

# Deteksjon av ringformede fotgrøfter i høyoppløselige satellittbilder av jordbruksområder

Øivind Due Trier (NR), Anke Loska (Riksantikvaren),  
Siri Øyen Larsen (NR) og Rune Solberg (NR)

## Samarbeidspartnere:

Riksantikvaren (også finansiering)

Norsk Romsenter (også finansiering)

Vestfold Fylkeskommune

Kulturhistorisk Museum ved Universitetet i Oslo



# Disposisjon

- ▶ Bakgrunn
- ▶ Metoder
  - Lokal kontrastforbedring
  - “Template matching”
  - Klassifikasjonsforsøk
- ▶ Resultater
- ▶ Konklusjon



# CultSearcher

- ▶ Programvare for semi-automatisk gjenkjenning av mulige kulturminner
- ▶ Jordbruksområder
- ▶ Jordfargespor
- ▶ Vegetasjonsspor
- ▶ Ringformede mønstre – kan være fotgrøfter etter gravhauger og -røyser



# Quickbird-bilder



# Snitt gjennom fotgrøft som har vært rundt en gravhaug fra bronsealderen



# Detalj fra Lågendalen



**RGB**

**2,4 m**



**Nær-infrarød**

**2,4 m**



**Pankromatisk**

**0,6 m**



# Hvor leter vi?

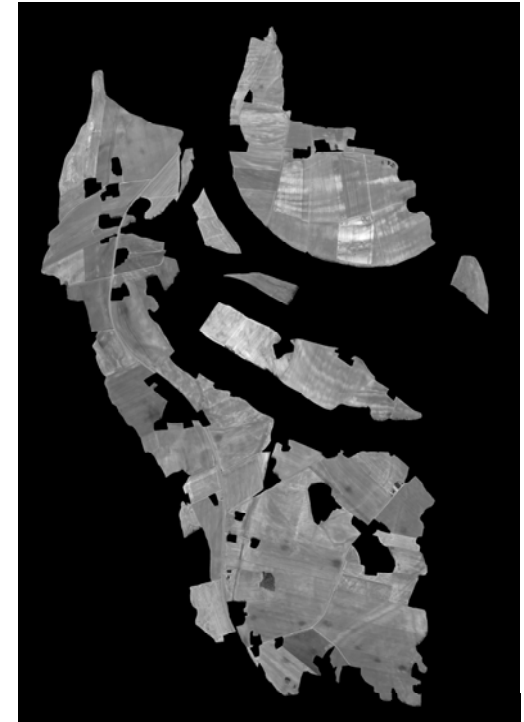
- ▶ Vi ser bare i jordbruksland



×



=



# Testdata

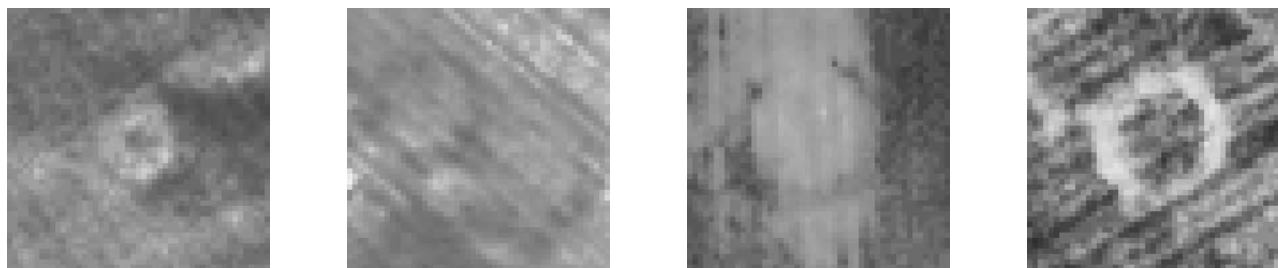
- ▶ Tilsammen 35 ringer i de to bildene:
  - 15 sterke ringer (lett synlige)
  - 10 ganske sterke ringer (moderat synlighet)
  - 10 svake ringer (vanskelige å se)
- ▶ Ringene ser veldig forskjellige ut:
  - radius,
  - tykkelse,
  - gråtoneintensitet,
  - grad av fullstendighet,
  - kontrast til den lokale bakgrunnen



