

# Ionisoivan säteilyn havainnointi ja näytteenotto UAS-järjestelmällä

MATINEn tutkimusseminaari 18.11.2015

**Säteilyturvakeskus:** Roy Pöllänen, Tero Karhunen

**Oulun yliopisto:** Juha Röning, Marko Kauppinen, Pekka Siirtola, Antti Tikanmäki, Eija Ferrera

**Helsingin yliopisto:** Jani Hakala, Tuukka Petäjä

**Puolustusvoimien Tutkimuslaitos:** Markku Kettunen

- 1. Tausta**
- 2. Aiemmin tehtyä**
- 3. Tehtävät & toteutus 2015**
- 4. Tuloksia 2015**
- 5. Vuosi 2016?**

- Satoja kaupallisia UAV/UAS-valmistajia
- Erikokoisia laitteistoja
- Erilaisia konsepteja – erilaiseen käyttöön



# Destian www-sivut:

## UAV-ILMAKUVAUKSET

Etusivu | Palvelut | Mittaus ja tutkimus | Mittauspalvelut | UAV-ilmakuvaukset

RAKENTAMINEN

RATA

KIVIAINES

KUNNOSSAPITO

SUUNNITTELU

MITTAUS JA TUTKIMUS

Mittauspalvelut

UAV-ilmakuvaukset

Geo- ja  
ympäristötutkimukset

Laadunvalvonta- ja  
laboratoriopalvelut

Liikennetutkimukset

Tiestötietopalvelut

Referenssit

Destian uusinta mittauspalvelua edustaa lentävällä kartoitusrobotilla tehtävä ilmakuvaus. Destian käytössä on UAV-lennokkikartoitukseen tarkoitettu Camflight8-kopteri.



*Kartoitusrobotti on 8-moottorinen noin kahdeksan kiloa painava miehittämätön lentokone, jolla tehdään ympäristön nopeaa kartoitusta suurella tarkkuudella. Kartoitusrobotti seuraa tietokoneelle syötettyä lentosuunnitelmaa.*

Kuvauslennolla otetuista kuvista koostetaan tietokoneella ortokuvamosaiikki, eli mittatarkka kooste ilmakuvista. Ilmakuvien avulla luodaan maastosta kolmiulotteinen stereomalli ja edelleen laskentahelmien avulla tuotetaan

Tekniikka / 01.10.2015:

## Jokamiehen laserkeilain 3D-mallintaa maailman



Väitöstyössä kehitetty lentävä laserkeilain tienaa jo rahaa maastomittauksissa. Sama teknologia tekee tulevaisuudessa joka kännykästä 3D-skannerin.



Obama administration

# 41 men targeted but 1,147 people killed: US drone strikes - the facts on the ground

New analysis of data conducted by human rights group Reprieve shared with the Guardian, raises questions about accuracy of intelligence guiding 'precise' strikes





# Low altitude unmanned aerial vehicle for characterising remediation effectiveness following the FDNPP accident

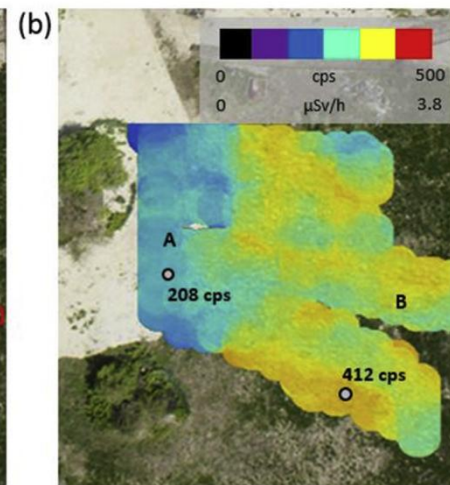
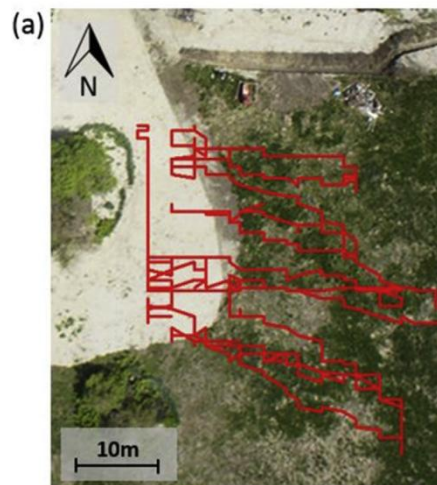
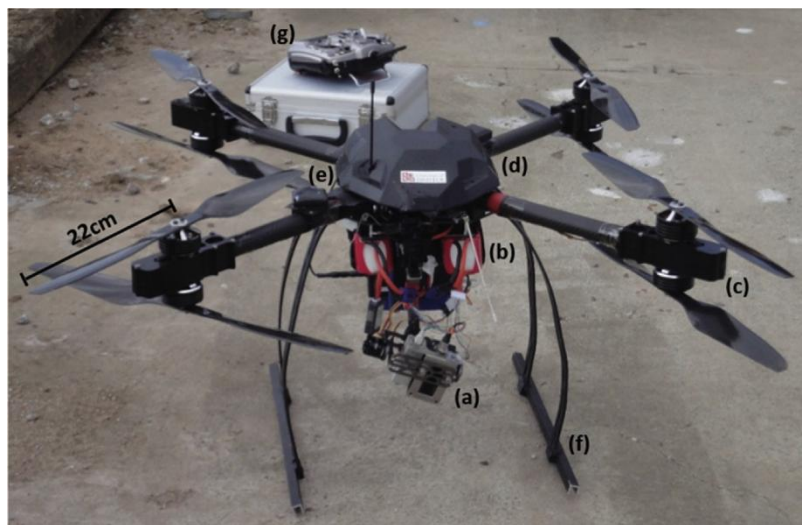


