



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Lentotiedustelutietoon perustuva tykistön tulenkäytön optimointi (valmiin työn esittely)

*Tuukka Stewen*

*1.9.2017*

Ohjaaja: DI *Juho Roponen*

Valvoja: prof. *Ahti Salo*

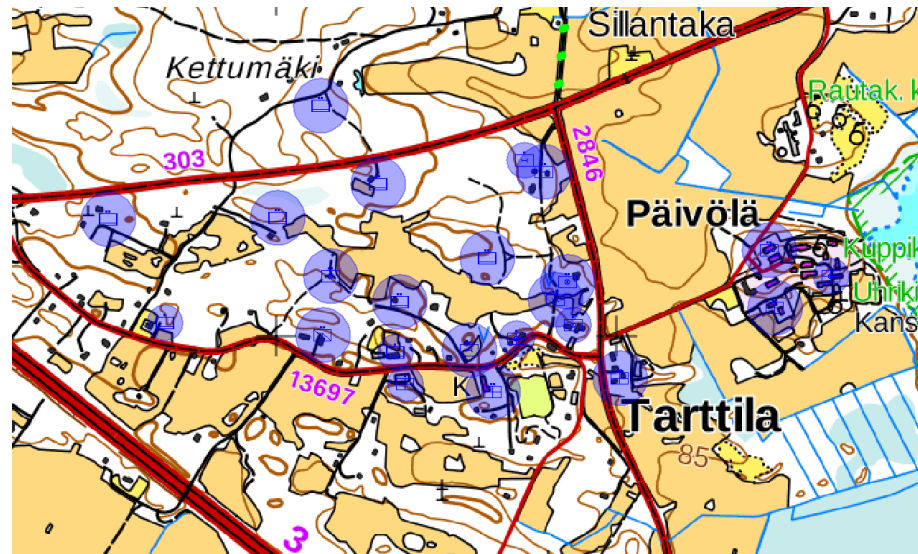
Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

# Motivaatio

- Osa laajempaa tutkimusta, jossa vastakkainasettelullista riskianalyysia hyödynnetään taistelutilanteiden analyysissä
  - Tutkimuksen esimerkkitapaus

# Tausta 1/3

- Huoltokomppania on perustanut huoltokeskuksen
  - Koostuu 23 yksiköstä
  - Eri määrä jalkaväkeä ja muita varusteita kuten ajoneuvoja