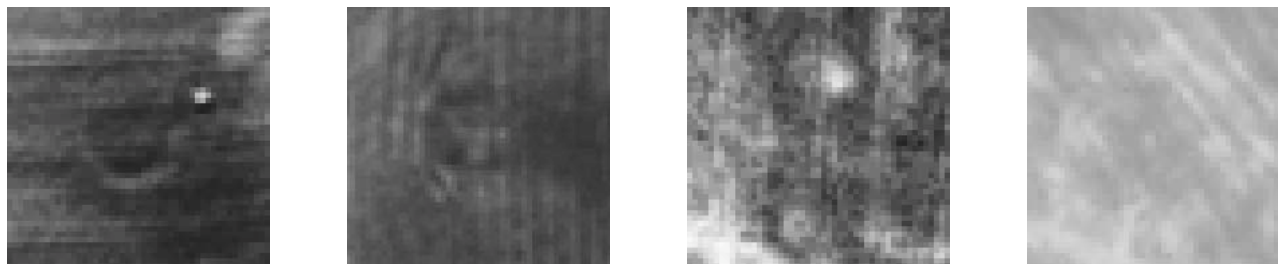


# Eksempler på ringmønstre

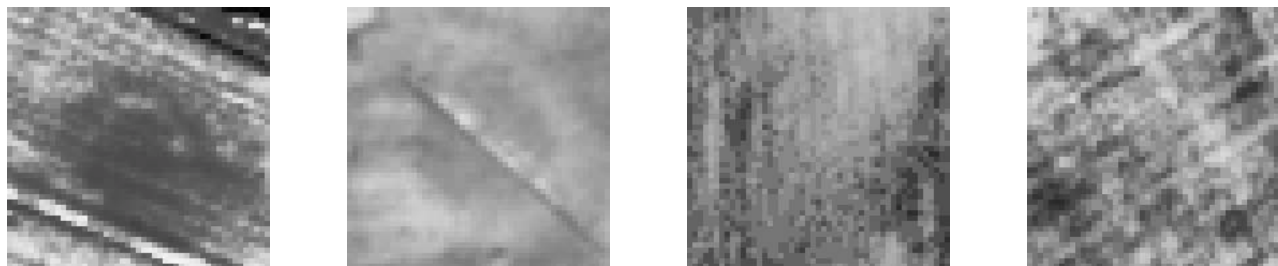
**Sterke  
ringer:**



**Moderate  
ringer:**



**Svake  
ringer:**



**Kontrasten har blitt justert for å fremheve ringene**



# Lokal kontrastforbedring

- ▶ Pikselperdien  $p_{CE}(x, y)$  i det kontrastforbedrede bildet er beregnet som

