



FOI MEMO

Projekt/Project
Markfordon – rörlighet och
systemintegration

Sidnr/Page no
1 (7)

Projektnummer/Project no Uppdragsgivare/Client
E85068 Försvarsmakten
FoT-område
Marksystem

Författare/Author
Johannes Andersen

Datum/Date Memo nummer/Number
2022-08-16 FOI Memo 7911

Reserapport från NATO Applied Vehicle Technology Panel Business Meeting (PBM) samt Cooperative Demonstration of Technology (CDT) i maj 2022

Innehållet är granskat och omfattar ingen information som är underställd exportkontrollagstiftningen

Titel/Title

Reserapport från NATO Applied Vehicle Technology Panel Business Meeting (PBM) samt Cooperative Demonstration of Technology (CDT) i maj 2022

Memo nummer/Number

FOI Memo 7911

1 Inledning

Detta memo är en rapportering av det samarbete FoT-projektet Markfordon har inom NATO STO¹. Mellan 17 och 19 maj 2022 genomfördes en demonstration, en s.k. CDT², av nya versionen av NATO:s mobilitetsmodell ”*Next Generation NATO Reference Mobility Model*” (NG-NRMM) i Trier, Tyskland. I anslutning till detta hölls ett panelmöte PBM³ av NATO-panelen Applied Vehicle Technology (AVT) i Sibiu, Rumänien, mellan 23 och 27 maj. FoT-projektet Markfordon har sedan ett flertal år varit med och lett forskningsgrupp-samarbetet *Mobility Assessment Methods and Tools for Autonomous Military Ground Systems* AVT-341 och deltog därför på CDT:n för att presentera arbetet som görs inom AVT-341. Tidigare deltagande i NATO AVT-möten har sammanfattats i [1] och [2].

Inom FoT-området Marksystem studeras bland annat rörlighet hos markstridsplattformar. Stridsfordon är en central komponent i modern markstrid där obemannade markfordon förväntas få stor betydelse. Ett deltagande i AVT- 341 har lett till kunskapsupbyggnad kring behoven av modellering och värdering av sådana system. Vidare ger deltagandet i detta samarbete tillgång till ett stort internationellt nätverk av forskare och aktörer. Delande av kunskap mellan deltagarna minskar framför allt kostnaderna för respektive deltagarland. I projekten deltar ett flertal nationer som utför beräkningar och experiment (utifrån respektive deltagande organisations expertis) och resultaten delas inom projektet.

1.1 Bakgrund

NATO AVT är en av sju paneler under NATO STO. Deltagare från forskningsorganisationer, industri och militärer från NATO-länderna och deras samarbetspartners möts där och samarbetar kring forskning och teknikutveckling.

Förslag som minst fyra NATO-länder har visat gemensamt intresse för kan skickas in till kommittén för de respektive panelerna. Om förslaget godkänns startas en så kallad *Exploratory Team* (ET) vilket motsvarar en förstudie. En ET pågår ett år och konkretiserar ett förslag till fortsättning på temat för panelen. Förslaget kan innebära antingen ett symposium, ett så kallat *Specialist Meeting*, en workshop eller en *Research Task Group* (den vanligaste fortsättningen) vilket är ett treårigt samarbetsprojekt mellan intresserade nationer. AVT-341 är ett sådant treårigt projekt.

NATO AVT är särskilt inriktat mot tillämpad farkostteknik. Panelen är i sin tur organiserad i tre strategiska kommittéer: *Mechanical Systems, Structures and Materials* (MSM), *Performance, Stability & Control, Fluid Physics* (PSF) samt *Propulsion and Power Systems* (PPS).

Projekt rörande markstridsplattformar organiseras typiskt under MSM.

¹ “Science and Technology Organisation”. Se <https://www.sto.nato.int/> för mer information om NATO STO.

² “Cooperative Demonstration of Technology”, vilket är en av samarbetsformerna inom NATO STO.

³ “Panel Business Meeting”, vilket är ett fysiskt arbetsmöte som sker två gånger per år.

Titel/Title

Reserapport från NATO Applied Vehicle Technology Panel Business Meeting (PBM) samt Cooperative Demonstration of Technology (CDT) i maj 2022

Memo nummer/Number

FOI Memo 7911

2 Kort summering av respektive möte

2.1 AVT-308 CDT-2 Cooperative Demonstration of Technology on Next-Generation NATO Reference Mobility Model Development

AVT-308 syftar till att demonstrera resultaten från AVT-327, en *Research Task Group* med syfte att utveckla en STANREC⁴ för NG-NRMM som innefattar modellering och värdering av framkomlighet hos militära fordon. AVT-308 CDT-2 är den andra demonstrationen av NG-NRMM som genomförts i syfte att visa hur rörlighetsmodellen kan användas i en operationell kontext. Den första demonstrationen hölls i USA 2018 och Tyskland valdes som plats för den andra demonstrationen. CDT:n bestod av två delar: inledningsvis ett antal föredrag och sedan en praktisk demonstration. Nedan syns agendan för CDT:n.

