



*Puolustusvoimien
tutkimuslaitos*

Pysytään piilossa – häivetekniikan uudet mahdollisuudet

TkT Jouko Haapamaa
PVTUTKL

Asetekniikan osasto
Häivetekniikan tutkimusala



Puolustusvoimat

Försvarsmakten • The Finnish Defence Forces



Häivetekniikka = herätteiden hallintatekniikka



stealth technology
signature management





video #1

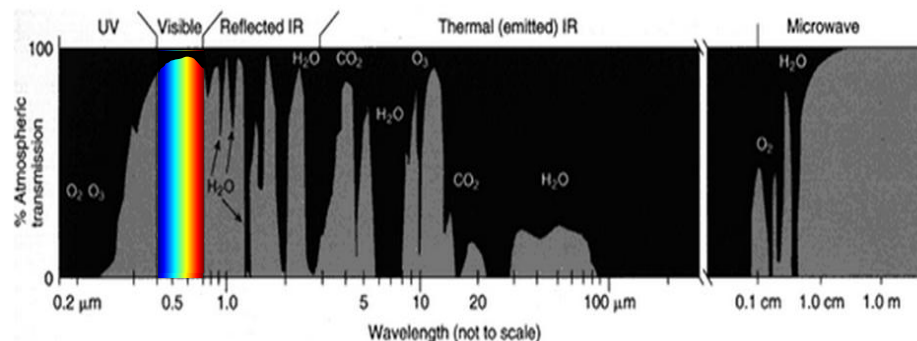




Häiveteknisen tutkimuksen tavoitteita

- Häivetekniikan keskeisin tavoite on ***tehdä kohde tiedustelulle näkymättömäksi***.
- Mitä näkymättömyys tarkoittaa?

-> Kohde on näkymätön silloin, kun sen sensorissa aiheuttama signaali eli ***heräte*** on sama kuin taustan aiheuttama signaali eli ***taustaheräte*** kaikilla tiedusteltavilla spektrikaistoilla.





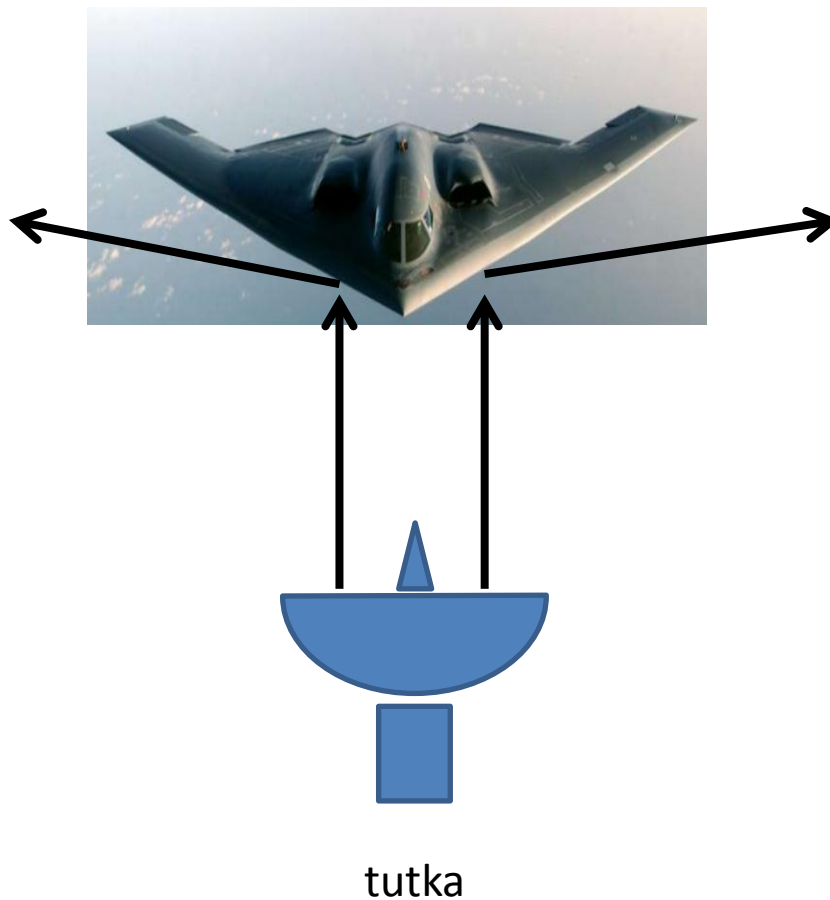
Sotilaallisten yksiköiden häivetekniset menetelmät