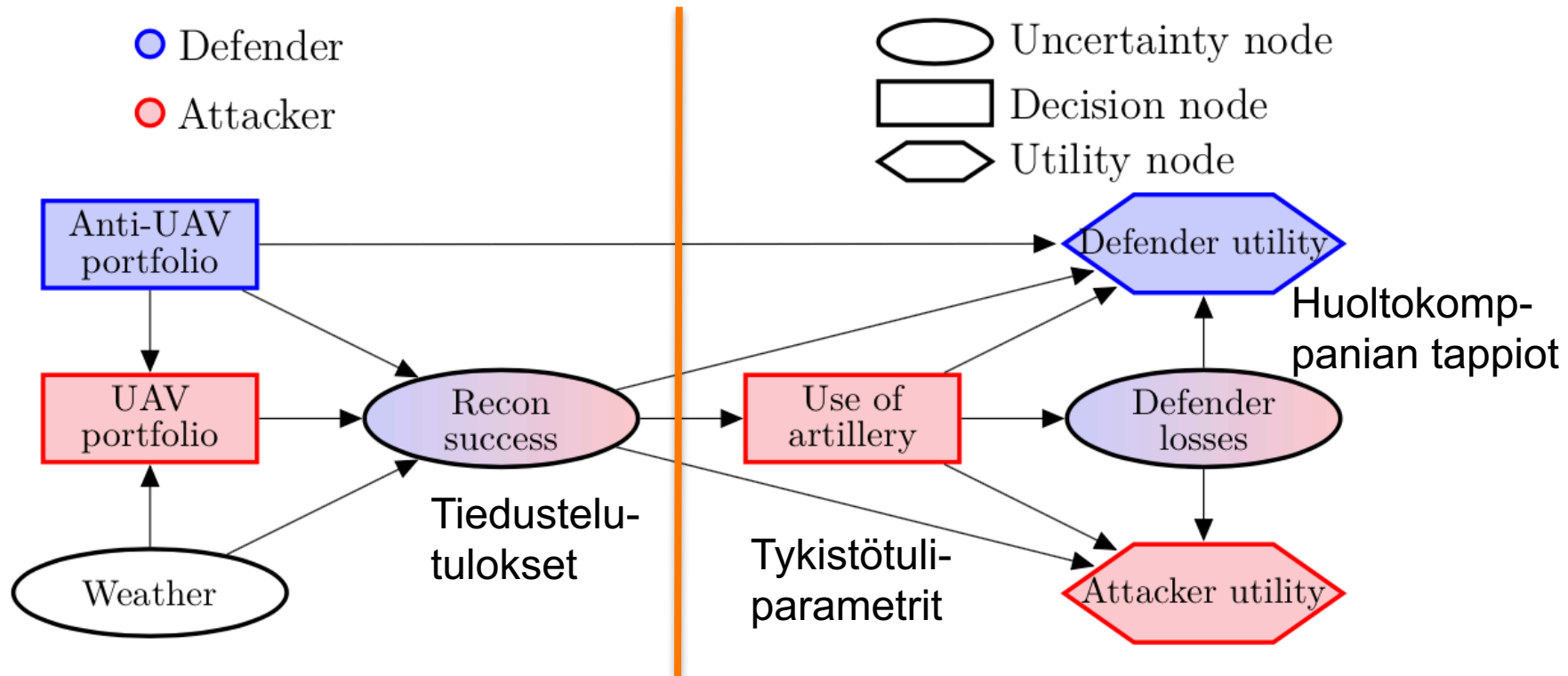


# Tausta 2/3

- Hyökkääjä osoittaa tykistölle maaleja miehittämättömillä ilma-aluksilla (unmanned aerial vehicle, UAV)
  - Tiedustelutulokset satunnaismuuttujia
- Hyökkääjä voi käyttää tykistötulta

# Tausta 3/3

- Vaikutuskaavioesitys



# Tavoitteet

- Millainen hyökkääjän tulenkäyttö on tehokasta, kun huoltokomppaniasta ei ole täydellistä tietoa?
- Miten puolustavan huoltokomppanian maksimitappiot riippuvat ammusmäärästä ja tähtäyspisteiden lukumäärästä?
- Mitä hyötyä hyökkääjä saa kustannustehokkuusmielessä, kun ammuksia käytetään optimaalisesti?
  - (Hyöty = Tuotetut tappiot – Ammusten kustannukset)

# Menetelmät

- Datan viljely
  - Tuottaa tietoa, kuinka lopputulos riippuu varioitavista parametreista
- Datan jatkoanalysointi

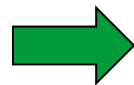
# Datan viljely 1/2

- Tukeudutaan Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen kehittämään operaatioanalyysityökaluun (Sandis)
- Varioitavat parametrit
  - Tykistön tähtäyspisteet
    - 10 eri tähtäyspistettä
  - Käytettävät ammukset ja niiden lukumäärät
    - Raskaan raketinheittimistön sirpaloituva taistelukärki
      - 0-25 yhtä tähtäyspistettä kohden (5 ammuksen välein)
    - 155 mm tykistökranaatti
      - 0-200 yhtä tähtäyspistettä kohden (25 ammuksen välein)
      - Tykistökranaatilla räjähdyskorkeus on joko 0m, 2m, 4m, 6m 8m, 10m (sama jokaisella tähtäyspisteellä)



