



Puolustusministeriö
Försvarsministeriet
Ministry of Defence

Puolustustutkimuksesta ja teknologisen sodankäytikyvyn kehittämisestä

OKM seminaari
25.9.2025

Prof. Pekka Appelqvist
Tutkimusjohtaja
Tutkimus- ja analyysiyksikkö
PLM



Esityksen tavoite ja sisältö

- Tavoitteena luoda systeemistä ymmärrystä ja tilannekuvaa puolustustutkimuksen toimikentästä; kehityksen painopisteenä erityisesti teknologiahallinta sekä tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan (TTKI) –kokonaisuus.

Sisältö

- 1. Toimintaympäristön muutoksen ymmärtäminen**
- 2. Kansallinen näkymä tilanteeseen**
- 3. Puolustushallinto vs Yliopistot ja tiedemaailma**

Käsitteistöä I

Puolustustutkimus:

- Mitä tahansa sotilaallisen maanpuolustuksen kannalta kulloinkin relevanttia tutkimusta
- Käytännössä pääosin teknologias- luonnontieteellistä, mutta toimintaympäristön ymmärryksen kautta myös yhteiskunnalliset aiheet. Lääke- ja terveys- ja käyttäytymistieteiden kokonaisuus = (ihmisen) toimintakyky
- Puolustustutkimus ei automaattisesti tai välttämättä liity sotilaallisten suorituskykyjen kehittämiseen

Sotilaallinen suorituskyky:

- Muodostuu ihmisten, välineiden ja toiminta/käyttöperiaatteiden kokonaisuudesta
- Vaatii tuekseen organisaation, koulutusta, logistiikkaa, huoltoa, yms.
- Uusia suorituskykyjä kehitetään perinteisesti vaatimusmäärittelyn kautta, mutta enenevästi myös dual-use -adaptaation kautta
- Innovaatio mahdollistaa toisin tekemisen; ase vs. vasta-ase



Käsitteistöä II - TTKI-kokonaisuus

Teknologian hallinta sisältää ne toiminnot ja prosessit, joilla:

- Ennakoidaan,
- tehdään valintoja
- hankitaan, ja
- käytetään teknologioita, sekä
- Hallitaan osaamista, joka liittyy teknologioihin (itse, yhteistyössä, kumppanuuksien kautta)

Tutkimus, kehittämis- ja innovointitoiminta (TKI-toiminta) sisältää ne toiminnot ja prosessit, joilla:

- Synnytetään uutta tietoa,
- sovelletaan sitä käytännön tarkoituksiin, pilotoidaan ja demonstroidaan ratkaisuja, sekä
- kehitetään ja otetaan käyttöön tuotteita, palveluja ja ratkaisuja
- Innovaatio = soveltamista uudella tavalla; sis. kaupallinen ulottuvuus



NATOn yhdeksän EDT- teknologiaprioriteettia

EDT=Emerging Disruptive Technology, murrosteknologia



Tekoäly

Suuret kielimallit, koneoppiminen, reaaliaikainen päätöksenteko, tekoälyavusteinen tiedonhankinta, tekoälyn torjunta (esim. deep-fake-tunnistaminen)



Energia & voimanlähteet

Uusiutuvat energian- ja voimanlähteet, ydinvoima, jakelu, patterit ja varastointi, siirto (ml. microgrid-systeemit)



Uudet materiaalit & tuotantotavat

Materiaalien parannetut ominaisuudet (esim. lämmönsieto), grafeeni ja muut 2D-materiaalit, uudistuvat materiaalit, jatkojalostus



Autonomia & robotiikka

Miehittämättömät kulkuneuvot, valvonta, edistynyt robotiikka, automatisoitu logistiikka käyttöliittymien parannukset



Hypersooniset järjestelmät

Kulkuneuvot, voimanlähteet, häivesovellukset, vasta-hypersooniset systeemit (esim. laserit tai hiukkassäteet)



Kvantti- teknologia

Kvanttitietokoneet, viestintä (esim. jakaminen, salaus), aistiminen (esim. gravitaatio), materiaalit ja optiikka



Bioteknologia

Biologinen sodankäynti, biotuotanto, ihmisen ominaisuuksien parantelu, biotekniikka (esim. ruokaturva)



Uuden sukupolven viestintä

Anturit, 6G, edistynyt datan jakaminen (esim. optinen), hajautetut viestintäjärjestelmät, verkostot / yksityiset verkot, tietoturvallisuus, turvalliset viestintäjärjestelmät



