze vragen kan beter vastgesteld worden voor welk type vragen TNO haar analyse infrastructuur binnen het programma Analyse Grond Optreden (AGO) dient aan te passen.

De behoefte is op 2 verschillende wijzen geïnventariseerd:

1 **Top-down** (ref. 16). In deze benadering is de volgende aanpak gevolgd:
   a Alle 'statements' uit het visie document van KL zijn als basis genomen.
   b Aan ieder statement zijn een aantal vervolgvragen over de realisatie van het statement gekoppeld. Deze vragen zijn ingedeeld in vier categorieën: ambitie gerelateerde vragen, componentsoverschrijdende vragen, component inrichtingsvragen en platform inrichtingsvragen (zie hoofdstuk 1 voor een beschrijving van deze categorieën vragen).

2 **Bottom-up** (ref. 15). In deze benadering is de volgende aanpak gevolgd:
   a Een verzameling relevante documenten is gescand op vragen die naar voren komen.
   b De vragen zijn gefilterd in hoeverre zij binnen de AGO-afbakening vallen.
   c De overblijvende vragen zijn gecategoriseerd naar onderwerp.

De resultaten van beide inventarisatie-slagen staan in deze appendix.

A.1 Top-down benadering

Het resultaat uit de aanpak is overlegd met Kol de Kruif, Maj Quax, Koole en Smeenk (juni 2005) en staat hieronder.[15] De tijdens dit gesprek vastgestelde vraagstukken zijn in kleur/vet weergegeven. Toevoegingen naar aanleiding van dit gesprek zijn cursief/vet weergegeven.

Nr	Statement	Ambitiegerelateerde vragen
1.	Defensie moet voldoende middelen te hebben voor vredesbewarende als vredesafdwingende taken.	Wat is voldoende? Welke middelen zijn nodig? Geen uitspraken gedaan over voortzettingsvermogen en aantal operaties over aantal assen?
2.	Defensie heeft een belangrijke taak bij de bescherming tegen terroristische dreiging.	Hoe ziet deze taak er uit en welke capaciteiten zijn hiervoor nodig?
3.	De primaire taak van een militaire eenheid is bijdragen aan stabiliteit en orde in een crisisgebied.	Hoe ziet deze taak er uit en welke capaciteiten zijn hiervoor nodig?
4.	De krijgsmacht levert bijdrage aan internationale humanitaire operaties.	Hoe ziet deze taak er uit en welke capaciteiten zijn hiervoor nodig?
5.	Op verzoek kan de krijgsmacht bijstand verlenen aan Nederlandse civiele instanties.	Hoe ziet deze taak er uit en welke capaciteiten zijn hiervoor nodig?

[15] Naast een vrageninventarisatie op basis van de Beleidstudies en andere inventarisatie documenten.

Nr	Statement	Componentsoverschrijdende vragen
6.	Een geloofwaardige NL inbreng	Wat is die geloofwaarde omvang, welke capaciteiten, met welke middelen in te vullen?
7.	Alle fases van een conflict	Wat zijn die fases en welke eisen hangen samen met die fases; hoe zijn die eisen te combineren in één brigade?
8.	**Asymmetrische conflictvoering in bergen en jungle en verstedelijkt gebied**	***Asymmetrische en symmetrische operaties beiden blijven meenemen.*** Welke capaciteiten zijn dan gewenst en hoe is dat te vertalen naar DCTOMP?
9.	**Het belang van Three block war**	***Vooral mentale component. Fysieke component gaat vooral om doseerbaarheid/ schaalbaarheid*** Welke capaciteiten zijn dan gewenst en hoe is dat te vertalen naar DCTOMP?
10.	Interoperabiliteit met partners US, UK en GE moet zekergesteld worden	In welke mate? Hoe?
11.	**Verbonden wapens/brigade als bouwsteen**	***Prio 1:*** - ***US Unit of Action: meer ISTAR, minder mensen*** - ***Welke effecten te bereiken met een brigade (Relatie met KME-en van Direction.)*** - ***Lichte versus zware component, kun je alles mee aan.*** Hoe ziet de kern van die bouwsteen eruit/wat is de minimale samenstelling? Eerst capaciteiten, daarna systemen, middelen. Tot slot vertalen naar DCTOMP
12.	Belang van SF groter	Wat betekent dit voor de totale mix aan KL middelen?
13.	Meer gestalte geven aan EBO	Wat betekent EBO voor de toekomst van het landoptreden?
14.	**NEC-ontwikkelingen**	***EBO krijgt gestalte via NEC.*** ***In relatie tot C4ISR Joint Behoeftestelling*** Wat betekent NEC voor de toekomst van het landoptreden.
15.	Balans tussen toekomstige en huidige capaciteiten	Hoe dat te realiseren (***stapsgewijs of in 1 keer***)?
16.	**Klokrond optreden**	Op welke wijze kan stapsgewijze *the night ge-owned*
17.	Bescherming door misleiding	***Meer conceptueel.*** Welke moderne operationele concepten zijn denkbaar, met welke middelen, welke effecten etcetera.
18.	**Belang van nabijgevecht en gevechtssoldaat neemt toe**	Wat betekent dit voor de totale mix aan KL middelen?
19.	Belang van strategisch transport neemt toe.	Wat betekent dit voor de totale mix aan KL middelen?

Nr	Statement	Component	Component inrichtingsvragen
20.	Vergt van meet af aan intensieve samenwerking tussen mil en civiele instanties.	CIMIC & CA component Besluitvormings component	Hoe ziet deze intensieve samenwerking eruit? En hoe bij nationale taken?
21.	Vereist dat landmachteenheden wereldwijd snel kunnen worden ingezet.... Om dit te kunnen is strategisch transport nodig. Nadruk op zee en landtransport.	Transportcomponent	Op welke wijze? Welke strategische mobiliteitsmiddelen nodig? Aantallen?
22.	**Verticale en horizontale escalatie...Te allen tijde dienen te beschikken over mentale en fysieke vermogen om aan verschillende niveaus van dreiging het hoofd te kunnen bieden... dit is van toepassing in operaties waarin escalatie dominantie mogelijk is.**	Fysieke beinvloedings component (dichtbij/veraf)	Wanneer is escalatiedominantie nodig, welke capaciteiten zijn, met welke middelen in te vullen?
23.	Te kunnen opereren in een omgeving waarin NBC middelen worden ingezet	Constructiecomponent Inlichtingencomponent	Hoe? Welke middelen nodig voor detectie en bescherming?
24.	Het accent gaat steeds meer naar het aangrijpen van de mentale component	Mentale beinvloedings component	Op welke wijze? Specifieke middelen nodig?
25.	Vereist veel soldaten om operaties uit te voeren	Fysieke beinvloedings component dichtbij Mentale beinvloedings component CIMIC &CA comp	Hoeveel? Mix van type personeel (inf-lmb – kct –etcetera)? Welke O&T? Zo breed mogelijk opgeleid.
26.	**Zintuigen koppelen aan informatiesystemen neemt de effectiviteit toe...Vereist zoveel mogelijk interconnectiviteit en interoperabiliteit**	Inlichtingencomponent Informatievoorzieningscomponent /Besluitvormings component	***Zintuigen in de betekenis van sensoren.*** ***Ieder niveau zijn eigen sensoren.*** ***Sensoren als entiteit in relatie tot NEC.*** ***Zie RAND evaluatie Irak.*** Wat moet er precies verbeterd worden, waarom (operationele meerwaarde), in welke mate, met welke technologie, tegen welke kosten
27.	Informatiesystemen zijn een vereiste voor de covocyclus.	Informatievoorzieningscomponent	Welke systemen? Hoe moeten die er uit zien? Welke minimaal?
28.	Situational awareness is kritische succesfactor	Informatievoorzieningscomponent	Wat is theoretisch mogelijk, wat is praktisch haalbaar, wat noodzakelijk, wat is betaalbaar?
29.	**Besluitvormingscyclus kan sneller**	Besluitvormings component	***M.n. hoe belangrijk is een snellere besluitvorming.*** ***Wat levert fusie van data/informatie-systemen op?*** ***Analyse dient altijd in een mentaal kader plaats te vinden (via O&T?)*** BVC moet vooral beter worden. Hoe kan BVC sneller en beter worden.

Nr	Statement	Component	Component inrichtingsvragen
30.	**KL heeft behoefte aan capaciteiten voor CRC**	Fysieke beinvloedings component dichtbij	Welke capaciteiten, welke middelen, hoe te vertalen naar DCTOMP
31.	**One single set of forces...**	Fysieke beinvloedings component (dichtbij/veraf)	***De KL moet qua omvang wel.*** Hoe? Welke mix van middelen? Hoe ziet die mix er uit, op welk niveau mixen, vertalen naar DCTOMP
32.	**Introductie nieuwe wapens (DEW, HPM, NLW en dergelijke)**	Fysieke beinvloedings component (dichtbij/veraf)	Welke NLW middelen, welke mix? Wat zijn de mogelijkheden en beperkingen (ook legal). Hoe optimaal te gebruiken (vertaling naar DCTOMP)
33.	Verkenningsteams die wereldwijd kunnen worden ingezet en die qua samenstelling een gezamenlijke aanpak uitstralen	Inlichtingen component	Welke mix van middelen?
34.	**Logistiek is in staat expeditionair optreden te ondersteunen; robuustheid speelt cruciale rol**	Personeelsverzorgings-component/ Materieelverzorgings component Gebruiksgoederenvoorzienings component	***Operationele logistiek knelpunt qua omvang. (volume vraagstuk)*** Op welke wijze kan de logistiek dat waarmaken; hoe wordt de gewenste robuustheid verkregen?
35.	**Meer richten op C2-warfare**	Fysieke beinvloedings component (veraf) Mentale beinvloedings component	***Offensieve info-ops.*** Welke mix van EOV, Psyops en fysieke destructie van covo van de opponent is nodig?
36.	Gebruik van beslissingsondersteunende systemen	Besluitvormings component	Waar liggen bottlenecks in besluitvorming, welke systemen kunnen daar aan bijdragen, welke eisen, met behulp van welke techniek, tegen welke kosten, trade off
37.	Noodzaak robuuste en beveiligde covosystemen	Informatievoorziening component	***Defensieve info-ops. Staf versus reachback. Inrichting staven en CP's.*** Op welke wijze robuust maken en beveiligen?
38.	Optimale balans in trainingssimulatie en oefeningen te velde... Embedded simulation	Besluitvormings component/ Fysieke beinvloedings component (dichtbij/veraf)	Welke mix van simulatie en oefeningen te velde is meest effectief? Welke leerdoelen? Welke taken moet men minimaal beheersen/uitvoeren? Embedded simulation: Waar is dat gewenst, waarom, waar is het mogelijk?
39.	**Vereist middelen om te voldoen aan de primaire inlichtingenbehoefte (onder andere target acquisition) van commandanten van het laagste niveau tot op het operationele niveau: fysieke sensoren, technische sensoren, robuust C4I, verwerking&analyse cap.**	Inlichtingen component	Wat is die primaire behoefte? Hoe, met welke middelen kan die ingevuld worden? Aantallen? Hoe ziet dat er per organisatieniveau uit?

