

# FLYBÅREN HYPERSEKTRAL AVBILDNING FOR MULTISENSORISK DATAFUSJON



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Mars 30, 2023



Norwegian University of Life Sciences  
Faculty of Science and Technology

Philosophiae Doctor (PhD)  
Thesis 2023:18

## Airborne hyperspectral imaging for multisensor data fusion

Flybåren hyperspektral avbildning  
for multisensorisk datafusjon

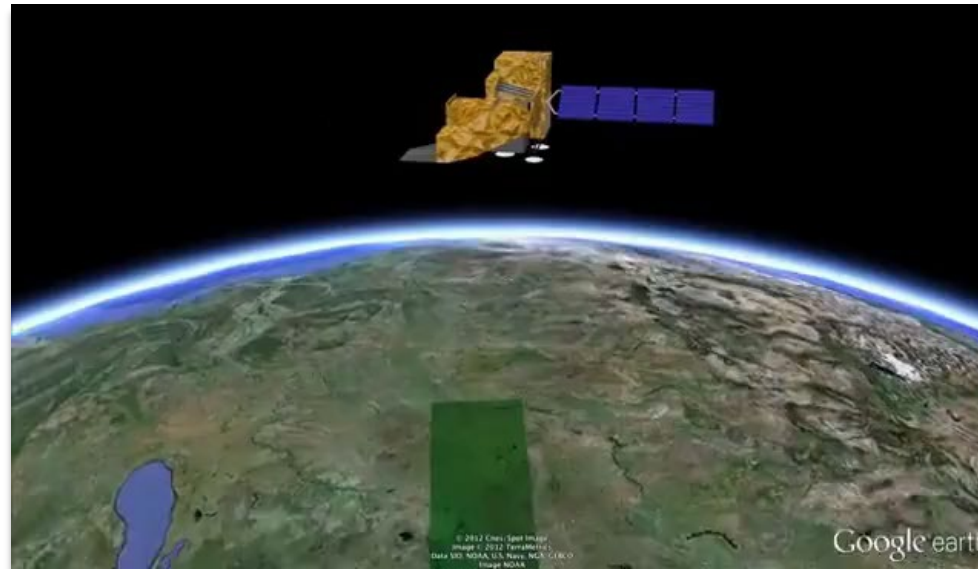
Agnieszka Kinga Kuras

# Motivasjon

---

*“Remote Sensing is defined as the art and science of retrieving surface information about an object, area, or phenomenon without direct contact with the object”*

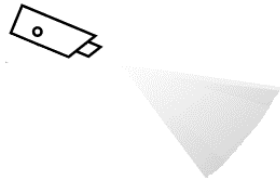
Van der Meer, et al., 2001



# Motivasjon

---

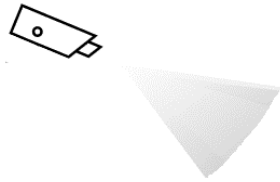
Hyperspektral Avbildning



# Motivasjon

---

Hyperspektral Avbildning



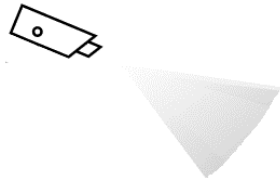
LiDAR



# Motivasjon

---

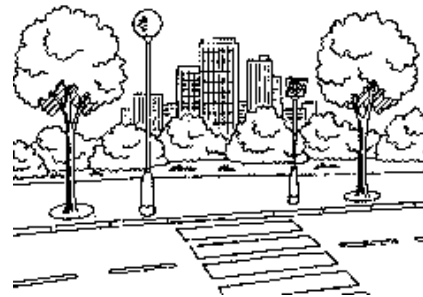
Hyperspektral Avbildning



LiDAR



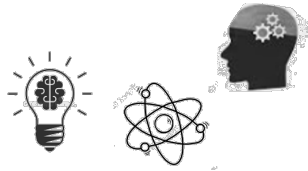
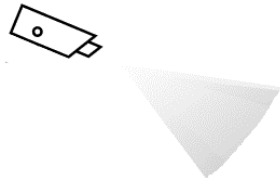
Byanalyse



# Motivasjon

---

Hyperspektral Avbildning



LiDAR



Byanalyse



# Forskningspørsmål

---



I

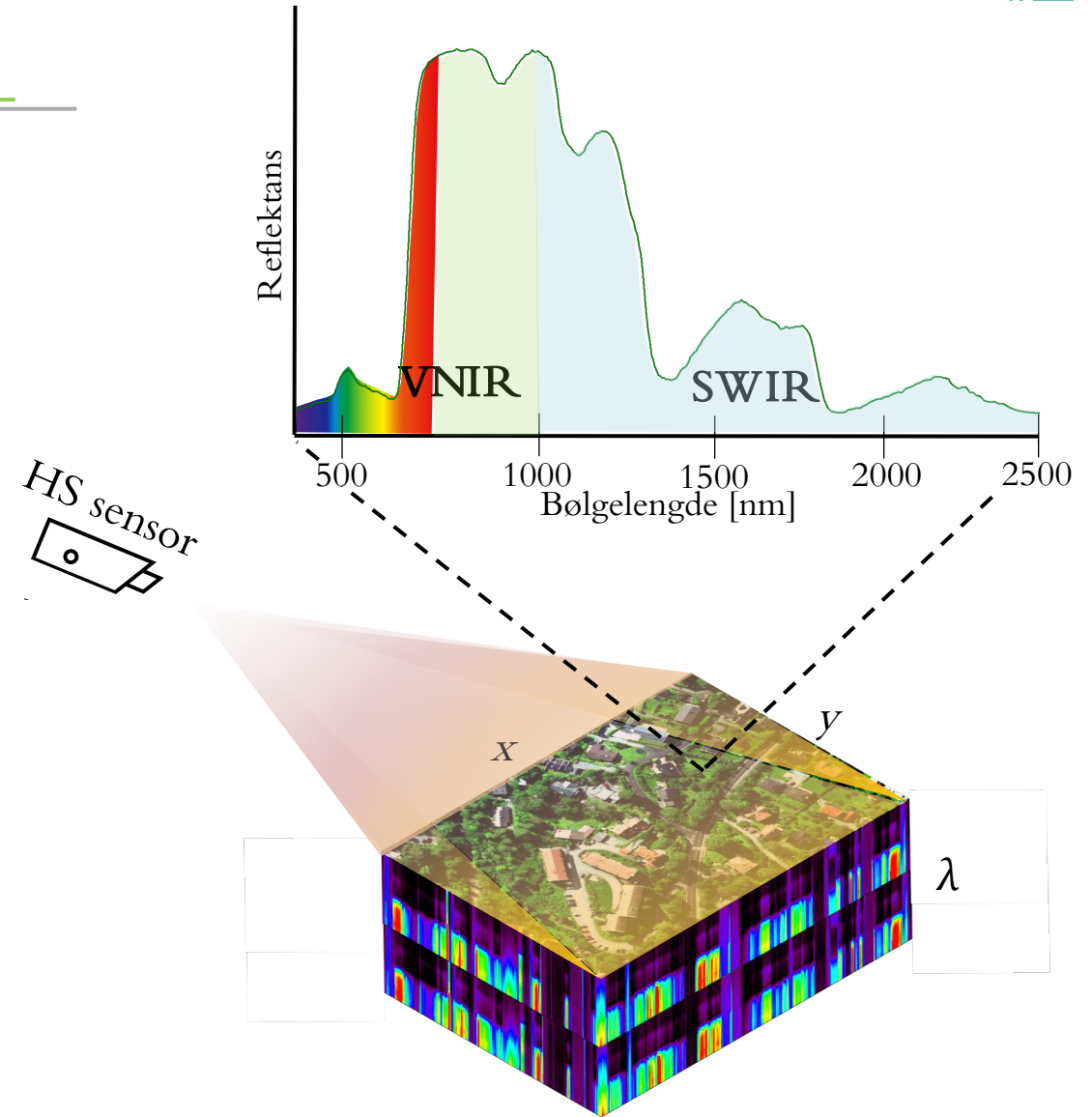
Hva er de mest effektive mulighetene for bruk av luftbåren HS multisensorisk datafusjon på egenskapsnivå?