Avaruus

Työntövoima ja laukaisu, uudelleenkäyttö, pienet satelliitit, havainnointitiedustelu, avaruustoiminnot, avaruudessa tapahtuva valmistus, mineraalivarat

[Lähde: Science & Technology Trends 2020-2040](#)

Käsitteistöä III

- **Teknologinen sodankäyntikyky:**
- Kattokäsite (kokonaismaanpuolustuksen osana); vielä uusi ja vakiintumaton ilmaisu
- Kyvykkyys hallita tarvittavia teknologioita kaikissa sodankäynnin edellyttämässä osa-alueissa ja ulottuvuuksissa (domains & dimensions)
- Tarvitaan uhkien ja mahdollisuuksien ymmärtämiseksi, sekä niihin vastaamiseksi
- Ylivertaisten ja yllätyksellisten suorituskykyjen kehittämiseksi
- Suorituskyvyn ylläpitämiseksi; SA-tilanteessa ase vs. vasta-ase – kilpajuoksu (järjestelmien hallinta ja modifiointikyvykkyys)
- Järjestelyt ja organisointi saatavilla olevan teknologisen osaamisen projisoimiseksi moniulotteisen sodankäynnin ja sotatarviketuotannon tarpeisiin (skaalaus poikkeusoloissa)
- Kansalliset resurssit; yksityiset toimijat
- Osaamisen sekä kriittisen infran suojaus ja huoltovarmuus



Uuden normaalin elementtejä teknologia- ja TKI -kokonaisuudessa

- Uhka ja mahdollisuus vs. kansallinen puolustus
- Puolustuspolitiikka vs. Teknologiapolitiikka vs. TKI-politiikka vs. Teollisuuspolitiikka
- "Teknologinen kyvykkyys" myös tärkeä osa Suomen NATO-profiilia ja USA-suhdetta (hallitusohjelma, puolustusselonteko)
- EDT-hallinnan dynamiikka korostaa TKI-ketjun merkitystä
- TKI- ja teknologiatoimintojen johtaminen ja resurssointi, sekä suhde ympäröivään yhteiskuntaan (yksit./julkiset toimijat)
- EU ja NATO kotipesänä (mm. regulaatiot, standardit, lawfare)
- Kehittämisessä uusiutuminen/laatu vs. bulkki/määrä (NDPP)
- Mahdollisuuksiin vastaaminen - Fast track development cycle & Rapid adaptation process
- Ukrainan opit, mm. autonomia, elso, sodankuva, TKI-ketteryys
- **Teknologian hallinta ja osaaminen ≠ Sotilaallinen suorituskyky**



Kansallisesta teknologiaosaamisesta ja TKI-toimintaympäristöstä

- Suomessa on useilla uusilla teknologia-alueilla korkeatasoista osaamista (mm. 5G/6G, AI ja koneautonomia, kvanttitekniikka).
- Osaamisalueet ovat rakentuneet pitkäjänteisesti. Vaikka huippuosaaminen ei kattaisikaan laajaa kokonaisuutta, niin jonkin merkittävän osa-alueen hallinta on silti pääsylippu yhteistyöhankkeisiin ja jatkotyöhön.
- Suomen TKI-politiikan johtaminen on hajanaista; rakenteet ja traditio puuttuvat.
- Keskeinen haaste on teknologiatoimien ja T&K-politiikan **jakaantuminen OKM:n ja TEM:n hallinnonaloille, lisäksi myös LVM:llä on merkittävä teknologiapoliittinen rooli, ja VM rahoittajana. UM lisännyt teknologiaseuranta; PLM ja SM lähinnä loppukäyttäjinä.**
- PLH teknologiatarpeiden kytkeytyminen kansallisiin resursseihin vaatii kasvavassa määrin huomiota, mutta vaikuttaminen on nykyrakenteilla yhä hankalaa, vaikka yhteiskunnan mindset on muuttunut merkittävästi
- **Tarvitaan uutta strategista kulttuuria kansallisen turvallisuuden huomioimiseksi myös TKI-politiikassa**



Puolustusjärjestelmän kehittäminen perustuu kykyyn omaksua ja soveltaa



Suorituskyiinen puolustusjärjestelmä

PLH:n kyky omaksua, soveltaa ja käyttää tietoa ja teknologiaa harkitusti

Kansallinen ja kv. puolustusteollinen ja teknologinen pohja

Tiedepolitiikka, elinkeinopolitiikka, tutkimusrahoitus, jne..