Nr	Statement	Component	Component inrichtingsvragen
40.	Consequentie is dat humint meer dan nu het geval is verwerkt moet worden in de organisatie en loopbaanpatronen	Inlichtingen component	Hoe? O&T etcetera. Aantallen specifiek opgeleid voor Humint (FST) en hoe inbedden bij de rest.
41.	**Precisie effectwapens**	Fysieke beinvloedings component (dichtbij/veraf)	Welke wapens moeten nauwkeuriger, waarom, in welke mate, met welke techniek, tegen welke kosten? Hoeveel van nodig?
42.	**Hoogwaardige mobiliteit Vermogen om hindernissen te overwinnen. Mogelijkheden tot herstel van routes**	Mobiliteits component	***Nu erg gericht op waterhindernissen. Capaciteit voor mijnenvelden en roadblocks?*** Wat is hoogwaardige mobiliteit? Welke hindernissen, hoe snel te overwinnen? Met welke middelen is dat mogelijk?
43.	**Indirect vuur organiek indelen op laag niveau**	Fysieke beinvloedings component veraf	Op welke niveau, hoeveel, welke capaciteit, welke aflevermiddelen en welke munitie en dergelijke
44.	**Direct vurende wapensystemen essentieel voor succes in operaties.**	Fysieke beinvloedings component dichtbij	Welke mix en aantallen is hiervan nodig?
45.	**Effecten op grotere afstand in een hoger tempo**	Fysieke beinvloedings component veraf	***Lange afstands wapens: op welke wijze in te zetten, hoe zijn deze effecten zeker te stellen, wat zijn de grenzovoortsen in tijd-ruimte gezien? (Doctrine & Organisatie vraagstuk)*** Welke effecten, over welke grotere afstanden, waarom, etcetera Waarom sneller, hoe snel en dergelijke
46.	**Mix van zwaar en licht voor verstedelijkt gebied tot op laag niveau**	Fysieke beinvloedings component dichtbij	***M.n. samenstelling*** Hoe? Welke mix van middelen? Hoe ziet die mix er uit, op welk niveau mixen, vertalen naar DCTOMP
47.	De evoluerende luchtdreiging stelt hoge eisen aan de coördinatie van de luchtverdediging en de totstandkoming van een optimaal geïntegreerd luchtbeeld; vraagt om een grondluchtverd systeem die manoeuvre kan volgen en sensoren, shooters en battlespace management kan integreren	Fysieke beinvloeding Luchtgedragen component Informatievoorziening component	Op welke wijze? Welke middelen nodig? En welke informatie is nodig?
48.	**UAV's als nieuwe luchtdreiging**	Fysieke beinvloeding Luchtgedragen component	Hoe om te gaan met deze nieuwe dreiging?
49.	Bescherming van infrastructuur tijdens CRO	Constructie component	Welke wijze? Welke middelen?

Nr	Statement	Component	Component inrichtingsvragen
50.	**Adequaat en robuust C4I-systeem i.r.t. snel en over grote afstanden verplaatsen en covo/logistiek op grote afstand te garanderen**	Informatievoorzieningscomponent	Hoe snel, over welke afstanden, hoe dat te vertalen naar *adequaat* C4I-systeem
51.	**Streeft naar afname volume en gewicht door reductie en concentratie van voorraden en modulariteit**	Gebruiksgoederen voorzieningscomponent	***M.n. reductie en concentratie; wat betekent dit voor de robuustheid?*** Op welke wijze kan dit invulling gegeven worden? En wat zijn de eventuele risico's?
52.	**Adequate verzorgingsketen met expertise tot op het laagste niveau en een snelle & robuuste afvoerketen. Voldoende snel inzetbare chirurgische capaciteit en medevac**	Personeelsverzorgings component	Hoe kan deze keten zo goed mogelijk ingevuld worden, en hoeveel middelen (onder andere medevac) zijn daarvoor nodig?
53.	Afhankelijkheid gebruik elektromagnetisch spectrum; de KL dient te beschikken over middelen om gebruik van EM zeker te stellen.	Informatievoorziening-component/ Fysieke beinvloedings component	***Defensieve info-ops.*** Op welke wijze kan de afhankelijkheid van het EMS verkleind worden? Hoe om te gaan met beperkt gebruik van EMS?
54.	Capaciteiten om compounds in te richten en te gebruiken.	Constructiecomponent	Welke capaciteiten en hoeveelheden?
55.	Investeringen in container handling	Gebruiksgoederen voorzieningscomponent	Welke aantallen van welke middelen?

Nr	Statement	Platform	Platform inrichtingsvragen
56.	**Verbeteren van mobiliteit, vuurkracht en bescherming**	Alle voertuigen, vliegtuigen en uitgestegen personeel?	Wat moet er precies verbeterd worden, waarom (operationele meerwaarde), in welke mate, met welke technologie, tegen welke kosten
57.	**Bescherming van platformen door onder andere mobiliteit en (actief en passief) bepantsering (DAS/ERA)**	Alle voertuigen?	In welke verhouding dragen mobiliteit en bepantsering optimaal bij aan bescherming; hoe is verhouding ten opzichte van andere aspecten die aan bescherming bijdragen (SA sign reductie en dergelijke)?
58.	De toekomstige commandant dient professional, leider, bestuurder en diplomaat te zijn.... Moet kunnen communiceren met media	Commandanten	Op welke wijze vormen, O&T inrichten etcetera?
59.	**De gevechtssoldaat ... te beschikken over een groot arsenaal aan niet-letale en letale wapens**	Gevechtssoldaten	Welke invulling van arsenaal?
60.	**Bescherming tegen broedermoord/BTIS**	Alle platformen	Op welke wijze kan broedermoord het best voorkomen worden?
61.	Kwetsbaarheid van log ehdn verminderen door een niveau van mobiliteit, bepantsering en bescherming mee te geven.	Logistieke platformen	Op welke wijze kan de kwetsbaarheid van log ehdn het best verkleind worden?
62.	Fysieke inzetbaarheid van de militair wordt geoptimaliseerd door trainingsfysiologie, slaapmonitoring etcetera	Militairen	Hoe worden factoren die het uithoudings- en voortzettings-vermogen verminderen gereduceerd? Welke mix van maatregelen optimaal?
63.	Hoge fysieke en psychologische eisen;	Militairen	Welke eisen? Hoe selecteren? Hoe eventueel de fysieke capaciteiten versterken? Hoe mentaal vermogen versterken?

Afbakening AGO

Op basis van deze lijst hebben KL en TNO op 2 juni 2005 vastgesteld dat de volgende categorieën vragen voor de upgrade van de modelinfrastructuur binnen AGO richtinggevend zijn:

- **Vuurkracht.** Welke fysieke beïnvloedingsmiddelen tegen grondgebonden doelen (dichtbij en veraf) (type en aantal) zijn nodig en hoe kunnen deze het best ingezet worden (vragen 11, 22, 31, 32, 41, 43, 44, 45, 46):
  - om in verschillende typen operaties te kunnen optreden, onder andere OVG.
  - om alle fases van een conflict te kunnen uitvoeren
  - om escalatiesdominantie in te kunnen vullen
  - Inclusief NLW, HPM wapens.
  - Inclusief offensieve en defensie info-ops

- Over welke mix aan mobiliteit, vuurkracht en bescherming dienen platformen van de fysieke beïnvloedingscomponent (dichtbij en veraf) te beschikken? (vraag 56, 57).

- **Vuurkracht.** Welke mix van luchtverdedigingsmiddelen in de fysieke beïnvloedingscomponent tegen luchtgedragen doelen is nodig?
  - Onder andere tegen UAV's? (vraag 48).

- **Beweging.** Welke mix van middelen in de mobiliteitscomponent is nodig om hindernissen te kunnen overwinnen (vraag 42).

- **Inlichtingen.** Welke mix aan waarnemingsmiddelen op platformniveau binnen de fysieke beïnvloedingscomponent en intellmiddelen binnen de inlichtingencomponent is nodig
  - om een zo goed mogelijk beeld van de fysieke component van verschillende partijen te verkrijgen? (vraag 33, 39).
  - om de fysieke beïnvloedingscomponent gronddoelen (dichtbij en veraf) zo effectief mogelijk te kunnen inzetten? Dit stelt tevens eisen aan de inrichting van de informatievoorzieningscomponent en besluitvormingscomponent (vraag 26).

- **Verzorging.** Welke middelen (type en aantal) binnen de gebruiksgoederenvoorzieningscomponent, personeelsverzorgingscomponent en materieelverzorgingscomponent is nodig om de eigen eenheden effectief en effiënt in stand te kunnen houden. (vraag 34, 51, 52).

NB. De inrichting van de KL zal met name voor het vaststellen van de benodigde aantallen en type geweldsmiddelen gebaseerd moeten worden op het hoge geweldspectrum. Een verzameling scenario's is noodzakelijk voor een aantal verschillende gevechtsacties (verschillend in omvang, in terrein en in dreiging) op basis waarvan diverse analyses gemaakt kunnen worden. Mogelijk dat gebruik gemaakt kan worden van de OPSEM scenarios, dan wel de scenario ontwikkelingen bij OTC Operatiën.

A.2 Bottom-up benadering

Door een verzameling documenten (zie onderaan deze paragraaf) te scannen op vragen die naar voren komen en te filteren op de AGO-afbakening, deze te categoriseren naar onderwerp, is een verzameling van vragen op het gebied van AGO verkregen.
Het resultaat daarvan volgt hier:

A.2.1 Vuurkracht tegen grondgebonden doelen

Hoofdvraag: Welke fysieke beïnvloedingsmiddelen tegen grondgebonden doelen (dichtbij en veraf) (type en aantal) zijn nodig en hoe kunnen deze het best ingezet worden:
- om in verschillende typen operaties te kunnen optreden, onder andere OVG?
- om alle fases van een conflict te kunnen uitvoeren?
- om escalatiesdominantie in te kunnen vullen?
- Inclusief NLW, HPM wapens.
- Inclusief offensieve en defensie info-ops.

A.2.1.1 KKW

- Wat is de operationele meerwaarde van vernieuwde handvuurwapens zoals laserdoelmarkeerders, telescopen, nachtzichtapparatuur, tweelopige combinatie van

KE-munitie en fragmentatiemunitie en verkleining van kaliber granaatpistool van 40 naar 20 mm en wapens met een kaliber tot 20 (OICW, PAPOP)?
- Wat is de operationele meerwaarde van vernieuwde machinegeweren met minder terugslag, volautomatisch op afstand bestuurbaar, elektrisch gedreven en meerlopig?
- Wat is de operationele meerwaarde van een kleiner kaliber voor de korte dracht?
- Wat is de operationele meerwaarde van een geïntegreerd en losgekoppeld vizier?

A.2.1.2 NLW
- Wat is de operationele meerwaarde van niet-letale alternatieven voor AP-mijnen zoals het Container-Launched Area Denial System (CLADS), het Taser Area Denial Device (TADD) etcetera?
- Wat is de operationele meerwaarde van mechanische NLW als kinetische energiemiddelen (40 mm niet-letale varianten en de 12 gauge-projectielen), kleverig schuim, verduisteringsmiddelen en mechanische sabotagemiddelen?
- Wat is de operationele meerwaarde van elektromagnetische NLW als directe stroomwapens en lasers?
- Wat is de operationele meerwaarde van akoestische NLW als de Vortex en het infrapulswapen?
- Wat is de operationele meerwaarde van chemische NLW als peperspray en traangas?
- Wat is de operationele meerwaarde van Directed Energy wapens als NLW wapen?
- Wat is de operationele meerwaarde van elektrische en Directed Energy-wapens, zoals HEL- en HPM-wapens (High Energy Lasers respectievelijk High Power Microwave)?

A.2.1.3 Mijnen
- Wat is de operationele meerwaarde van verbeterde mijnsystemen (remote-activeren, friend-foe detectie, Wide Area Mines, man-in-the-loop, self-healing minefield/wandelende mijnen)?