- Maastoutus (esim. metsään kätkeytyminen, havutus)
- Naamiointi (esim. naamioverkot)
- Harhautus (esim. valelaitteet)
- Hajautus (siirretään kohteet laajalle alueelle)
- Häirintä (tiedustelusensorin kuvanmuodostuksen aktiivinen vaikeuttaminen)



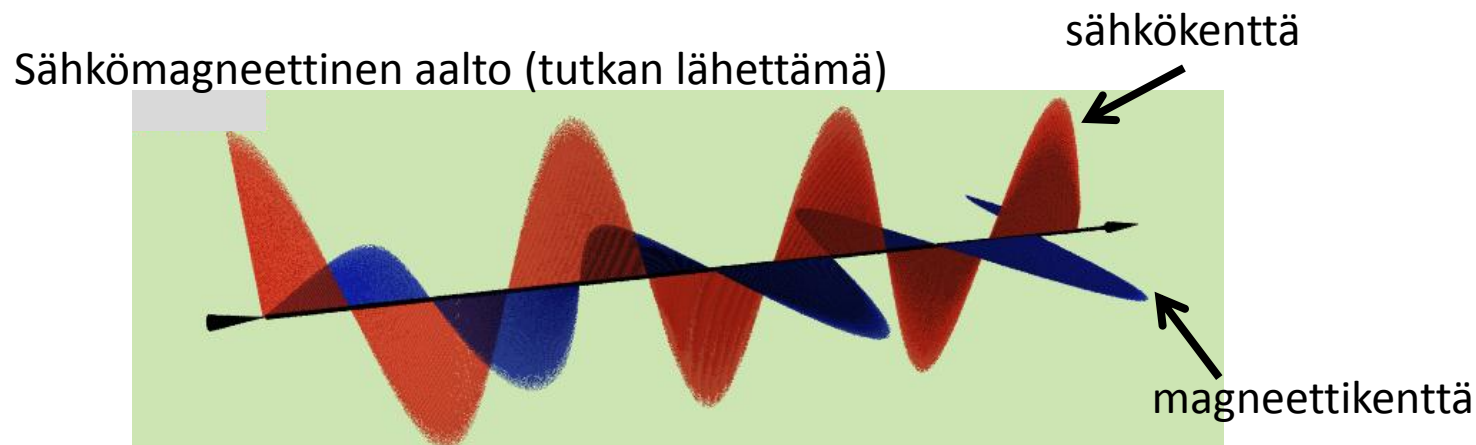


Lentokoneen tutkaheräte: muotoilun merkitys





Tutkaheräte: absorboivat materiaalit



Sähkökentän absorptio:

- ohut johtava kerros + dielektrinen väliaine ("Salisbury screen")
- Jaumann –monikerroksiset rakenteet

Magneettikentän absorptio:

- magneettiset ferriitit (rautaoksidit)
- karbonyylirauta

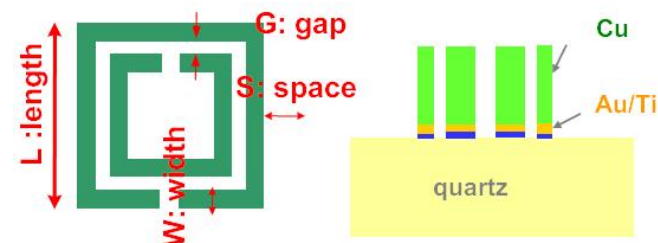
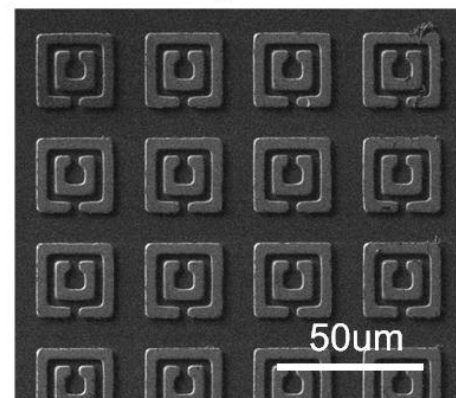




