



# Wheel Track erfaringer med måling av prøver fra veg

Einar Aasprong

Statens vegvesen, Drift og vedlikehold

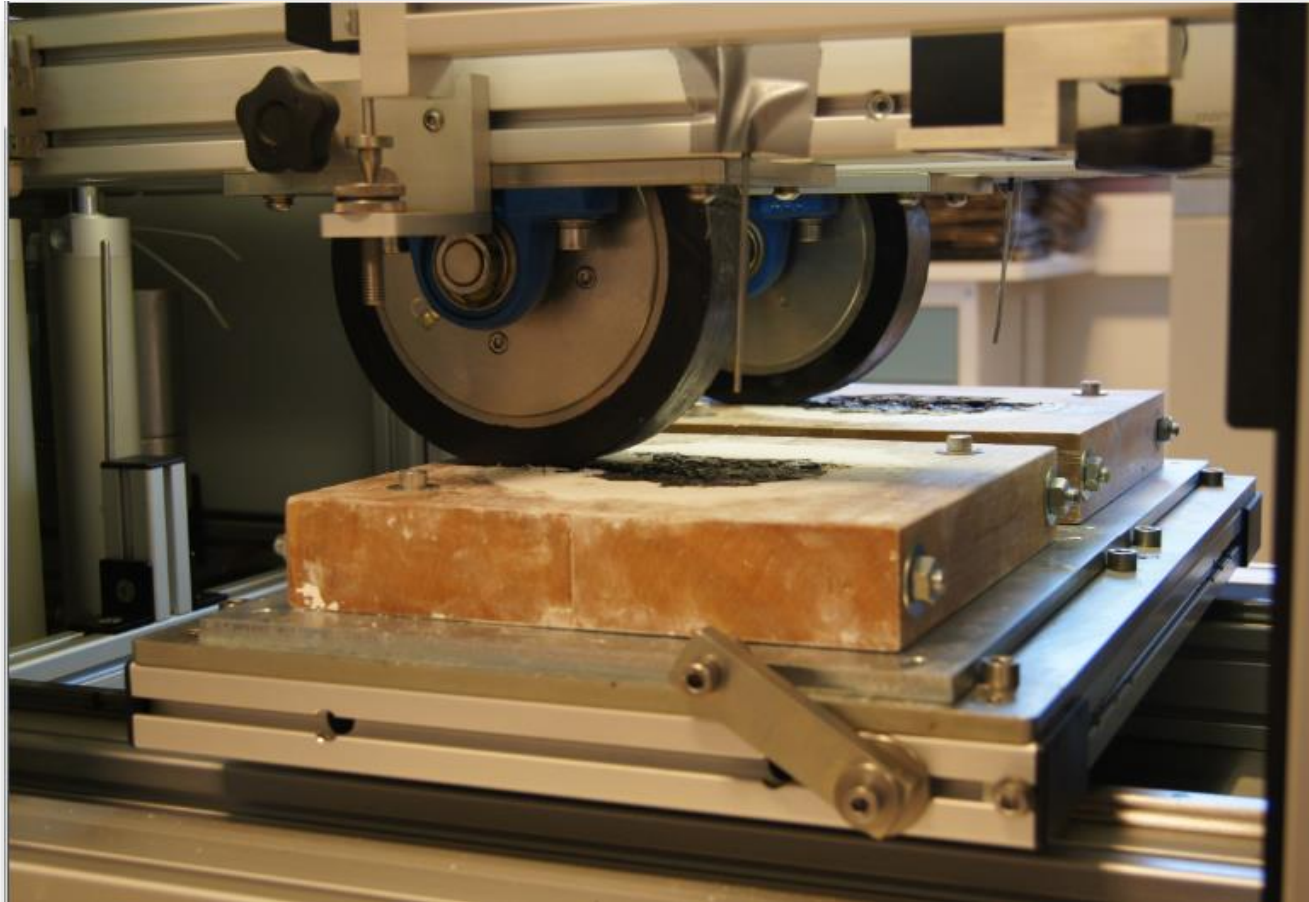
Sentrallaboratoriet Trondheim

Oslo 22.01.2020



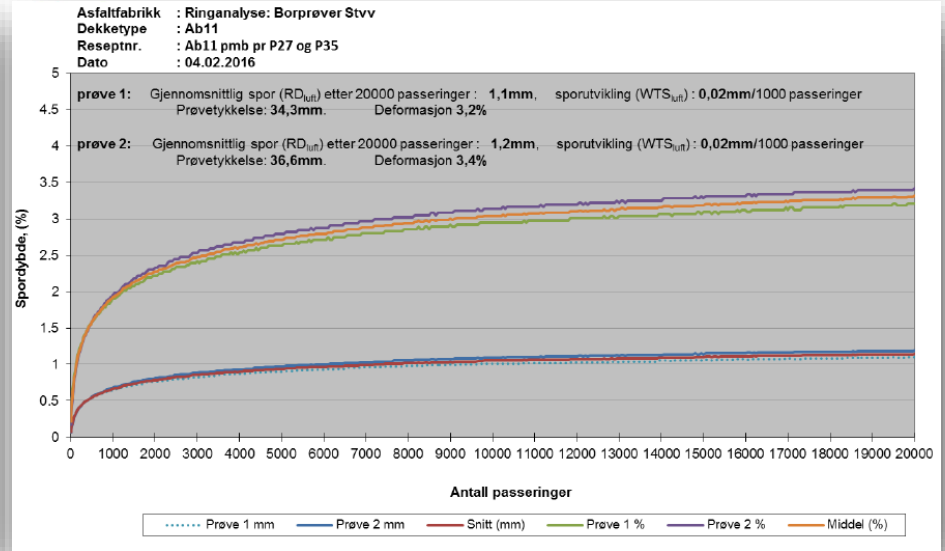
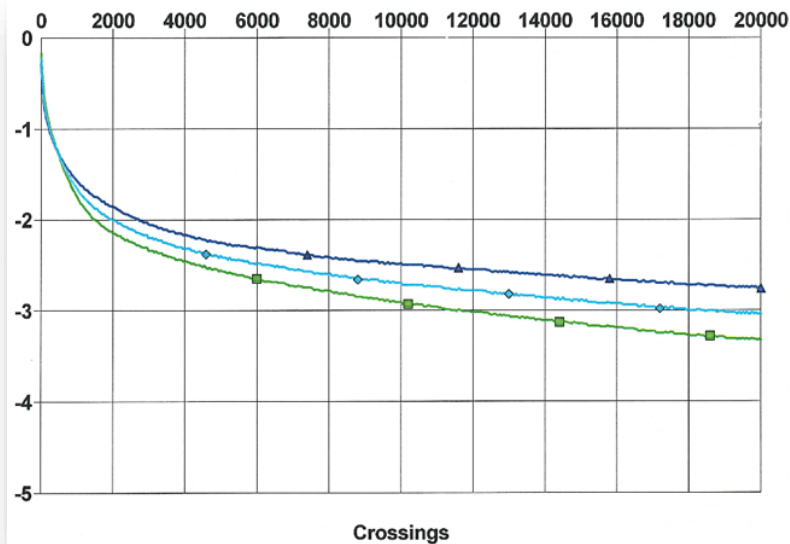
## Wheel Track

# Hva er Wheel Track?



# Wheel Track – Metoden

## Deformasjonskurver





## Wheel Track

# Hvorfor tester vi Wheel Track ?

- Vi tester Wheel Track...
  - fordi Wheel Track måler deformasjonen når vi belaster asfalt
  - og fordi vi håper at metoden gir oss informasjon om asfaltens motstand mot å deformeres
  - og fordi deformasjonsmotstand kan være en viktig egenskap for levetiden til asfalt.
- Oppfølgingsspørsmål:
  - Er ikke deformasjonsmotstand alltid viktig for levetiden til asfalt ?
  - Er det ikke sikkert at Wheel Track gir oss informasjon om asfaltens deformasjonsmotstand ?



## Wheel Track

# Når er deformasjonsmotstand viktig ?

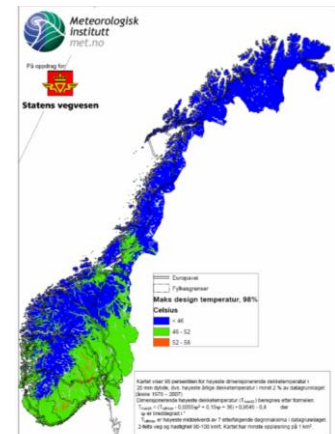
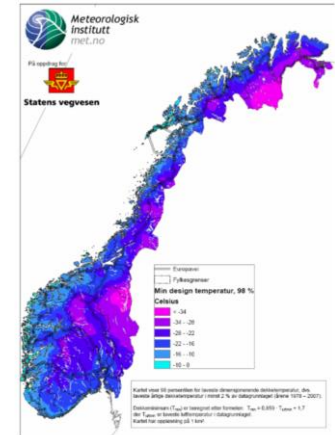
- Motstand mot deformasjon er viktig når asfalten utsettes for store og/eller hyppige fysiske påkjenninger:
  - tung eller stillestående trafikk (normalkrefter)
  - rundkjøringer (skjærkrefter)
- Motstand mot deformasjon er mindre viktig om asfalten
  - utsettes for små fysiske påkjenninger
    - lite trafikk
  - utsettes for andre store påkjenninger hvor levetiden kan være for kort til å dra nytte av deformasjonsmotstanden
    - dårlig underlag
    - lave temperaturer
    - stor piggdekkandel