A.2.1.4 Direct vuur, AT en AH
- Heeft de KL in de toekomst nog behoefte aan het systeem tank? (Referentie [B])
- Heeft de KL in de toekomst nog behoefte aan AT-capaciteit? (Referentie [B])
- Wat is de operationele meerwaarde van een All Electric Combat Vehicle (AECV)? (Denk aan verbeterde survivability, mobiliteit, letaliteit, logistiek, onderhoud en invloed hiervan op operationele inzet)
- Wat is de operationele meerwaarde van top-attack-aanvalsmunitie?
- Wat is de operationele meerwaarde van pantserbestrijdingscapaciteit tot 5000 m? (Referentie [A]).
- Wat is de operationele meerwaarde van helikopterbestrijdingscapaciteit tot 8000m? (Referentie [A]).
- Hoe bepaal ik de meerwaarde van het Future Combat System (en daarbij de facto het concept NCO) ten opzichte van 'vernieuwen' van de huidige capaciteiten van de gemechaniseerde brigades (LEO-II, YPR/IGV, etcetera.)? (Referentie [B]).

A.2.1.5 Vuursteun
- Heeft de KL in de toekomst nog behoefte aan krombaan/stijlbaan capaciteit? (Referentie [B])
- Moet de commandovoering en controle van de (grondgebonden) vuursteun gecentraliseerd of juist gedecentraliseerd worden? (Referentie [E]).
- Wat zijn de risico's als de PzH de rol van de mortieren binnen de Mechbrigs moet/gaat overnemen? (Referentie [B]).

- Kan de Vust-behoefte van 11amb worden ingevuld met 105mm? (Referentie [B]).
- Type en omvang aanvullende munitiepakket voor de PzH 2000 NL (Referentie [D]).
- Welke wijze van optreden van de afdeling, waarbij alle mogelijkheden van de nieuwe houwitser uitgebuit dienen te worden is optimaal? (Referentie [D]).
- Onderzoek de kwalitatieve en kwantitatieve behoeftestelling van lichte mortieren, inclusief munitiepakket voor het gemechaniseerde bataljon. (Referentie [D]).
- Onderzoek de invulling van de vuursteunbehoefte van het gemechaniseerde bataljon. Het niet vervangen van de 120 mm mortieren door een vergelijkbaar systeem, had immers een financiële grond; de operationele behoefte blijft bestaan. (Referentie [D]).

A.2.1.6 Ballistische rakketten en missiles

- Wat is de operationele meerwaarde van het vergroten van het bereik van missiles?
- Wat is de operationele meerwaarde van verbeterde raketgeleidingsystemen ?
- Wat is de operationele meerwaarde van (GPS)-geleide clustermunitie, die van grotere afstand kan worden afgeworpen in een close-air-support taak?
- Wat is de operationele meerwaarde van het verkorten van de sensor-to-shooter-loop, bijvoorbeeld door coördinaten direct naar een toestel te zenden.
- Wat is de operationele meerwaarde van kanonverschoten surface-to-surface precisie wapens.
- Wat is de operationele meerwaarde van cruise missiles?
- Wat is de operationele meerwaarde van cruise missiles met clusterachtige lading?
- Wat is de operationele meerwaarde van ballistic missiles?
- Wat is de operationele meerwaarde van geopenetratoren tegen bunkers, tunnels en grotten (bunker buster)?
- Wat is de operationele meerwaarde van Fuel Air Explosives?

A.2.1.7 Organisatie- en inrichtingsvraagstukken

- Wat is de optimale inrichting (eenheden en middelen) van de 'early entry' capability en hoe gaan we die dan vervoeren als het zover is? (Referentie [B]).
- Welke toevoeging/wijziging moet het ISTAR-bataljon ondergaan om het zwaarste politieke scenario te kunnen afdekken (zowel verkenningscapaciteit als voortzettingsvermogen)? (Referentie [G]).
- Wat is de optimale mix van wapens(systemen) binnen de manoeuvre-eenheden met een hoge effectiviteit en letaliteit die elkaar qua bereik en uitwerking aanvullen? (Referentie [A]).
- Welk concept voor joint inzet KL-KM en evt KLu bij expeditionaire missies is optimaal?. (Referentie [B]).
- Welke (huidige) KM en KLu capabilities dragen bij aan grondoptreden? (Referentie [C]).
- Tot op welk niveau dient het gevecht van verbonden wapens te worden gevoerd? (Referentie [C]).
- Wat is het aantal benodigde schutters lange afstand (SLA) gegeven een nieuwe organieke indeling van deze schutters op compagniesniveau? Toelichting: door de kleinere afstanden kan de rol van de SLA op pelotonsniveau ook worden vervuld door schutters Diemaco en kan de SLA op teamniveau zijn capaciteiten inzetten ten behoeve van bijvoorbeeld waarneming.
- Wat is de meest effectieve organisatie van een pantserinfanteriepeloton gegeven twee varianten: a) 4 identieke painf gp b) 3 identieke painf gp plus 1 ost gp met mitrailleur en mortieren.
- Totdat een FCS technisch haalbaar is (niet voorzien voor 2030) moet de KL de mix van lichte en zware eenheden (inclusief tanks en gevechtshelikopters) behouden en

niet overgaan naar medium-forces. Hoe ziet deze mix eruit? (Referentie [A]).

A.2.1.8 OVG

- Over welk totaalpakket aan middelen (inclusief middelen tbv de gevechtssteun en gevechtslogistieke elementen) dient een taakgroep (bataljon) te beschikken ten behoeve van OVG? (om de randvoorwaarden voor de teams te kunnen invullen) (Referentie [E]).
- Over welke middelen (inclusief middelen tbv de gevechtssteun en gevechtslogistieke elementen)dient een team (compagnie) te beschikken ten behoeve van OVG? (om de acties in het verstedelijkt gebied te kunnen uitvoeren) (Referentie [E]).
- Wat is de optimale inzet van vuursteun in OVG? (Referentie [E]).

A.2.2 Mix mobiliteit, vuurkracht en bescherming van platformen

Hoofdvraag: Over welke mix aan mobiliteit, vuurkracht en bescherming dienen platformen van de fysieke beïnvloedingscomponent (dichtbij en veraf) te beschikken?

A.2.2.1 IVG

- Wat is de operationele meerwaarde van een zwaarder kaliber geschut op een infanteriegevechtsvoertuig? (40-50 mm in plaats van 25-30 mm).
- Is het in de toekomst (2012) nog nodig dat het IGV dezelfde mobiliteit heeft als de tank van vandaag? (Referentie [B]).

A.2.2.2 Tank

- Op welke wijze kan de LeoA6 effectief verbeterd worden en wat is de operationele meerwaarde hiervan? (Referentie [A]).
- Waar bevinden zich de tekortkomingen van tanks en pantservoertuigen voor het optreden in verstedelijkt gebied en op welke wijze kunnen deze opgeheven worden? (Referentie [E]).

A.2.2.3 Nieuwe platforms

- Wat is de operationele meerwaarde van een modulair opbouwbaar rups- of wielvoertuig?
- Wat is de operationele meerwaarde van 'off the road' capability in toekomstig optreden? (Referentie [B]).

A.2.3 Luchtverdediging

Hoofdvraag: Welke mix van luchtverdedigingsmiddelen in de fysieke beïnvloedingscomponent tegen luchtgedragen doelen is nodig?

A.2.3.1 Behoeftestelling

- Wat is de operationele meerwaarde van betere luchtafweermunitie/raketten?
- Wat is de operationele meerwaarde van het onderscheppen van luchtdreiging op grotere afstand (door verbeteringen in doelherkenning)?
- Wat is de operationele meerwaarde van detectiesystemen tegen stealthtechnologie (e.g. passieve of parasitaire radar).
- Heeft de KL behoefte aan een lichte luchtverdedigingsplatform? (Referentie [B]).

A.2.3.3 Planning en doctrine

- Hoe plan ik mijn luchtverdedigingsorganisatie (in het veld) optimaal? (Referentie [B])
- Hoe kunnen luchtverdedingsmiddelen een luchtbewakingsrol vervullen? (Referentie [B])

A.2.4 Beweging

Hoofdvraag: Welke mix van middelen in de mobiliteitscomponent is nodig om hindernissen te kunnen overwinnen.

A.2.4.1 Mijnen

- Wat is de operationele meerwaarde voor landmijndetectie van een multisensorsysteem (metaaldetector en ground penetrating radar) evt. op een onbemand systeem?
- Wat is de operationele meerwaarde van systemen die landmijnen op afstand kunnen neutraliseren (schieten, laser, High Power Microwave (HPM), signatuurduplicatie).

A.2.4.2 Organisatie

- Waar dient de geniecapaciteit ingedeeld te zijn en over welke middelen dient ze op welk niveau te beschikken om efficiënt te kunnen werken zonder onevenredig zware risico's te lopen (teveel materiaal voorin)
- Wat is de optimale inzet van constructie ehdn in OVG ?(Referentie [E]).

A.2.5 Inlichtingen

Hoofdvraag: Welke mix aan waarnemingsmiddelen op platformniveau binnen de fysieke beïnvloedingscomponent en intellmiddelen binnen de inlichtingencomponent is nodig

- om een zo goed mogelijk beeld van de fysieke component van verschillende partijen te verkrijgen?
- om de fysieke beïnvloedingscomponent gronddoelen (dichtbij en veraf) zo effectief mogelijk te kunnen inzetten? Dit stelt tevens eisen aan de inrichting van de informatievoorzieningscomponent en besluitvormingscomponent

A.2.5.1 Organisatie

- Voer een studie naar de consequenties van NCO voor de organisatie van manoeuvre-eenheden uit; onder andere naar de beste span of control (Referentie [A]).
- Wat is de operationele meerwaarde van een team-inlichtingencel voor compagnieën en eskadrons van manoeuvre-eenheden (Referentie [A]).

A.2.5.2 UAV's

- Wat is de operationele meerwaarde van gebruik van Unmanned Aerial Vehicles (UAV's) en Unmanned Ground Vehicles (UGV's) door operationele eenheden op laag niveau?
- Welke mix van UAV en UGV middelen zou de KL in de toekomst moeten hebben? (Referentie [B]).
- Wat is de toegevoegde waarde van UAVs en remote sensoren? (Ref [G]).

A.2.5.3 Overige systemen, inrichting en organisatie

- Wat is de operationele meerwaarde van de superassistent die de gebruiker ondersteunt en taakgericht informatie aanbiedt in de meest geschikt presentatievorm en de gebruiker attendeert op cruciale informatie?
- Wat is de operationele meerwaarde van sensorfusie en van platforms die informatie van verschillende sensoren geïntegreerd weergeven? (bijvoorbeeld Automated Target Recognition) Is het mogelijk met minder personeel dezelfde informatie te verzamelen?
- Wat is de operationele meerwaarde van verbeterde zichtsystemen als helderheidversterkers en thermische kijkers?

- Wat is de optimale mix en inzet van inlichtingenmiddelen voor de uitvoer van vredesondersteunende taken (gericht intenties van groeperingen ipv capabilities van groeperingen)? (Referentie [G]).
- Wat is de optimale invulling van de inlichtingen eenheden om gelijktijdig te kunnen ondersteunen tav gevechtsacties, vredesondersteunende taken en humanitaire taken (3-block war)? (Referentie [G]).
- Welke mogelijkheden zijn er om de commandant van een gevechtseenheid van bat en/of cie niveau te ondersteunen met een 'beslissingstool', waarin ter ondersteuning van zijn covo proces belangrijke items van invloed op zijn optreden zijn verwerkt, en wat is de operationele meerwaarde hiervan? (Referentie [E])
- Onderzoek de operationele consequenties van NCO voor de wijze van commandovoering van manoeuvre-eenheden (Referentie [A]).
- Onderzoek over toepassing van verschillende C4I-systemen (TITAAN, ISIS, BMS, CIM) en de consequenties ervan voor de gebruikers (Referentie [A]).
- Welke mix aan sensoren heb ik nodig om 24 uur per dag en onder alle omstandigheden een goede situational awareness te krijgen? (Referentie [B]).
- Welke verbindingsmiddelen heeft de KL nodig (bandbreedte, bereik, betrouwbaarheid) (Referentie [B]).