P.G. Martin <sup>a,\*</sup>, O.D. Payton <sup>a</sup>, J.S. Fardoulis <sup>a</sup>, D.A. Richards <sup>b</sup>, Y. Yamashiki <sup>c</sup>, T.B. Scott <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Interface Analysis Centre, HH Wills Physics Laboratory, University of Bristol, Bristol, BS8 1TL, UK

<sup>b</sup> Bristol Isotope Group, School of Geography, University Walk, Bristol, BS8 1SS, UK

<sup>c</sup> Graduate School of Advanced Integrated Studies in Human Survivability, Kyoto University, Kyoto, 606-8501, Japan





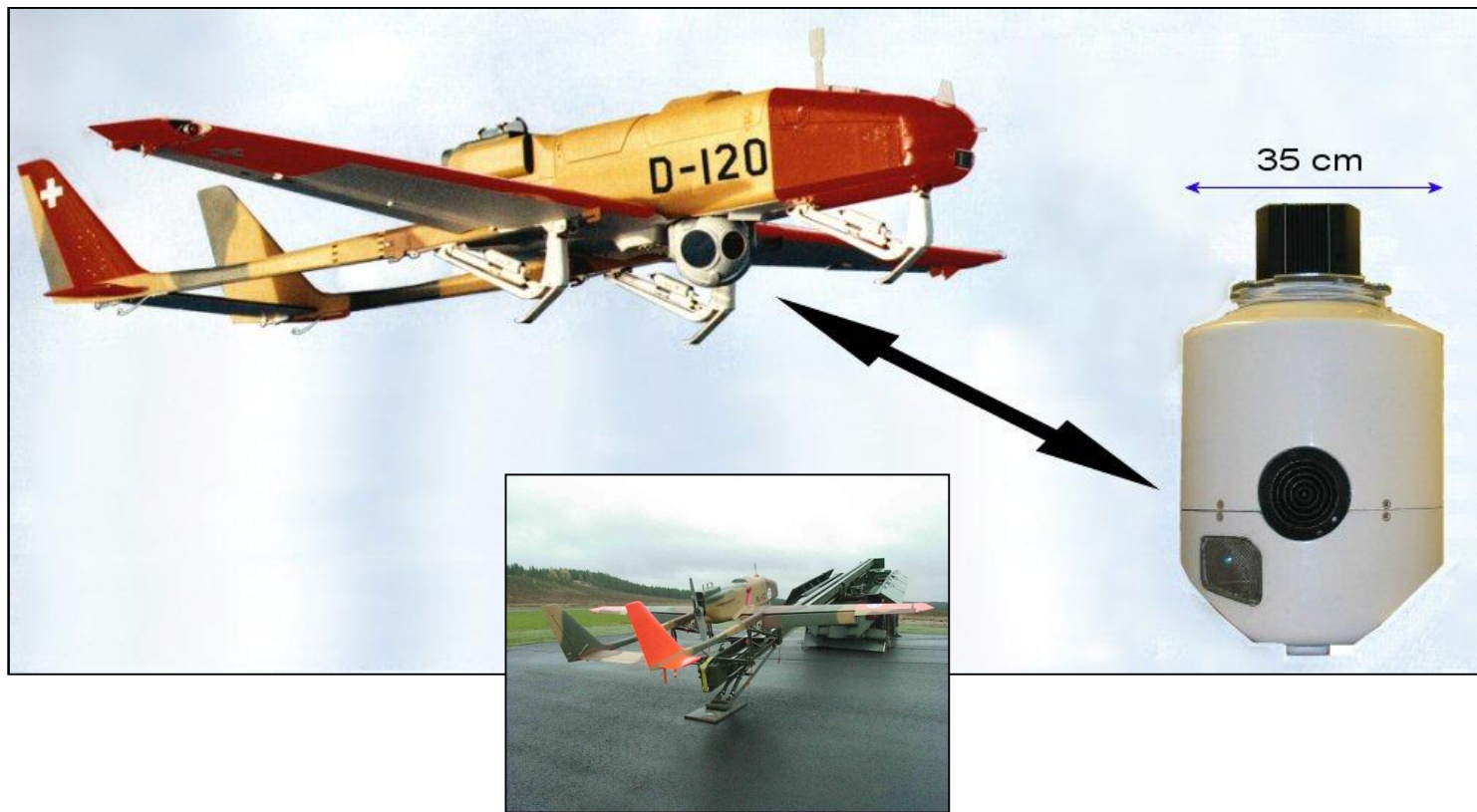
HS 24.10.2015:



