



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

# Labforelesning Optikk 2021

Lise Lyngsnes Randeberg



# Hensikt

- Samle inn rådata
- Teste ulike målesituasjoner for å finne ut hva som påvirker datakvaliteten
- Bruke signalbehandling til å gjøre nødvendig forprosesering og beregne puls og SNR
- Bruke fysikk-baserte modeller for å forstå hvorfor resultatene blir som de blir

# Oppkobling

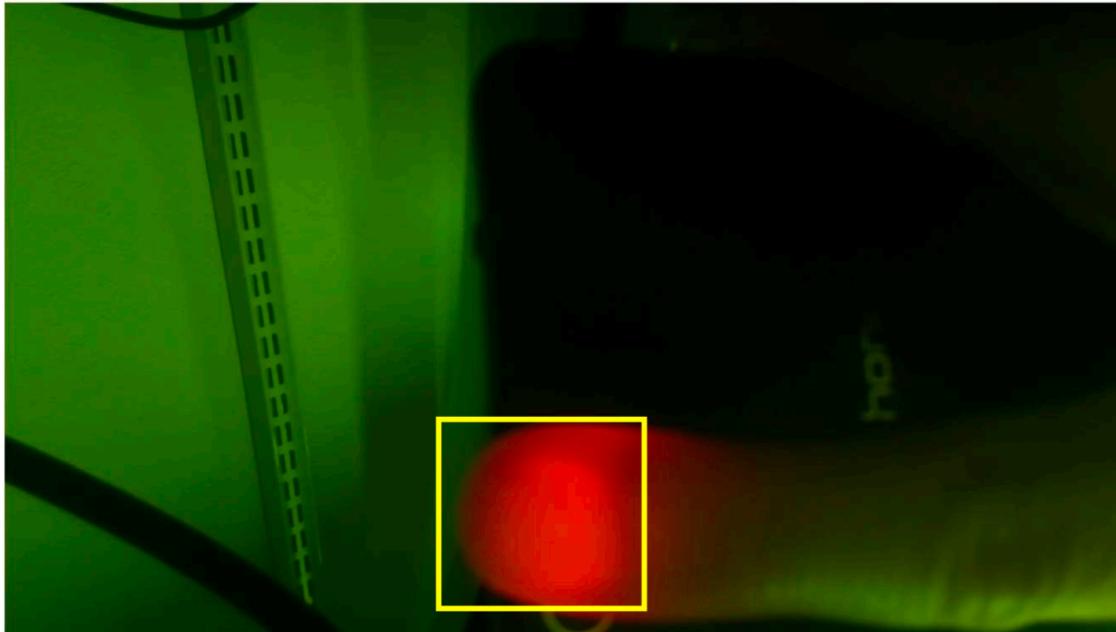


- Pythonmodul picamera
- Ferdig eksempelscript, record\_video.py
- read\_video\_and\_extract\_roi.py/.m

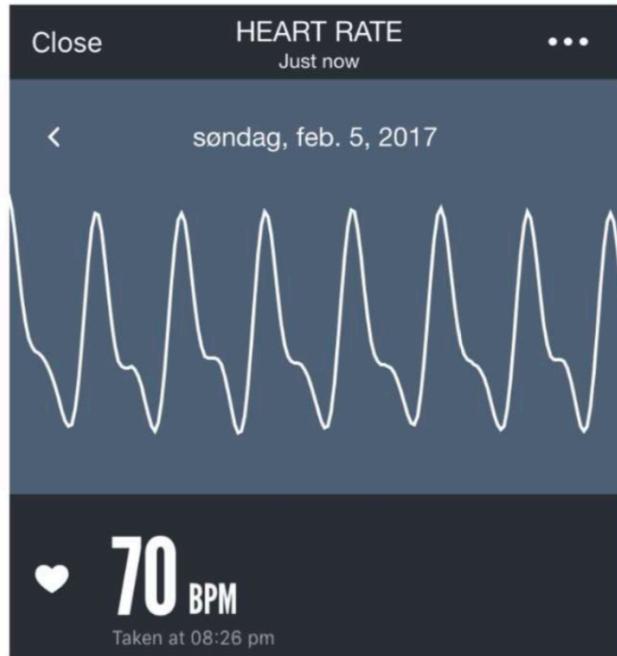
```
16 import subprocess
17 import os
18 from picamera import PiCamera
19 from time import sleep
20 import sys
21
22 # Print usage instructions
23 if len(sys.argv) < 2:
24     print('Usage: python ' + sys.argv[0] + ' [path to filename]')
25     print('')
26     example_path = 'some/path/to/a/folder/containing/videos/'
27     example_filename = 'finger_kut-left_transilluminated'
28     print('Example: python ' + sys.argv[0] + ' ' + example_path + example_filename + '.')
29     print('The example will result in two files, ' + example_filename + '.h264 and ' + exa
30     exit()
31
32 # Split the root from the extension, ensure correct output file extension
33 DEFAULT_FILE_EXTENSION = '.h264'
34 root, extension = os.path.splitext(sys.argv[1])
35 if extension != DEFAULT_FILE_EXTENSION:
36     extension = DEFAULT_FILE_EXTENSION
37 h264_filename = root + extension
38
39 # PiCamera instance, This is an object which has several attributes that can be changed,
40 camera = PiCamera()
41
42 # The resolution can be changed, but the frame rate has to be converted to the
```

# Region of interest

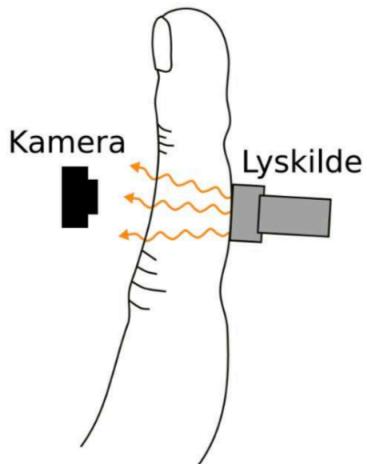
Velg det mest gunstige område i bildet (gruppe av piksler) som skal prosesseres videre.