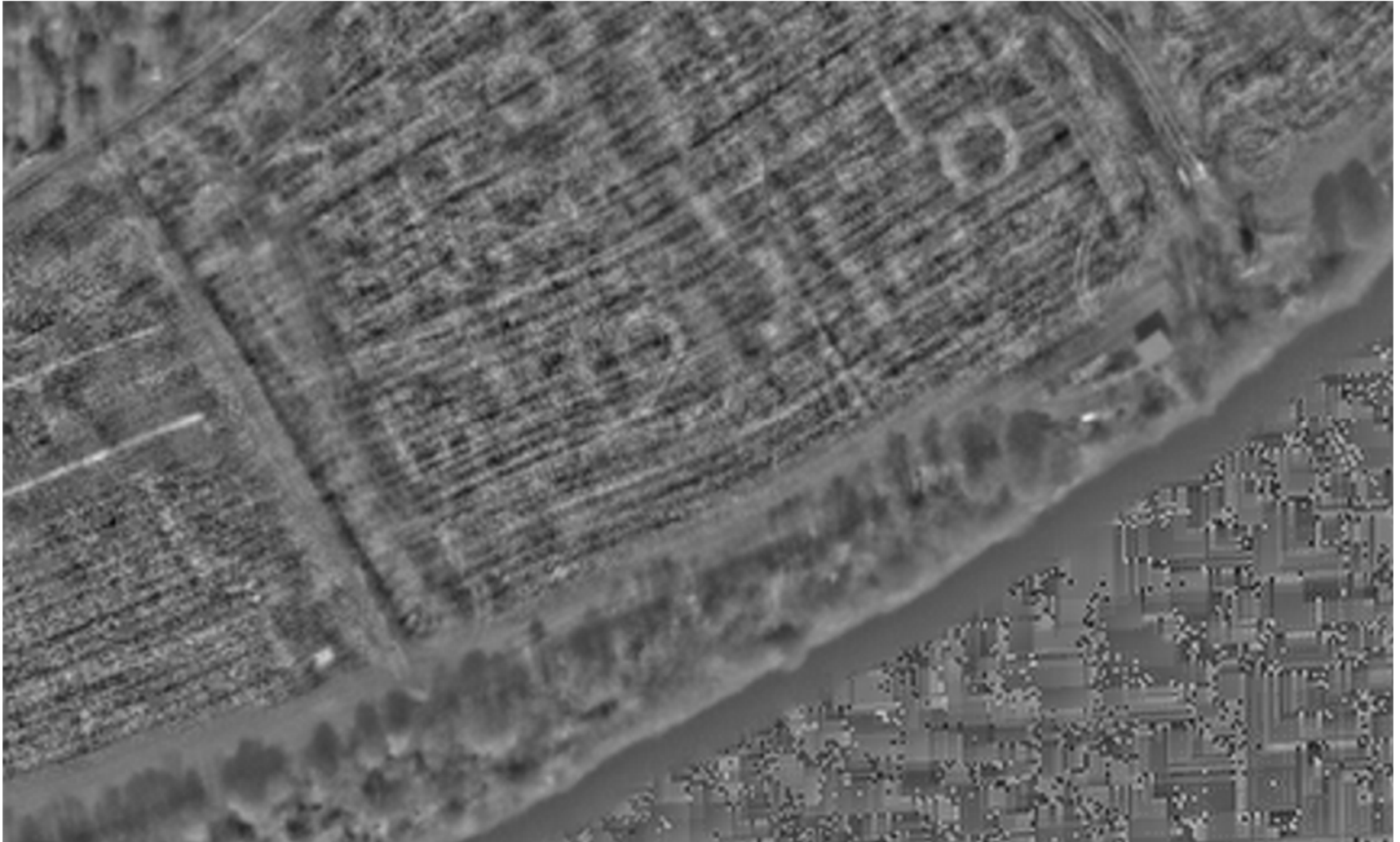
$$p_{CE}(x, y) = \frac{p(x, y) - \mu(x, y, N)}{\sigma(x, y, N)}$$

i et  $N \times N$  område sentrert på  $(x, y)$  .

- ▶ Oppnår samme lokale kontrast over hele bildet.

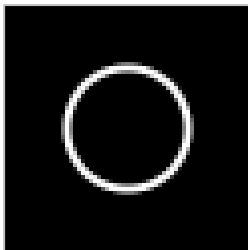


# Lokal kontrastforbedring

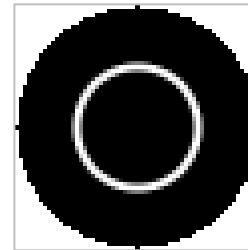


# ”Template matching”

- ▶ Et ringfilter konvolveres med bildet
- ▶ Korrelasjonsbilde: pikselverdien indikerer hvor bra ringfilteret passer med bildet når filteret er sentrert på den respektive posisjonen