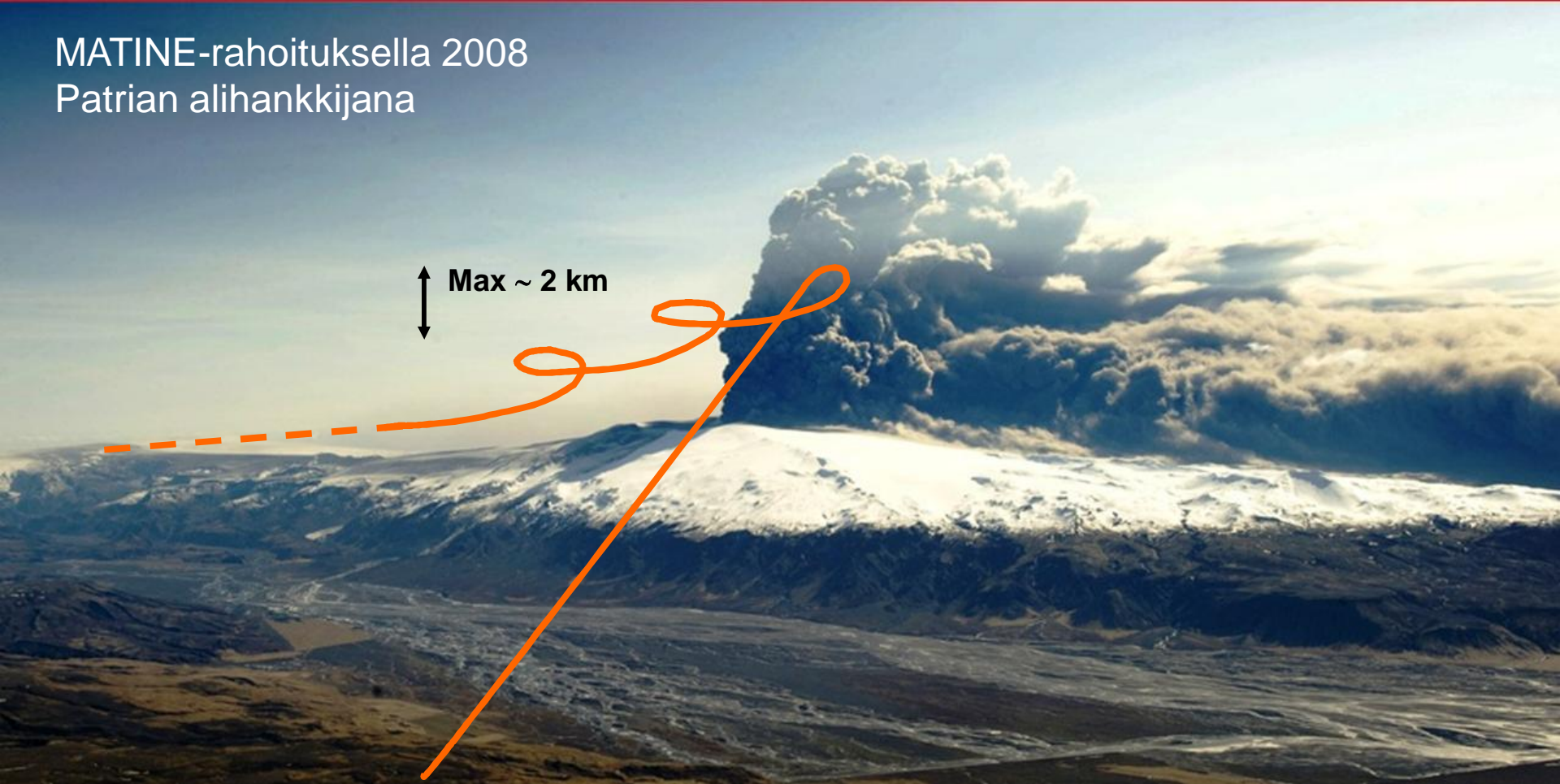


## 2. STUKissa aiemmin tutkittua

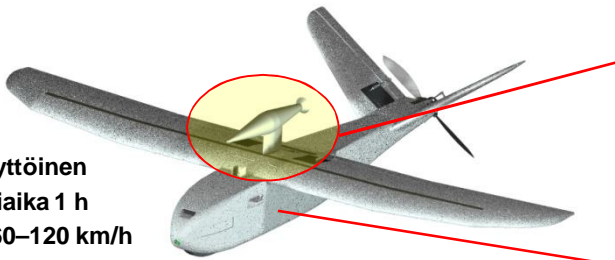
MATINE-rahoituksella 1999-2002 :



# MATINE-rahoituksella 2008 Patrian alihankkijana



Sähkökäyttöinen  
Operointiaika 1 h  
Nopeus 60–120 km/h  
Paino 3 kg  
Hyötykuorma 0.5 kg



## Tikka-näytteenotin Patria MiniUAV:ssä

STUK suunnitellut näytteenottoon  
(radioaktiivisesta) pilvestä

Säteilyilmaisun rungossa

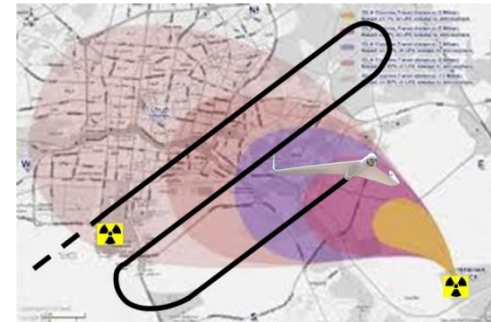
# Miehittämättömät alukset & säteilytiedustelu

## Ilmassa:

- Säteilevän pilven kartoitus (dimensiot, nuklidikoostumus)
- Laskeumakartoitus (paikka, nuklidikoostumus)
- Näytteenotto pilvestä

## Maassa:

- Säteilylähteiden etsintä
- Laskeumakartoitus
- Radioaktiivisten kappaleiden havainnointi ja käsittely



## Vedessä:

- Säteilymittaukset paikalla (nuklidikoostumus)
- Näytteenotto



**Miehittämättömät alukset voivat mennä sinne minne ihmiset eivät turvallisuus-, kustannus- tai muista syistä voi mennä.**