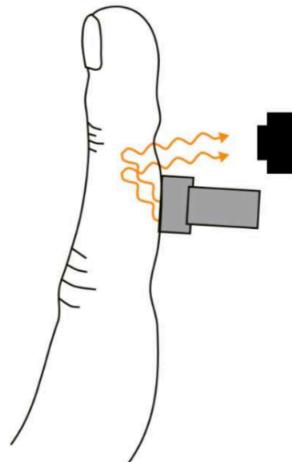
# Måling av hjertefrekvens med smarttelefon



# Måling av puls med RGB-kamera

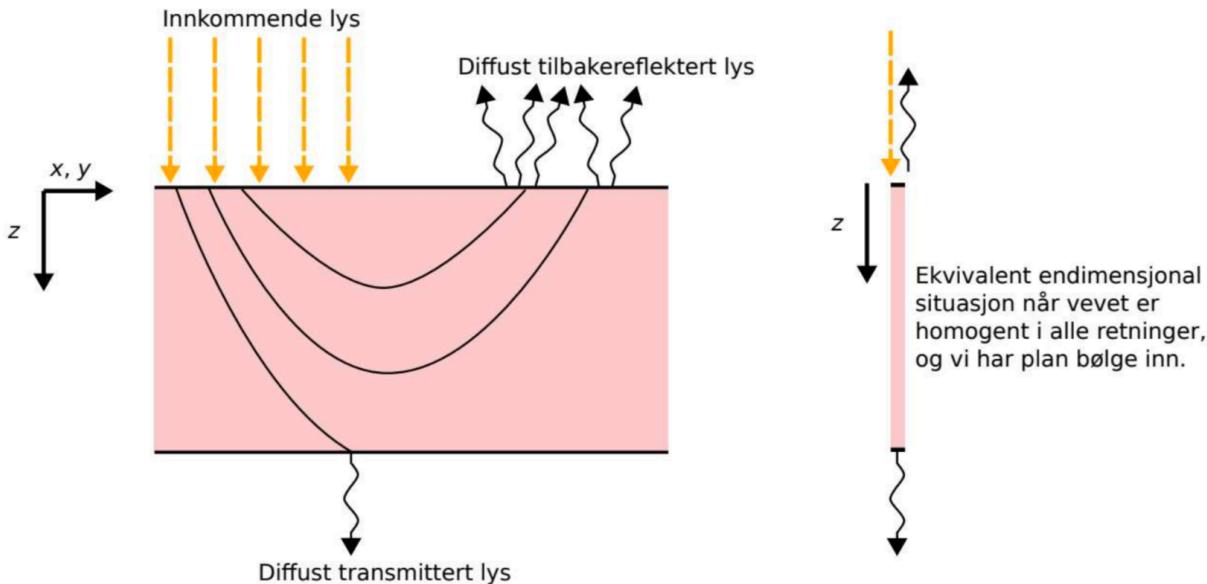


Transmittans – hvor mye lys  
slipper gjennom fingeren?



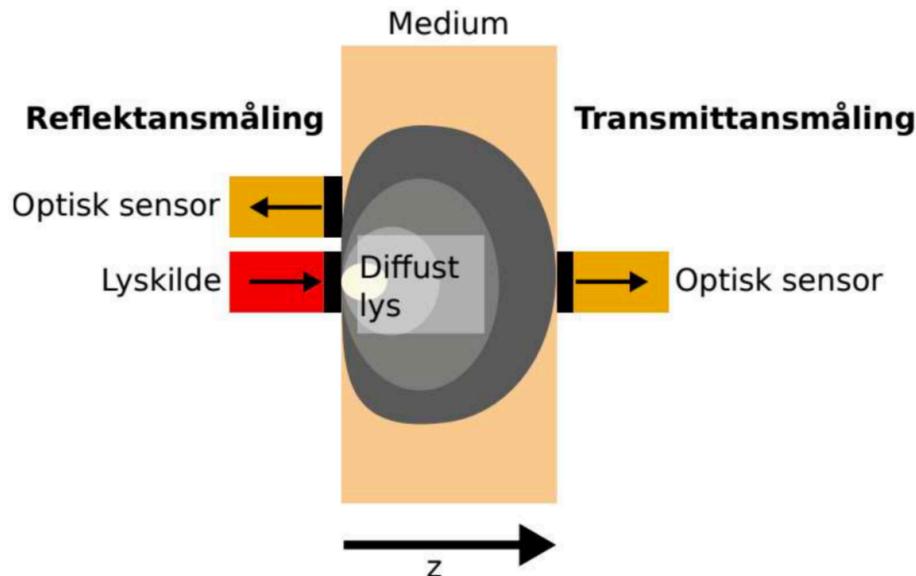
Reflektans – hvor mye (diffus)  
refleksjon får vi fra fingeren?

# Hvordan beveger lys seg i vev?



Figur 5: Koordinatsystem for fotontransportmodellen.

# Måling av reflektert og transmittert lys

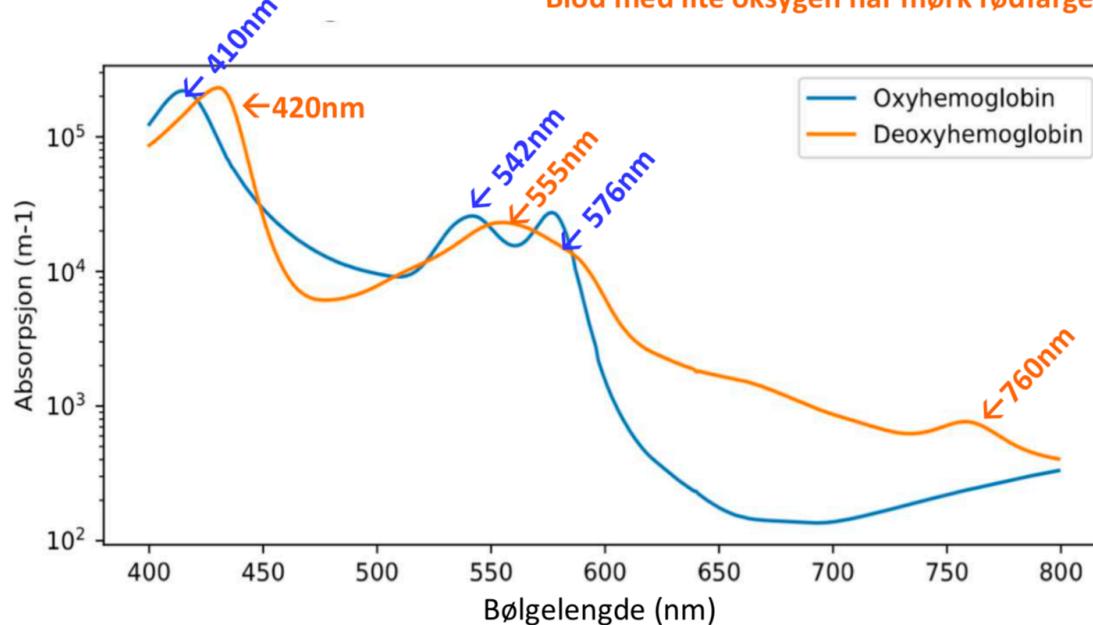


Figur 7: Måling av reflektans og transmittans.