# Wheel Track og deformasjon på veien

## Hva sier WT om sporutvikling på veien ?

| Wheel Track på lab    |                                     | Belastning på vei                  |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Trykk (700 N)         | Flate (5 * x cm)<br>≈ 100 – 300 kPa | Bil ≈ WT<br>Tungtrafikk ca. 5 x WT |
| Temperatur            | 50 °C                               | - 30 °C til 50 °C                  |
| Fukt                  | Tørt                                | Vann, is og salt                   |
| Tid                   | 6+ timer                            | Mange år                           |
| Hypighet              | 20000 overfarter<br>ÅDT ≈ 40000     | ÅDT 0 til 30000 (?)                |
| Asfaltens innspenning | D = 20 cm<br>H = 4 cm               | «Ingen» innspenning                |

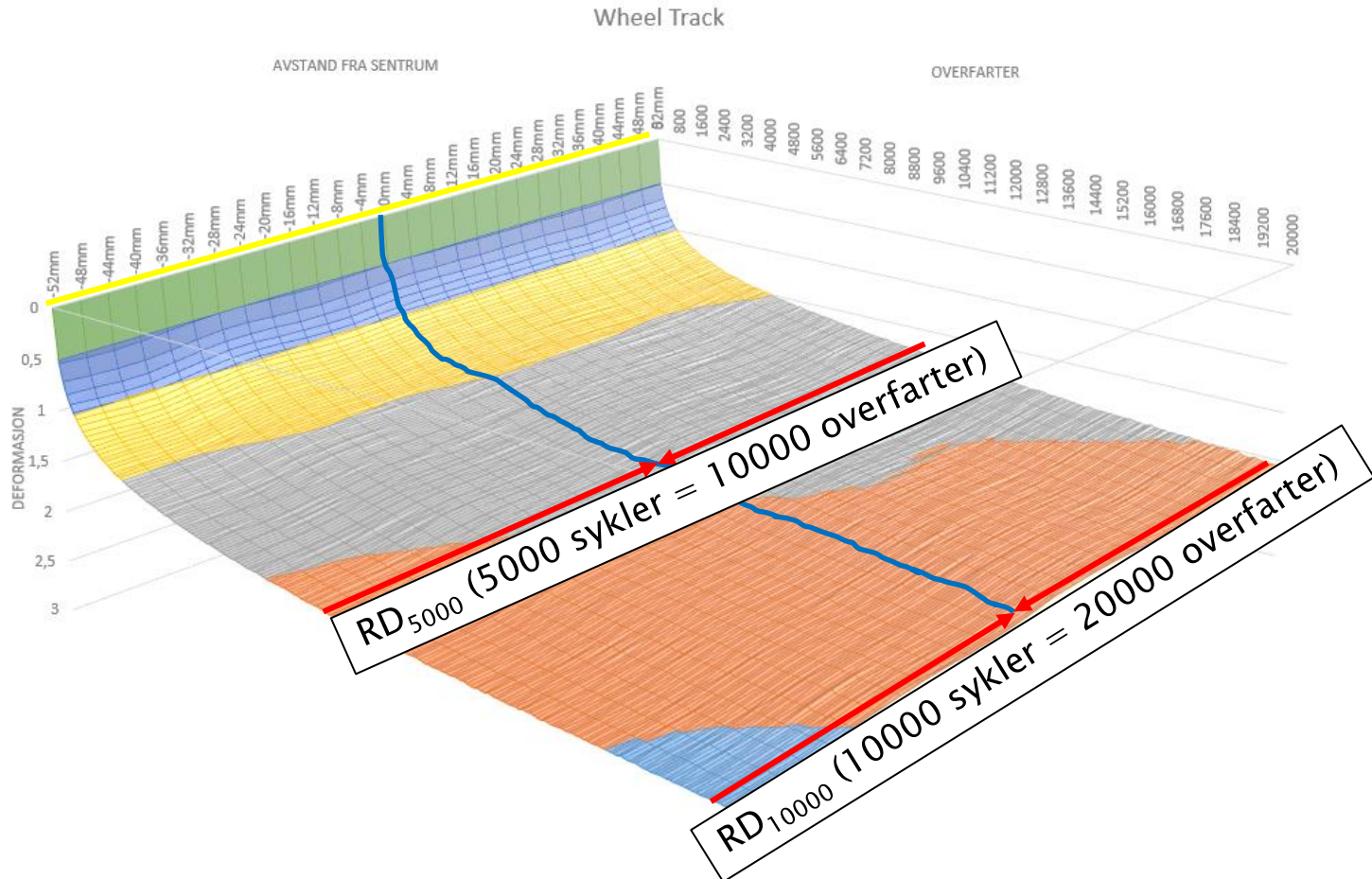






# Wheel Track

## Måling av sporutviklingen



## Metoden – Kurveteori

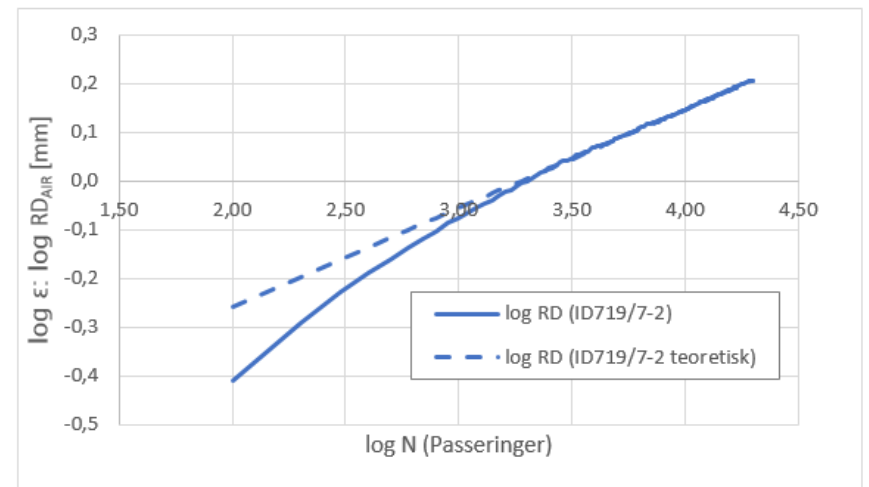
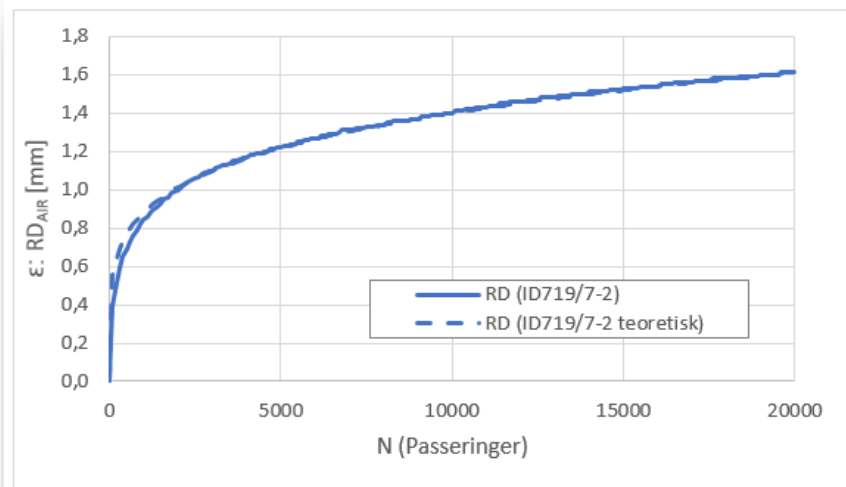
# Kurveteori – Hva er normalkurven?

- «Normale» kurver passer til funksjonen:

$$RD_{AIR} = a \cdot N^b$$

der N er antall passeringer

- Den teoretiske kurven kan benyttes til kvalitetskontroll



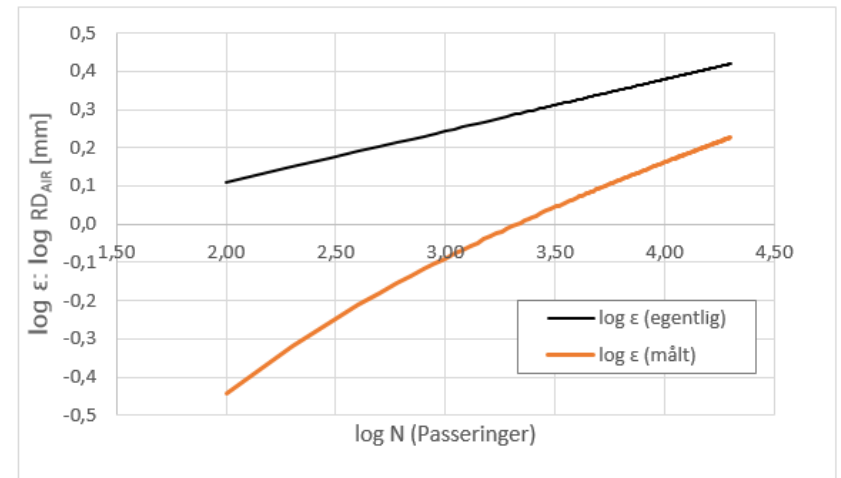
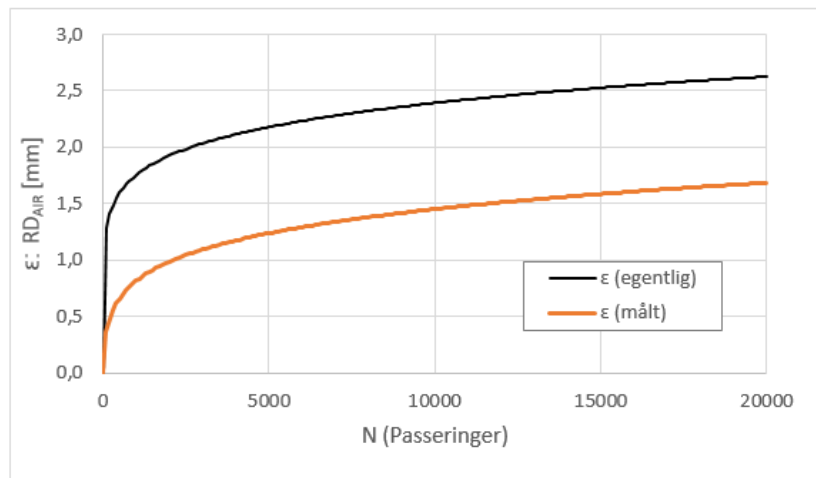