II

Hva er fordelene ved en slik fusjon?

# Flybåren hyperspektral avbildning

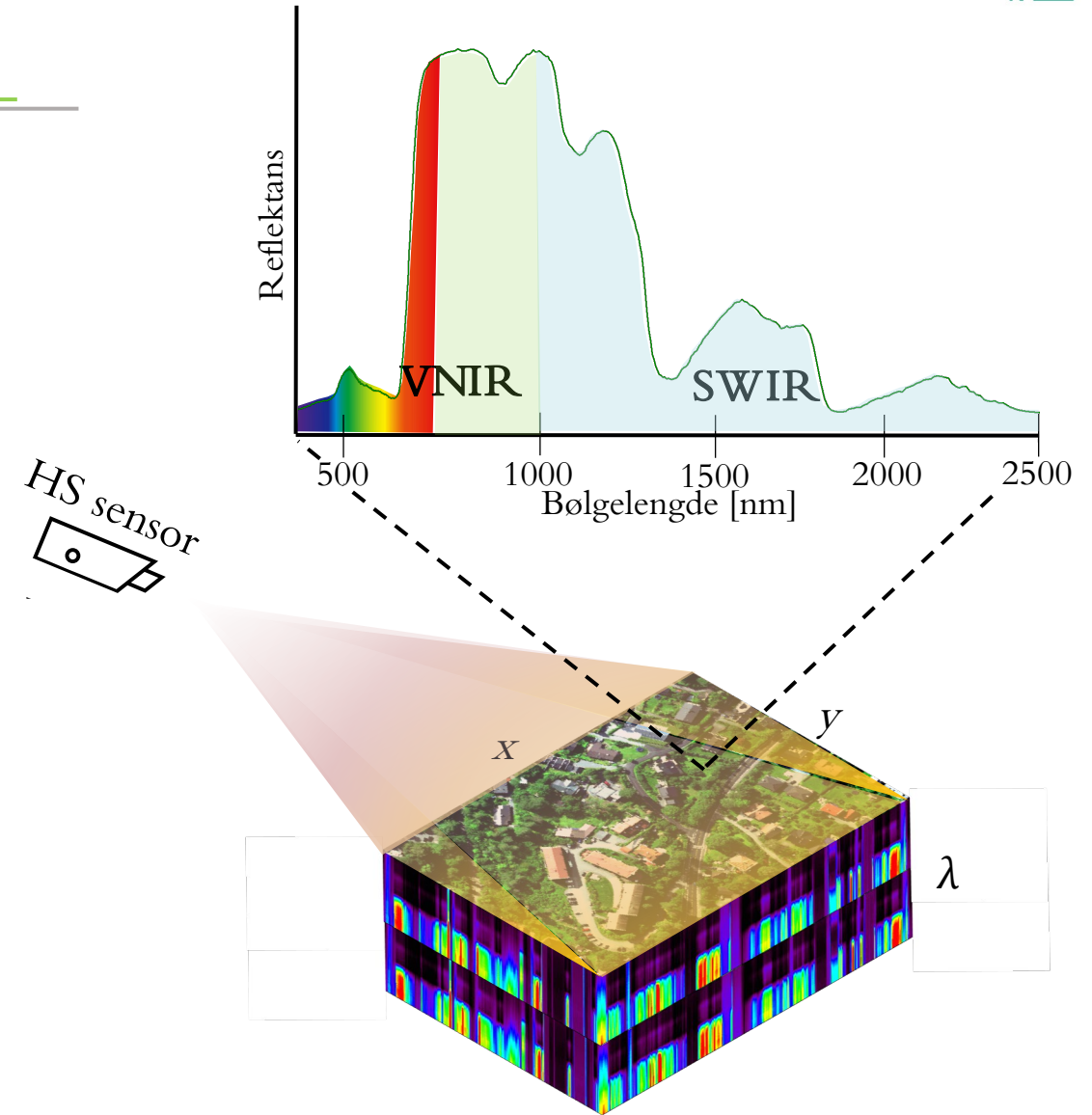
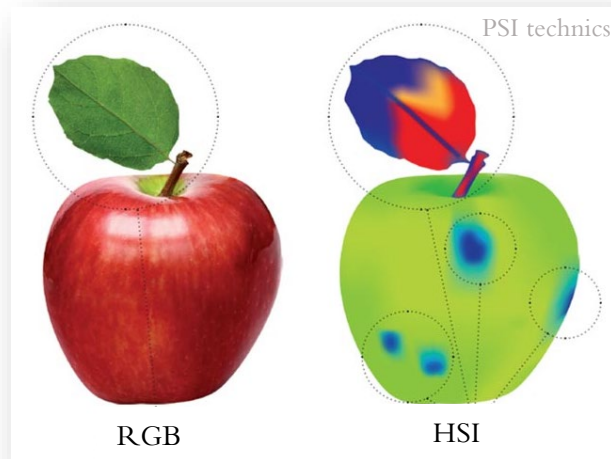
1. Unike absorpsjonsegenskaper
2. Fysiske og kjemiske materialegenskaper
3. Høydimensjonale data