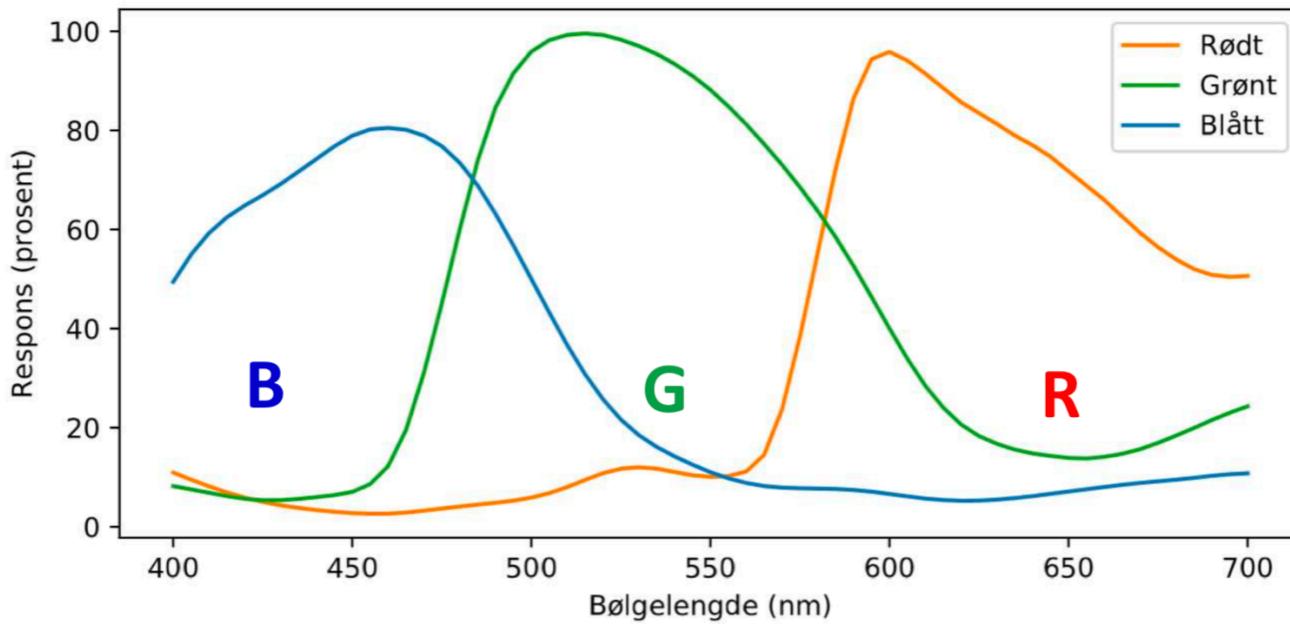
# Absorpsjon i blod

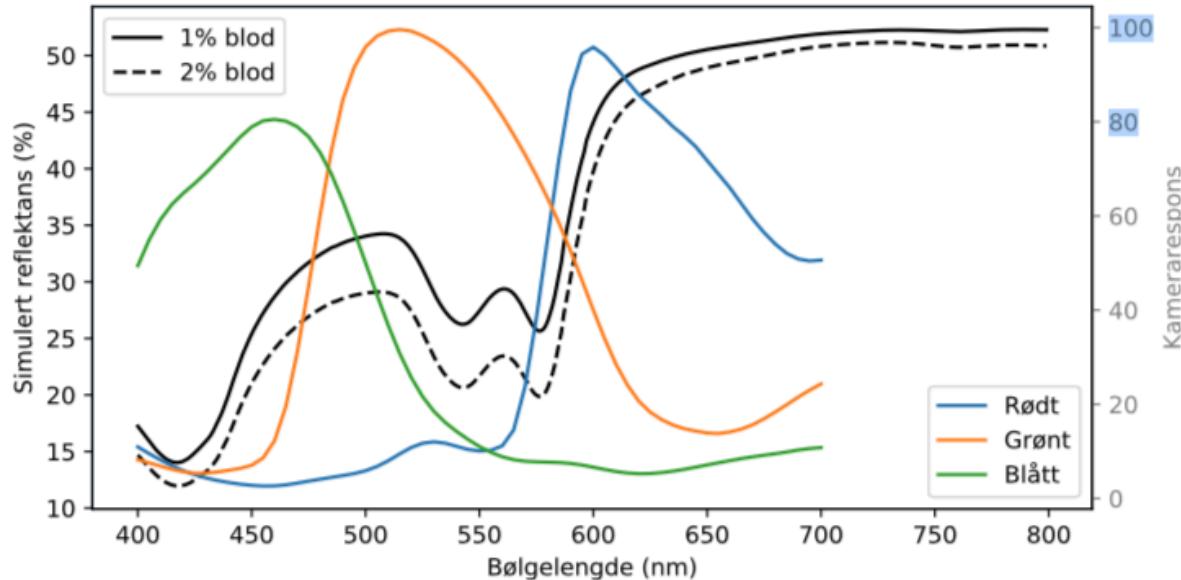
Oksygenmettet blod har skarp lys rødfarge

Blod med lite oksygen har mørk rødfarge



# Fargekanaler for RGB-kameraet







## Forberedelser

### Fotontransportberegninger

- 1a) Regn ut optisk penetrasjonsdybde i typisk menneskevev for bølgelengdene RGB-kameraet er sensitivt for.
- 1b) Mål tykkelsen av fingeren din og estimér med modellen hvor stor prosentandel som kommer ut igjen på den andre siden, for hver av de tre fargekanalene.
- 1c) Hvis du måler reflektans, hvor dypt forventer du at signalet har probet fingeren på ulike bølgelengder?
- 1d) Beregn hvor mye lys som når ut på den andre siden av en blodåren med diameter  $300 \mu\text{m}$  (blodvolumsfraksjon 100%), og sammenlign med hvor mye som når gjennom et tilsvarende stykke vev (blodvolumsfraksjon 1%). Regn ut kontrasten og anslå forventet pulsamplitude.
- 1e) Hvilken fargekanal forventer du at vil fungere best til pulsmåling, og hvorfor?