Edistyneempiä absorboivia rakenteita: komposiitit ja metamateriaalit

- Komposiittimateriaaleissa samaan matriisiin voidaan yhdistää sekä sähköiset että magneettiset ominaisuudet
- Litografisten menetelmien avulla materiaaleihin voidaan lisätä kuvioita, jotka luovat magneettiset ominaisuudet keinoitekoisesti (metamateriaalit)

Metamateriaalirakenne, joka perustuu Split-ring resonator -konseptiin





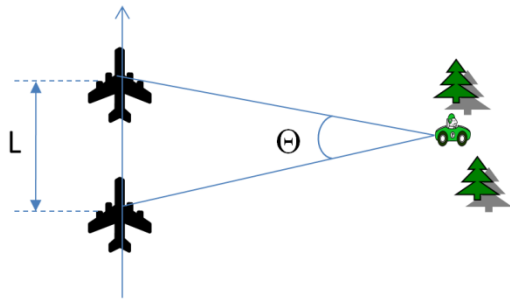
Kuvaavat tutkat

- Tutka-alueella voidaan tiedustella myös maanpäällisiä kohteita ***kuvaavilla tutkilla***
- Kuten lentokoneiden tapauksessa, myös maanpinnalla on kohteiden suojaamiseksi käytettävä tutka-alueen häiveteknisiä menetelmiä

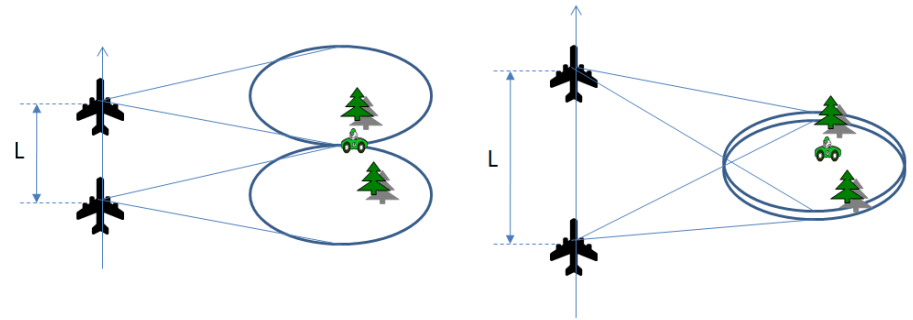




SAR –tutkan toiminta



Kuva 1 SAR -kuvauksen synteettisen apertuurin pituus (L) ja integrointikulma (θ).



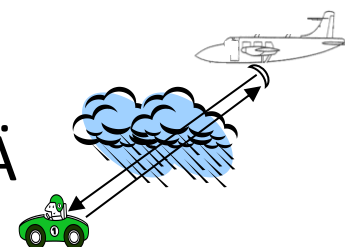
Kuva 2: Stripmap -kuvaus (vasemmalla) ja spotlight -kuvaus (oikealla).