Tuesday, 17 May 2022, DAY 1	Wednesday, 18 May 2022, DAY 2
09:00 Welcome by the NATO STO Collaboration Support Office	09:00 NATO Welcome
09:15 Key Note Speech	<u>Session 3: Analysis Tools for Design & Acquisition</u>
<u>Session 1: Development of NG-NRMM</u>	09:30 Mobility Analyses of Tracked Vehicles
09:40 NATO Task Group and CDT Objective	10:00 Simulation of Complex Terra Mechanics
10:00 NG-NRMM Motivation, Goals and Architecture	11:00 Drawbar Pull Testing and Validation using a Hydraulic Winch
11:00 Test Area WTD41 – Terrain Modeling and Mobility Testing	11:30 Simulation of Unmanned Tracked Vehicle Mobility
11:30 Mobility Data as a Service and Off-Road Navigation	12:00 Real-Time Modeling & Simulation of Wheeled Vehicles in Off-Road Environments
<u>Session 2: NG-NRMM Analysis Tools for Military Planners</u>	<u>Session 4: Mobility testing and Data Collection</u>
12:00 Terrain Modeling and Mobility Maps	13:30 Visiting Test Centre and Live-Demonstrations
14:00 Trafficability Prediction with CCMoD2 considering Weather Forecast Data	16:30 Vehicle Ride Quality Performance Specification
14:30 NG-NRMM and Vignettes	17:00 Trafficability Experiments with Wheeled and Tracked Vehicles on Estonian Soils
15:00 Mobility Prediction in Operational Scenarios	Thursday, 19 May 2022, DAY 3
16:00 Mobility Evaluation for Overcoming Forests	<u>Session 5: Future application and activities</u>
16:30 Methods for Data Collection and Remote Sensing	09:00 Route Optimization with “the Power of Many”
	09:30 NG-NRMM - Mobility Assessment and Mobility Maps
	10:00 Mobility Assessment of Autonomous Vehicles (AVT-341)
	10:30 NATO Standard for Development of NG-NRMM (AVT-327)
	11:30 Gaps and Path Forward
	12:00 Conclusion and Open Discussion

⁴ En STANREC är en s.k. *NATO Standardisation Recommendation* vilket utgör en icke bindande rekommendation. Om standarden blir antagen inom NATO blir det en STANAG vilket står för *NATO Standardization Agreement*.

Titel/Title

Reserapport från NATO Applied Vehicle Technology Panel Business Meeting (PBM) samt Cooperative Demonstration of Technology (CDT) i maj 2022

Memo nummer/Number

FOI Memo 7911

2.1.1 Föredrag av särskilt intresse

Under CDT: genomfördes flera föredrag kopplade till mobilitet. Nedan följer sammanfattningar av de föredrag som bedömdes vara av särskilt intresse.

2.1.1.1 Terrain Modeling and Driver Assist System, Matthias Ellsiepen

På föredraget förevisades ett beslutsstödsystem för vagnschef där en ruttplanerare baserad på framkomlighet enligt NG-NRMM var integrerad i fordonets stridsledningssystem. Detta verktyg har stora likheter med vägbeskrivning för fordon på den civila sidan, där tidsuppskattning med mera ingår.

2.1.1.2 Mobility Prediction Considering Climate Data, Petra Zieger

I detta föredrag beskrevs hur markegenskaper, och därmed markfordons framkomlighet, kan beräknas utifrån de senaste dagarnas väderförhållanden. Detta är av särskilt intresse utifrån ett operationellt perspektiv då det kan göras över stora ytor. Under föreläsningen användes Tyskland som ett exempel, och en framkomlighetskarta genererades för hela landet. Under de efterföljande diskussionerna och frågestund framgick det att just markens fuktighet är av stor betydelse för dess bärighet. Föreläsaren nämnde också att denna metod har använts i den pågående konflikten i Ukraina, samt hur den kan användas prediktivt m.h.a. väderprognoser.

2.1.1.3 Vehicle 6-Watt Speed Performance Specification, Xiaobo Yang

I detta föredrag påvisades att det befintliga gränsvärdet för soldaternas vibrations- och accelerationsnivåer när de färdas i stridsfordon är bristfälligt. Som exempel nämndes att laterala accelerationer är särskilt kritiska, vilket dokumenterats i studier av framför allt nackskador hos amerikanska soldater. I den efterföljande diskussionen uttryckte en brittisk deltagare att de tagit fram interna brittiska gränsvärden utifrån ett stridsvärdesperspektiv snarare än skadeperspektiv och att den mer konservativa brittiska gränsen nås efter ca 8 min av vibrationer enligt amerikansk gräns (där amerikansk standard godkänner 8 h vid dessa nivåer). Det påpekades att det finns ett behov av att ensa gränsvärden och standardisera.