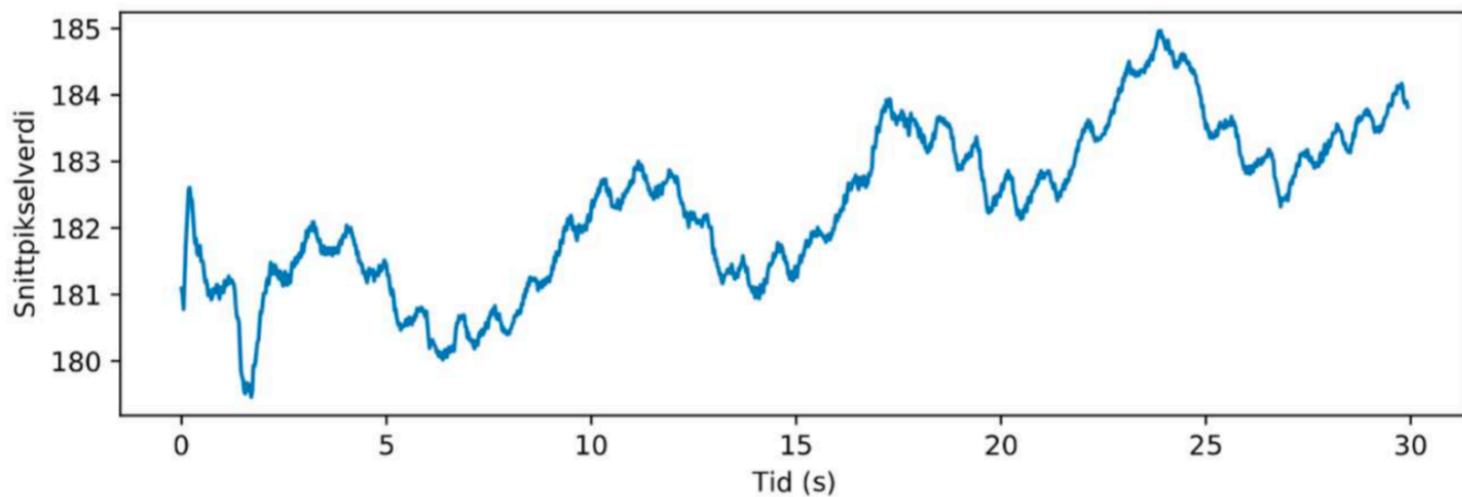
## Forberedelser (forts)

### Signal-til-støyforhold

Hvordan kan du definere SNR dersom du er interessert i å se på hvor klart pulssignal du har?

Hvordan kan du gjøre dette med en FFT-basert tilnærming om du ikke har en god karakteristikk av støyen eller pulsamplituden?

## Måling av puls – eksempel på signal



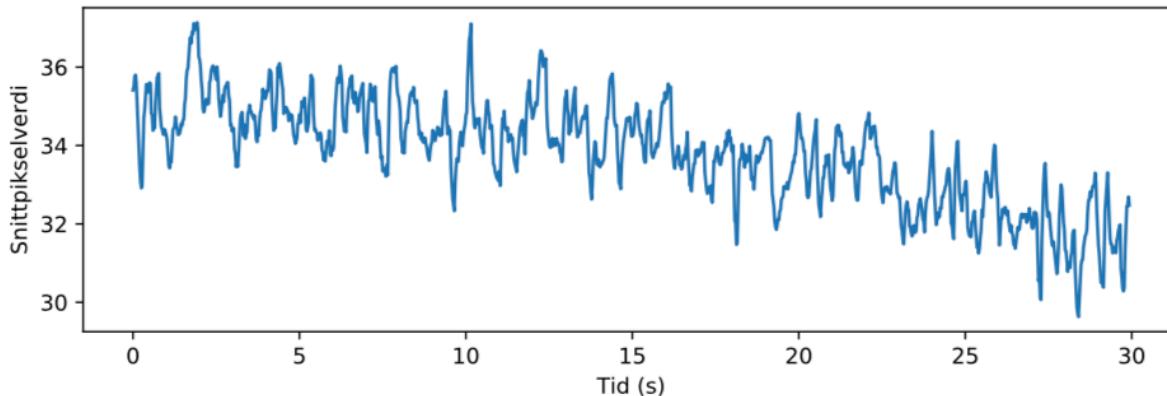
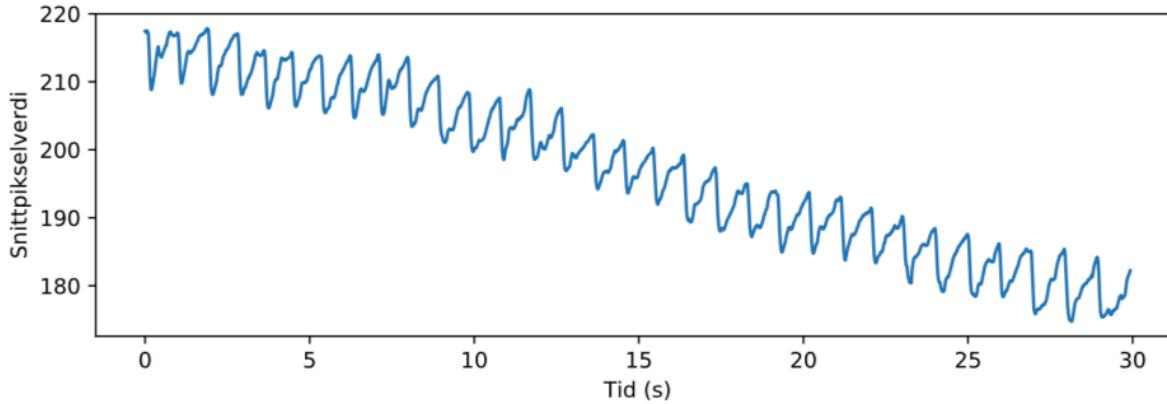