## Metoden – Kurveteori

# Hva skiller teori fra praksis ?

- Etter 10 overfarter settes deformasjonen = 0 (baselinje)
- Hvis deformasjonen faktisk er som den sorte kurven vil den bli målt som den oransje (identisk med kurve ID719/7-2 på forrige bilde)

| Faktisk   |                  | Målt som           |                                     |
|-----------|------------------|--------------------|-------------------------------------|
| $N_{teo}$ | $\epsilon_{teo}$ | $N = N_{teo} - 10$ | $\epsilon = \epsilon_{teo} - 0,942$ |
| 10        | 0,942            | 0                  | 0,000                               |
| 1010      | 1,756            | 1000               | 0,814                               |
| 10010     | 2,393            | 10000              | 1,451                               |
| 20010     | 2,627            | 20000              | 1,685                               |





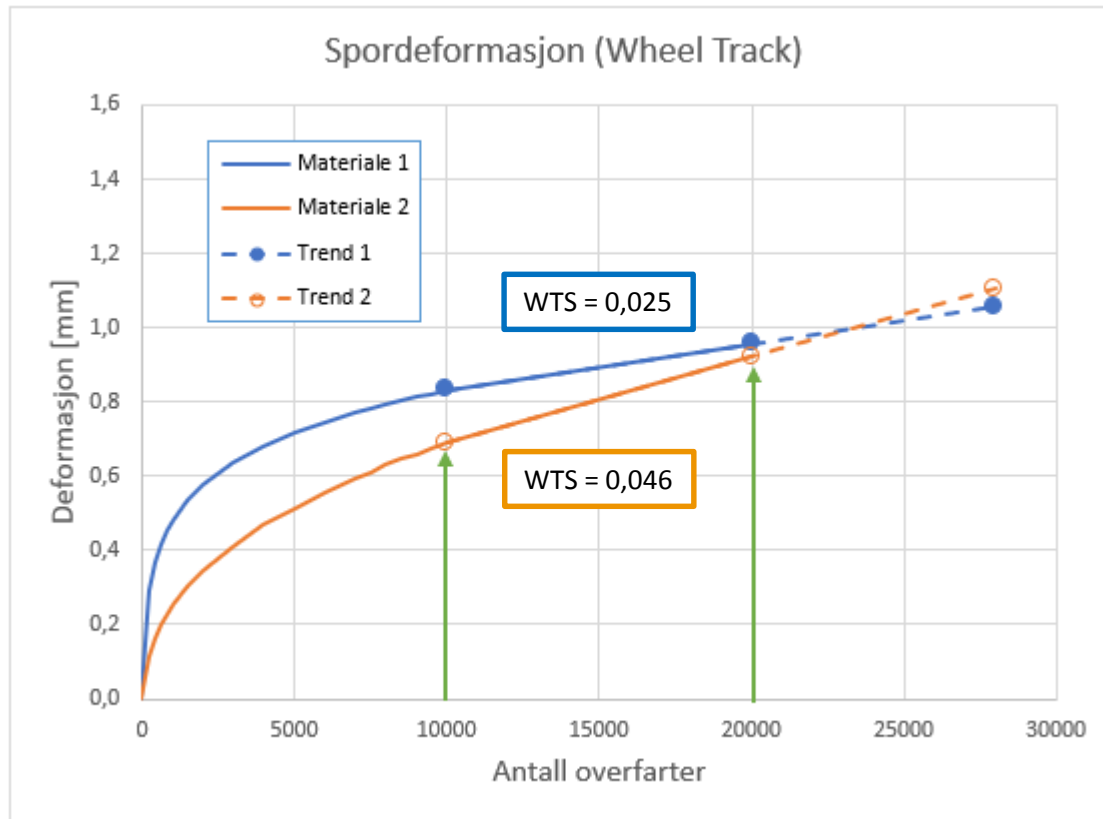
## Wheel Track

### Hva er resultatene fra testen ?

- Spordybden (etter 20000 overfarter)
  - Rut Depth (RD)
- Spordybden i prosent av prøvetykkelsen
  - Proportional Rut Depth (PRD)
- Sporutviklingen (hastigheten) siste halvdel av testen
  - Wheel Tracking Slope (WTS)

## Wheel Track

# Hvorfor vurdere både RD og WTS?



- Materiale 1 har størst deformasjonen (RD) etter 20000 overfarter
- Materiale 2 forventes å deformeres mer over tid (større WTS)



## Wheel Track – Krav

# Ulike kontraktstyper

- Ulike kravvarianter
  - N200 fra 2014, kravtabell til PRD
  - PRD og WTS, bonus, trekke eller fjerning av dekket
  - Kravgrense og eventuelt trekk
  - Kravgrense med absolutt krav og eventuell fjerning
  - Fra N200 (2018) krav til forhåndsdokumentasjon
    - Gjerne kombinert med en noe mildere krav i kontrakt
- Prøveuttak og analyse
  - Har ofte vært 3 «representative» og 1 fra et «svakt» punkt
  - Prøvene fra vei ha blitt analysert av Statens vegvesen



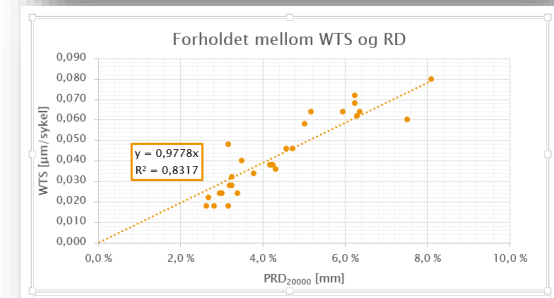
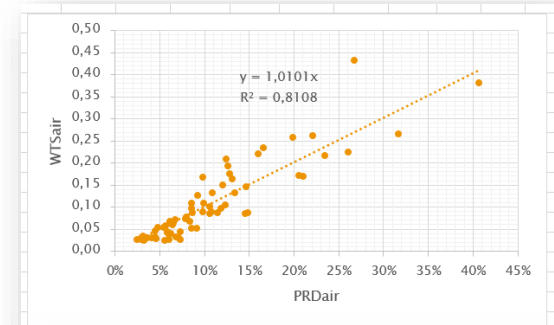
## Krav til Wheel Track

# 2014: Håndbok N200 Vegbygging

|   | ADT    |           |           |            |        |
|---|--------|-----------|-----------|------------|--------|
|   | ≤ 1500 | 1501-3000 | 3001-5000 | 5001-10000 | >10000 |
| Maks. tillatt spordybde, % av prøvetykkelse |        | 20        | 12        | 7          | 5      |

Figur 603.2 Krav til motstand mot permanente deformasjoner bestemt med Wheel Tracking Test, spordybde etter 10 000 sykler, i % av prøvetykkelse

- Basiskravet til Wheel Track var gitt for PRD
  - Det var i begynnelsen en del snakk om effekten av prøvehøyden
  - Den ble derfor «låst» til 40 mm på prøver fra vei
- $H = 40$  mm ga tilfeldigvis
  - $WTS \approx PRD$
  - Et par eksempler fra 2017:





## Krav til Wheel Track

# Tidligere versjon med PRD og WTS

ÅDT3000-5000. Krav i N200: PRD<sub>AIR</sub> < 12 %

| PRD <sub>AIR</sub> <sup>2)</sup> | WTS <sub>AIR</sub> (mm/1000 sykluser) <sup>1)</sup> |                          |                          |                          |                          |                          |
|----------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                  | ≤0,06   | 0,061-0,100              | 0,101-0,200              | 0,201-0,250              | 0,251-0,300              | ≥0,301                   |
| ≤8,0                             | 15  | 10                       | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 8,1-10,0                         | 10  | 10                       | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 10,1-14,0                        | 0   | 0                        | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 14,1-18,0                        | -10   | -10                      | -10                      | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 18,1-24,0                        | -25   | -25                      | -25                      | -25                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| ≥24,1                            | Nytt dekke <sup>3)</sup>                            | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> |

ÅDT 5000-10000. Krav i N200: PRD<sub>AIR</sub> < 7 %

| PRD <sub>AIR</sub> <sup>2)</sup> | WTS <sub>AIR</sub> (mm/1000 sykluser) <sup>1)</sup> |                          |                          |                          |                          |                          |
|----------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                  | ≤0,03   | 0,031-0,040              | 0,041-0,06               | 0,061-0,100              | 0,101-0,200              | ≥0,201                   |
| ≤4,0                             | 15  | 10                       | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 4,1-6,0                          | 10  | 10                       | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 6,1-8,0                          | 0   | 0                        | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 8,1-10,0                         | -10   | -10                      | -10                      | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 10,1-14,0                        | -25   | -25                      | -25                      | -25                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| ≥14,1                            | Nytt dekke <sup>3)</sup>                            | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> |

ÅDT>10000. Krav i N200: PRD<sub>AIR</sub> < 5 %

| PRD <sub>AIR</sub> <sup>2)</sup> | WTS <sub>AIR</sub> (mm/1000 sykluser) <sup>1)</sup> |                          |                          |                          |                          |                          |
|----------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                  | ≤0,025  | 0,026-0,030              | 0,031-0,040              | 0,041-0,060              | 0,061-0,10               | ≥0,101                   |
| ≤3,0                             | 15  | 10                       | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 3,1-4,0                          | 10  | 10                       | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 4,1-6,0                          | 0   | 0                        | 0                        | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 6,1-8,0                          | -10   | -10                      | -10                      | -10                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| 8,1-10,0                         | -25   | -25                      | -25                      | -25                      | -25                      | Nytt dekke <sup>3)</sup> |
| ≥10,1                            | Nytt dekke <sup>3)</sup>                            | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> | Nytt dekke <sup>3)</sup> |



## Krav til Wheel Track

# 2018: Håndbok N200

*Tabell 652.3 Krav til motstand mot permanent deformasjon bestemt ved Wheel Tracking Test, A<sub>b</sub>*

| Maks tillatt spordybde,<br>% av prøvetykkelse | ÅDT       |             |               |          |
|---|-----------|-------------|---------------|----------|
|   | 1501-3000 | 3001 - 5000 | 5001 – 10 000 | > 10 000 |
| Slitelag                                      | -         | -           | 7             | 5        |
| Bindlag                                       | -         | -           | 7             | 5        |

Kravene gjelder for laboratorielagde prøver med tykkelse minimum 40 mm.