A.2.6 Verzorging

Hoofdvraag: Welke middelen (type en aantal) binnen de gebruiksgoederenvoorzieningscomponent, personeelsverzorgingscomponent en materieelverzorgingscomponent is nodig om de eigen eenheden effectief en effiënt in stand te kunnen houden?

- Leiden ingebouwde sensoren en communicatielinks tot verbeterde logistieke processen? (en conditiebewaking van de soldaten)?
- Wat is de operationele meerwaarde van modulaire transportvoertuigen?
- Welke behoefte heeft de KL inzake eigen (Defensie) strategische mobiliteit (transportschepen, hercules)? (Referentie [B]).
- Hoe kan de bescherming van logistieke eenheden het best worden georganiseerd? (Referentie [A]).
- Welke logistieke capaciteiten heb ik nodig om aan de gewenste operationele taken invulling te kunnen geven? (Referentie [B]).
- Welk logistiek ondersteuningsconcept voor gnk eenheden in OVG is optimaal? (Referentie [E]).

Brondocumenten voor verzameling vragen bottom-up:

[A] *Beleidsstudie manoeuvre*, OTCMan, Maj H. Quax. (referentie 3).
[B] *Modellen en studies voor de landmacht: heden, verleden en toekomst*, Kamstra, ir. M., Barbier, drs R.R., Toevank, drs. F.J. G. en Smeenk, drs B.J.E. (referentie 17).
[C] *Verslag van brainstorm over toekomstig Manoeuvre d.d. 6 november 2003* (incl. KL deelnemers) (referentie [18]).
[D] *Vraagstukken met betrekking tot GGV,* Januari 1999, Toevank, drs F.J., Vink, drs J.K., Kurstjens, drs S.T.G.L. en Koole, J. (referentie [19]).
[E] *Onderzoeksvragen op het gebied van Operaties in Verstedelijkt Gebied (OVG),* TNO memorandum d.d. 10 september 2003 door Smeenk, drs. B.J.E. (Door KCa aangeleverd) (referentie [20]).
[F] Overzicht aantal huidige materieelprojecten.
[G] Beleidsstudie Inlichtingeneenheden, concept april 2005.

B Modelkenmerken

Bij het beschrijven van de modellen is gebruik gemaakt van een checklist van modelaspecten. De gebruikte checklist staat in onderstaande tabel.

Tabel 2 Checklist voor modelaspecten.

Modelleringsaspecten	**Beschrijving**
a. Beweging	
Startposities	
Snelheid	
Richting	
Relatieve verplaatsing	
Absolute verplaatsing	
Tactisch concept beweging (bijvoorbeeld Traag-verdekt, snel)	
What if-condities voor verplaatsingen	
Formaties/groepsverplaatsingen	
Afstanden tussen eenheden/voertuigen	
Terreinafhankelijke snelheden	
Omgaan met obstakels, water	
Verplaatsingen na een schot	
Voorgeschreven doctrines instelbaar?	
b. Vuurkracht	
Dracht (sector, afstand)	
Minimale dracht	
Maximale dracht	
Vuursnelheid	
Herlaadtijd	
Afstand afgeschoten projectiel (functie van tijd)	
Mogelijke munitietypes	
Voorraden	
Munitie – effecten:	
Trefkans	
Killkans	
Invloedsgebied	
Collateral damage	
c. Bescherming	
Detectiekans	
Positie in het terrain	
Pantserdikte	
Mobiliteit/dekking	
Signatuur (-sverandering)	
Redundantie van systemen	

Vervolg Tabel 3 Checklist voor modelaspecten.

d.	**Commandovoering**
Aantal eenheden	
Type eenheden	
Type wapensystemen	
Doctrine	
Vertragingstijden/reactietijd na detectie	
Wel/geen afstemming tussen eenheden (ISIS/SDA)	
Beslisregels	
Prioriteitsvuren	
Prioriteit aanvalsdoelen	
Rules of Engagement	
e.	**Inlichtingen/detectiemiddelen**
Bereik (afstand, sector van maximale detectie)	
Nauwkeurigheid plaatsbepaling	
Weersinvloeden op detectiekans	
Vals alarm kans	
Passief/actief	
Invloed activiteit op detectiekans	
f.	**Verzorging**
Voorraden munitie	
Brandstof	
Vermoeidheid, uitputting (sustainabality)	
Bevoorrading algemeen (voortzettingsvermogen)	
Algemene simulatie-kenmerken bij definitie	
Kwaliteit User-interface (input/output)	
Kwaliteit rekenmodules	
Modelniveau/detailniveau (soldaat/legerkorps)	
Foutenafhandeling	
Koppeling met andere modellen/analysetools	
Flexibiliteit bij invoer	
Tijdsduur van een simulatie (grof)	
Externe invloeden tijdens run bij eenheden op te geven	

C Opleidingsniveaus binnen de KL

Veel van de modellen die beschreven zijn in dit rapport, worden gebruikt voor training en opleiding. Een overzicht van de niveaus van training en opleiding zijn beschreven in referentie [21]. Ofschoon de tekst uit 1998 komt, is de indeling nog actueel.

Binnen de KL is een 'ideaal' opleidings- en trainingsproces beschreven, dat in een aantal niveaus kan worden ingedeeld. Uitgangspunt is hierbij dat opleiding en training gericht dient te zijn op de 'zwaarste' wijze van optreden, dus de uitvoering van gevechtsoperaties. Voor andere opdrachten (vredesondersteunende operaties) dient dit als een goede basis, op grond waarvan aanvullende en specifieke, missiegerichte opleiding en training kunnen plaatsvinden. De hoofdlijnen van dit proces worden hieronder per niveau beschreven.

De niveaus 1 en 2 (individu en groep/systeem) vormen het domein van de onderofficier en zijn het dagelijks werk van de KL. Het opleiden en trainen heeft hier een praktisch karakter; het zijn skills en drills en bestaat vooral uit het beoefenen van schieten, gevechtstechnieken en fysieke vaardigheden. Voor alle militairen geldt dat hierbij voortdurend moet worden voldaan aan een bepaald, door de Bevelhebber vastgesteld niveau (militaire basisvaardigheden). In mentale zin ligt hierbij de nadruk op het aankweken van gevechtsbereidheid en de wil om te winnen. Omdat dit dagelijks werk is, moet de opleiding en training op deze niveaus kunnen plaatsvinden op simulatoren, oefen- en schietfaciliteiten op of in de directe omgeving van de werkplek.

Niveau 3 (peloton) wordt periodiek beoefend. De nadruk ligt op het op peil houden van skills en drills met betrekking tot (basis-)gevechtstechnieken, gevechtsschieten en vormingsaspecten. De periodiciteit wordt vooral ingegeven door de beperkte beschikbaarheid van geschikte opleidings- en trainingsfaciliteiten. Ongeacht de accentperiode waarin de eenheid zich bevindt (opwerkperiode, uitzendperiode of recuperatieperiode), dient dit niveau te worden beheerst. Ook op dit trainingsniveau kan simulatie een belangrijke rol spelen, maar het kan live-training nooit geheel vervangen.

Niveau 4 (compagnie) vormt een belangrijke bouwsteen in het gevecht van verbonden wapens. De nadruk bij de opleiding en training ligt met name bij de integratie van manoeuvre, vuursteun, gevechtssteun en gevechtsverzorgingssteun. De integratie van de diversie functionaliteiten vereist afstemming in de jaarprogramma's van de betrokken eenheden. Vanwege de geringe omvang, de aanwezige beperkingen en het relatief weinig afwisselende terrein kan de volledige behoefte aan oefen- en schietfaciliteiten voor dit niveau niet volledig in Nederland worden ingevuld. Aanvullend zal gebruik gemaakt moeten worden van buitenlandse faciliteiten.
Voor de compagnieën van de pantserinfanterie en de tankeskadrons vorm tactische training met behulp van virtuele simulatie (TACTIS) een belangrijke methode, alvorens te velde gegaan wordt. Virtuele simulatie biedt vooralsnog minder mogelijkheden voor de training van uitgestegen en luchtmobiele infanterie. Tactische training met duelsimulatie in combinatie met instrumentatie (DSIOT) biedt voor deze eenheden de beste mogelijkheden.

Niveau 5 (bataljon). De gevechtsorganisatie van een manoeuvrebataljon kan bestaan uit gevechts-, vuursteun-, gevechtssteun- en gevechtsverzorgingssteuneenheden. Integratie van deze eenheden en de afstemming van gevechtsacties in tijd en ruimte vergt op dit niveau de hoofdinspanning voor opleiding en training. Staftraining kan

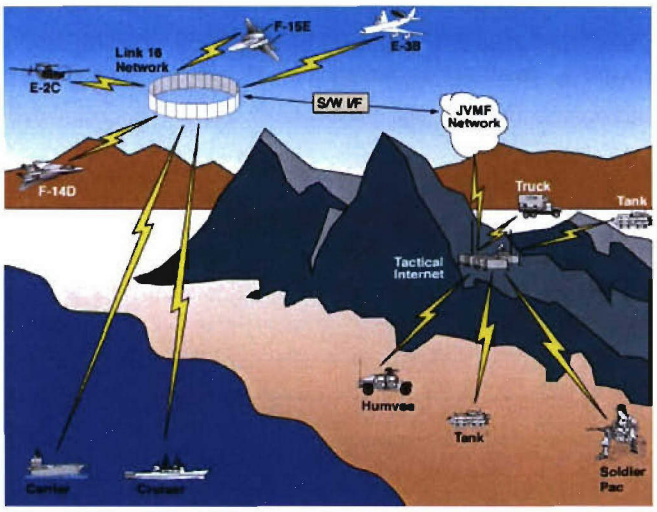
plaats vinden door middel van Tactische Oefening op de Kaart/Tactische Oefening zonder Troepen (TOOK/TOZT) en/of Command Post Exercise (CPX), ondersteund door wargames als KIBOWI. Field Troop Exercise (FTX) eventueel met gebruik van duelsimulatie en instrumentatie, zullen op de grotere (en hiervoor geschikte) buitenlandse oefenterreinen moeten plaatsvinden.

Niveau 6, 7 en 8 (brigade, divisie, legerkorps). De brigades dienen in eerste instantie te worden voorbereid op inzet voor een multinationale vredesafdwingende operatie. Deze operatie zal logistiek moeten worden ondersteund en plaatsvinden in samenwerking met andere krijgsmachtdelen. Voor de divisie en het legerkorps vormen staftraining en CPX-n met ondersteuning van wargames de belangrijkste methodes om kennis, inzicht en vaardigheden voor de uitvoering van deze operaties op peil te brengen en te houden.

D Functionele effectiviteitsmodellen

D.1 Communicatie

Het belangrijkste model dat door de telecomspecialisten van TNO gebruikt wordt om netwerkconfiguraties door te rekenen, is OPNET. OPNET is een simulatie-omgeving waarin 'bouwstenen' voor het opstellen van een communicatienetwerk beschikbaar zijn. Met behulp van deze 'bouwstenen' kan het netwerkverkeer in verschillende netwerk-configuraties snel worden gesimuleerd. Met behulp van deze simulaties kunnen analyses uitgevoerd worden.



Figuur 63 Overzicht van communicatie in een theater.