## Basismålinger

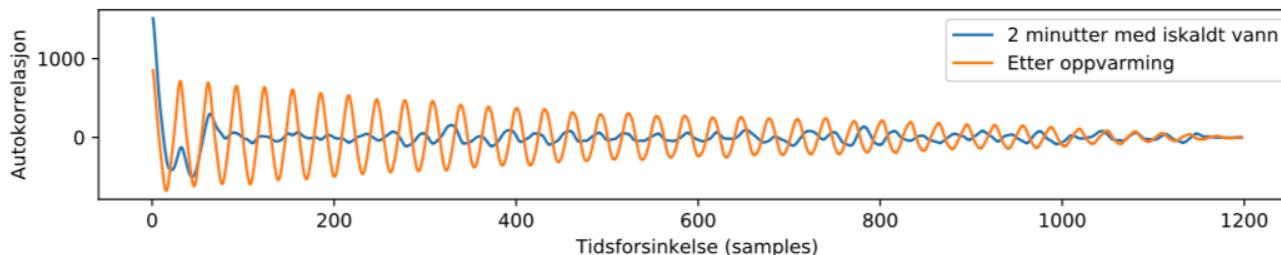
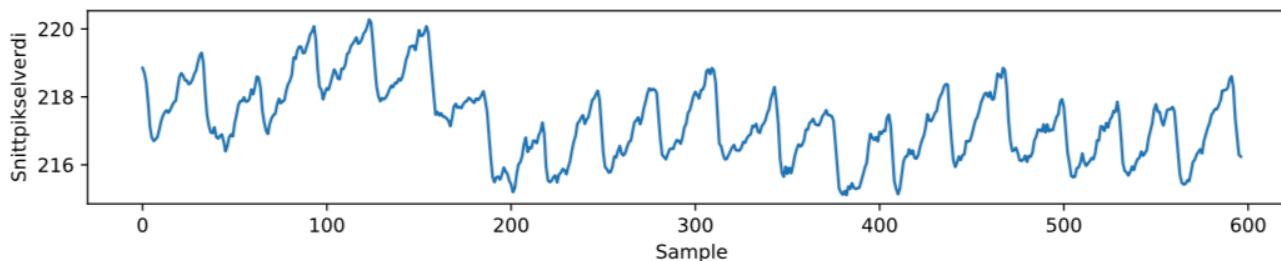
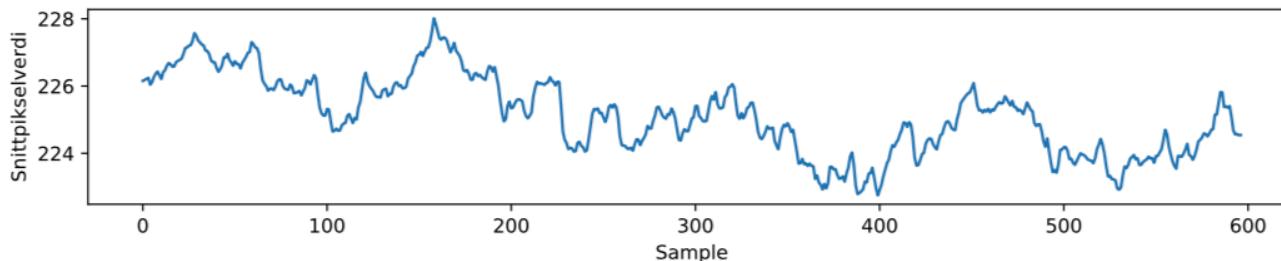
- Bruk lommelykt og RGB-kamera og mål puls i fingeren (både transmittans og reflektans).
- Ta minst fem målinger av hvilepuls og regn på gjennomsnitt og standardavvik for puls estimert av hver av fargekanalene.
- Sammenlign med en uavhengig måling tatt med e.g. en smartfonapp for å måle puls, pulsklokke, e.l.
- Regn på SNR for hver av fargekanalene for én av de fem målingene.

# Måling av puls

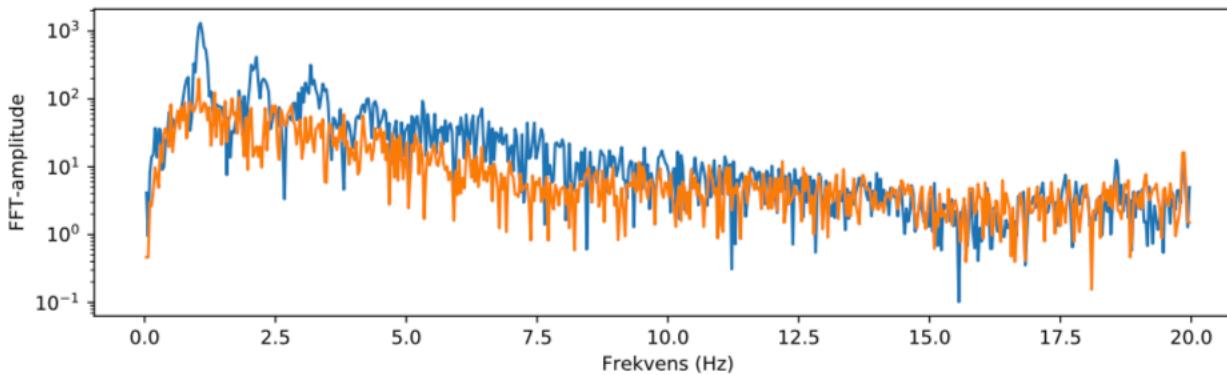
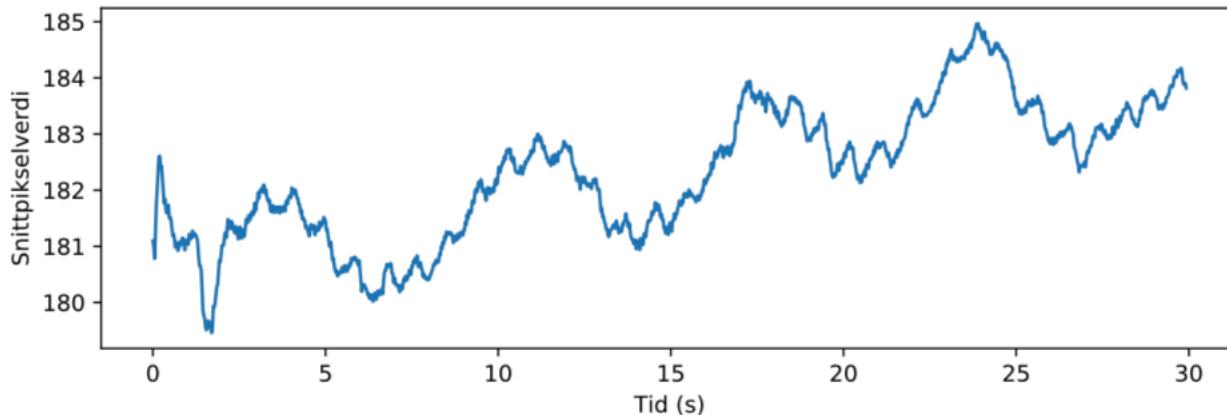
NTNU