- Samme krav til Ska
- Kvaliteten dokumenteres for massen i forkant av dekkeleggingen.





## Resultater 2019

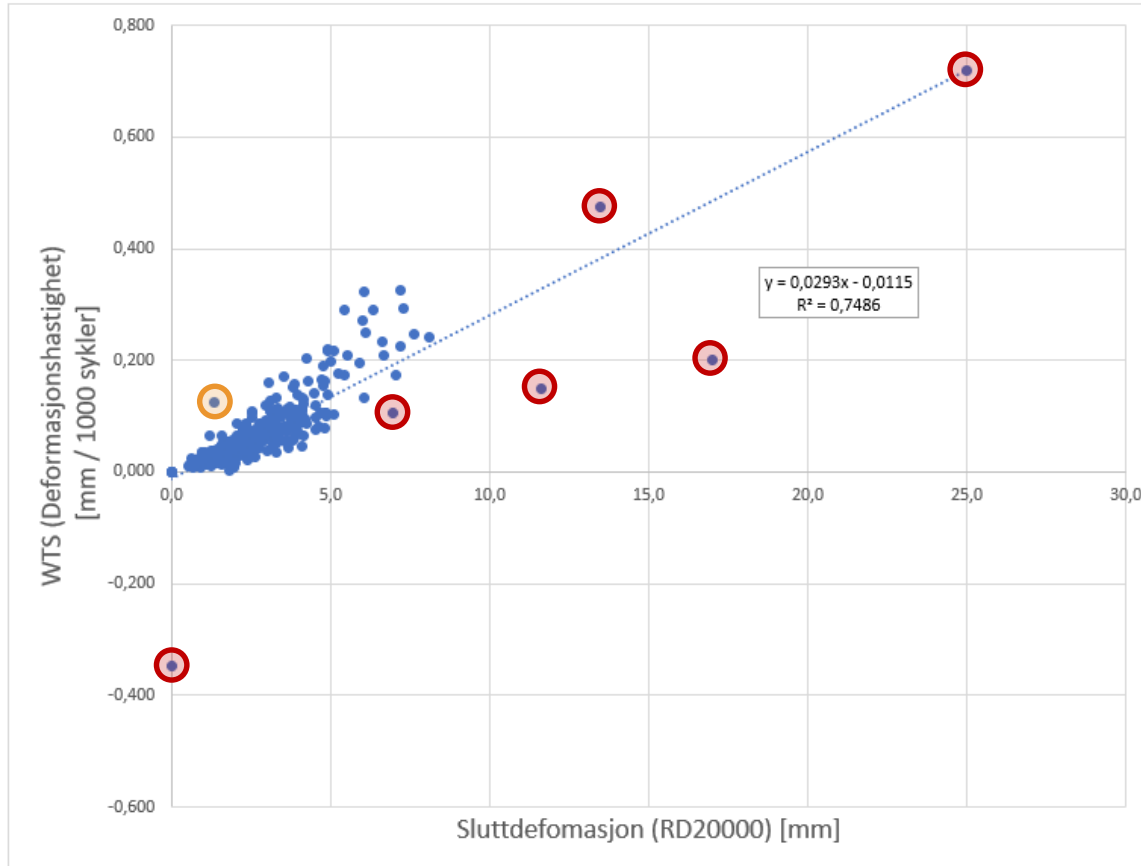
# Prøveomfang Statens vegvesen

- Prøveuttaket i 2019 har i hovedsak vært
  - Prøver fra Region øst, testet i Oslo
  - Prøver fra Region nord, testet i Trondheim
- Det er med noen data fra 2018
  - Prøver fra Region øst, testet i Trondheim
- De to neste bilde viser spredningen i WTS og RD for 2019
  - Bildene er med mest for å illustrere at det er mange feilkilder i dataene. Databasen inneholder alle rådataene. Ikke alle disse dataene er sammenlignbare.



## Resultater 2019

# WTS og RD/PRD



Alle de største avvikene har forklaringer:

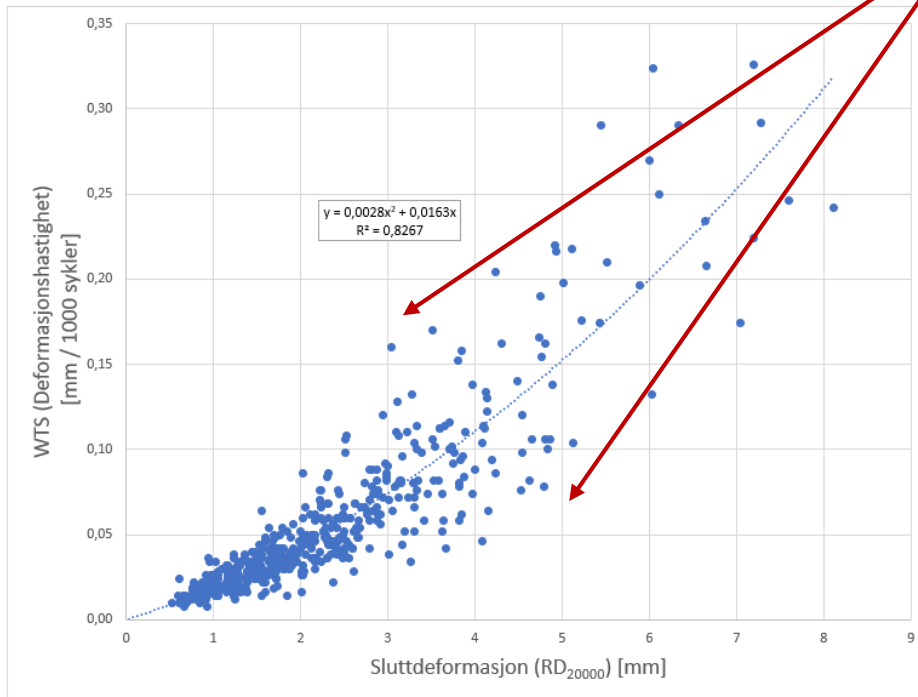
- ✓ Avbrutt på grunn av høy deformasjon
- ✓ Kurver med «skift»
- ✓ Tester i vann
- ✓ Kurver med spesielle forløp som er kommentert ved rapportering



# Resultater 2019

## WTS og RD

Fortsatt mange avvik  
med naturlig  
forklaring



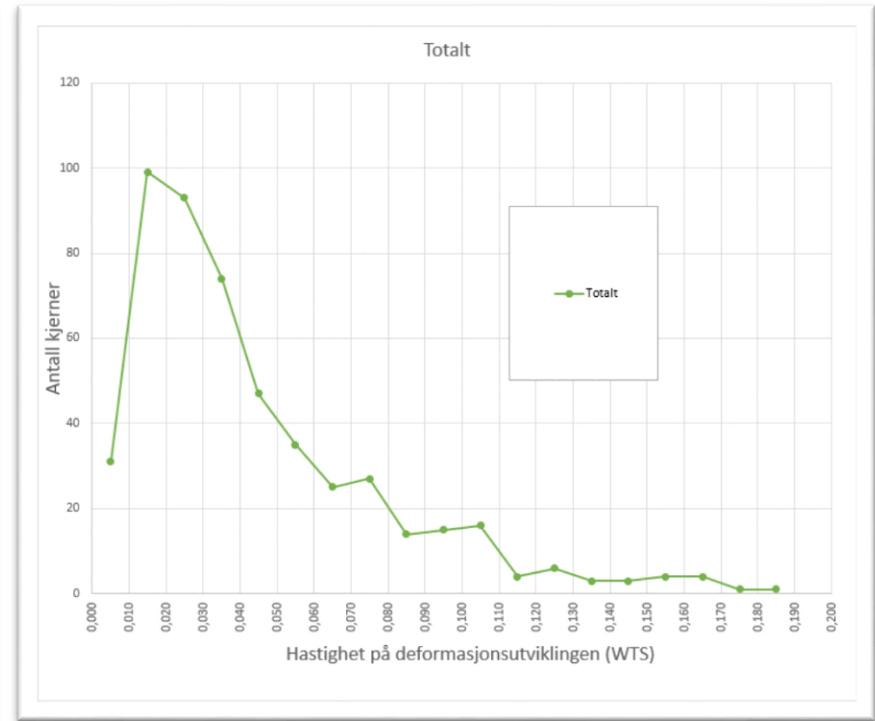
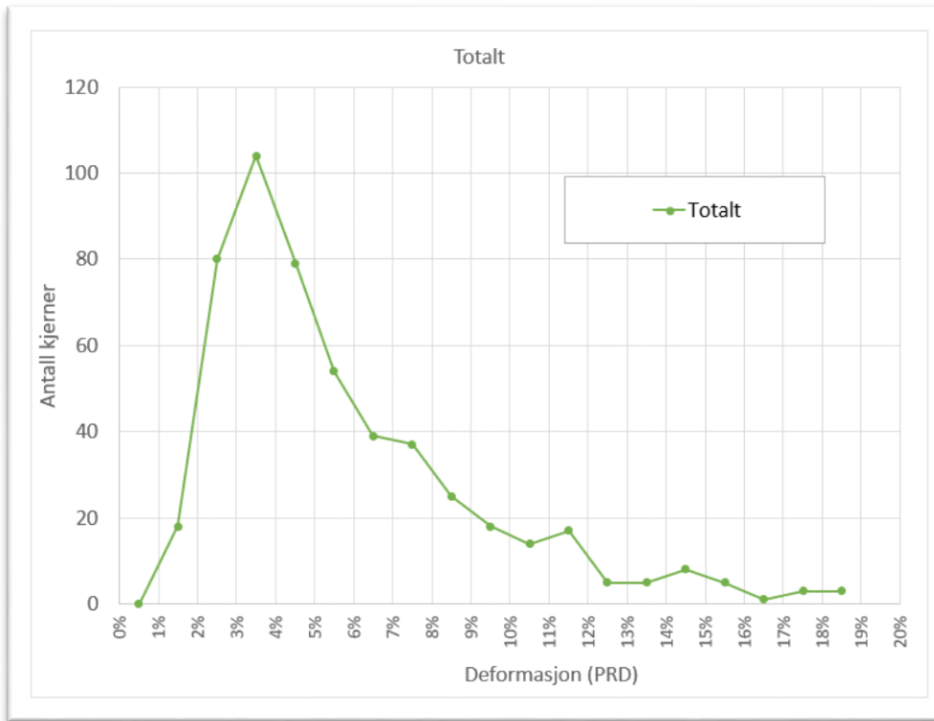
| Eksempel<br>40 mm høye kjerter |       |
|--------------------------------|-------|
| PRD                            | WTS   |
| 2,0 %                          | 0,015 |
| 5,0 %                          | 0,044 |
| 7,0 %                          | 0,068 |
| 10,0 %                         | 0,110 |