# Datan viljely 2/2

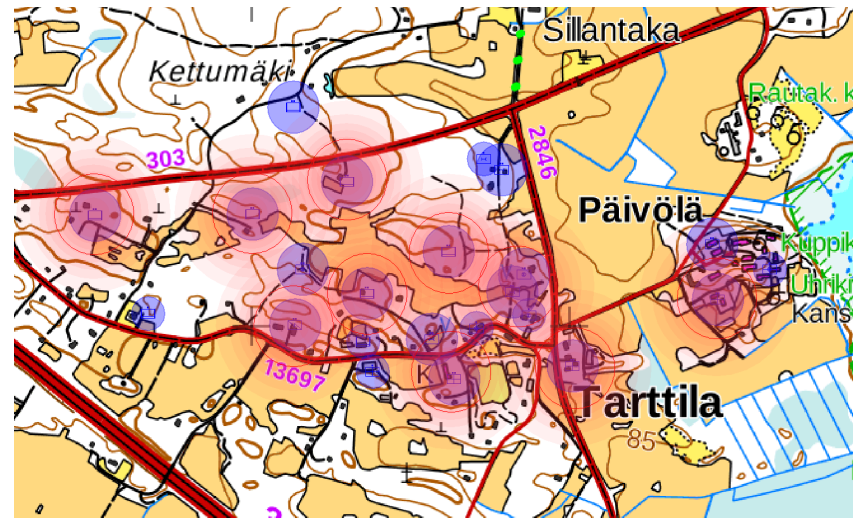
- Tehdään kaksi eri laskentaa
  - Laskenta 1: Raskaan raketinheittimistön sirpaloituva taistelukärki
  - Laskenta 2: 155 mm tykistökranaatti
- Kombinaatioiden lukumäärä
  - Laskenta 1:  $6^{10}$
  - Laskenta 2:  $6 \cdot 9^{10}$



Liikaa yhdistelmiä  
jokaisen läpikäymiseksi

# Datan viljelyn nopeuttaminen 1/2

- Tutkitaan tähtäyspisteiden vaikutusta eri yksikköihin
- Tähtäyspisteet, jotka eivät vaikuta merkittävästi tietyn yksikön tappioihin voidaan jättää huomiotta
- Esimerkki
  - Yksikölle tappioita kolmesta tähtäyspisteestä
  - Loppujen seitsemän tähtäyspisteen parametrien arvot merkityksettömiä



# Datan viljelyn nopeuttaminen 2/2

- Tarkastellaan jokaista yksikköä vuorotellen
- Näistä saadaan varioitua parametreit datan viljelyyn
  - Tutkitaan kuhunkin yksikköön vaikuttavat parametriyhdistelmät
- Tuloksia yhdistelemällä voidaan tutkia kaikki yhdistelmät riittäväällä tarkkuudella

# Viljelyn datan jatkoanalysointi 1/2

- Tutkitaan muuttuvien parametrien vaikutus kohteen tappioihin
  1. Tehdään monitavoiteoptimointina eri tähtäyspisteiden yhdistelmille (Matlab)
    - Maksimoidaan hyökkääjän tuottamat tappiot ja minimoidaan käytetyt ammukset
  2. Lasketaan optimiratkaisujen tuottamat hyödyt
    - Skaalataan yksiköiden varusteiden arvoilla ja huomioidaan ammusten kustannukset

# Viljellyn datan jatkoanalysointi 2/2

- Optimoidaan geneettisellä algoritmilla (Matlab gamultiobj)
  - Data on epäjatkovaa ja perustuu simulaatiotuloksiin
- Heuristinen globaali optimointimenetelmä, jossa numeerisesti pyritään edellisistä ratkaisuksista kohti parempaa
- Parhaista ratkaisuksista muodostetaan uusia mahdollisia ratkaisuja ”mutaation” avulla

[a,b,c,d,e,f,g,h]