2.1.2 Demonstration

Demonstrationen innehöll ett scenario med följande händelseförlopp:

1. Ett pansarskyttefordon, tyska Boxer, anländer till utkanten av ett fält. Sikten är begränsad på grund av undervegetation och vagnschefen skickar upp en UAV för spaning och förbättrad lägesuppfattning.
2. UAV:n detekterar två fiendefordon, en mindre bandgående tankett (infanterivagn) och en bepansrad terrängbil.
3. Utifrån den framtagna framkomlighetsmodellen NG-NRMM kan vagnschefen dels se att det egna fordonets rörlighet är tillräckligt god för att kunna kringgå och flankera fienden samt att tanketten inte har god nog rörlighet för att avskära denna möjlighet.
4. Boxern omgrupperar, medan UAV:n är kvar i luften för observation. En UGV (Milrem Themis) tar Boxerns ursprungliga observationsställning för att kunna upptäcka eventuell framryckning.

Titel/Title

Reserapport från NATO Applied Vehicle Technology Panel Business Meeting (PBM) samt Cooperative Demonstration of Technology (CDT) i maj 2022

Memo nummer/Number

FOI Memo 7911

5. Boxern når sin flankerande position samtidigt som tanketten misslyckas att avskära flankeringen.
6. Tankett och terrängbil retirerar på grund av det taktiska övertaget.

Demonstrationen kompletterades med en förevisning av hur UAV-baserad ”remote sensing” för markdata kan genomföras, i detta fall med elektro-optisk kamera (IR).

Under demonstrationen visades även funktionen hos en bevameter, vilket är en provmätningsskärmar med vilken jordens bärighet och skjuvstabilitet kan bestämmas. Mätdata ingår i den förenklade terramekanikmodell som utgör grunden i NG-NRMM.

2.2 AVT-341 Mobility Assessment Methods and Tools for Autonomous Military Ground Systems

AVT-341 syftar till att ta fram virtuella testmiljöer för att kunna verifiera funktioner hos autonoma marksystem och dessa testmiljöer förevisades under flera av veckans sessioner. Denna virtuella testmiljö innefattar modeller för fordon, omgivning, mark och sensorer. Status är kortfattat att den virtuella testmiljön som finns på plats har potential, men att det finns ett antal utmaningar relaterat till hur de simulerade sensorerna tolkar denna miljö. Vidare finns även svårigheter att genomföra militärt relevanta scenarier med de öppna autonomikoder som projektet har tillgång till. Gruppen kommer att fokusera på mindre utvalda utmaningar med fokus på att validera modellerna.

Arbetet inom AVT-341 har pågått i ca tre år om man räknar in ET och projektet löper till slutet av 2023. Således har ungefär två tredjedelar av projektiden redan gått, och mötena präglades därför till viss del av diskussioner om hur man bör avgränsa och fokusera arbetet. En CDT var tänkt att rymmas inom samma tidsram, men det beslutades att förlägga denna som en separat aktivitet efter avslutande av AVT-341.

2.3 Sammanfattning och nytta för Försvarmakten

Den nya framkomlighetsmodellen NG-NRMM är tillämplig även för svenska behov och är en naturlig utgångspunkt för rörlighetsmodelleringen som genomförs inom ramen för FoT-Marksystem. Deltagandet vid CDT ger möjlighet att tillgodogöra sig de senaste framstegen inom tillämpningen av modellerna men kanske främst möjligheten att skapa nätverk inom NATO STO och eventuella framtida fördjupande bilaterala samarbeten kring dessa frågor. I dagsläget syftar framkomlighetsmodelleringen som genomförs inom FoT-Marksystem i första hand till att utvärdera koncept, men den stridstekniska (och taktiska) tillämpningen som förevisades på denna CDT öppnar förstås för nya frågeställningar kring modellernas implementering i olika beslutsstödsystem.

Avseende forskningen kring rörligheten för autonoma fordon (AVT-341) så börjar mognadsgraden hos framtagna verktyg öka allt eftersom projektet fortskrider. Utmaningarna i att skapa en virtuell testmiljö för autonoma fordon är stora och samlade

Titel/Title

Reserapport från NATO Applied Vehicle Technology Panel Business Meeting (PBM) samt Cooperative Demonstration of Technology (CDT) i maj 2022

Memo nummer/Number

FOI Memo 7911

erfarenheter från detta samarbete kommer att vara användbara vid framtida forskning på obemannade markfordon inom FOI.

Titel/Title

Reserapport från NATO Applied Vehicle Technology Panel Business Meeting (PBM) samt Cooperative Demonstration of Technology (CDT) i maj 2022

Memo nummer/Number

FOI Memo 7911

3 Litteraturförteckning

- [1] N. Stensbäck, ”Reserapport från NATO AVT Panel Business Meeting i Slovakien i maj 2019,” Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI Memo 6902, Kista, 2019.
- [2] E. Fedina, ”Reserapport från NATO-AVT Panel Business Meeting i Norge i oktober 2019,” Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI Memo 6923, Kista, 2020.