- Bestemmelsen av WTS er veldig sensitiv. Den beregnes på bakgrunn av en veldig liten endring i deformasjon.
- Også her er  $PRD \approx WTS$  for kjerter som er 40 mm høye.
- Kravet til WTS er kanskje historisk satt noe strengere enn til PRD ?



## Resultater 2019

# PRD og WTS for prøver 2019

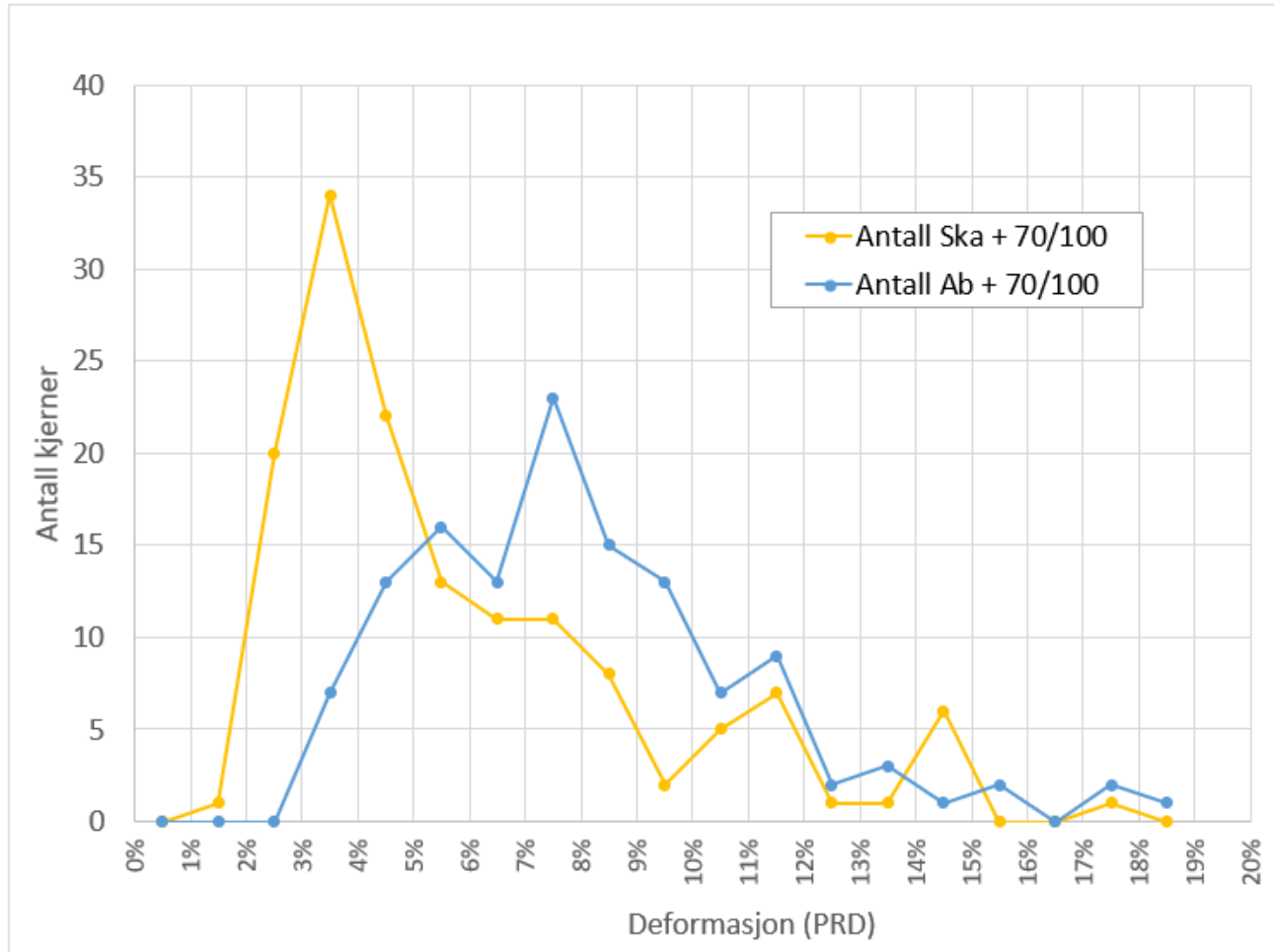


- Jevnt over godt samsvar og lik fordeling
  - mellom PRD (venstre) og WTS (høyre)
- Videre vises kun kurver for PRD