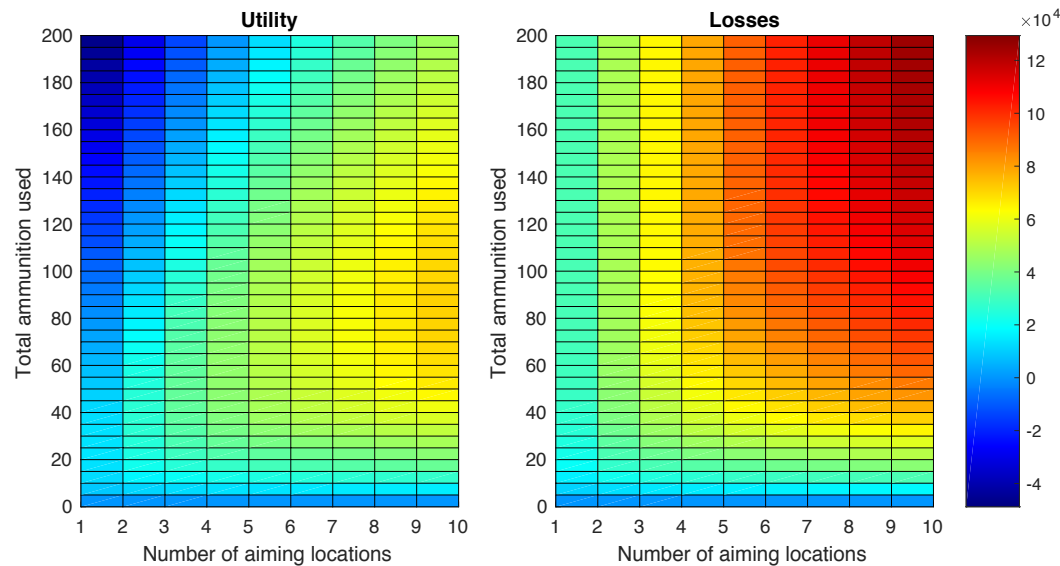
[1,2,3,4,5,6,7,8]



[a,b,3,4,e,6,7,8]

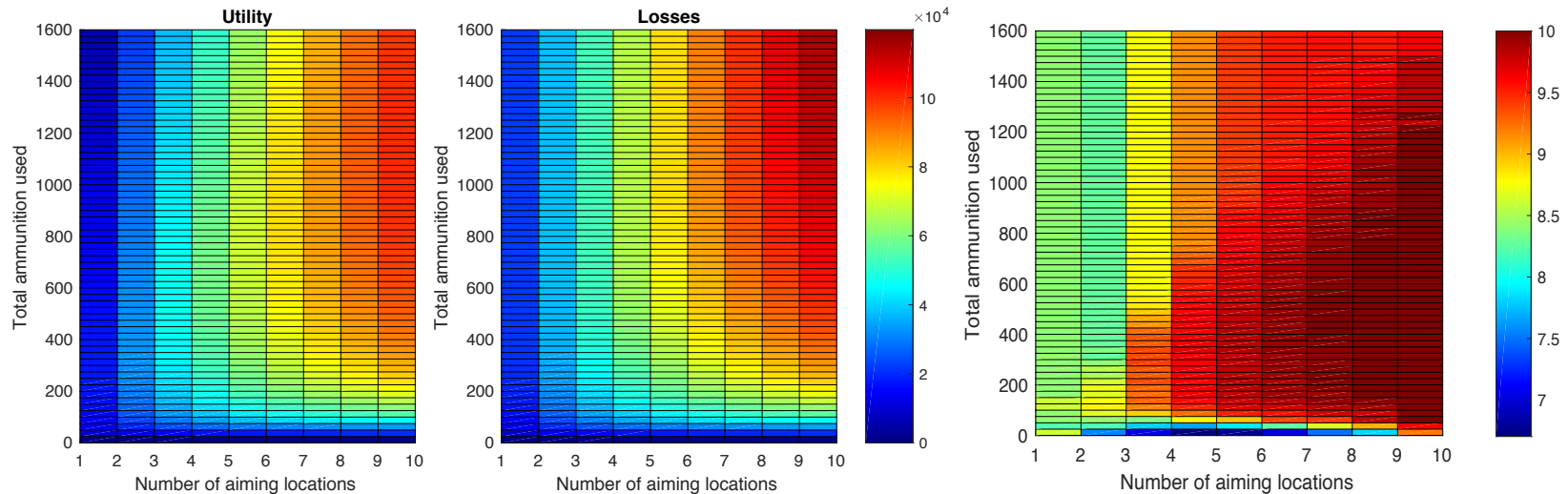
# Tulokset 1/3

- Raskaan raketinheittimistön sirpaloituva taistelukärki
  - Optimaalisten hyökkäyksien keskiarvo käytettyjen ammuksien ja tähtäyspisteiden lukumääristä