D.2 Wapeneffectiviteit

Bij TNO is een aantal modellen beschikbaar die de interactie van wapensystemen en doelen vastleggen. De modellen kunnen in drie verschillende typen worden ingedeeld:

1 Fysische modellen: modellen gebaseerd op de natuurkundige wetten.
2 Functionele modellen: in dit type modellen wordt de uitwerking van één projectiel (of soms een salvo van dezelfde projectielen) op één doel beschreven.
3 Wapeneffectiviteit modellen: in dit type modellen wordt de uitwerking van meerdere wapensystemen/munities op een enkele eenheid beschreven. Afhankelijk van het functiegebied (grondgebonden vuursteun, luchtverdediging) en het doeltype (infanterie, manoeuvre-eenheden), worden andere modellen gebruikt.

Per type volgt nu een korte uitleg.

D.2.1 Fysische modellen

In deze categorie vallen modellen die een nauwkeurige representatie geven van fysische processen. Binnen de fysische modellen kan onderscheid gemaakt worden tussen twee typen:

1 Modellen welke de eindballistische werking beschrijven.
2 Modellen welke de vluchtbaan (ballistiek) beschrijven.

Eindballistiek
De volgende modellen/boekwerken zijn beschikbaar om effecten van de eindballistische werking te bepalen:

1 **SplitX**
Dit is een model dat de verscherving van granaten simuleert. Dit model levert als modeluitvoer de scherfaantallen per emissiehoek de scherfsnelheid per emissiehoek en de scherfmassaverdeling op.

2 **JMEM** (Joint Munitions Effectiveness Manual):
Dit is een verzameling boekwerken die onder andere de effecten van munitie beschrijft, en soms deelmodellering bevat.

Op het LBO (Lab voor Ballistisch Onderzoek) in Ypenburg wordt onderzoek uitgevoerd over de uitwerking van munitie op plaatdoelen. FAPDS is een voorbeeld van eindballistisch model waarvan de 'roots' op het LBO liggen.

Vluchtbaan
Voorbeelden van modellen die de ballistiek (vluchtbaan) van een projectiel beschrijven zijn onder andere:
1 **PRODAS** (Projectile Design and Analysis System engineering model).
2 **MiPS** (6 graden van vrijheid model).

Tevens zijn er eenvoudiger 2D en 3D modellen.

D.2.2 Functionele modellen
De data die de fysische modellen opleveren kan worden gebruikt in functionele modellen. In deze modellen wordt de uitwerking van één projectiel (of soms een salvo van dezelfde projectielen) op één doel gesimuleerd. De functionele modellen leveren data op in de vorm van P_H (kans op een treffer (hit) en P_K (kans op uitschakeling (kill)).

1 **TARVAC** (TARget Vulnerability Assessment Code):
TARVAC is een krijgsmachtbreed inzetbaar model voor de analyse van de kwetsbaarheid en de letaliteit van platformen. De belangrijkste uitvoer van TARVAC is een systeemboomanalyse waarmee snel bekeken kan worden welke componenten in het systeem zijn uitgeschakeld en daarmee voor de uiteindelijke uitschakelkans hebben gezorgd. Verder bepaalt TARVAC ook het kwetsbare oppervlak van een doel. Modellen als MISKILL (dit model berekent de letaliteit van raketten) en MISVAC (dit model berekent de kwetsbaarheid van raketten) kunnen worden gezien als afgeleiden van TARVAC.

2 **COMPUTERMAN**
Met behulp van Computerman kan de schade aan een mens bepaald worden nadat een of meerdere projectielen (kogels of granaatscherven) in het lichaam zijn binnengedrongen. De uitvoer van Computerman levert de beschadigde onderdelen (weefsels, organen) van een mens. Op basis hiervan wordt een score voor de effecten berekend en er kan een vertaling naar Pk worden gemaakt.

3 **POKALA** (Probability of Kill and Lethal Area)
POKALA berekent voor een gegeven doel, een gegeven verschervende granaat en de eindconditie (hoek en snelheid) van die granaat de uitschakelkansen op verschillende plaatsen op het grondvlak. De belangrijkste uitvoer van POKALA is een matrix van uitschakelkansen.

D.2.3 Wapeneffectiviteit modellen

Een ander niveau van modellen zijn de wapeneffectiviteit modellen waarbij gekeken wordt wat de uitwerking is van meerdere wapensystemen/munities op een enkele eenheid/doel.

Typische vragen die met dit soort modellen kunnen worden beantwoord zijn:

- Wat is het minimum aantal schoten benodigd om te zorgen dat 90% van de eenheid wordt uitgeschakeld?
- Wat is de minimale tijd benodigd om met 50% kans 90% van de vijandelijke eenheid uit te schakelen?

Er zijn verschillende modellen voor het gebied van vuursteun, infanterie, manoeuvre en luchtverdediging.

Vuursteun

1 **DAMABA** (Damage Matrix from a battery)
DAMABA wordt gebruikt om de uitschakelmatrices uit POKALA deterministisch uit te breiden met een ballistische fout, vuurmondfout, doel locatie fout, het aantal vuurmonden in een peloton (of batterij) en een mikpatroon. GAUSS is de stochastische variant van DAMABA. SMET en FIST zijn eenvoudiger modellen in deze categorie.

2 **MEMOS**
MEMOS berekent voor slimme munitiën aan de hand van kans berekeningen de effectiviteit. De belangrijkste modeluitvoer van MEMOS is het aantal uitgeschakelde doelen, het aantal doelen dubbel uitgeschakeld en het aantal munitie stukken die geen doel raken.

Infanterie

1 SCORPION
SCORPION is een model waarmee een confrontatie tussen twee infanterie eenheden eenvoudig kan worden gesimuleerd. Eén van de partijen brengt geen vuur uit maar vertoont wel een doelreactie (monel). SCORPION wordt gebruikt om de effectiviteit van wapensystemen te vergelijken. Uitvoer die door SCORPION wordt gegenereerd is onder andere de kans op succes, het aantal uitgeschakelde infanteristen en de verbruikte munitie.

2 **EON**
EON is soortgelijk model dat kan worden gebruikt voor met name infanterie simulaties gericht op niet letale wapens en munitie.

Manoeuvre

1 BALLS
BALLS is een 'ystem dynamics', dus op differentiaalvergelijkingen gebaseerd, gevechtssimulatiemodel, waarmee het mogelijk is om wapenindicatoren als treffer- en uitschakelkansen en wapenfunctioneringstijden te condenseren tot kwaliteitscoëfficienten. Deze kunnen worden toegepast voor het berekenen van de gemiddelde uitkomst van een duel tussen gevechtsgroepen. Hierin kunnen tevens invloeden van tactiek, terrein, zicht, artillerie-effecten en hindernissen worden meegenomen. BALLS geeft als uitvoer de sterkteverhouding tussen gevechtsgroepen weer.

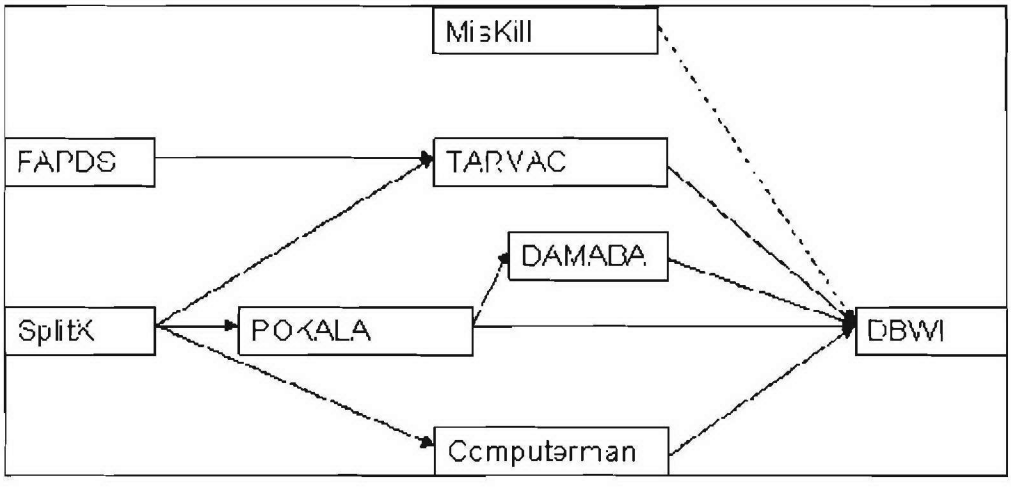
Luchtverdediging

1 ADGSM
Het model ADGSM (Air Defense Gun Simulation Model) kan de effectiviteit van een aantal verdedigende kanonsystemen tegen een vliegtuigaanval doorrekenen. Met ADGSM als basis is een ontwikkeling ingezet naar een algemener toepasbaar model (KaSiMoDo, Kanon Simulatie Model Defensie Onderzoek).

D.2.4 Gebruik van de resultaten van de functionele modellen middels de DBWI

Om de resultaten van deze modellen beschikbaar te maken voor gebruik in meer operationele modellen, is de Database Wapen Indicatoren (DBWI) ontwikkeld. Deze database wordt onder andere gebruikt in SMARTER. De gegevens die de hogere order modellen nodig hebben, kunnen in deze database worden ingevuld.

In onderstaand figuur is ten slotte het verband weergegeven tussen de meest relevante modellen die in dit hoofdstuk zijn beschreven.



Figuur 64 Verband modellen wapen effectiviteit.

D.3 Effectiviteit van sensoren

D.3.1 TASTE

Het model TASTE is ontwikkeld binnen TNO Den Haag (Huub van Hoof, Graeme van Voorthuijsen en Rody Sandbrink) om een beter inzicht te krijgen in de inzetmogelijkheden en effectiviteit van Onbemande GrondSensoren (OGS). Doelstelling is de KL te adviseren met betrekking tot de wijze van inzet van sensoren, de aantallen benodigde sensoren voor een opdracht en het type sensoren. Ook kunnen nog niet beschikbare sensoren geanalyseerd worden om zo de KL te adviseren in verwervingstrajecten. De tool is nog in ontwikkeling maar wordt zodanig opgezet dat ook militairen zelf 'spelenderwijs' scenario's kunnen analyseren om gevoel te krijgen voor de inzet van OGS.

Opzet TASTE

TASTE bestaat uit drie deelmodules.

- In de eerste module wordt het scenario gemodelleerd: omgeving, locatie eigen sensoren, normale bewegingen in omgeving (bus, trein, boer, vee), vijandelijke beweging (door middel van routes). De vijandelijke beweging wordt 'hard' ingevoerd, er is geen sprake van stochastiek.
- De tweede module berekent de prestaties van het OGS-netwerk. Welke elementen zijn gedetecteerd en welke classificatie/identificatie is hieraan gegeven.

- In de derde module wordt de werkelijkheid vergeleken met het door het OGS-netwerk gegenereerde beeld. Beide situaties worden naast elkaar als een film afgebeeld.

Prestatieberekening OGS-netwerk (tweede module)
TASTE voert nog geen optimalisatie uit, maar alleen een evaluatie van het ingevoerde OGS-netwerk door middel van één simulatierun. Doordat detectiekansen en classificatiekwaliteit wel stochastisch zijn, kunnen opeenvolgende simulatieruns afwijkende prestaties laten zien.
De prestatie van de sensor hangt af van het type sensor (akoestisch, seismisch, infrarood, radar, etcetera.). Elke sensor heeft bepaalde (on)nauwkeurigheden. Detectierange, batterijsterkte, bodemsoort, afstand-, richting- en classificatiefouten en invloed van verstoringen (denderende trein, koeien) zijn nadrukkelijk meegenomen in de modellering. De kenmerken van de sensoren zijn vastgelegd in tabellen. Deze tabellen zijn gevoed onder behoud van expertmeningen, leverancierssspecificaties en data uit NATO-werkgroepen. Er wordt nog niet slim omgegaan met sensorfusie, elke sensor wordt per stuk bekeken.