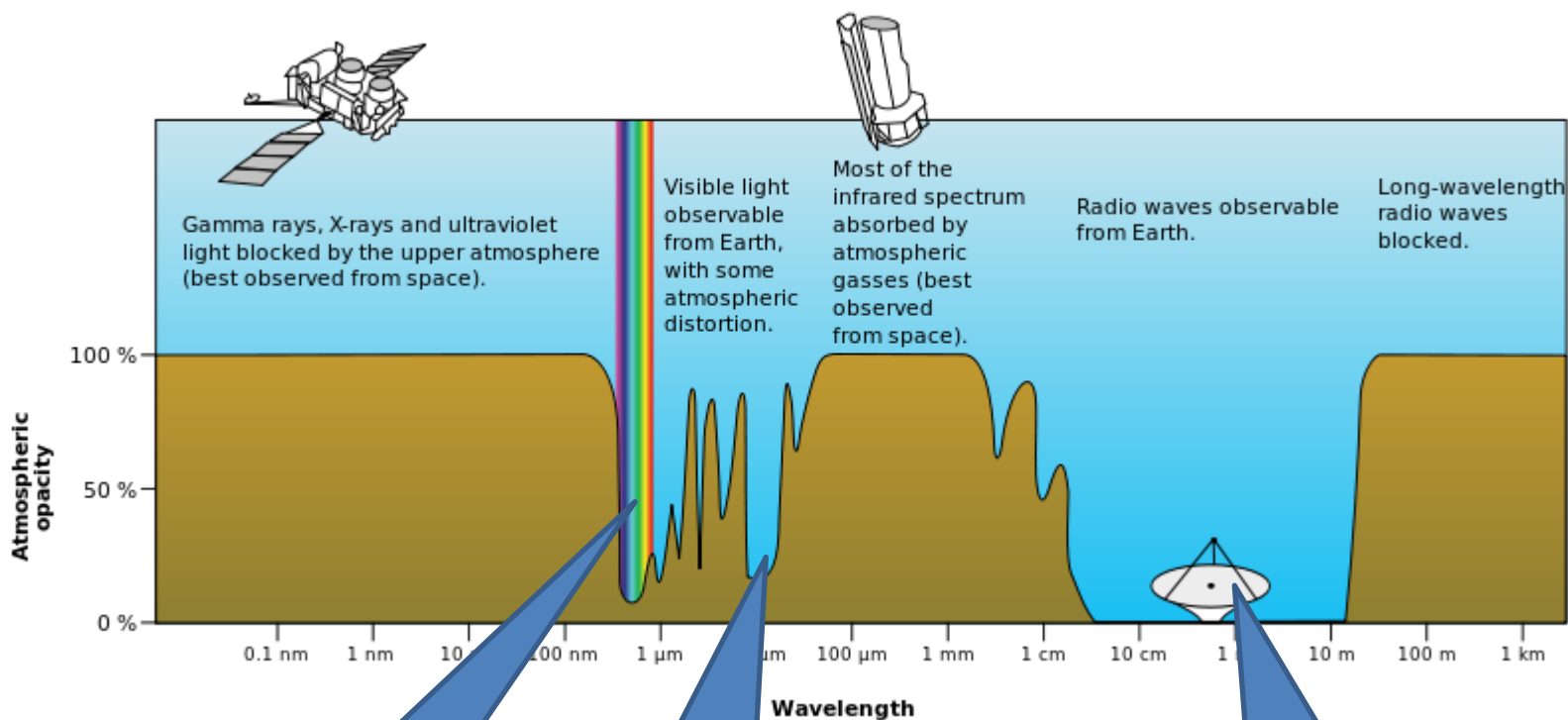
Kuvaavan tutkan tiedustelukyky

- SAR-tiedustelu on käytössä 24/7 säästä ja vuorokaudenajasta riippumatta
 - SAR ON KESKEINEN TIEDUSTELUMENETELMÄ SUOMEN OLOSUHTEISSA
- Tapahtuu nykyisin jopa alle 30 cm resoluutiolla
 - Luokittelu ja tunnistaminen mahdollista
- Voi tapahtua matalilla taajuuksilla, jolloin nähdään lehvästön läpi
 - Havaitseminen lehvästön läpi, luokittelu/tunnistus korkean resoluution SAR-tutkalla





Ilmakehän tiedusteluikkunat



UV, näkyvä valo ja lähi-infrapuna (UV-VIS-NIR)