## Livet er vanskelig - kalde fingre



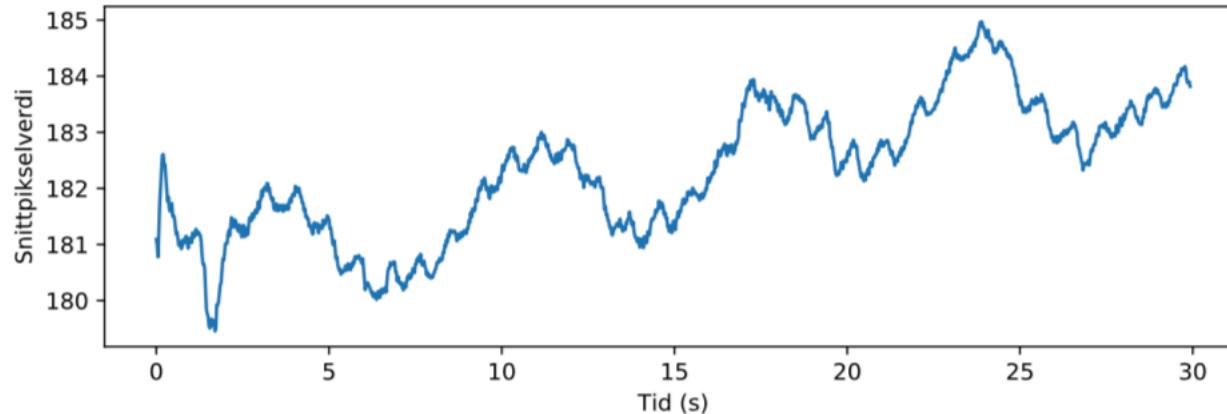
# Biologiske system er vanskelig - bevegelse, pust, endring i puls





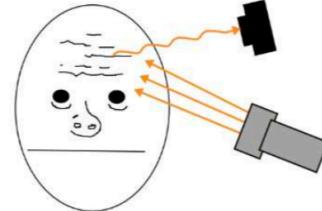
# Lys er vanskelig

NTNU



- Nok lys
- Ikke for mye lys?
- Kameraparametere
- Lysforurensing

## Robusthetstest



**Test minst to av følgende målesituasjoner:**

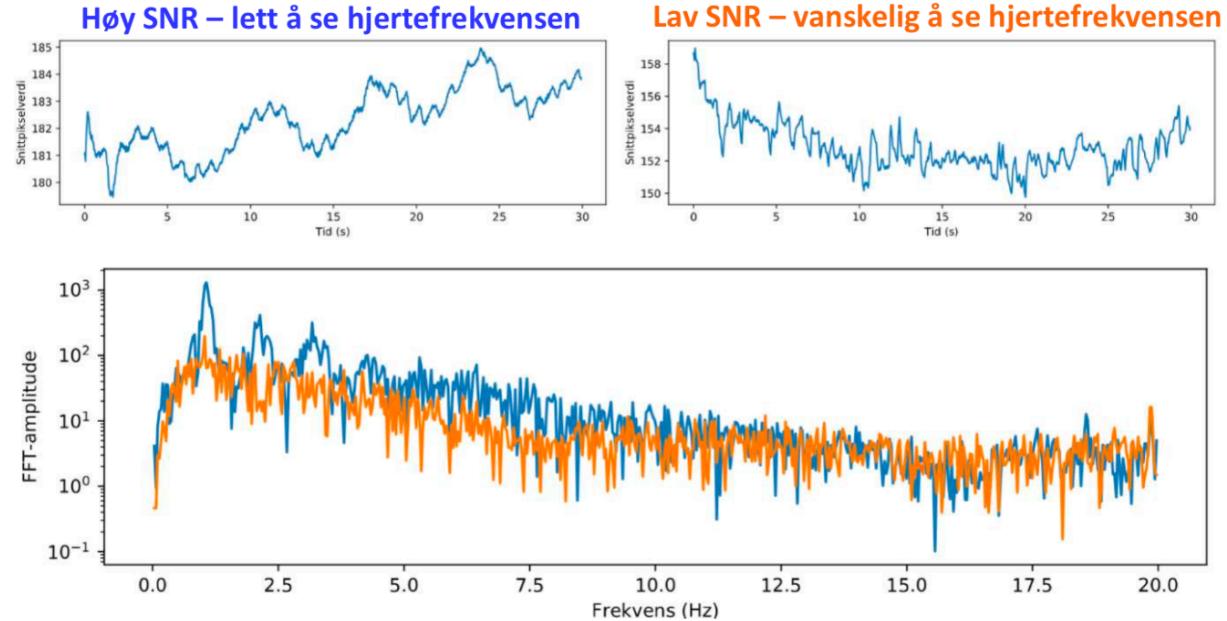
- Mål panna på et godt belyst ansikt (litt mer utfordrende)
- Varier pulsen ved å springe opp og ned trappa e.l.
- Varier belysningen, test ulike lyskilder. Med/uten taklys? Taklys på ulike dimmeinnstillinger? Med/uten skjermet målekammer Test iskalde vs. varme fingre
- Varier avstand mellom objekt og kamera, lyskilde og objekt.
- Sjekk om systemet kan måle puls fra flere mennesker samtidig.
- Sammenlign ulike prosesseringsmetoder.
- Sammenlign SNR før og etter ulike preprosesseringssteg.
- Test på andre deler av kroppen.