**Kvadratisk kant**



**Sirkulær kant**

# Hvordan finne mulige ringer?

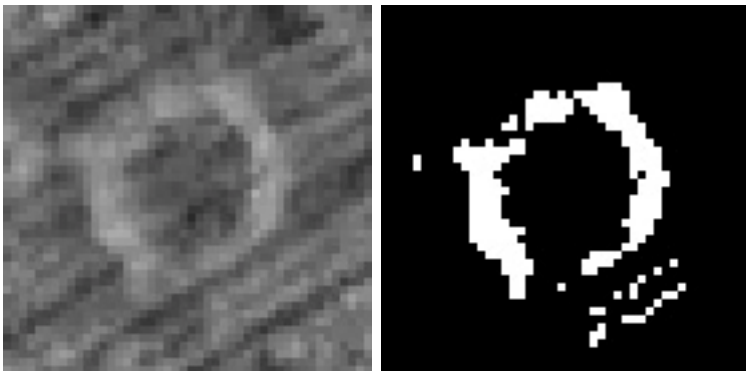
- ▶ Posisjoner med høy korrelasjon
- ▶ Terskel  $\tau$ :
  - Korrelasjonsbildet  $> \tau \Leftrightarrow$  lys ring
  - Korrelasjonsbildet  $< -\tau \Leftrightarrow$  mørk ring
- ▶ Terskelen  $\tau$  kan justeres av brukeren
  - Påvirker antall deteksjoner av virkelige ringer i forhold til antall falske deteksjoner



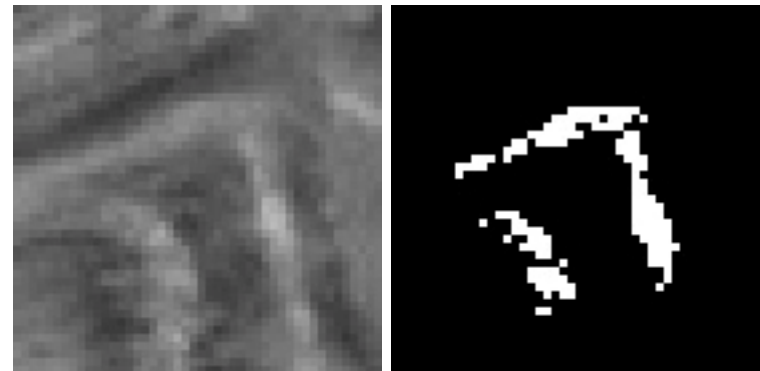
# Klassifikasjonsforsøk

- ▶ Fins det egenskaper som kan skille falske positive fra virkelige ringer?
- ▶ Egenskaper fra  $4r \times 4r$  utsnitt (pankromatiske + binære) av ringkandidater