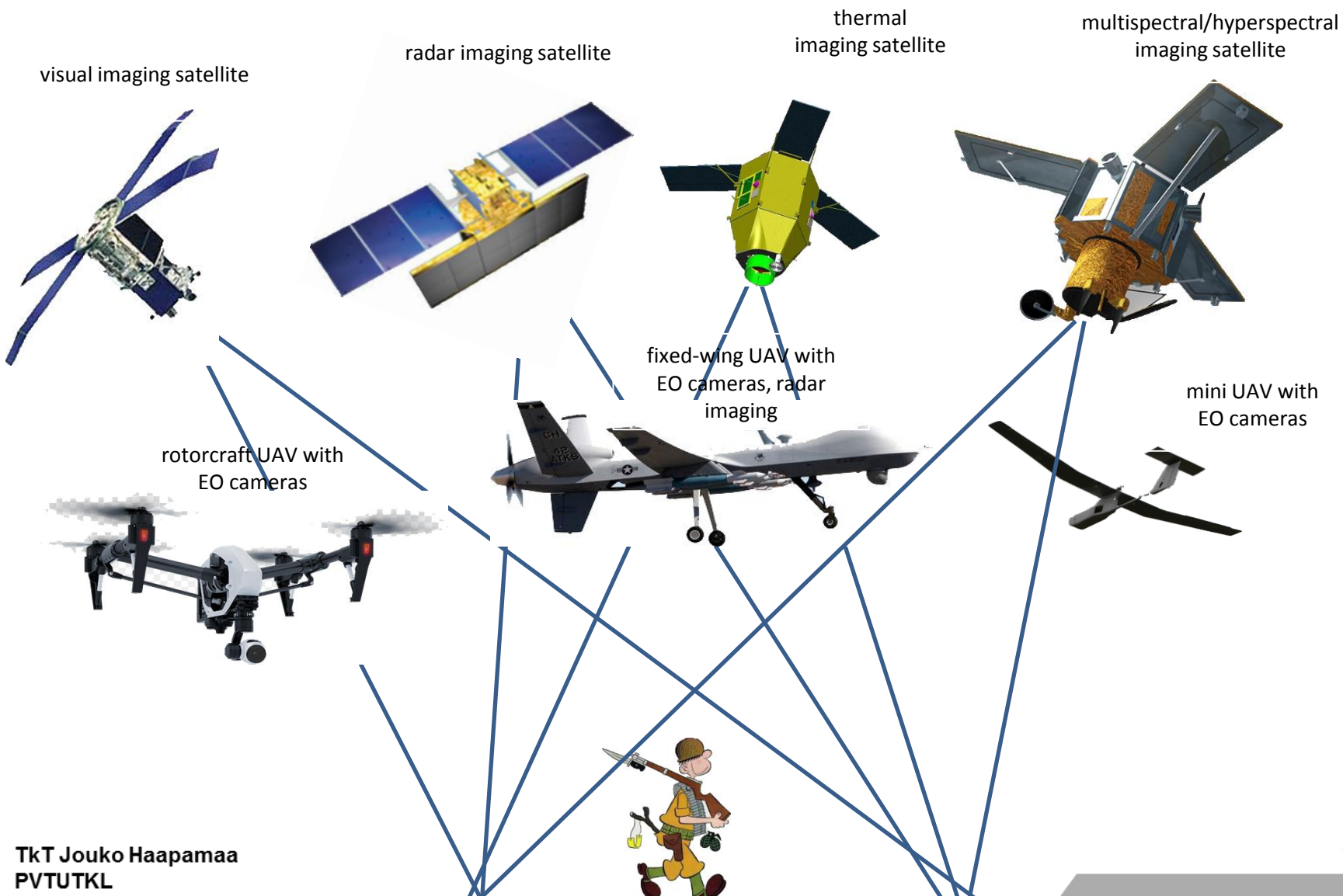
Terminen infrapuna (lämpökuvauus)

Tutka-alue





Moderni kuvatiedustelu





Taustan herätteet UV-VIS-NIR - alueella

- taustan herätteiden tarkka ymmärrys on välttämätöntä häiveteknisten ratkaisujen luomiseksi