# Flybåren hyperspektral avbildning

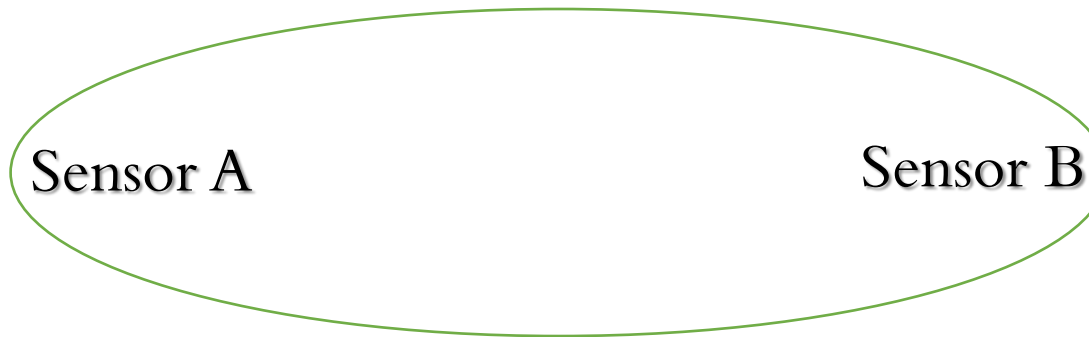
1. Unike absorpsjonsegenskaper
2. Fysiske og kjemiske materialegenskaper
3. Høydimensjonale data



# Multisensorisk Datafusjon

---

1. Utvidelse av romlige, tidsmessige, egenskaps og parameterdimensjoner
2. Forbedret klassifisering, deteksjon og pålitelighet