**Virkelig ring**



**Falsk ring**

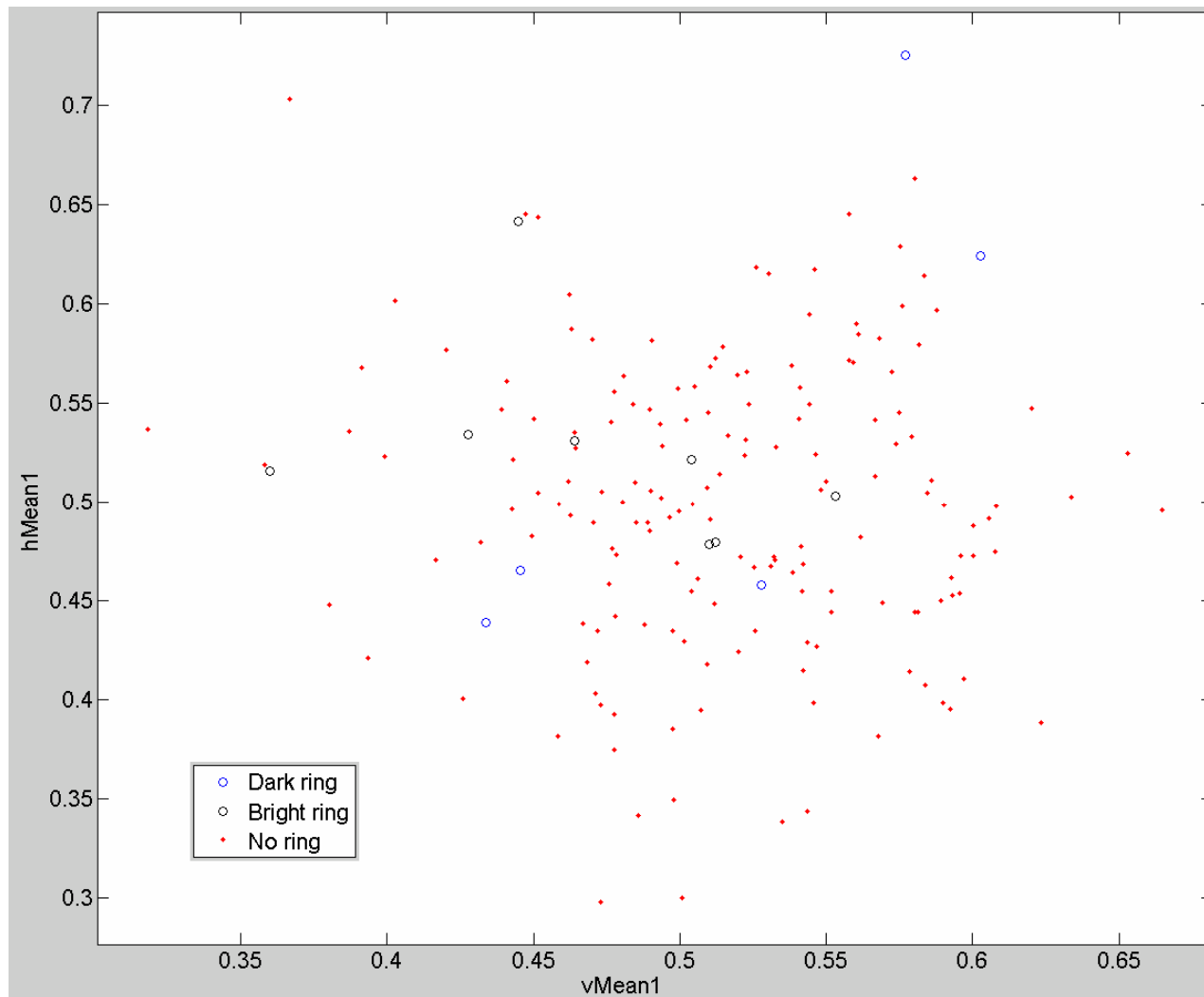


# Klassifikasjonsforsøk

- ▶ Egenskaper:
  - Ringdekning: overlapp mellom binært utsnitt og binær versjon av ringfilteret
  - Tyngdepunktet til binært utsnitt
  - Hu moment invarianter
  - Real weighted Fourier moments
- ▶ Beslutningstre-klassifikator
- ▶ Resultatene taler ikke til fordel for bruk av klassifikator