**Eri tehtäviä varten erityyppisiin aluksiin voidaan asentaa erilaisia ilmaisimia ja näytteenottimia.**





## Hypoteettinen esimerkki säteilevän pilven kartoituksesta

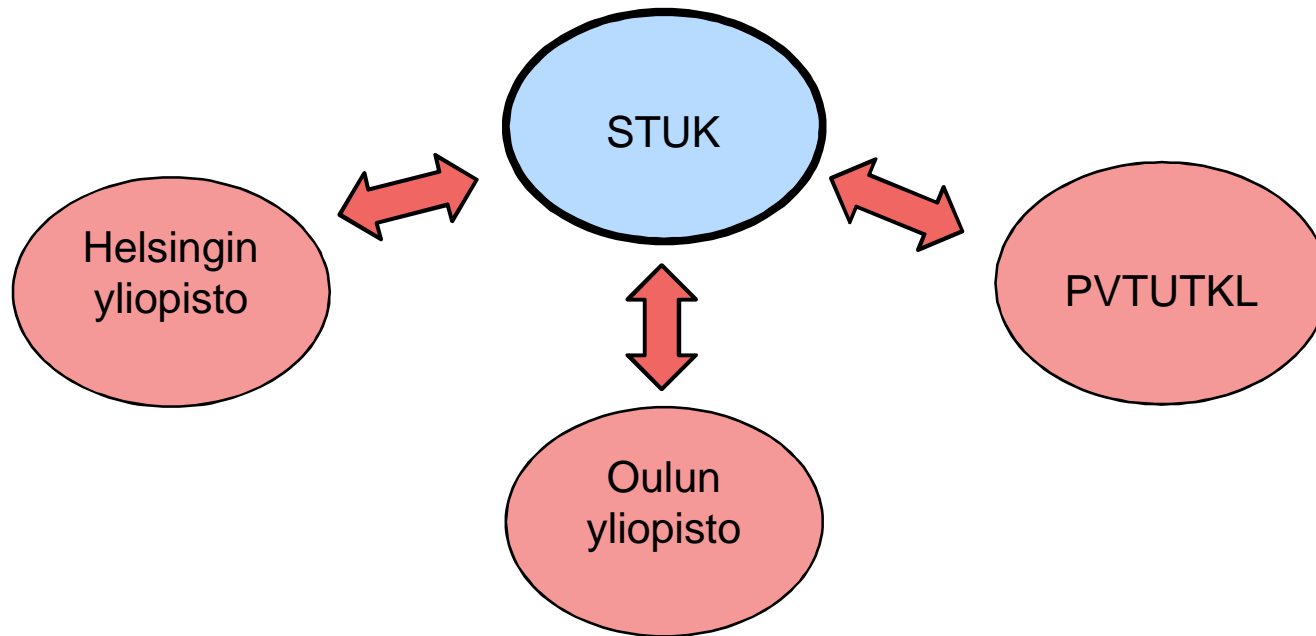
### 3. Tehtävät & toteutus

## Ionisoivan säteilyn havainnointi- ja näytteenotto-laitteiston sijoittaminen pienikokoiseen UAV:hen

Tehtävä-/tuotoslista tutkimussuunnitelmasta :

**Taulukko 1. Yhteenveto tutkimuksessa suoritettavista tehtävistä ja tuotoksista 2015.**

	Tehtävä	Tuotos	Toteutus
1	Säteilyilmaisimen havainnointikyvyn testaus laboratoriossa	Erillisraportti	STUK
2	Ilmaisimen lentotestit, vertailu NaI-, HPGe- ja LaBr <sub>3</sub> -ilmaisimiin	Erillisraportti	PVTUTKL
3	Annosnopeuden laskeminen spektristä	Erillisraportti	STUK
4	Ilmaisimen toiminnalliset testit laboratoriossa	Erillisraportti	STUK
5	Näytteenottomen asennussuunnitelma, asennus lennokkiin, näytteenoton esiselvitys minikopterista	Erillisraportti + asennettu laite	STUK+ PVTUTKL
6	Säteilymittausten tallennus ja siirto	Erillisraportti+laite	STUK
7	Vuoden 2015 tehtävien loppudokumentointi	Raportti	STUK



## Osapuolten tehtäviä 2015

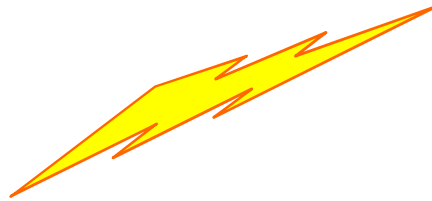
- **STUK:** Hankkeen koordinointi, säteilyilmaisimen testejä, annosnopeuden laskeminen spektristä, raportointi.
- **HY:** Tutkimus radioaktiivisten aineiden näytteenotosta pyöriväsiipisistä lennokeista.
- **OY:** Säteilyilmaisimen testejä, ilmaisimen lukeminen kännykän avulla, näytteenottimen asennus lennokkiin.
- **PV:** Säteilyilmaisimien & tietokone, ilmaisimien lentotestejä.

# Säteilymittauskonsepti

Mittausdata erillään UAV:n datasta



+



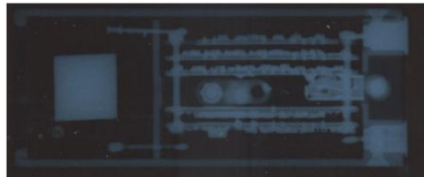




### **Kromek GR1 (9000 €)**

- CdZnTe-puolijohde, tilavuus 1 cm<sup>3</sup>
- Tehontarve 250 mW
- Massa 60 g
- 25 x 25 x 63 mm<sup>3</sup>

- Säteilymittauksissa tarvittava laitteisto yksissä kuorissa, mutta sähkö puuttuu



### **Perus-Android (~100 €)**

- GR1 toimii ainakin 12 h
- Massa 140 g

- Ilmaisimen tarvitsema sähkö
- Paikannus
- Aikainformaatio
- Datansiirto
- Paikallisnäyttö

# Konseptin etuja

- Laitteisto voidaan sijoittaa liikkuviin aluksiin, kiinteisiin säteilymittauspisteisiin tai sitä voidaan käyttää kannettavana henkilökohtaisena säteilymittarina.
- Säteilymittaukset erillään lennokin muista toiminnoista.
- Hardisräätelöintiä ei tarvita.
- Kännykän (tai tabletin) halpa hinta → voi olla jopa ”kertakäyttöinen”.
- Avoin ohjelmointialusta (Android).
- Kännykkä paikallisnäyttönä → voidaan räätälöidä paikalliskäyttäjän haluama näkymä.
- STUKilla käytössä säteilymittauksia varten Linssi-tietokanta (vapaasti saatavilla). Mittaustietokanta voi sijaita pilvessä → etäanalyysitoiminnot mahdollisia.