Liittolaismaiden tutkimussalkku ja osaaminen

Koulutus- ja osaamisen kehittämisen järjestelmä

Kansallinen tutkimussalkku ja osaaminen

EDT-diskurssin hierarkiatasot

Teknologisen syväosaamisen taso

- Laitteet, ohjelmistot, järjestelmät
- Tutkimus, koulutus, omavaraisuus
- Enenevässä määrin yritysten hallussa

Sovelluskyvykkyyden taso

- Teknologian tilannekuva ja hallinta
- Analyysikyky, MIL-implikaatiot / Ohjaus
- Suorituskykyjen kehittäminen

Strateginen taso

- Maailmanliiga / Talous, ideologiat (USA, Kiina, EU, Venäjä)
- Investoinnit, infra, kauppapolitiikka, vientirajoitukset...
- Kokoaan suurempi Suomi? / PLH-rooli, onko sitä ?



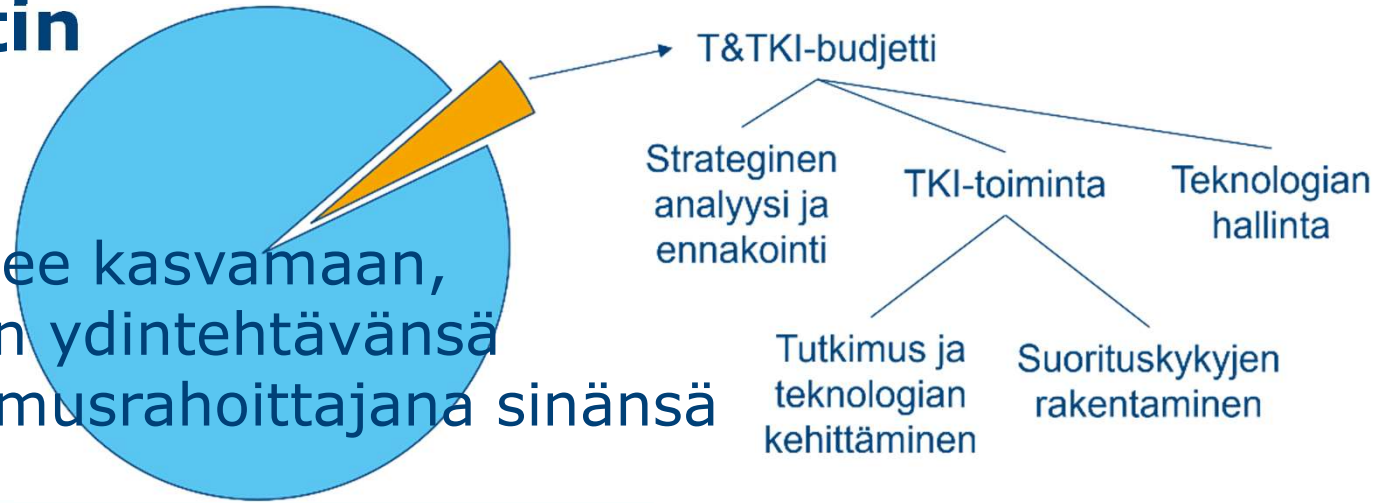
Mitä T&TKI-kokonaisuus tuottaa, miksi sitä on välttämätöntä toteuttaa orgaanisesti ?

- **Strategisen suunnittelun tietopohjan** rakentaminen
- **Tilanneymmärryksen muodostus**, päätöksenteon tuki
- Ennakoinnin ja ketteryyden mahdollistaja
- Organisaatioiden ja yksilöiden asiantuntijuuden ylläpito ja kehittäminen => Sovelluskyvykkyys
- **Modernien suorituskykyjen ja teknologisen yliotteen mahdollistaminen**
- Virheinvestointien välttäminen
- **Yhteistyön rakentaminen kansallisesti ja liittolaissuhteissa**
- Osaaminen ja tieto ovat vaihdannan välineitä
- **Kriisiaikoina tarvittavan osaamisen rakentaminen ja varmistaminen**