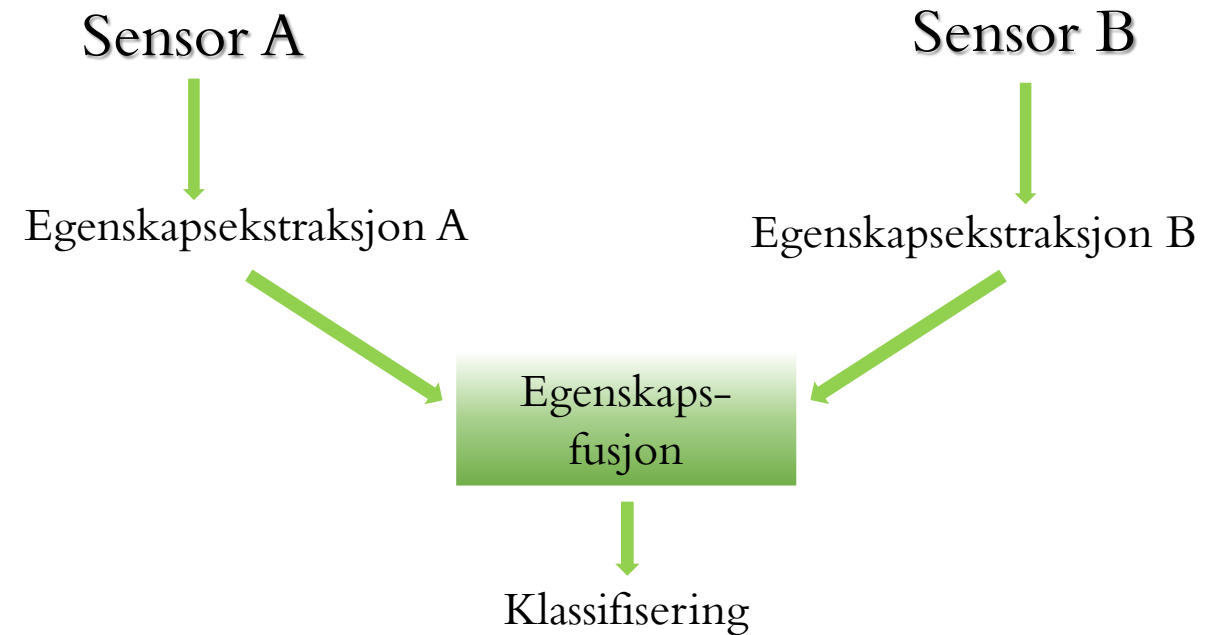


# Multisensorisk Datafusjon

---

1. Egenskapsekstraksjon for hver sensordata separat
2. Nytt normalisert egenskapsområde med dimensjonskomprimering

Eksempler: Hyperspektrale data + radar  
**Hyperspektrale data + LiDAR**



# Fusjon på egenskapsnivå for HL-Fusjon

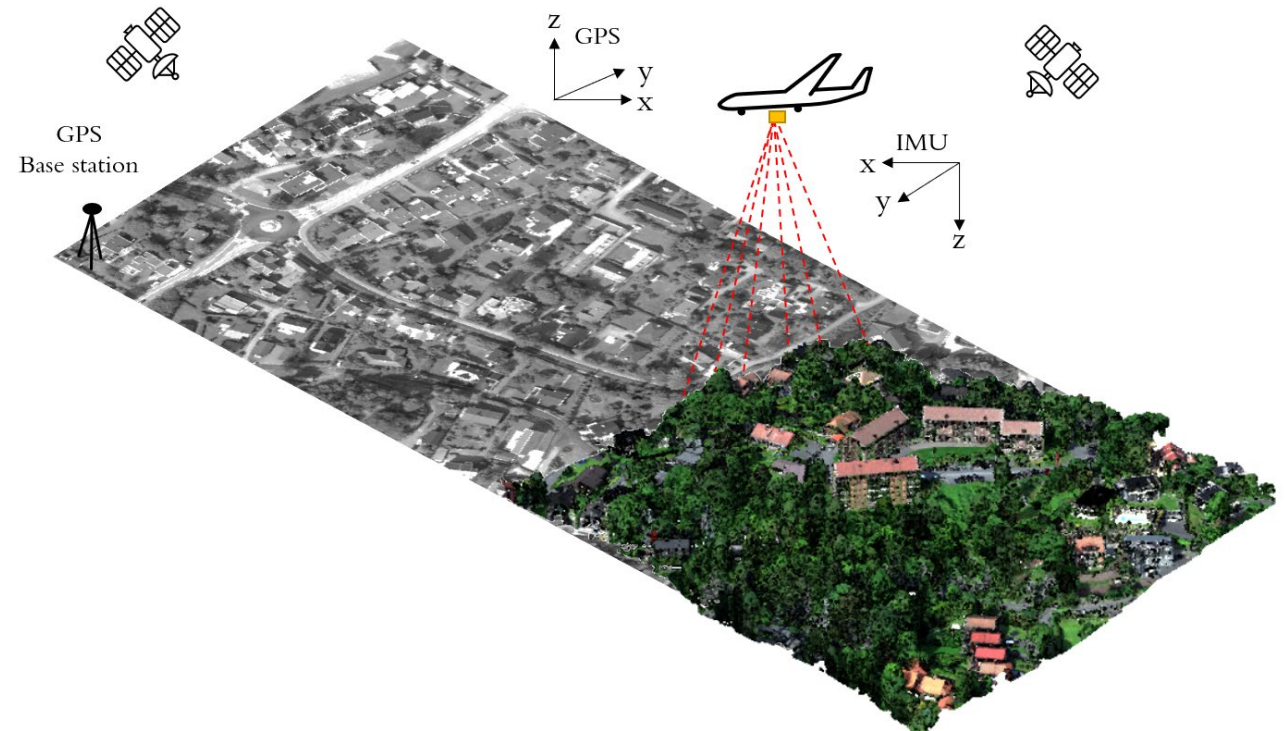
Flybåren LiDARskanning:

$$d = \frac{ct}{2}$$

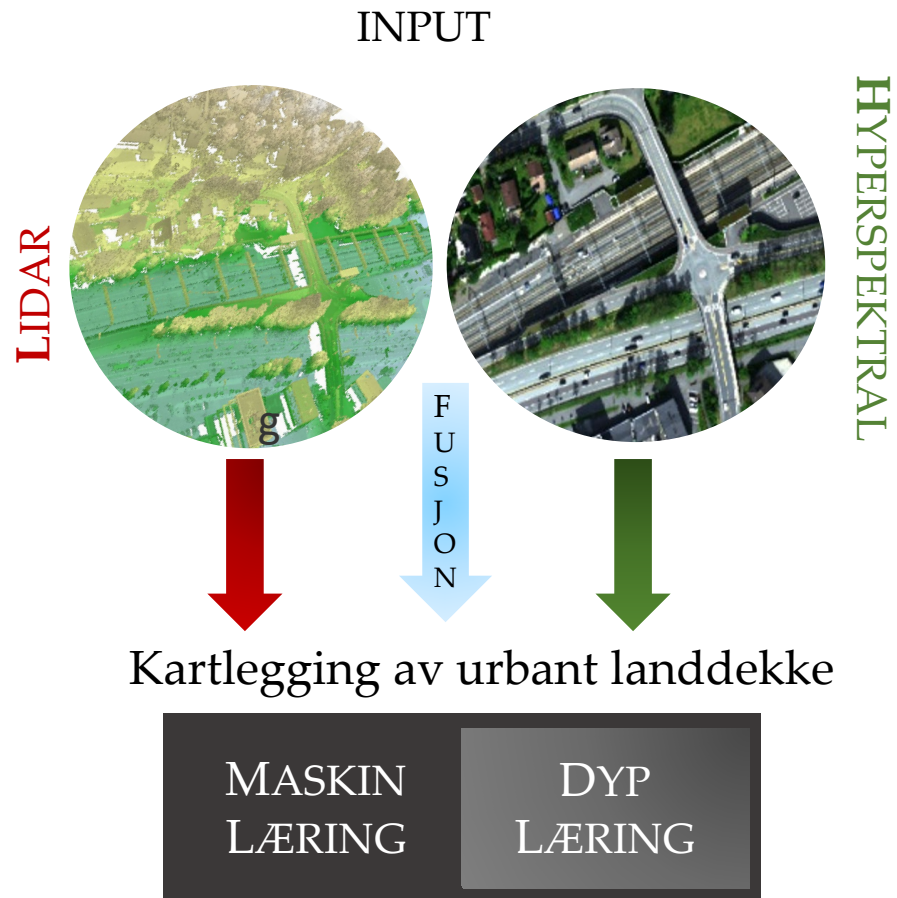
d – avstand (*distance*)

c – lyshastighet (*the speed of light*)

t – tid (*time*)