## Resultater 2019

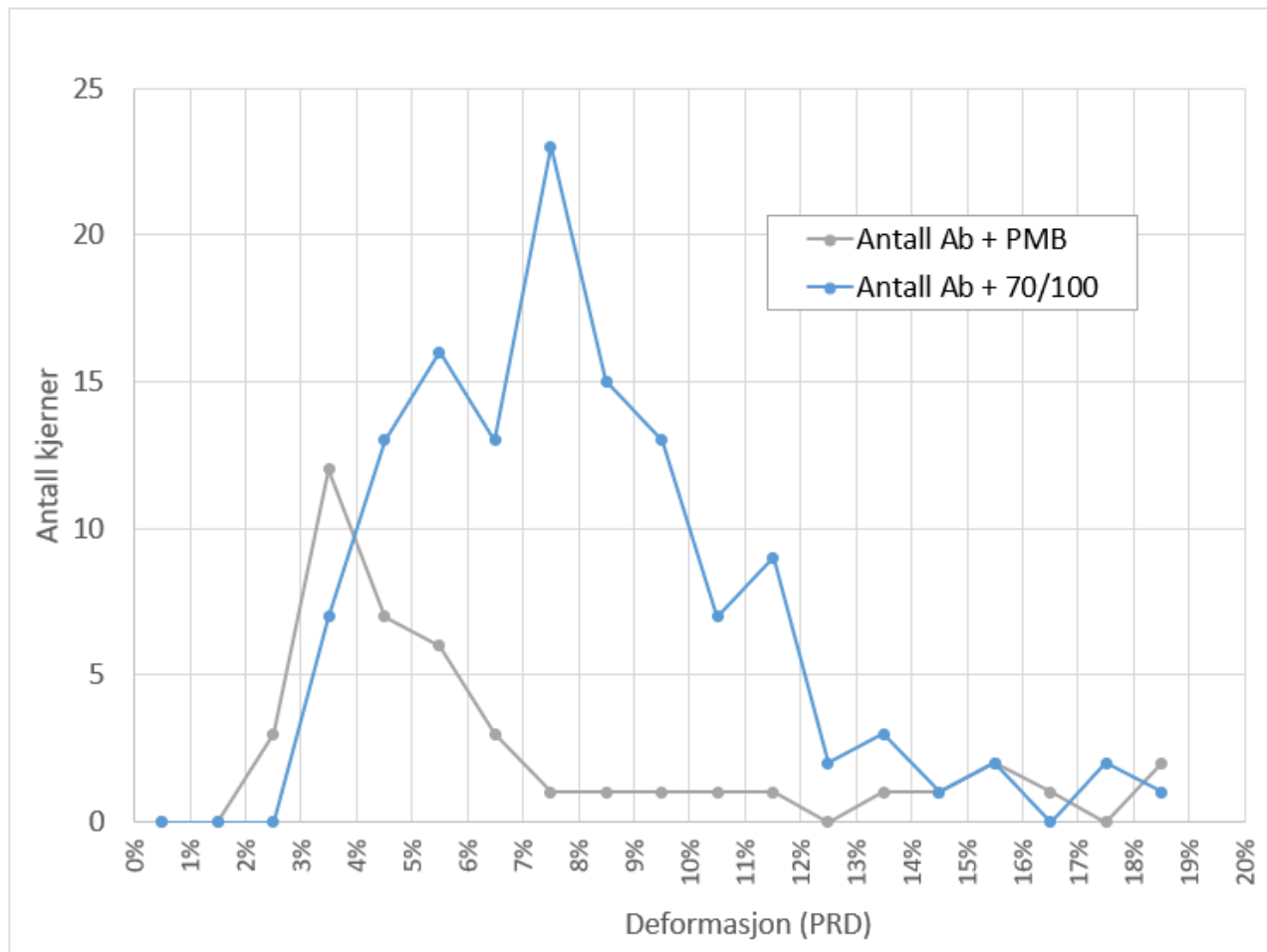
# PRD for Ab og Ska med 70/100





## Resultater 2019

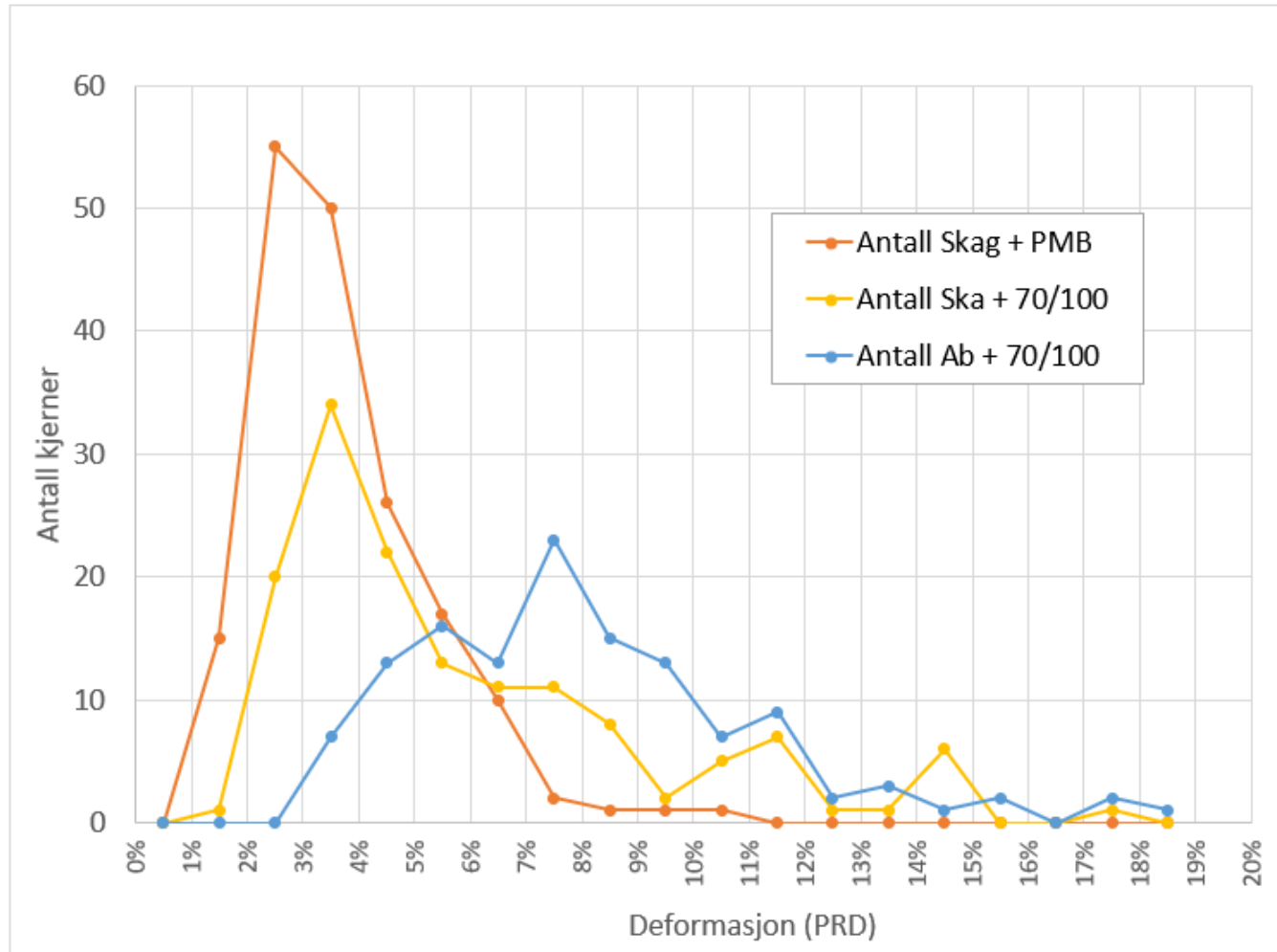
# PRD for Ab med PMB og 70/100





## Resultater 2019

# De 3 mest testede massene

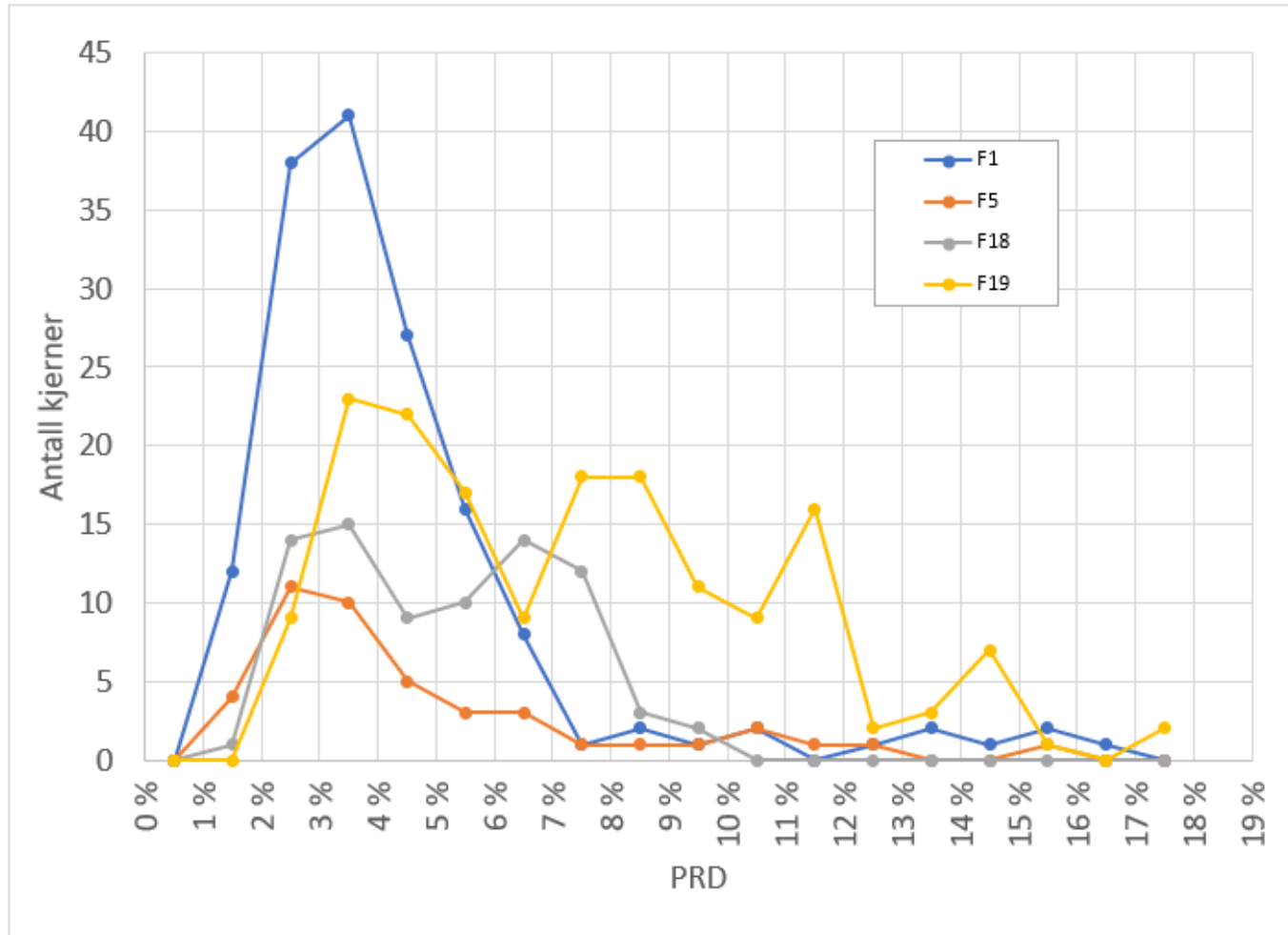






## Resultater 2019

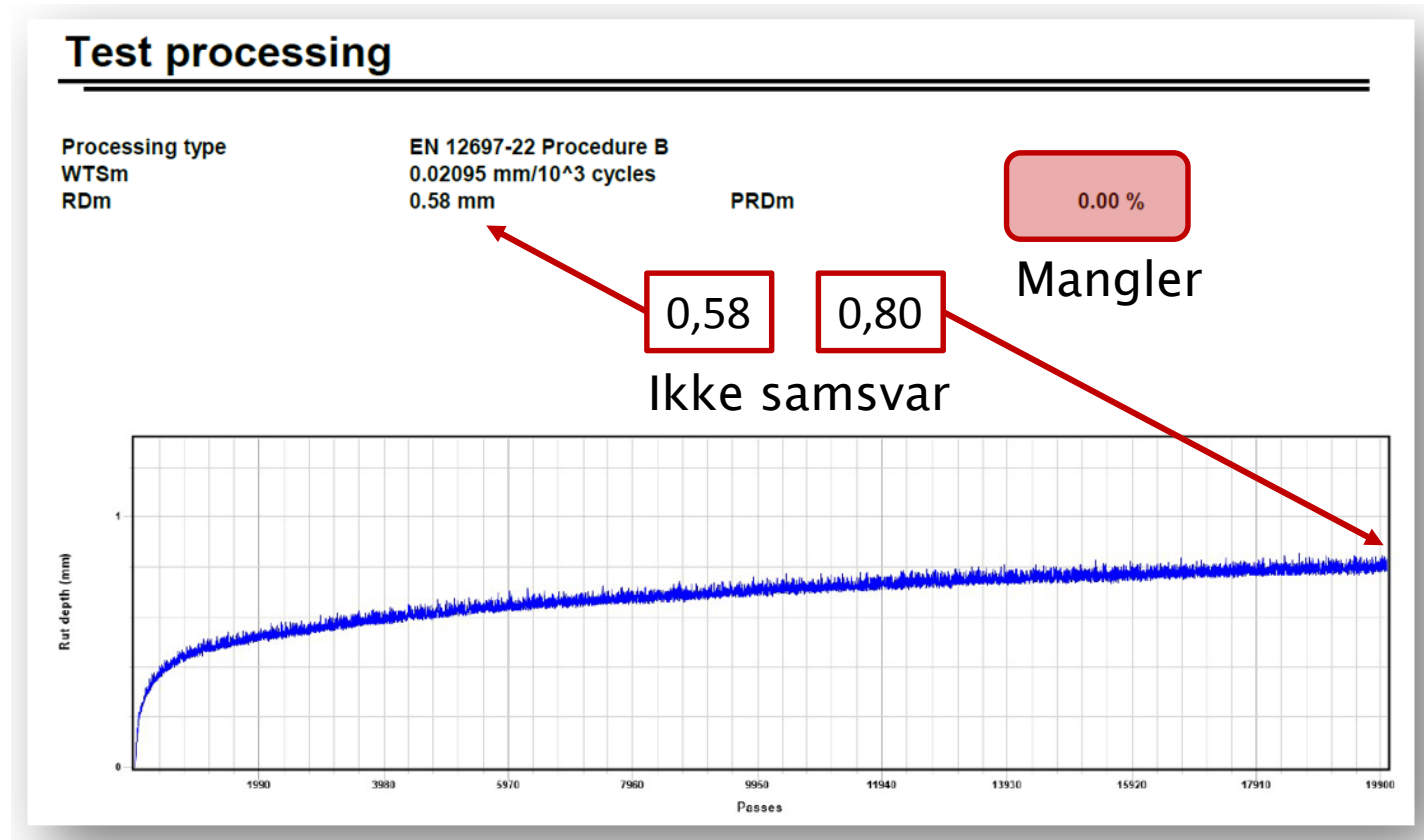
# De 4 fylkene med flest prøver



# Erfaring med ulike utstyrsmodeller

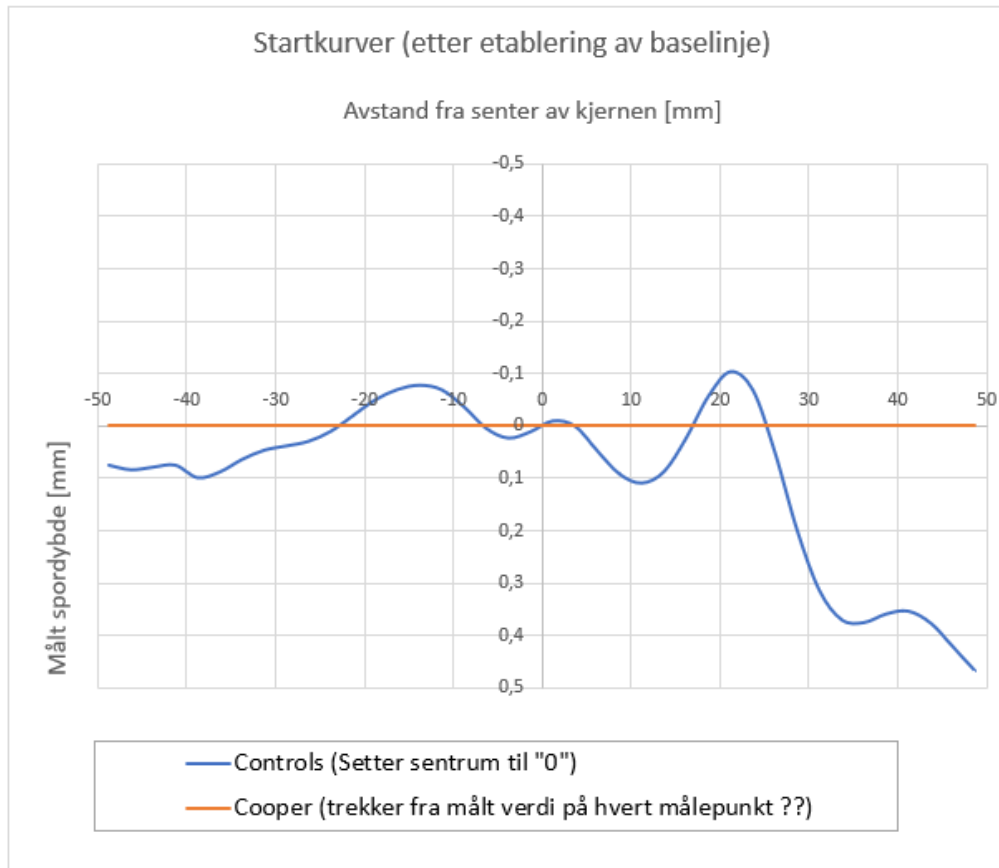