# Multikopteri näytteenottimen alustana

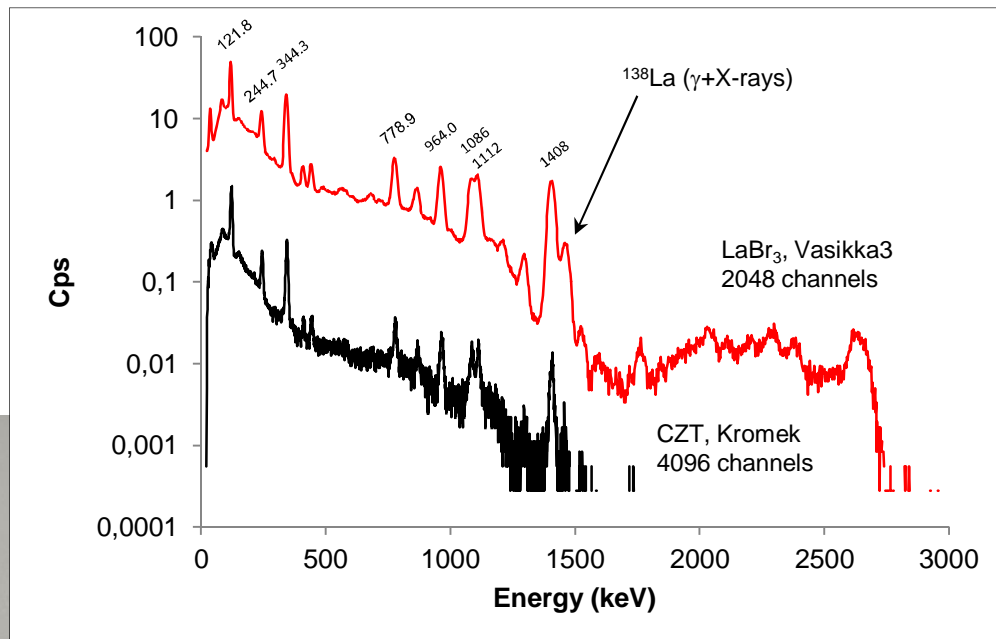
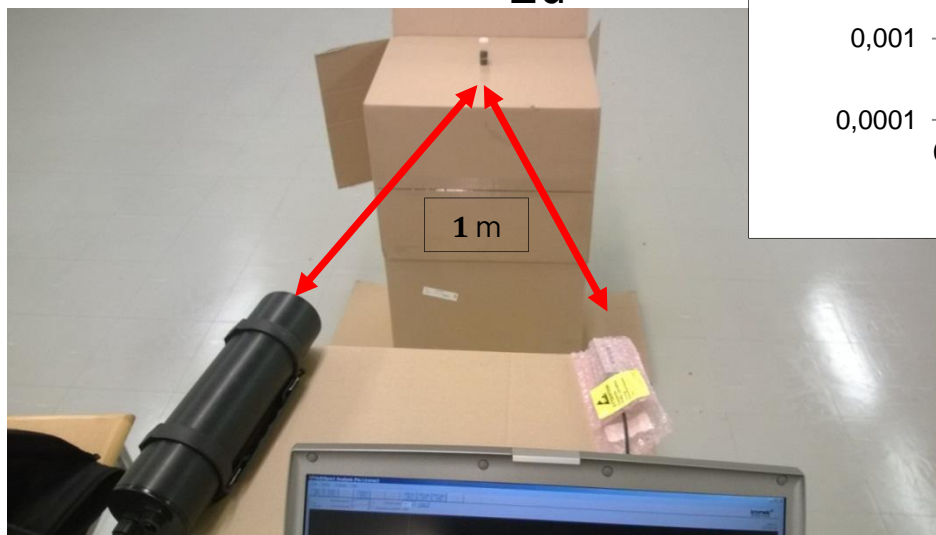
- (Näytteenotto kiinteäsiipisestä lennokista toteutettu aiemmin).
- Paikallaan leijuminen ja hidas lento
- Vertikaalinen liike
- Mahdollista lentää ahtaissakin tiloissa
  - Metsässä
  - Kaupungeissa rakennusten väleissä
  - Sisällä rakennuksissa
- Nousu- ja laskeutumisalustalle ei erityisvaatimuksia

# 4. Tuloksia 2015

Kromek GR1-ilmaisimen testaus laboratoriossa (STUK)