# Oversiktsartikkel om HL-Fusjon



## OBJEKTER



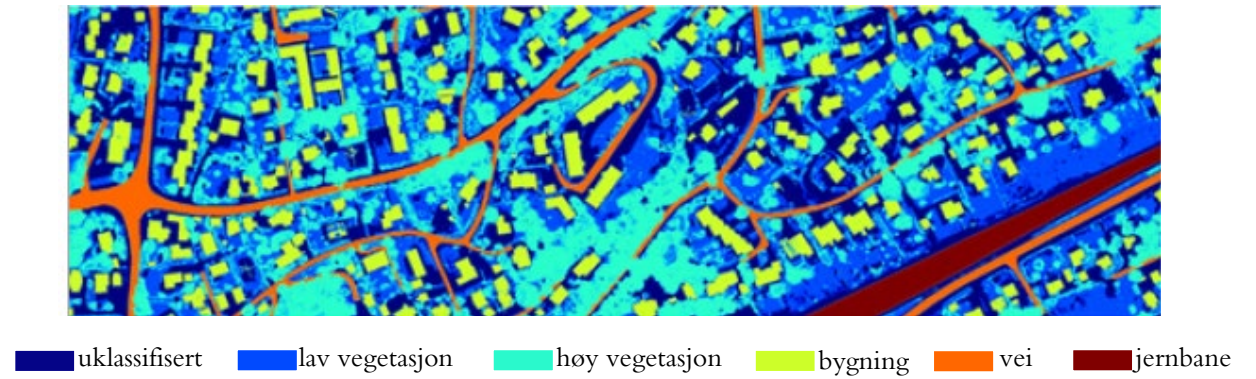
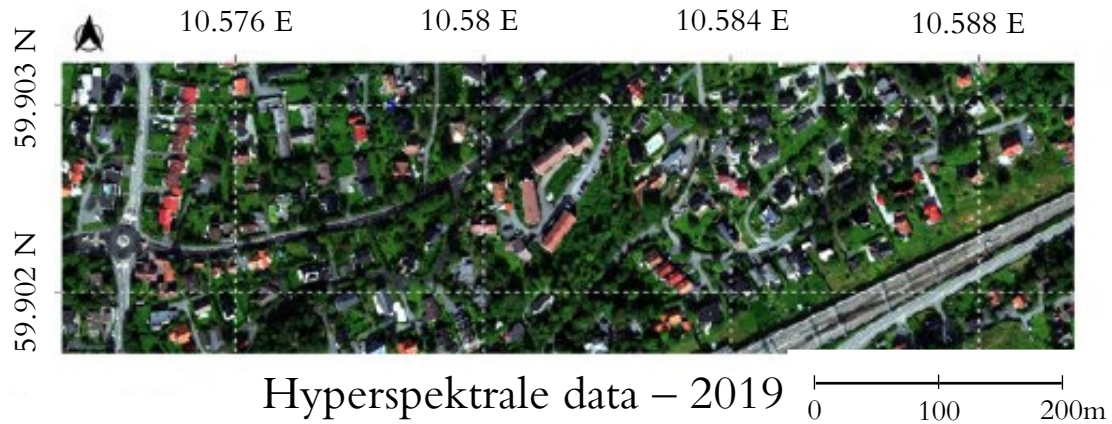
[Open Access](#)
[Feature Paper](#)
[Editor's Choice](#)
[Review](#)

**Hyperspectral and Lidar Data Applied to the Urban Land Cover Machine Learning and Neural-Network-Based Classification: A Review**

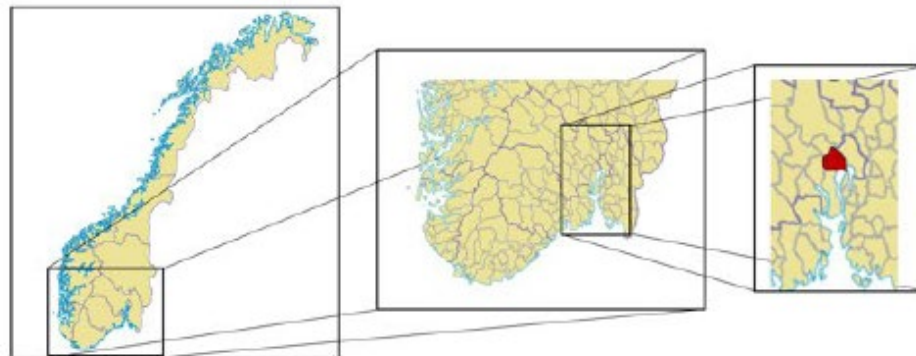
by Agnieszka Kuras <sup>1,\*</sup> , Maximilian Brell <sup>2</sup> , Jonathan Rizzi <sup>3</sup> and Ingunn Burud <sup>1</sup>