## Startet med...

- En uforståelig rapport fra Controls Wheel Trackeren



# Erfaring med ulike utstyrsmodeller

## Etablering av baselinje

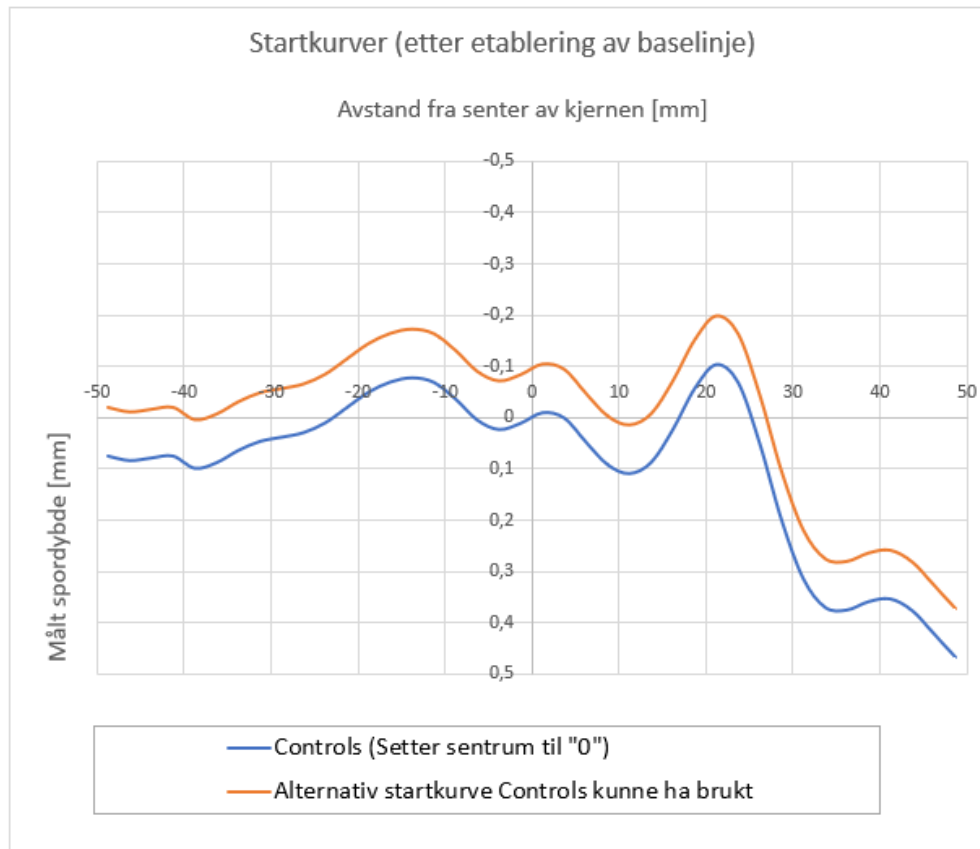


- Controls viser tekstur
- Cooper viser deformasjon
- Controls setter verdien i sentrum til «0». Deformasjonen måles i hele det viste området og i figuren til venstre betyr det at man starter testen med 0,1 mm spor (snittet av den blå kurven).
- Antall passeringer ved etablering av baselinje er også tilsynelatende feil for Controls.