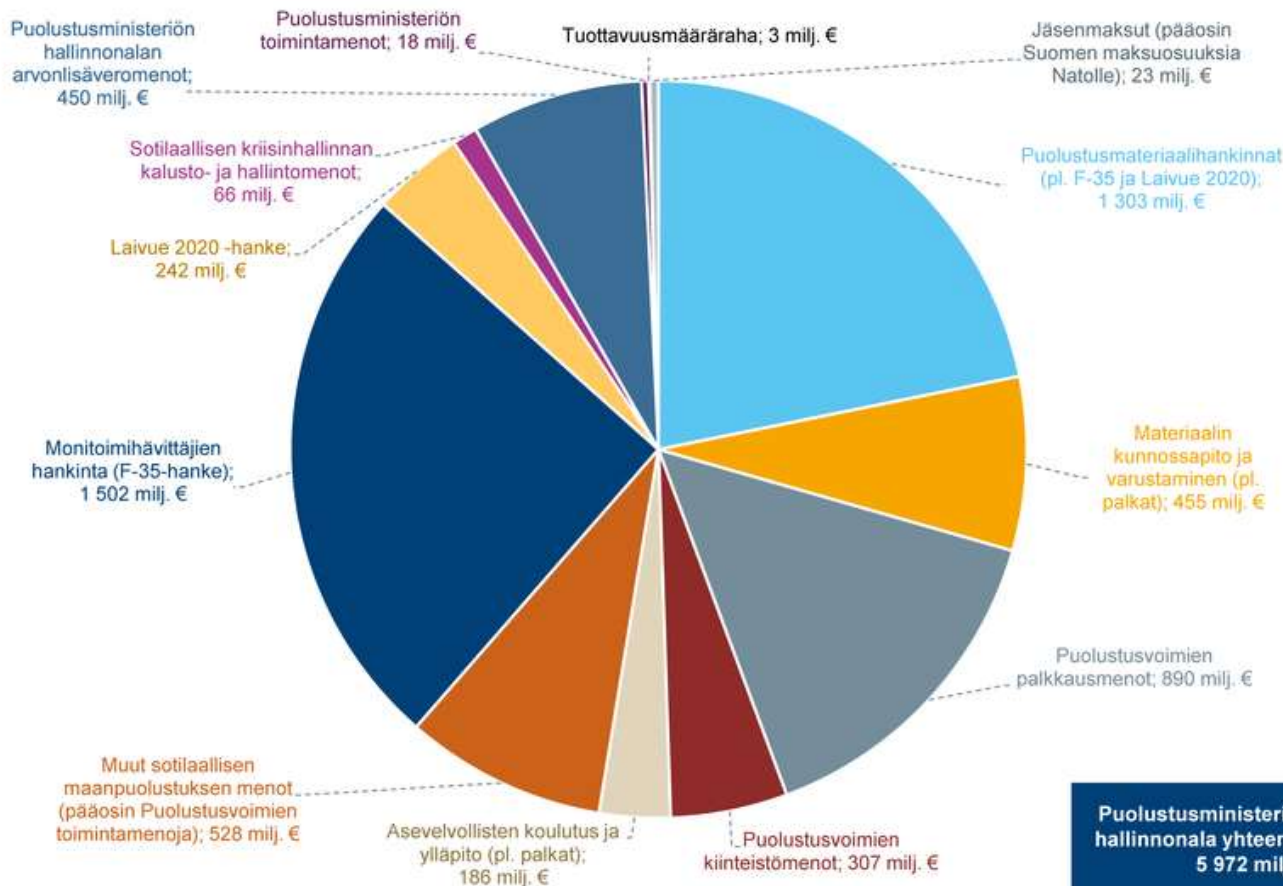


Puolustusbudjetin TKI-viipale

Suhteellinen osuus tulee kasvamaan, mutta PLH toimii oman ydintehtävänsä lähtökohdista, ei tutkimusrahoittajana sinänsä



VUODEN 2024 TALOUSARVIO



Puolustusministeriön hallinnonala yhteensä 5 972 milj. €

Kansallinen TKI-ekosysteemi puolustustutkimuksen ja yritysten tukena

- Suomessa on vahvat olemassa olevat rakenteet ja ekosysteemit TKI:n ja liiketoiminnan tukemiseksi. Jatkossa näitä tulee vahvistaa ja edelleen kehittää systemaattisesti myös puolustukseen liittyvän liiketoiminnan tueksi.
- Esimerkkejä keskeisistä kansallisista toimijoista:
 - Kiinteä yhteistyö Työ- ja elinkeinoministeriön ja sen alaisten virastojen kanssa (esim. Business Finland, Teollisuussijoitus ja VTT).
 - Teknologiateollisuuden toimialayhdistys Puolustus- ja Ilmailuteollisuus (PIA ry).
 - Kansalliset innovaatioekosysteemit esim. Digital Defence Ecosystem (DDE).
- Monitieteinen puolustustutkimuksen verkosto Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta (MATINE).