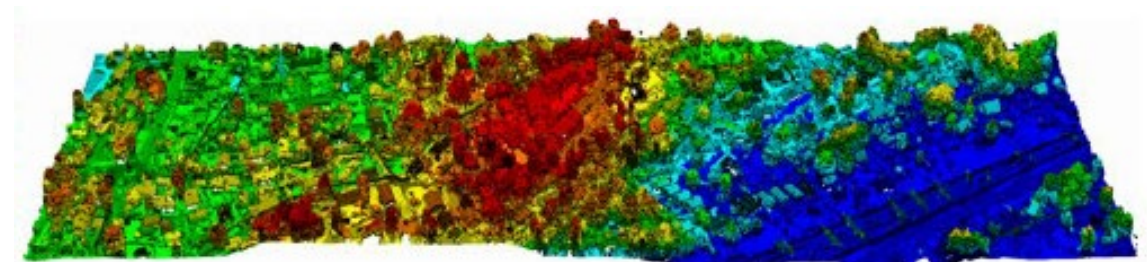
# Datsett



Ground truth data – FKB

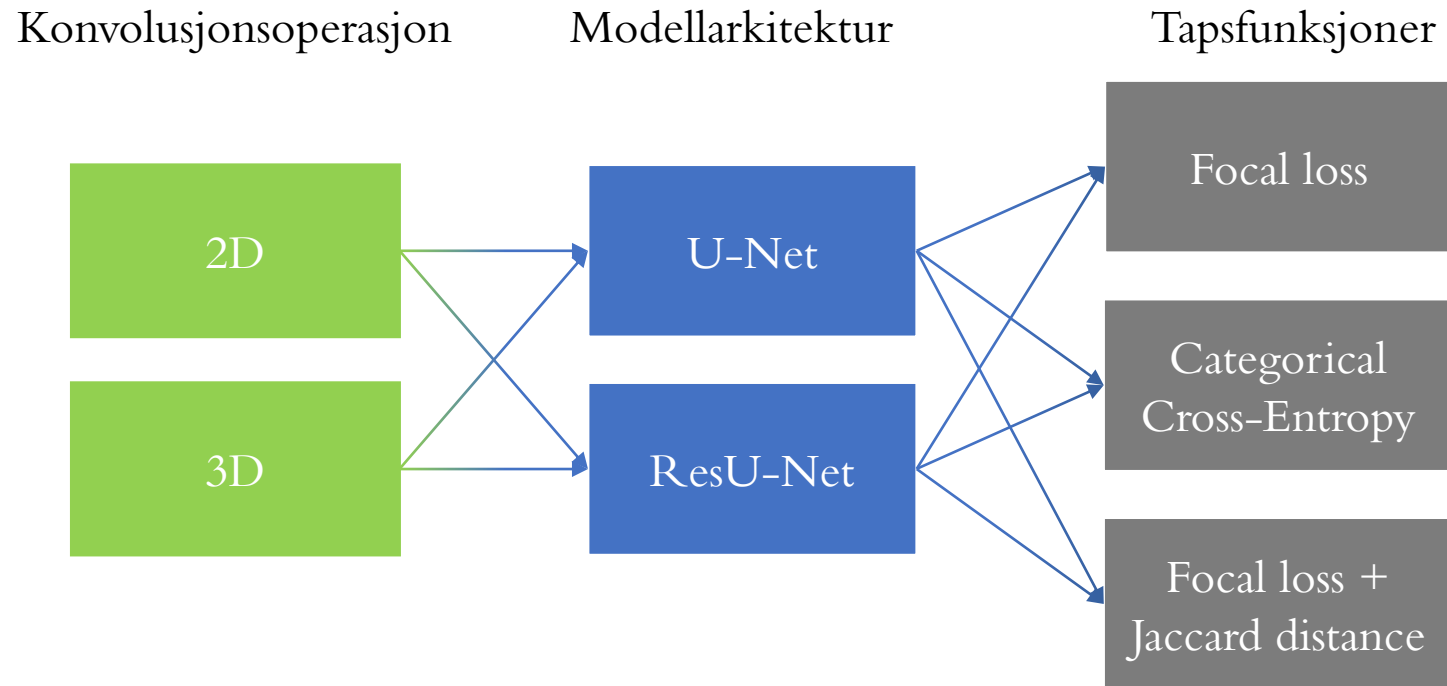


Høvik, Norway



LiDAR punktsky

# Sammenlignende studie



Peer Reviewed Paper [openaccess](#) [Paper Presented at SWilms 2022, September 2022, Rome, Italy](#)

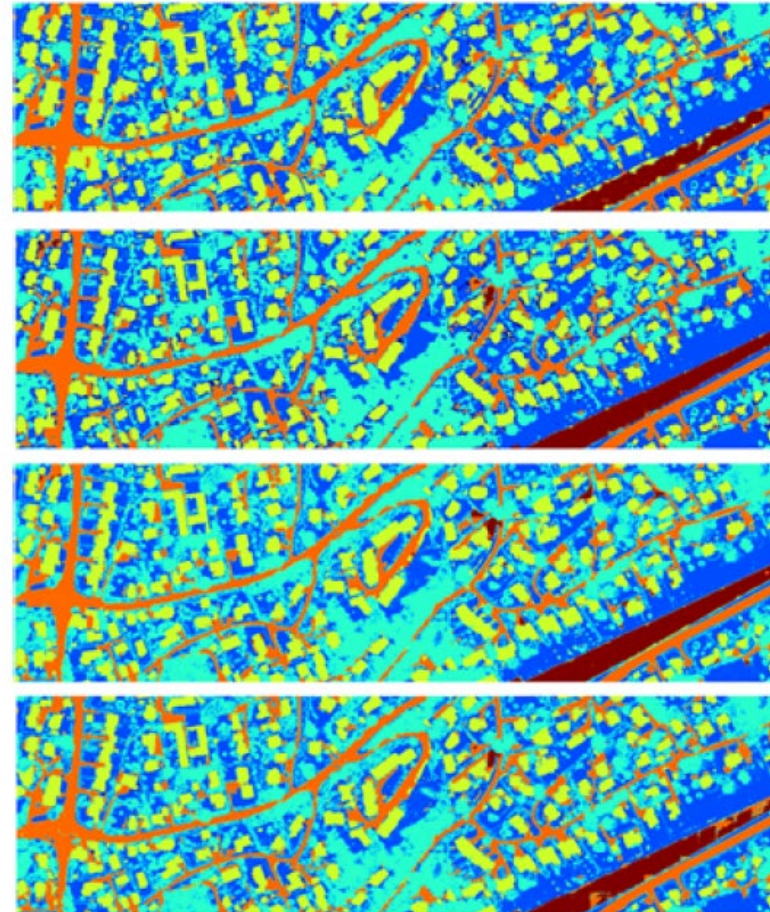
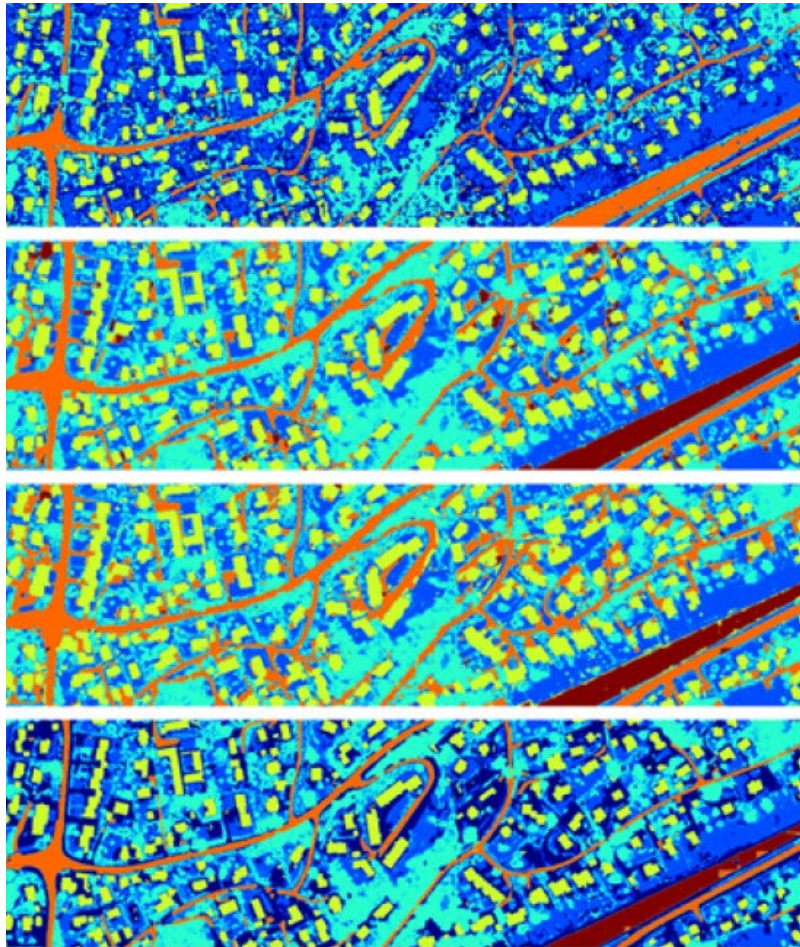
Comparison of 2D and 3D semantic segmentation in urban areas using fused hyperspectral and lidar data