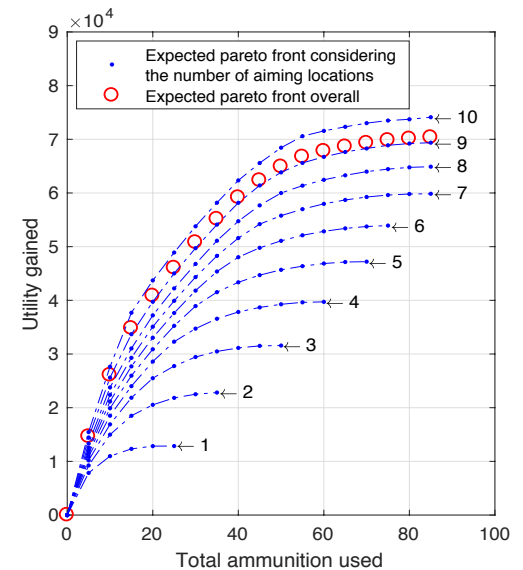
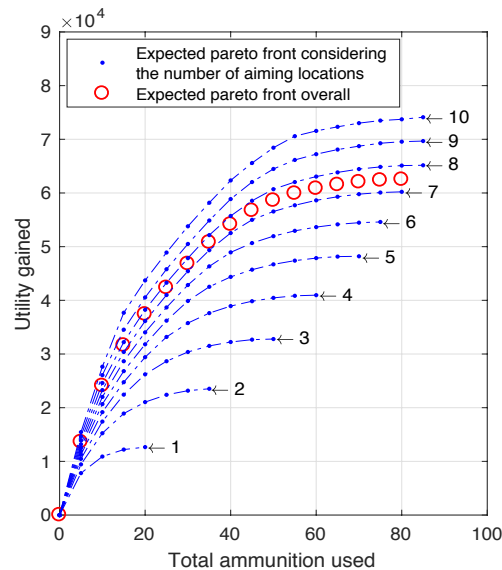
# Tulokset 2/3

- 155 mm tykistökranaatti
  - Optimaalisten hyökkäyksien keskiarvo käytettyjen ammuksien ja tähtäyspisteiden lukumääristä
  - Optimaalinen räjähdyskorkeuksien keskiarvo käytettyjen ammuksien ja tähtäyspisteiden lukumääristä



# Tulokset 3/3

- Huomioidaan yksiköiden tunnistamisen todennäköisyys
  - Esim. Pareto-optimaalinen sirpaloituvien taistelukärkien käyttö, kun yksiköiden tunnistamistodennäköisyys on joko 50% tai 75%
  - Toiset tähtäyspisteet tunnistetaan todennäköisemmin kuin toiset, mikäli niiden lähellä on enemmän huoltokomppanian yksiköitä





# Yhteenveto

- Taistelumallinnukset tuottavat tietoa päätöksenteon ja erityisesti resurssien allokoinnin tueksi
  - Hyökkääjä:
    1. Ammusten optimaalinen käyttö
    2. UAV-portfolion valinta ja valinnan vaikutukset
  - Puolustus:
    1. Yksiköiden sijoittaminen
    2. Suojausportfolion valinta ja sen vaikutukset
- Tätä tietoa voidaan käyttää esimerkiksi vastakkainasettelullisessa riskianalyysissä

# Tietolähteet

- Lappi, E. 2012. Computational Methods for Tactical Simulations. Maanpuolustuskorkeakoulu, Taktiikan laitos. 189 s. ISBN 978-951-25-2317-7.
- Deb, K. 2001. Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms, volume 16. John Wiley & Sons, New York, Yhdysvallat.
- Horne, G., & Seichter, S. 2013. MSG-088 Data farming in support of NATO. Final Report. NATO Science and Technology Organization (STO), Modeling and Simulation Coordination Office, Pariisi, Ranska.