Conclusies
Het gedetailleerd modelleren van inlichtingenvraagstukken is erg complex. Een vraag als: 'Bepaal de optimale sensormix.' is een zeer complexe vraag die zelfs de gespecialiseerde TASTE-tool nog niet kan beantwoorden. Het modelleren van elke individuele sensor vraagt veel detail. Sensoren kunnen op termijn in AGO wellicht wel op een hoger niveau worden meegenomen. TASTE kan de prestaties berekenen van een aantal standaard sensornetwerkjes in verschillende omstandigheden. Deze standaardnetwerkjes kunnen vervolgens in AGO worden meegenomen zodat de invloed van deze sensornetwerken op het gehele grondoptreden kan worden geanalyseerd.

D.4 Logistiek

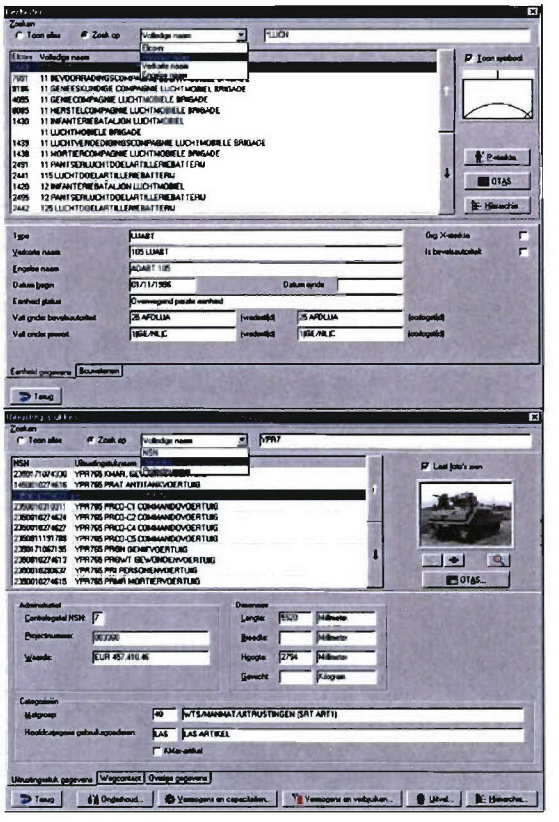
D.4.1 Database Logistiek

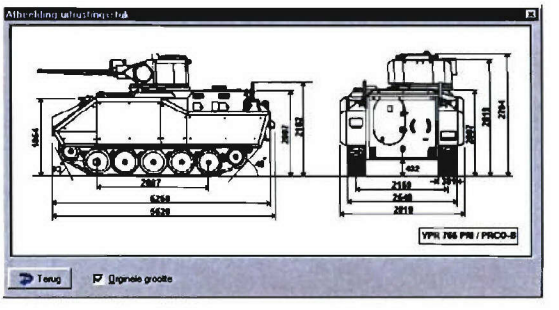
DATABASE LOGISTIEK is een database met een makkelijk te gebruiken standaard gebruikersinterface. In de database staan relevante gegevens voor logistieke en andere planners, zoals:
- eenheden met hun slagorde;
- uitrustingsstukken;
- personeelsfuncties;
- samenstelling van eenheden uit personeel en materieel;
- verwachte verbruiken van personeel en materieel;
- verwachte uitval van personeel en materieel;
- verwacht onderhoud aan materieel;
- verwachte verzorging van personeel.

De database bevat momenteel naast gegevens van de Koninklijke Landmacht ook informatie over de THGKLu.

Opvragen gegevens

Met de standaard gebruikersinterface kunnen gegevens worden opgezocht en een aantal basale overzichten kunnen worden gegenereerd. Zo zijn kenmerken van door de gebruiker opgezochte eenheden en hun bouwstenen, uitrustingsstukken of personeelsfuncties, alsmede van verbruiksgoederen beschikbaar. Het is mogelijk met een paar muisklikken de personele en materiële samenstelling van eenheden te zien, desgewenst voor een hele brigade of zelfs de complete Landmacht in één enkel overzicht. Ook kunnen snel en eenvoudig overzichten worden verkregen waar bepaald materieel zich bevindt, naar keuze een heel specifiek uitrustingsstuk of juist een groep uitrustingsstukken zoals alle YPR'n 765 of zelfs alle rupsvoertuigen.

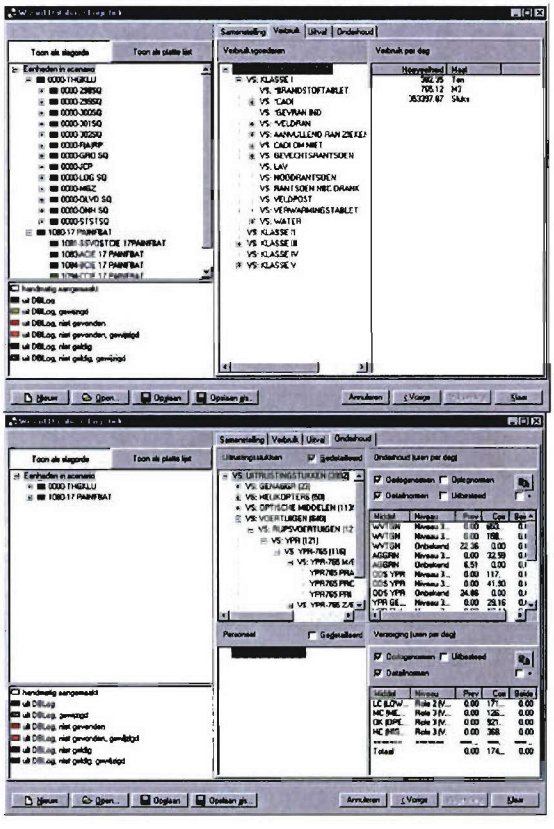




Wizard

De standaard gebruikersinterface bevat een rekenwizard. Met deze wizard kan de gebruiker zelf eenheden met hun slagorde samenstellen, op basis van de standaard eenheden uit Database Logistiek. Deze eenheden kunt u daarna naar eigen inzicht aanpassen. De wizard berekent voor die eenheden:

- de personele en materiële samenstelling;
- de dagelijkse verbruiken van voedsel, brandstof en munitie;
- de dagelijkse uitval van personeel en materieel;
- de dagelijkse en jaarlijkse werklast voor het verzorgen van gewonden en herstellen van materieel.



Beheer

Iedere vier maanden komt een nieuwe versie van Database Logistiek uit op cd-rom, met geactualiseerde gegevens. Deze cd-rom wordt breed verspreid binnen de Landmacht, maar gaat ook naar de Luchtmacht en de Marine. De standaard gebruikersinterface is LAN2000 gecertificeerd. Voor het beheer van de opgenomen gegevens is een speciale beheerstructuur in het leven geroepen. Hierin is vastgelegd welke organisaties verantwoordelijk zijn voor bepaalde delen van de opgenomen gegevens. Gebruikers van de database kunnen deze organisaties aanspreken op gebreken in de gegevens. Iedere vier maanden vindt centraal overleg plaats met deze organisaties om de voortgang te bewaken.

Verwante applicaties

Database Logistiek is meer dan alleen de standaard gebruikersinterface met rekenwizard. Andere applicaties gebruiken de gegevens van Database Logistiek voor hun eigen, specifieke doel. Momenteel zijn als aanvullende computerprogramma's beschikbaar:

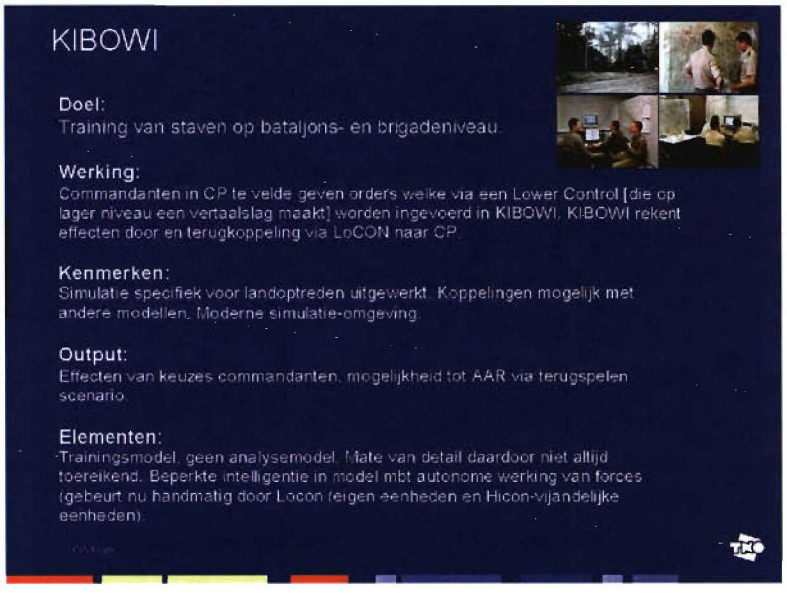
- OTAS Rekenmodel voor het berekenen van de noodzakelijke logistieke ondersteuning voorafgaande aan een uitzending.
- IVOOR voor het berekenen van de initiële voorraadhoogten van eenheden voorafgaande aan een uitzending.
- Planningstool Logistiek voor het bepalen van de optimale inzet van de beschikbare logistieke middelen tijdens een uitzending.

- Behoefte Inventarisatie Programma (BIP) voor het vaststellen van materieelbehoeftes en de bijbehorende financiële consequenties.

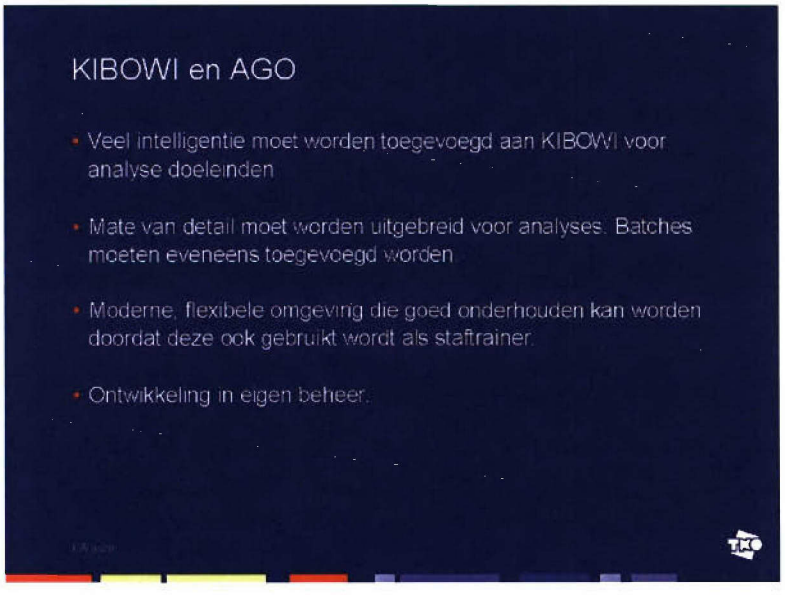
E Presentatiesheets modellenoverzicht

Tijdens een programma-voortgangs overleg van AGO (mei 2005) is een globaal overzicht aan de programmaleider gegeven over de modellen die in meer detail bekeken zouden gaan worden. De sheets geven snel een overzicht van de beschikbare modellen en simulatie-omgevingen die in dit rapport zijn beschreven.