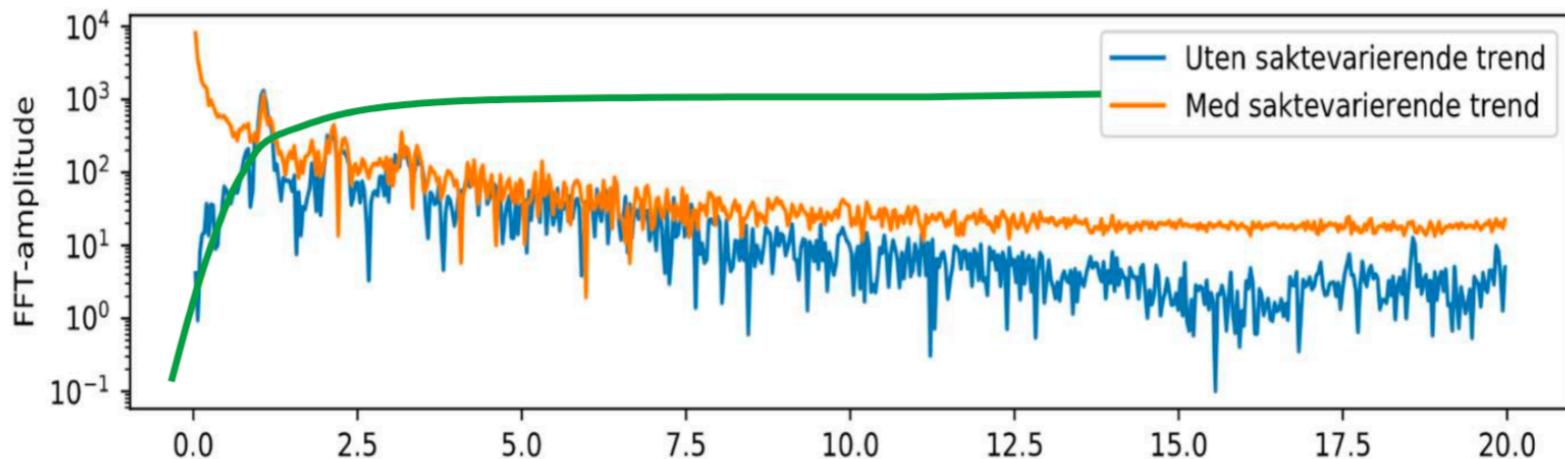
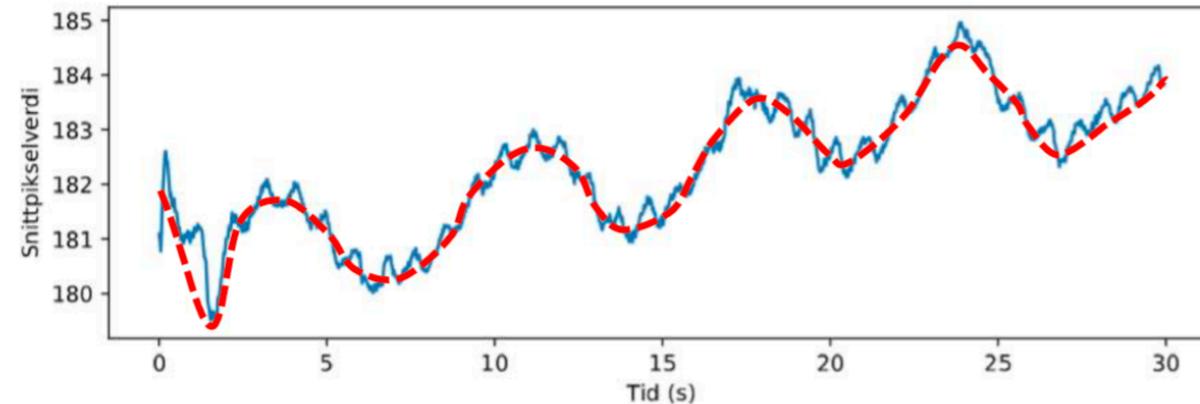
## Signalbehandling

- 1. Fjerne DC-offset/de saktevarierende delene av signalet.**
  - høypassfilter
  - moving average filter
  - Savitzky-Golay filter (regner ut den deriverte av signalet)
- 2. Finn pulsen enten vha FFT (frekvensspekter) eller Autokorrelasjon**
- 3. Estimer SNR.**