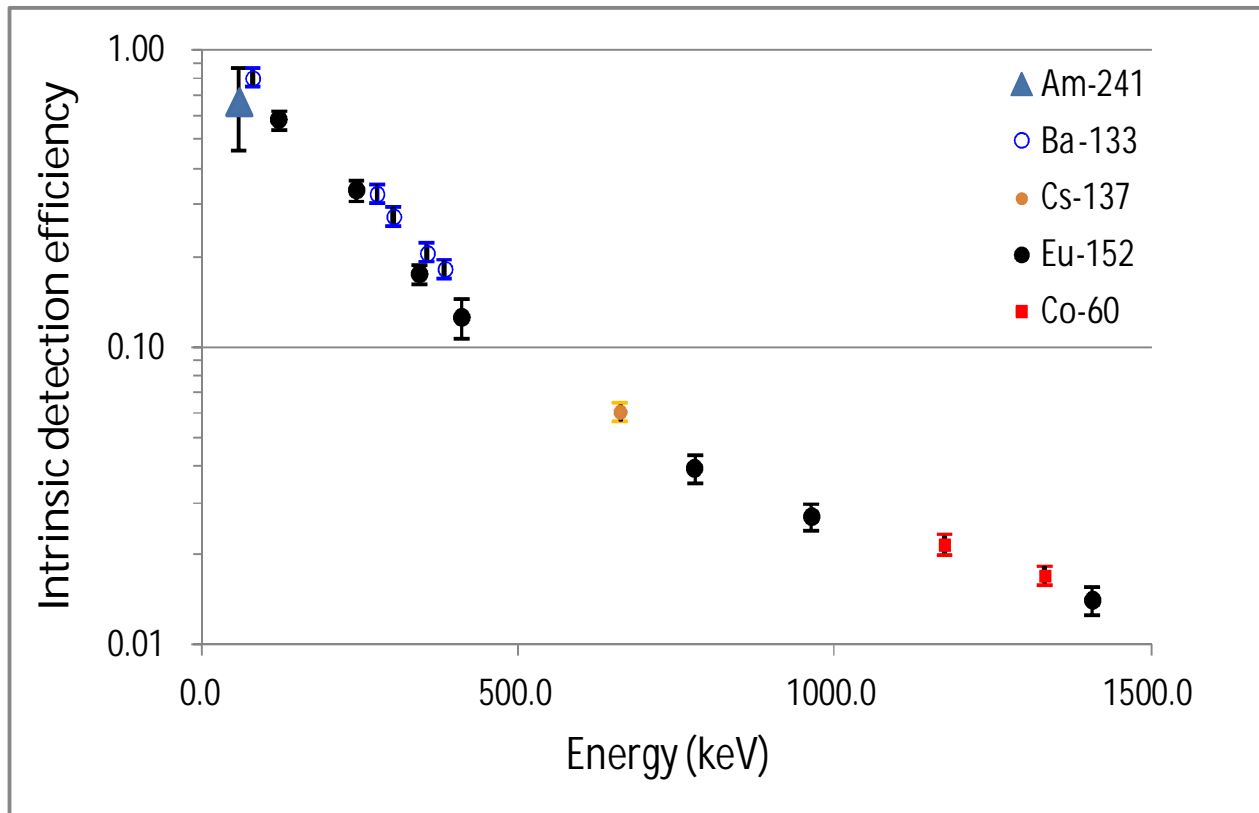
$^{252}\text{Eu}$



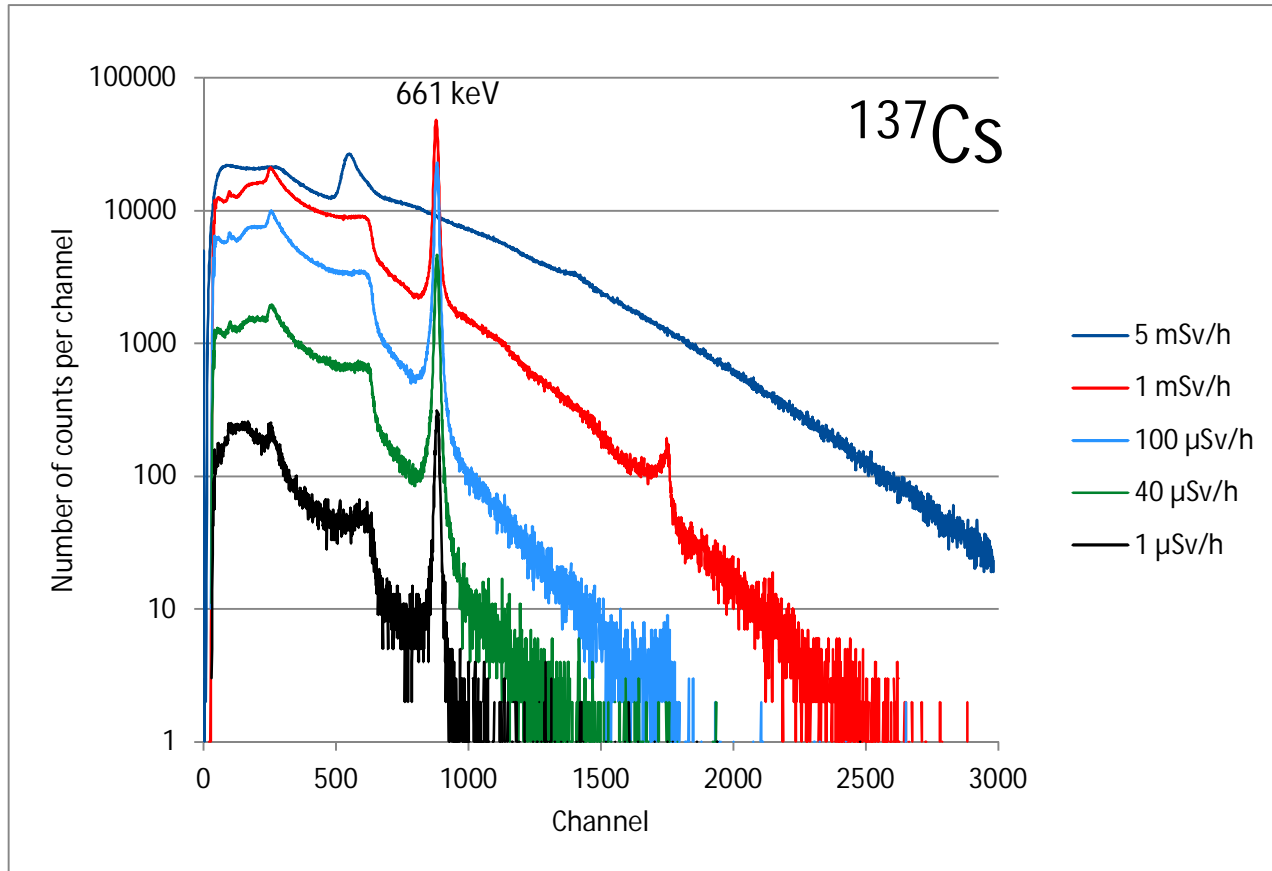
FWHM 1.6 % @ 662 keV



## Ilmaisimen sisäinen tehokkuus energian funktiona

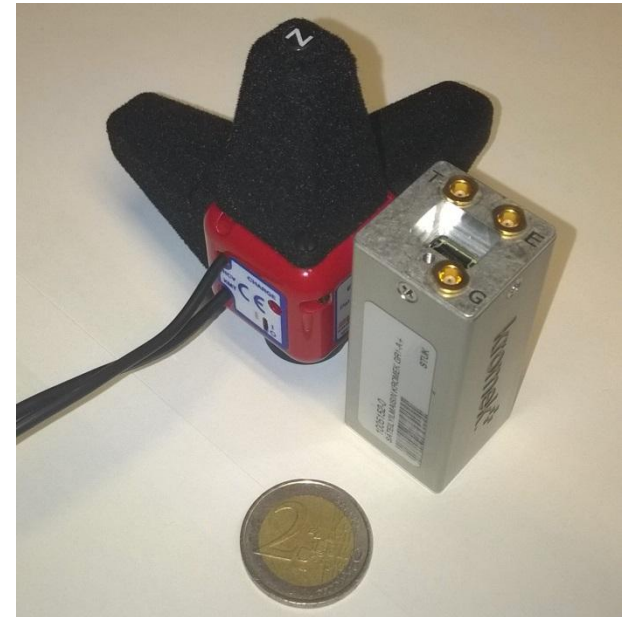


# Toimiiko ilmaisimien luotettavasti suuressa säteilykentässä?