KIBOWI

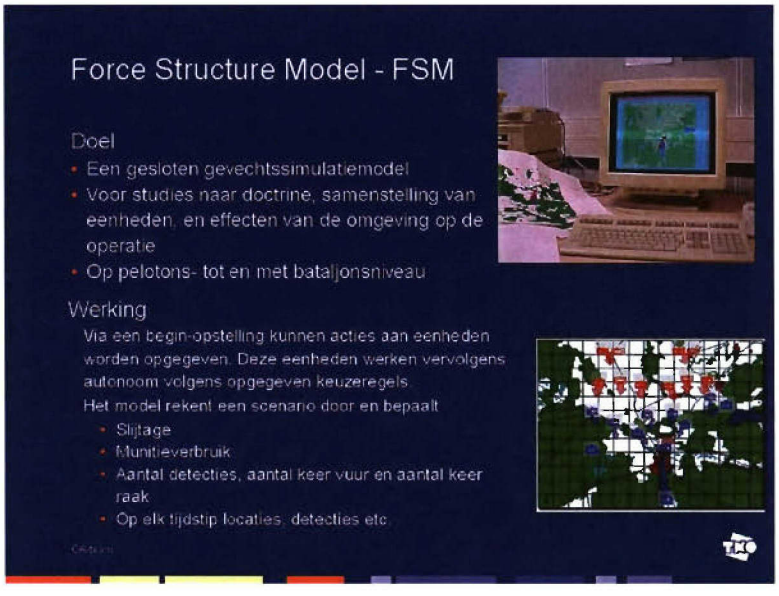


Figuur 65 Overzichtssheet KIBOWI.

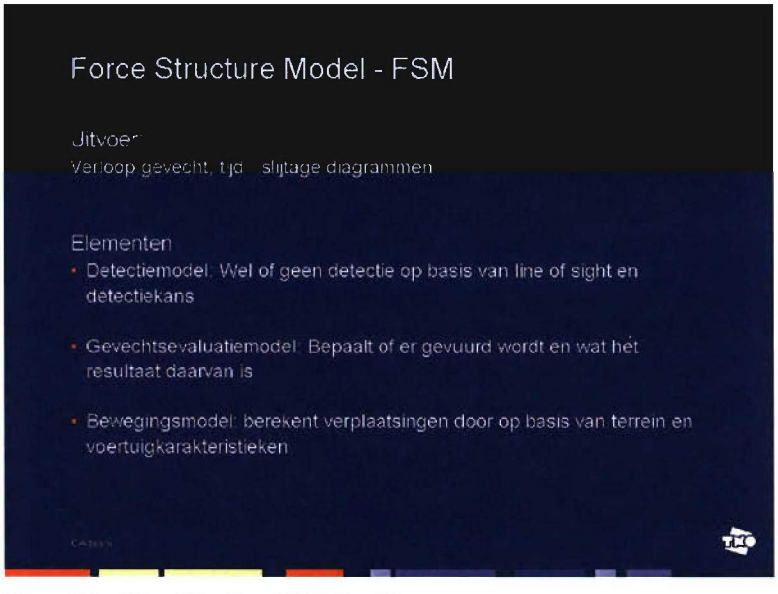


Figuur 66 Overzichtssheet van KIBOWI en AGO.

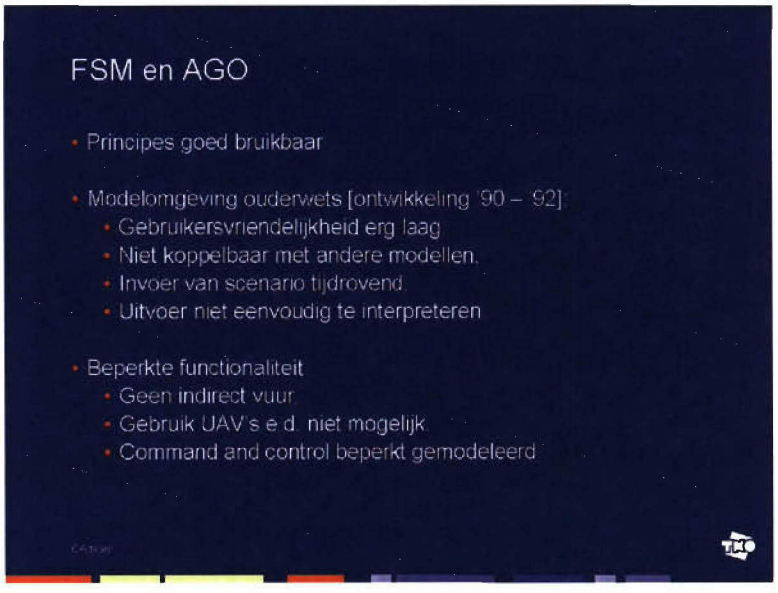
FSM



Figuur 67 Overzichtssheet FSM, sheet 1.

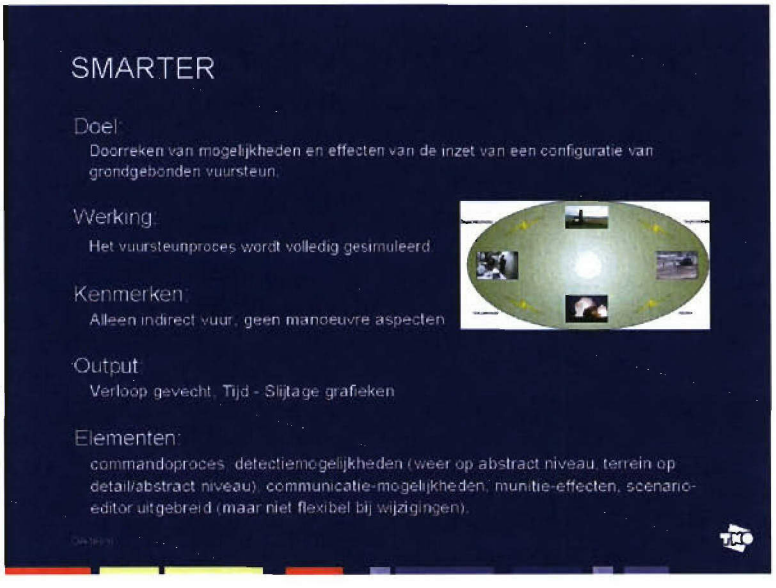


Figuur 68 Overzichtssheet FSM, sheet 2.

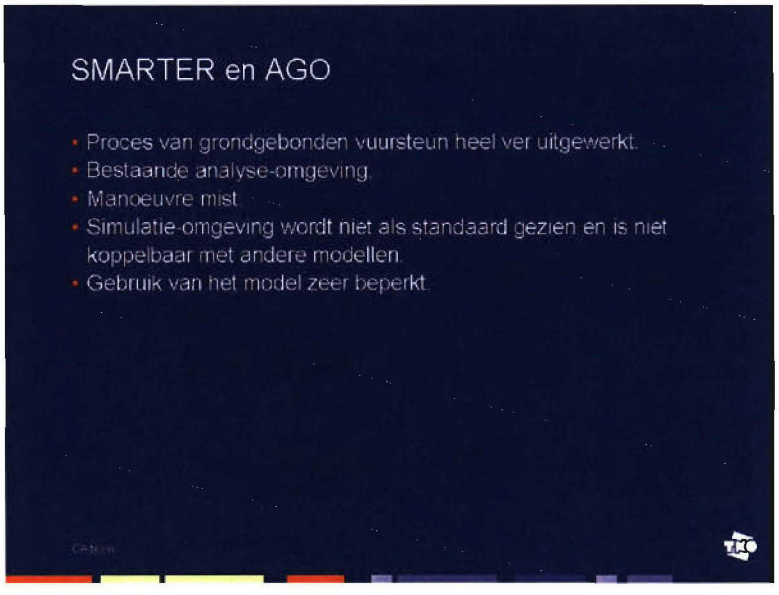


Figuur 69 Overzichtssheet van FSM en AGO.

SMARTER

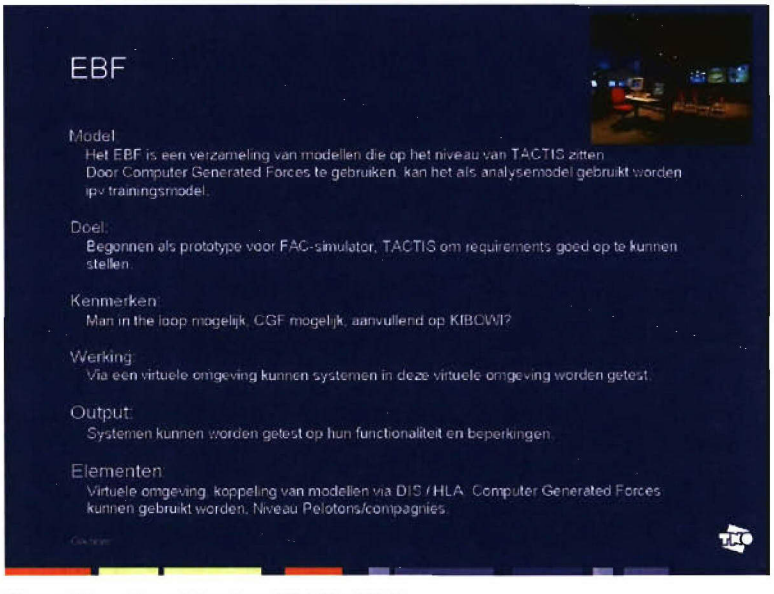


Figuur 70 Overzichtssheet SMARTER.

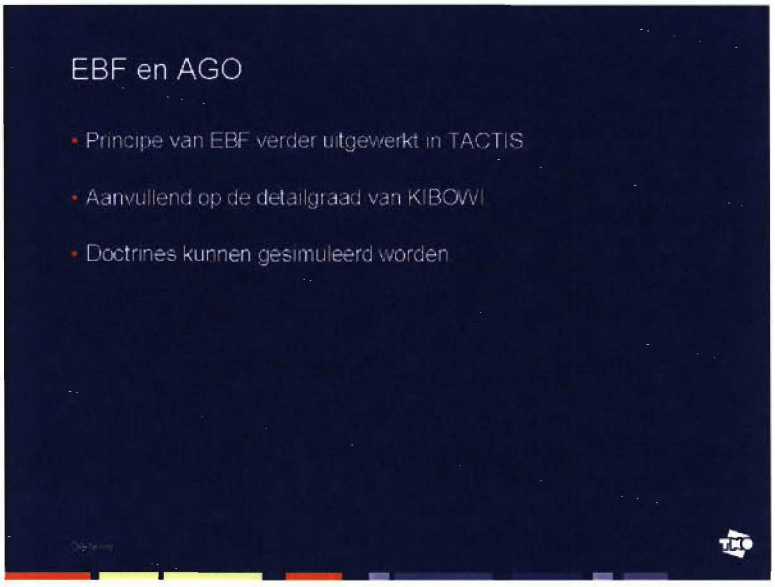


Figuur 71 Overzichtssheet SMARTER en AGO.

EBF/TACTIS

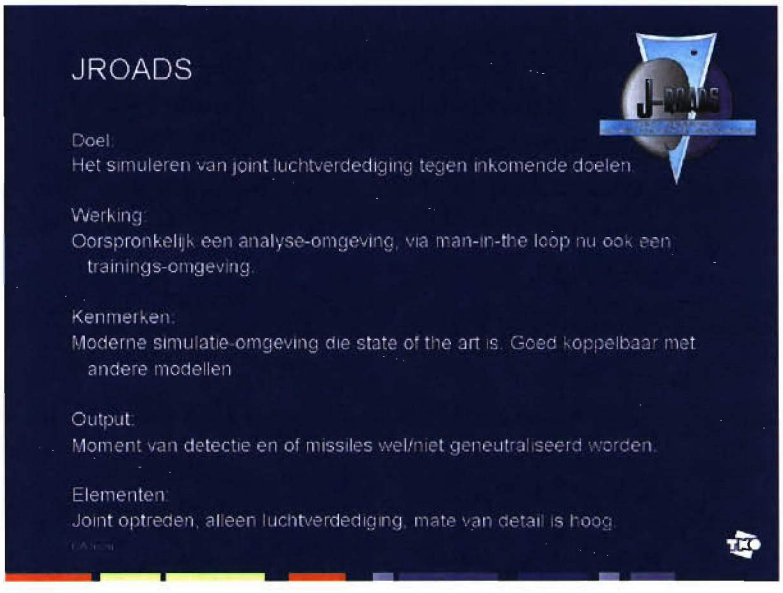


Figuur 72 Overzichtssheet EBF/TACTIS.