Agnieszka Kuras,<sup>\*</sup> Anna Jenul,<sup>\*</sup> Maximilian Brell<sup>†</sup> and Ingunn Burud<sup>\*</sup>



# Resultater

---





# Fusjon på egenskapsnivå for HL-Fusjon

Bidrag:


ResU-Net segmentering basert på fusejonerte HS og LiDAR data på egenskapsnivå

Automatisk generering av spektralbibliotek

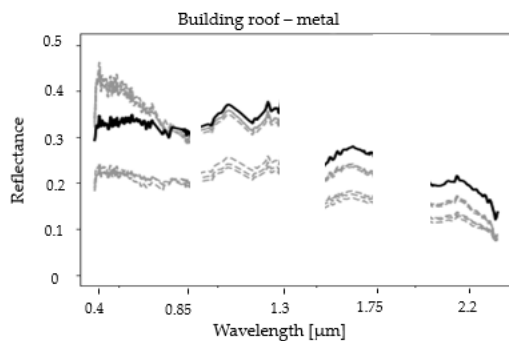
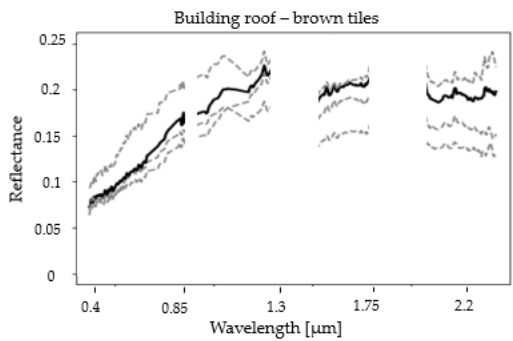
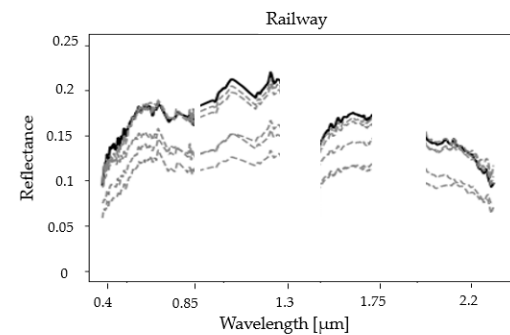
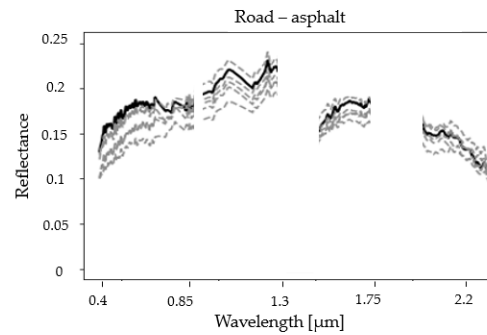
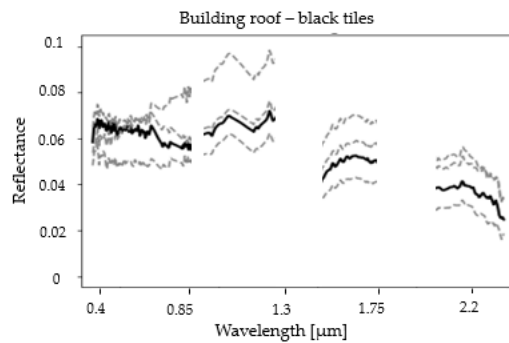
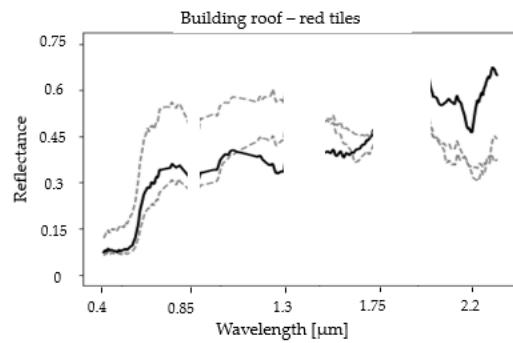
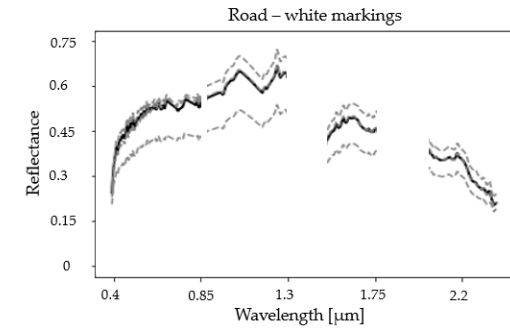
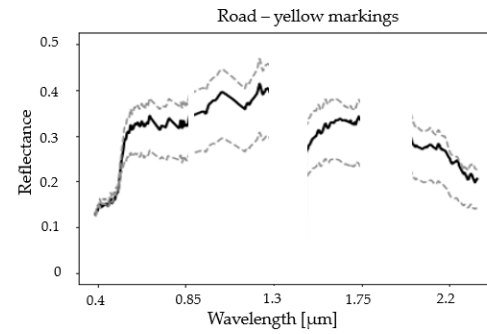
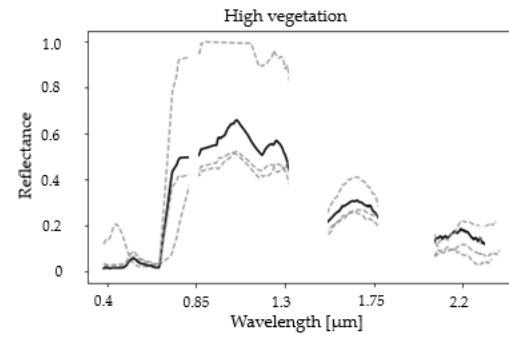
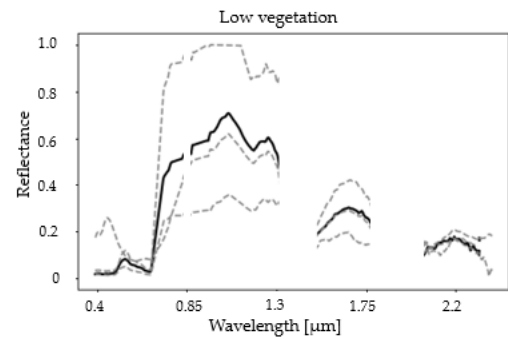
Generisk metode for stabil oppdatering av lokale kart ved bruk av et bitemporalt HL-Fusjon-datasett