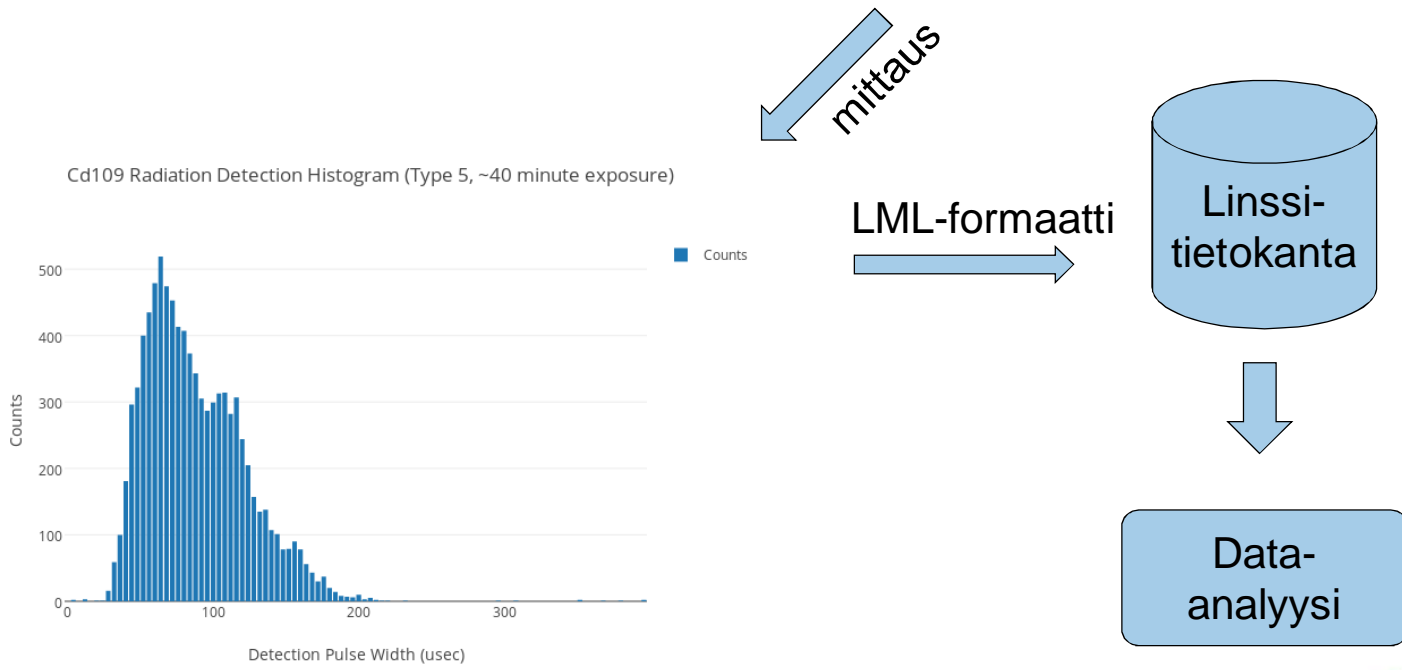


## Entä voisivatko sähkömagneettiset häiriöt vaikuttaa ilmaisimen toimintaan? (Oulun yliopisto)

- Lentoalustan tuottaman sähkökentän voimakkuuden mittaus (ETS-LINDGREN HI-6005).
- Taajuudet 100 kHz – 6 GHz.