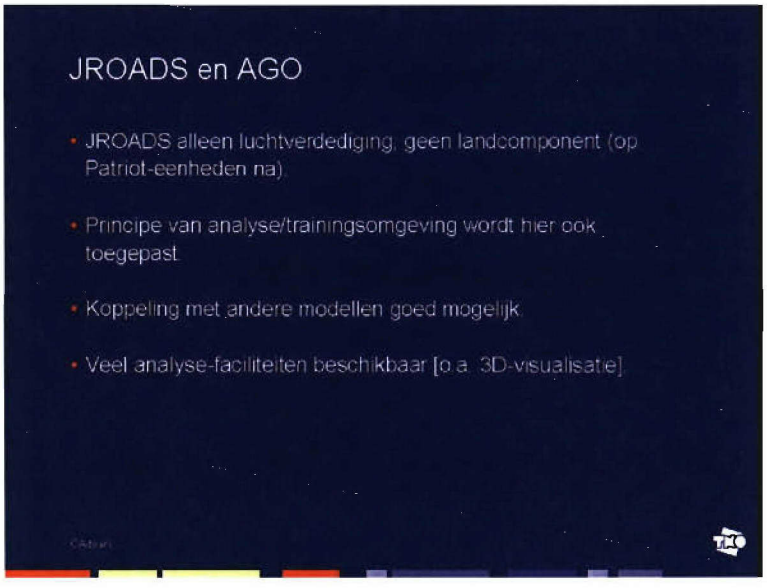


Figuur 73 Overzichtssheet van EBF en AGO.

J-ROADS

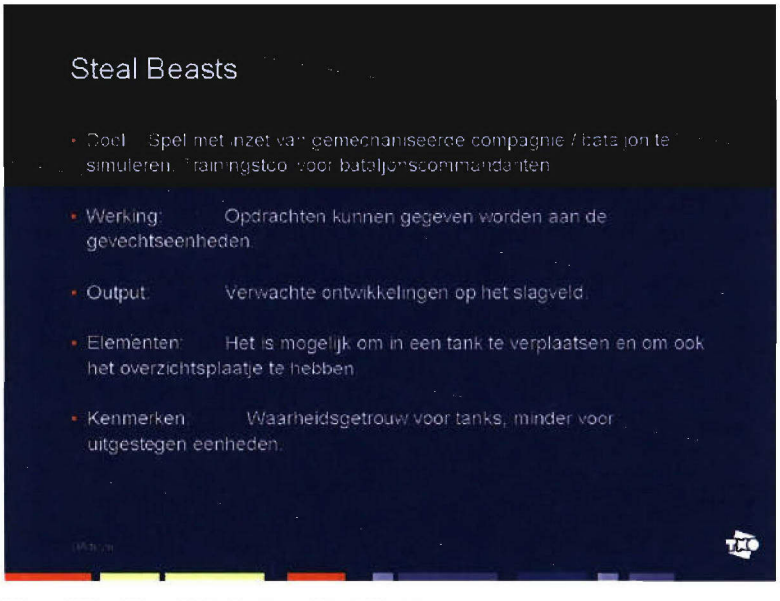


Figuur 74 Overzichtssheet van J-ROADS.

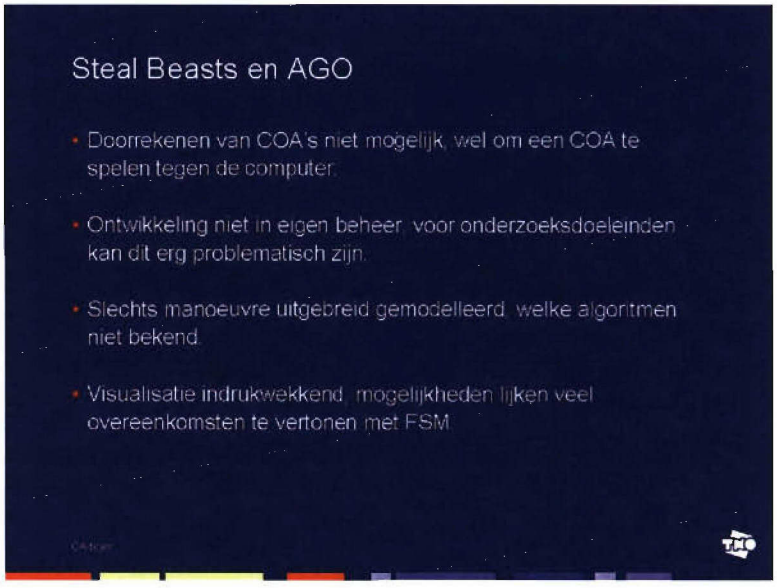


Figuur 75 Overzichtssheet van J-ROADS en AGO.

STEAL BEASTS



Figuur 76 Overzichtssheet van Steal Beasts.



Figuur 77 Overzichtssheet van Steal Beasts en AGO.

ONGERUBRICEERD

REPORT DOCUMENTATION PAGE
(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO (MOD-NL)	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO
TD2005-0519		TNO-DV1 2006 A059
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO	**5. CONTRACT NO**	**6. REPORT DATE**
015.34582	-	April 2006
7. NUMBER OF PAGES	**8. NUMBER OF REFERENCES**	**9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED**
160 (incl 5 appendices, excl RDP & distribution list)	28	Final

10. TITLE AND SUBTITLE Inventory of simulation and modeling for the analysis of ground manoeuvre performance

Inventarisatie van vragen en modellen voor de analyse van het grondgebonden optreden

11. AUTHOR(S)

C.J. Wiersum, MSc, B.J.E. Smeenk, MSc, P.G.M. Van Scheepstal, MSc, M.P. Hasberg, MSc, dr A.I. Barros, C. Fiamingo, MSc

12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES)

TNO Defence, Security and Safety, P.O. Box 96864, 2509 JG, Den Haag, The Netherlands

Oude Waalsdorperweg 63, Den haag, The Netherlands

13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES)

14. SUPPLEMENTARY NOTES

The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified, Stg. Confidentieel is equivalent to Confidential and Stg. Geheim is equivalent to Secret.

15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE))

Modelling and simulation can be used to analyse ground manoeuvre units with respect to future doctrine, command&control, training, organisation, material and personnel. In the research program Analysis of Grondbased Operations (AGO) the available modellensuite for this purpose is examined and will be further improved. This report describes the available modellensuite in the Netherlands and in a few other nations.

16. DESCRIPTORS	IDENTIFIERS

17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
Ongerubriceerd	Ongerubriceerd	Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT		**17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES**
Unlimited Distribution		Ongerubriceerd

ONGERUBRICEERD

Distributielijst

Onderstaande instanties/personen ontvangen een volledig exemplaar van het rapport.

1	DMO/SC-DR&D standaard inclusief digitale versie bijgeleverd op cd-rom	
2/3	DMO/DR&D/Kennistransfer	
4	Programmabegeleider Defensie/OTC OPN, Lkol H.J.D.M. Konings	
5	Programmabegeleider Defensie/Kcen GM, Maj X.A.R.M.J. Horbach	
6/8	Bibliotheek KMA	
9	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Beleidsstudies Operationele Analyse & Informatie Voorziening (operaties), drs. T. de Groot	
10	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Vormgeving en Tekstverwerking, N. Koelhof (daarna reserve archief)	
11	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Archief	
12	Defensie/DS/DOBBP/B/Land, Kol M.C. de Kruif	
13	Defensie/DS/DOBBP/B/Land, Lkol R.J. Jeulink	
14	Defensie/CLAS/OB, Lkol H.A.J. Jacobs	
15	Defensie/DMO/SEC, Lkol J.A. Klomp	
16	Defensie/OTCO/OTCMAN/Kcen GM, Lkol G.W. Uilenbroek	
17	Defensie/OTCO/OTCMAN/GTS, Maj J. Meijer	
18	Defensie/DMO/C2SC, Lkol. M.A. Hubregtse	
19	Defensie/DMO/C2SC, Lkol. D.M. Brongers	
20	Defensie/DMO/DB/DR&D, Ing L.Z. Zijdeman	
21	Defensie/DMO/DB/DR&D, Drs. A. Timmer	
22	Defensie/NLO TRADOC, Kol A.H. Wolters	
23-52	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Business Unit Beleidsstudies Operationele Analyse & Informatie Voorziening,	
	dhr. B.G. Teunissen,	Accountmanager Landoptreden
	dhr. R. le Fèvre	Business Developer KL
	dhr. J. Middelburg	Business Developer C2 en Simulatie
	drs. J.H.A. Blokker	Afdelingshoofd Operationele Analyse
	dhr. J. Koole,	Programmaleider AGO
	drs. B.J.E. Smeenk,	Auteur, Plv Programmaleider AGO
	ir. C.J. Wiersum,	Auteur
	drs. P.G.M. Van Scheepstal,	Auteur
	drs. M.P. Hasberg,	Auteur
	dr. A.I. Barros,	Auteur

ir. R.R. Witberg,	Medewerker programma AGO
drs. ing. G. Roseboom,	Medewerker programma AGO
drs. R.G.W. Gouweleeuw,	Programmaleider OKE
drs. R.R. Barbier,	Plv Programmaleider OKE
drs. F.J.G. Toevank	Programmaleider Joint Modelling
ir. A.C. Kernkamp,	Medewerker programma Joint Modelling
dhr. S. Groh,	Programmaleider TLPW
ir. A.J. Krabbendam,	Medewerker programma TLPW
drs. C.S. Smit,	Medewerker programma TLPW
dr. W.A. Lotens,	Programmaleider SE
ir. H.G.M. Janssen,	Projectleider SBA
dr. G.J. Jense,	Coördinator M&S
ir. J. Peekstok,	Projectleider SENECA
ir. G.F. Slegtenhorst,	Projectleider KIBOWI
ir. S. van der Drift,	Projectleider J-ROADS
ing. D.J. Coetsier,	Projectleider TACTIS
drs. A.A. Pikaar,	Projectleider SBT
drs. M. Bloem	Projectleider MCTC
ir. W. Treurniet,	Programmaleider C4I
ir. W. Huiskamp,	Medewerker programma C4I

@ TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk,
Marketing en Communicatie (digitale versie via Archief)

Onderstaande instanties/personen ontvangen het managementuittreksel en de distributielijst van het rapport.

4 ex.	DMO/SC-DR&D
1 ex.	DMO/ressort Zeesystemen
1 ex.	DMO/ressort Landsystemen
1 ex.	DMO/ressort Luchtsystemen
2 ex.	BS/DS/DOBBP/SCOB
1 ex.	MIVD/AAR/BMT
1 ex.	Staf CZSK
1 ex.	Staf CLAS
1 ex.	Staf CLSK
1 ex.	Staf KMar
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Algemeen Directeur, ir. P.A.O.G. Korting
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Operaties, ir. C. Eberwijn
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Kennis, prof. dr. P. Werkhoven
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, Directie Directeur Markt, G.D. Klein Baltink
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Den Haag, Manager Waarnemingssystemen (operaties), dr. M.W. Leeuw
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, daarna reserve Manager Bescherming, Munitie en Wapens (operaties), ir. P.J.M. Elands
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Rijswijk, Manager BC Bescherming (operaties), ir. R.J.A. Kersten
1 ex.	TNO Defensie en Veiligheid, vestiging Soesterberg, Manager Human Factors (operaties), drs. H.J. Vink