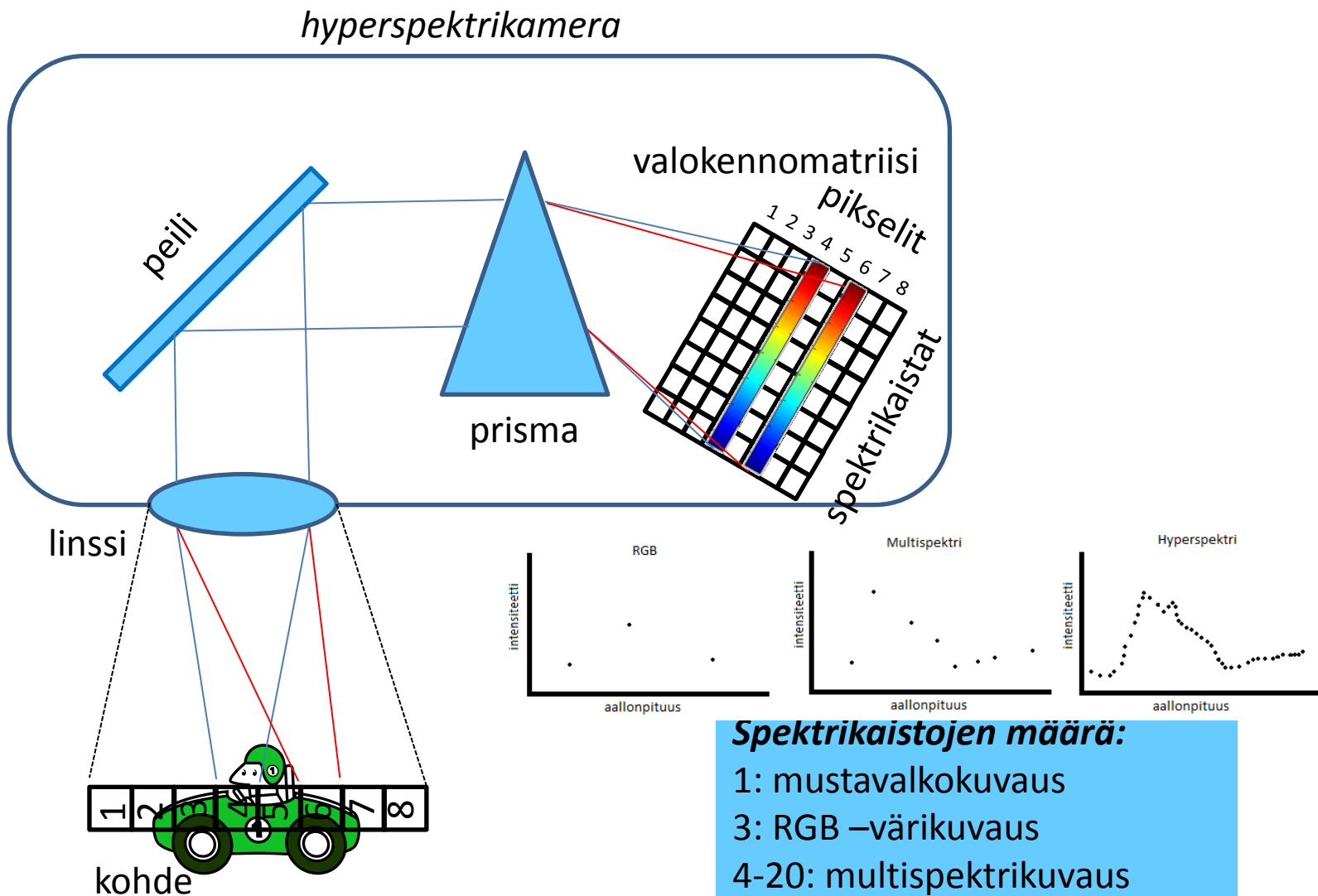
Visuaalisen alueen herätteet

- tyypillisesti häivetekninen heräte rakennetaan noin kolmesta eri väristä, jotka sovitetaan taustaa vastaavaksi
- esimerkiksi vihreä metsä, luminen maasto