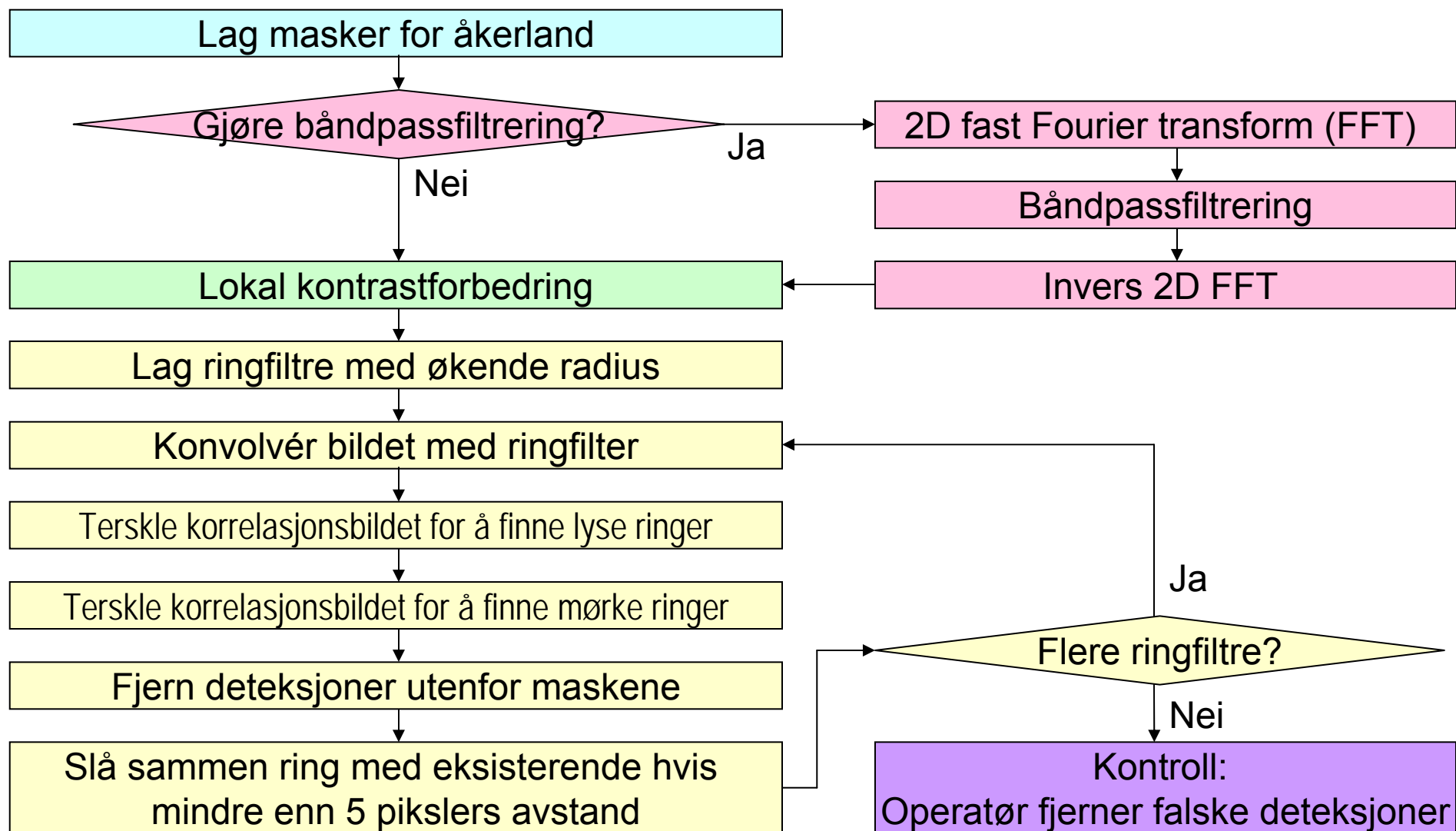


# Scatterplott





# Flytskjema for algoritmen



# Resultater

bånd pass	korr. terskel	sterke ringer	mod. ringer	svake ringer	sanne ringer	falske ringer
nei	0,30	11	5	0	16	450
nei	0,33	11	5	0	16	109
nei	0,35	10	2	0	12	39
nei	0,40	8	0	0	8	3
ja	0,35	12	3	0	15	174
ja	0,38	11	2	0	13	48
ja	0,39	10	2	0	12	31
ja	0,40	9	1	0	10	12
fasiten		15	10	10	35	



# Manuell kontroll

## Detekterte ringer



## Kontrollerte ringer



**Lyse  
ringer**

**Mørke  
ringer**



# Konklusjon

- ▶ Deteksjon av ringer er utfordrende.
- ▶ Lokal kontrastforbedring
- ▶ Template matching
- ▶ Arkeologer sier at programvaren hjelper dem:
  - Unngår manuell inspeksjon av hele bilder.
  - Lett å fjerne falske deteksjoner.



# Takk for oppmerksomheten!