Open Access Article

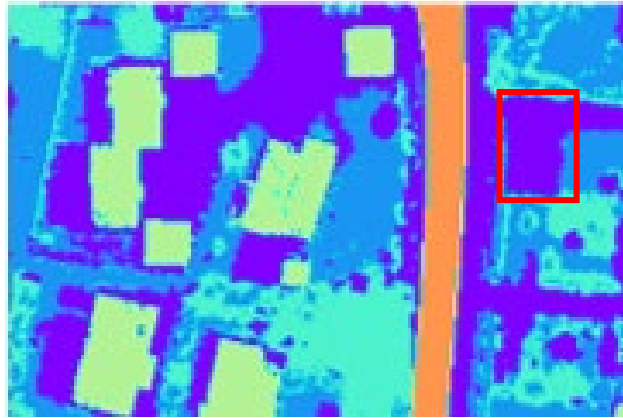
**Multitemporal Feature-Level Fusion on Hyperspectral and LiDAR Data in the Urban Environment**

by  Agnieszka Kuras <sup>1,\*</sup>  Maximilian Brell <sup>2</sup>,  Kristian Hovde Liland <sup>1</sup>  and  Ingunn Burud <sup>1</sup>

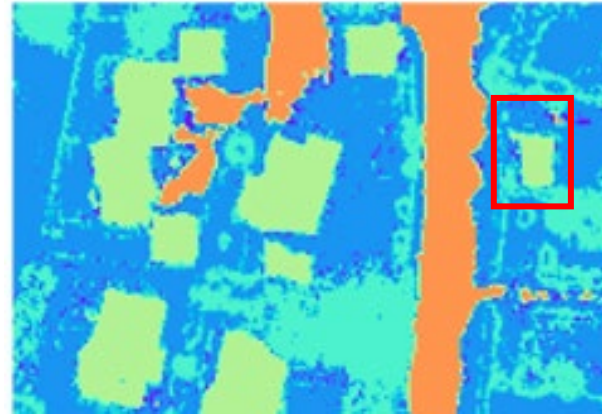
# Spektralbibliothek



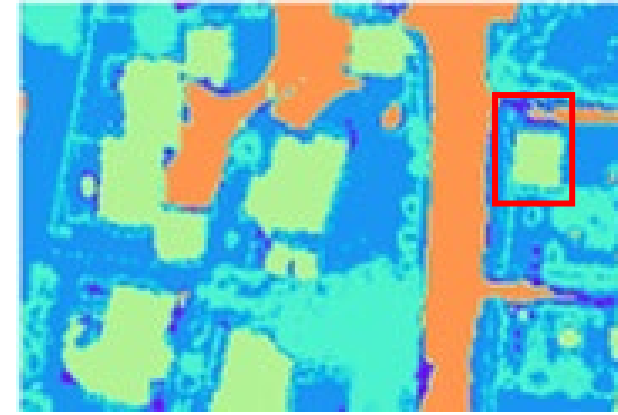
# Optimalisering av segmentering



a) FKB



b) I Segmentering

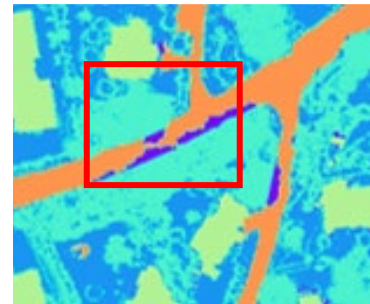


c) II Segmentering

■ uklassifisert  
 ■ lav vegetasjon  
 ■ høy vegetasjon  
 ■ bygning  
 ■ vei  
 ■ jernbane



a) Segmentering I



b) Segmentering II



c) Datasett 2021

■ uklassifisert  
 ■ lav vegetasjon  
 ■ høy vegetasjon  
 ■ bygning  
 ■ vei  
 ■ jernbane

# Konklusjoner

---

HL-Fusjon oppnår alltid bedre resultater enn med bare 1 sensor

HL-Fusjon mest basert på bruk av DL-algoritmer

HL-Fusjon krever passende valg av forskjellige egenskaper og metoder for hele arbeidsprosessen

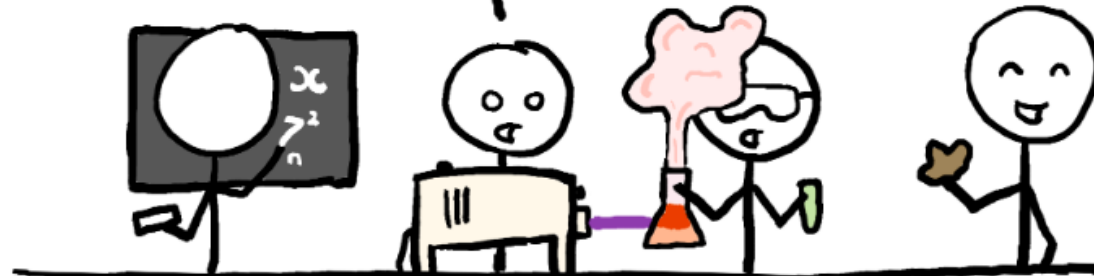
Noen parametere kan samle inn kun med sensorfusjon

Flere kampanjer for å samle inn data med forskjellige sensorer samtidig

Stabile resultater og forbedret tolkning av resultater

So I can use  
this maths - to tune  
the beam - making this  
superconducting  
gel!

I like rocks



MATHMATICAN

PHYSICIST

CHEMIST

GEOLOGIST

<https://errantscience.com/>



Takk for meg