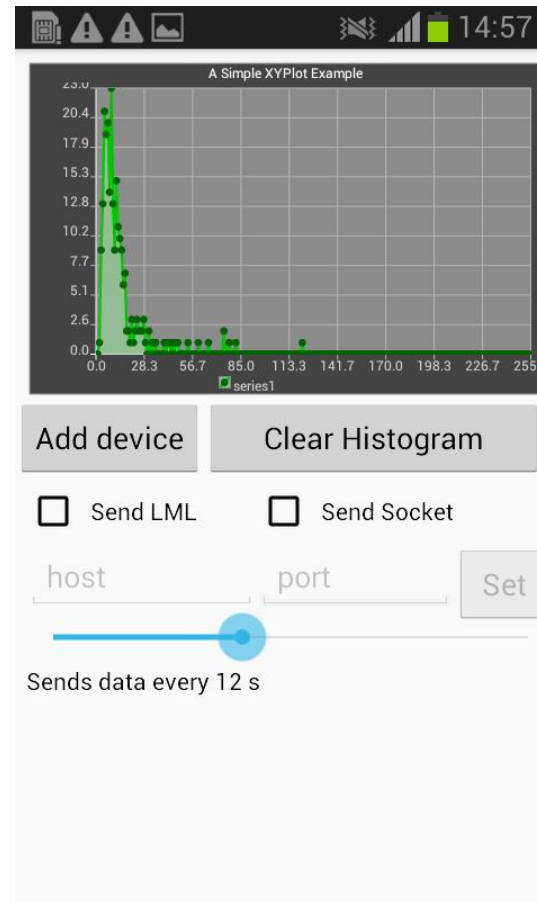


# Oulun yliopiston toteutus

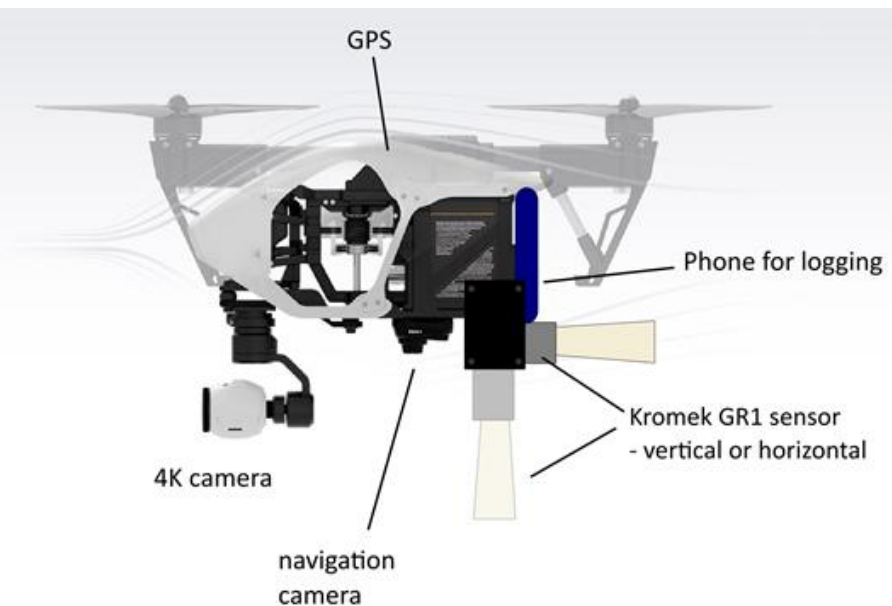




- Android-sovellus toteutettu säteilymittausdatan keräämiseksi
- Sovellus tunnistaa ilmaisimen kytkettäessä
- Mittausdatan tallentaminen Linssi-tietokantaan



- Säteilyilmaisimen ja puhelimen kannake, 3D-tulostus
- Sijoitus DJI INSPIRE 1 kvadrokopteriin.



## PV:n tutkima konsepti

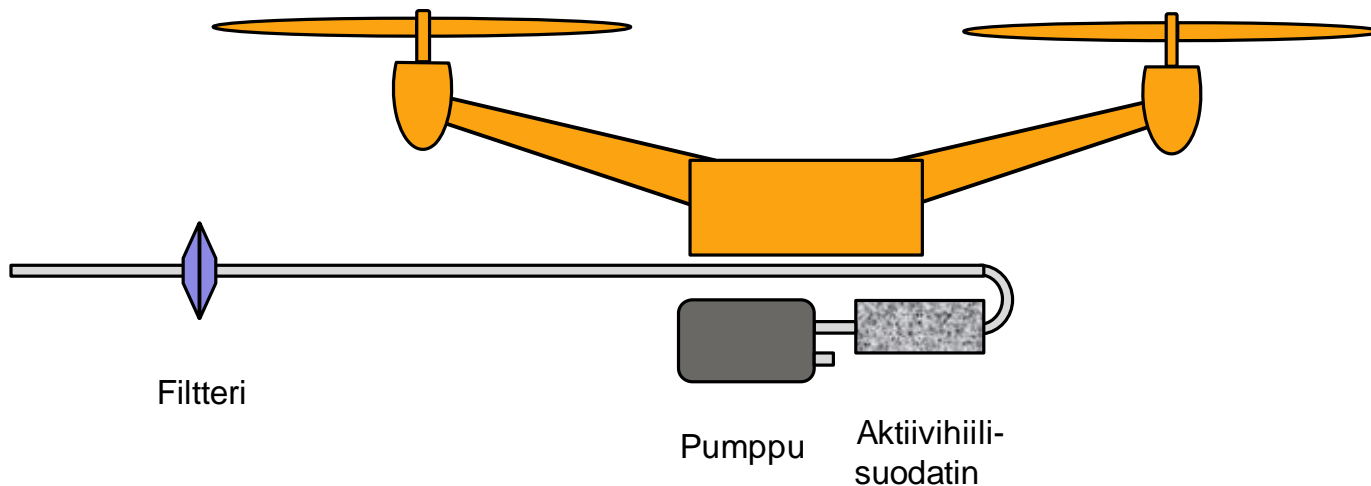
### Mittausten ohjaus ja analyysi (Unisampo-Shaman) ja tietokanta (Linssi) Intelin PC-tikkuun

- Mini PC Ubuntu 12.04 LTS
- Quad-Core 1.6 GHz RK3188 Cortex A9
- 2GB RAM 32GB SD Mali400 GPU
- 3 × USB (5V), wifi, SD
- Massa 34 g



## Hiukkaskeräimen ominaisuudet (Helsingin yliopisto)

- Aktiivinen pumppaus - näytevirtaus vakio riippumatta lentonopeudesta
- Radioaktiiviset hiukkaset kerätään suodattimelle
- Radioaktiiviset kaasut kerätään aktiivihiileen
- Näytteenotto roottoreiden aiheuttamien pyörteiden ulkopuolelta



## 5. Vuosi 2016?

Oulun yliopiston johtamana:

- Säteilymittauslaitteiston asentaminen UAV:hen sekä testaukset laboratoriossa ja kentällä.
- Näytteenkeruulaitteiston rakentaminen, testaus ja asentaminen UAV:hen.
- Laitteistojen kenttätestaus UAV-alustalla (säteilylähteiden kuljetus, testipaikka ja -luvut, mittalaitteiden ja UAV:n operointi, tiedonsiirto, tulosten verifiointi,...)