Hyperspektrikuvauksen periaate





Hyperspektrikuvausuhka



- Hyperspektritiedustelussa HEIJASTUSSPEKTRIN MUOTO voidaan määrittää tarkasti laajalla spektrikaistalla
- Tiedustelulta suojautumiseksi kohteen heijastusominaisuuksien tulee muistuttaa taustan heijastusspektriä KAIKILLA AALLONPITUUKSILLA



www.specim.fi





Naamioverkot ja maastouttamisjärjestelmät

- Maavoimien Maastouttamisen hankkeessa korvataan vanhentunutta ja hankitaan uutta suorituskykyä

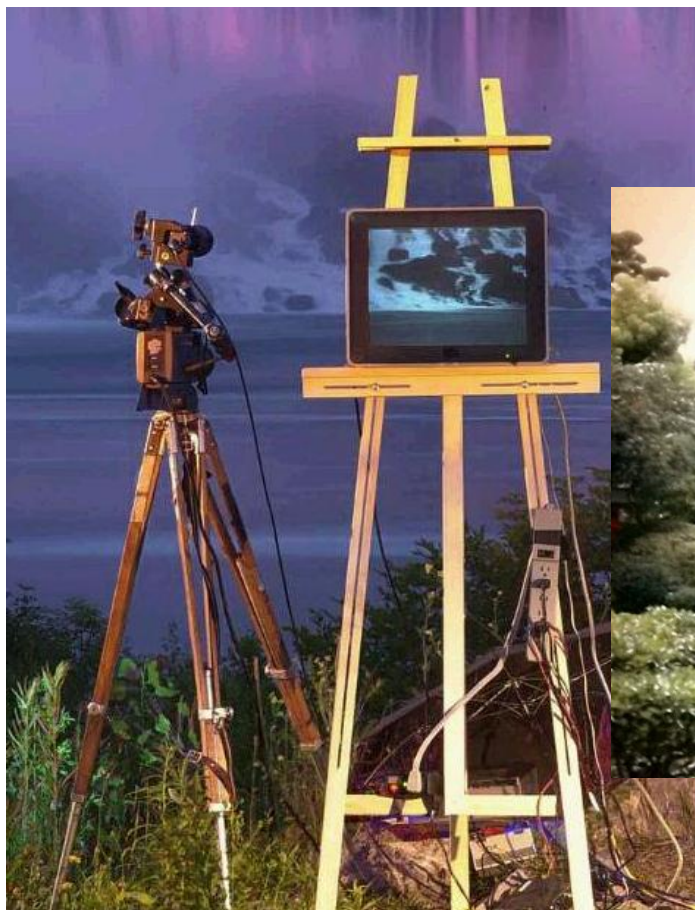


Maastouttamisen hanke





Adaptiivinen häivetekniikka: näkymättömyysviitta





Adaptiivinen naamiointi liikkuville kohteille





Häivetekninen tutkimus PVTUTKL:lla

- avoin mittarata yksittäisten kohteiden ja järjestelmien herätteiden tutkimiseen (mittauksia tehdään myös kentällä)
 - UV-VIS-NIR –alueen kamerat
 - TIR –alueen kamerat
 - hyperspektrikamerat
 - monostaattisten ja multistaattisten tutkaherätteiden mittaus
 - kuvaava tutka (ISAR)
- lentokuvauskampanjat joukkojen tiedustelun ja suojan kehittämisen tutkimuksessa





Avoimen tilan mittarata

- PVTUTKL:n avoimen tilan mittarata mahdollistaa mittaukset eri sivu- ja pystysuuntaisilta uhkakulmilta
- Kaikki lentokoneesta ja satelliitista käsin käytettävissä olevia kulmia vastaavat herätteet voidaan mitata



Kääntöpöytä

Kuvauslaitteet kaivostornissa



Laajakaistainen tutka





Tutkimuksia mm..

KEVA2010 (THALES)



KKITO (NASAMS)

M05



LAIVUE2000



MAASTOUTTAMINEN





video #2





Kiitos tarkkaavaisuudesta!



KYSYMYKSIÄ?