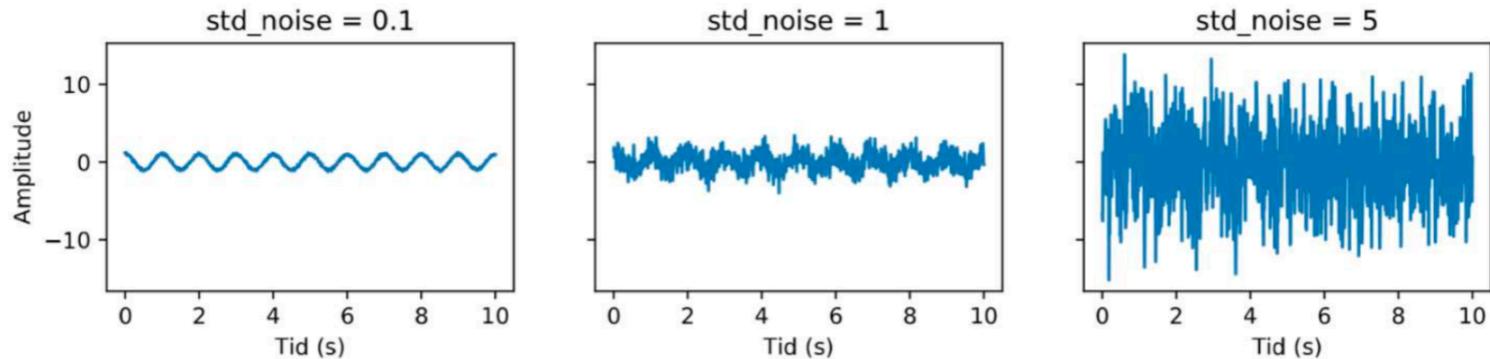
# Betydningen av SNR



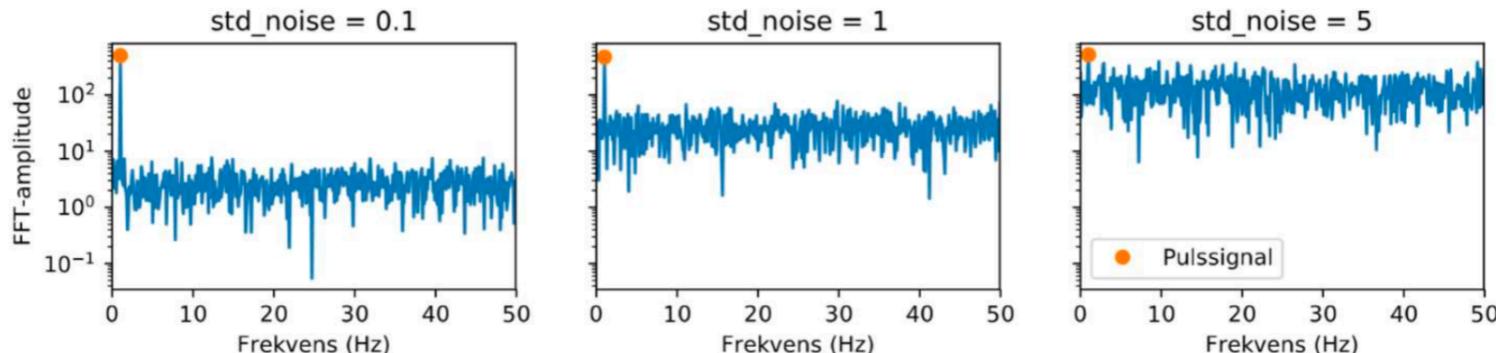
# Fjerning av saktevarierende trend (og evt DC)



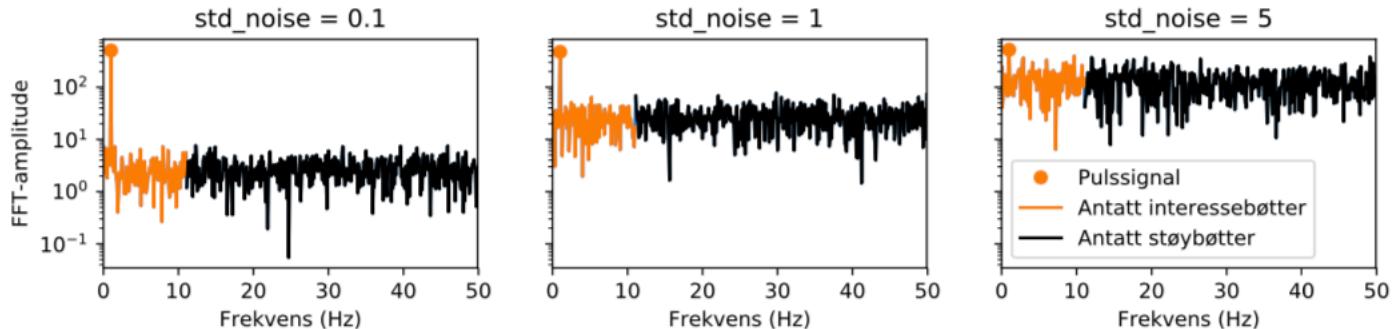
# Signal-til-støyforhold (SNR)



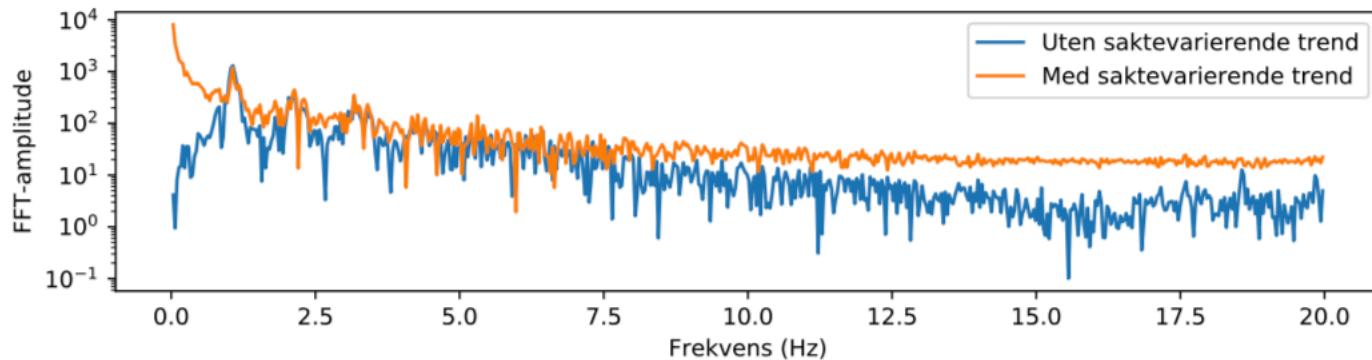
$\text{SNR}_{\text{amp}} = 10.0, 1.0 \text{ og } 0.2$



# SNR - fallgruver



SNR = 1.43, 0.55, 0.57?





## Tips til labrapporten

Presenter måleoppsettet, datainnsamlingen, prosesseringsstegene og resultatene.

Det blir mye data. Finn en systematisk måte å lagre/navngi data på.

Finn en god måte å presentere og oppsummere data på. Vis eksempel på rådata.

Diskuter og sammenligne resultater for alle fargekanalene på forskjellige målesituasjoner.

Sammenligne resultater med de teoretiske beregningene i forberedelsesoppgavene.

Sammenligne feilen i pulsestimatelet med estimatene på SNR, og sammenligne SNR med teori om penetrasjonsdybde og pulsutslag.