# Erfaring med ulike utstyrsmodeller

## Alternativ baselinje for Controls

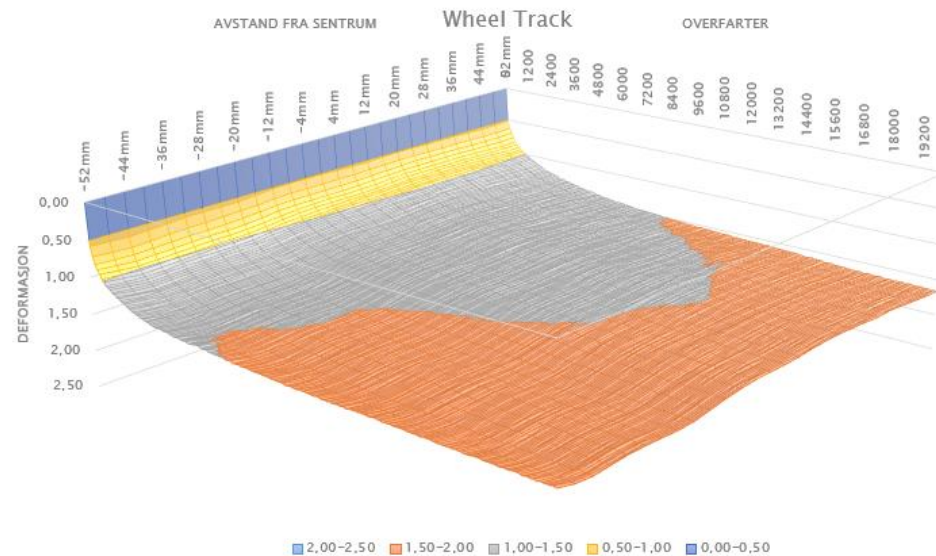
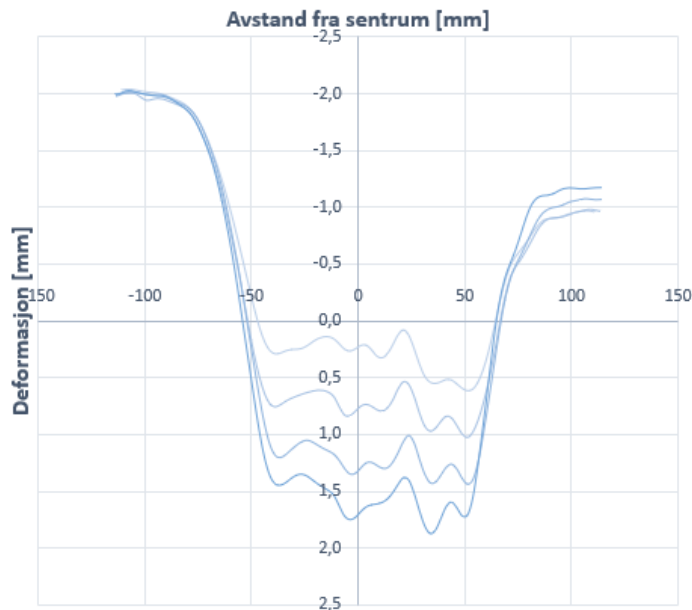


- Den alternative startkurven setter snittdeformasjonen til «0».
- Viser fortsatt tekstur, men gir riktig deformasjon

# Erfaring med ulike utstyrsmodeller

## Controls (venstre) vs Cooper (høyre)

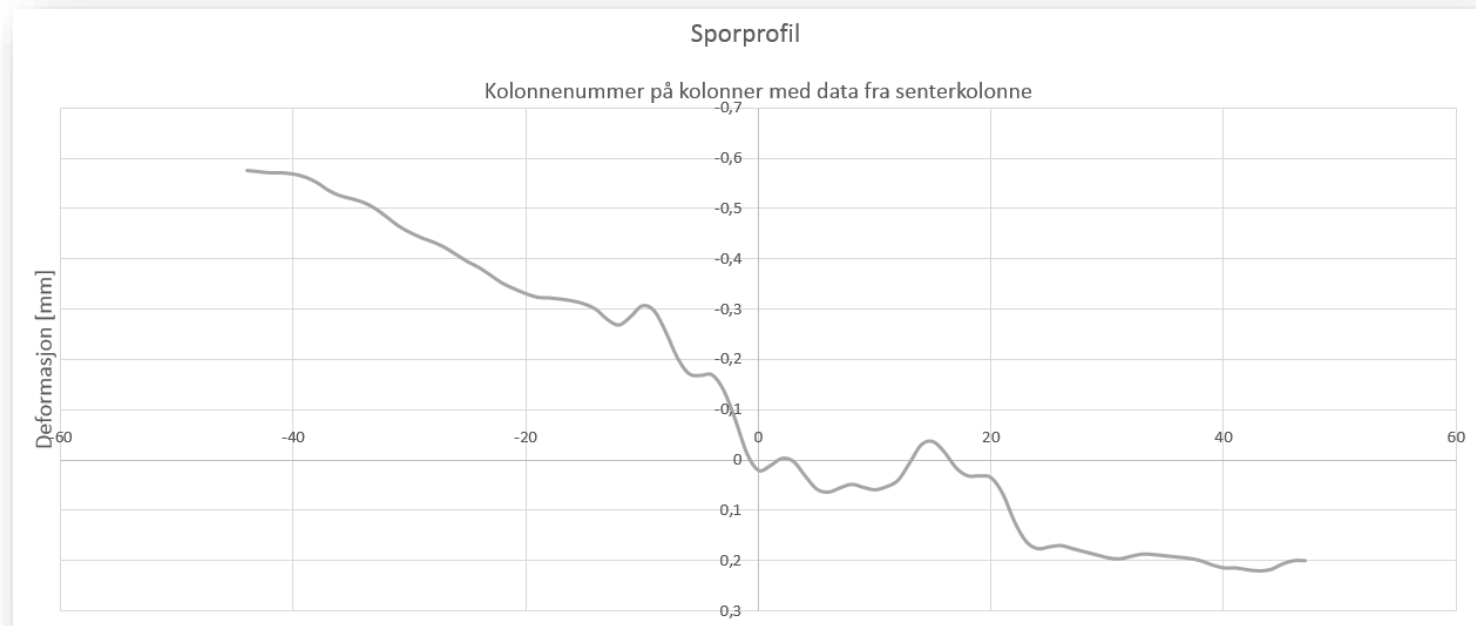
Sporutvikling Wheel Tracker



- Stor visuell forskjell (overdrevet her med ulik x-akse)
  - Controls viser et bredere område (kantene på formen vises)
  - Cooper viser kun måleområdet og med utjevnet baselinje (?)

# Erfaring med ulike utstyrsmodeller

## Måleområdet på Controls



- Måling av gips med 3 ståltråder
  - Kurven heller (utstyret er ikke helt i vater)
  - Hver ståltråd vises dobbelt (avstanden måles ulikt på tur og retur?)
  - Målingen er ikke sentrert på midten!?



## Erfaring med ulike utstyrsmodeller

# Tanker om Controls

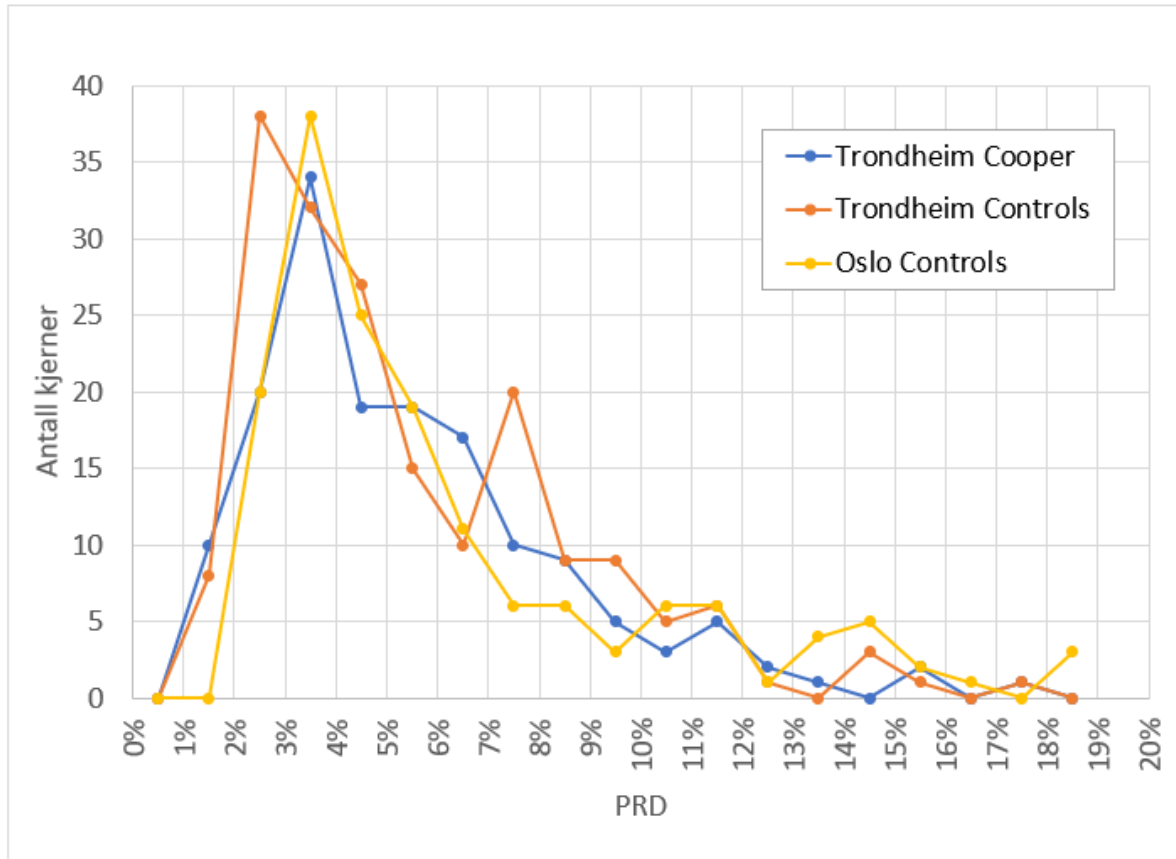
- Controls har mindre erfaring med innstøping og testing av borkjerner enn med laboratoriekompakterte prøver (30 cm x 30 cm). Eksempelvis er formene deres for borkjerner upraktiske og vi laget egne.
- Noen av utfordringene med utstyret fra Controls er ikke like prekære med større prøver:
  - Hjulet vil ikke kjøre opp på kanten av forma
  - Eksakt lokasjon av sentrum i prøven er ikke så viktig (prøven er lik lenger ut fra sentrum)
- Vi regner om testresultatene og de ulike feilene trekker normalt i ulike retninger og netto forskjell er sjelden stor fra beregningene Controls-programmet selv gjør.





## Erfaring med ulike utstyrsmodeller

# Controls og Cooper, Oslo og Trondheim



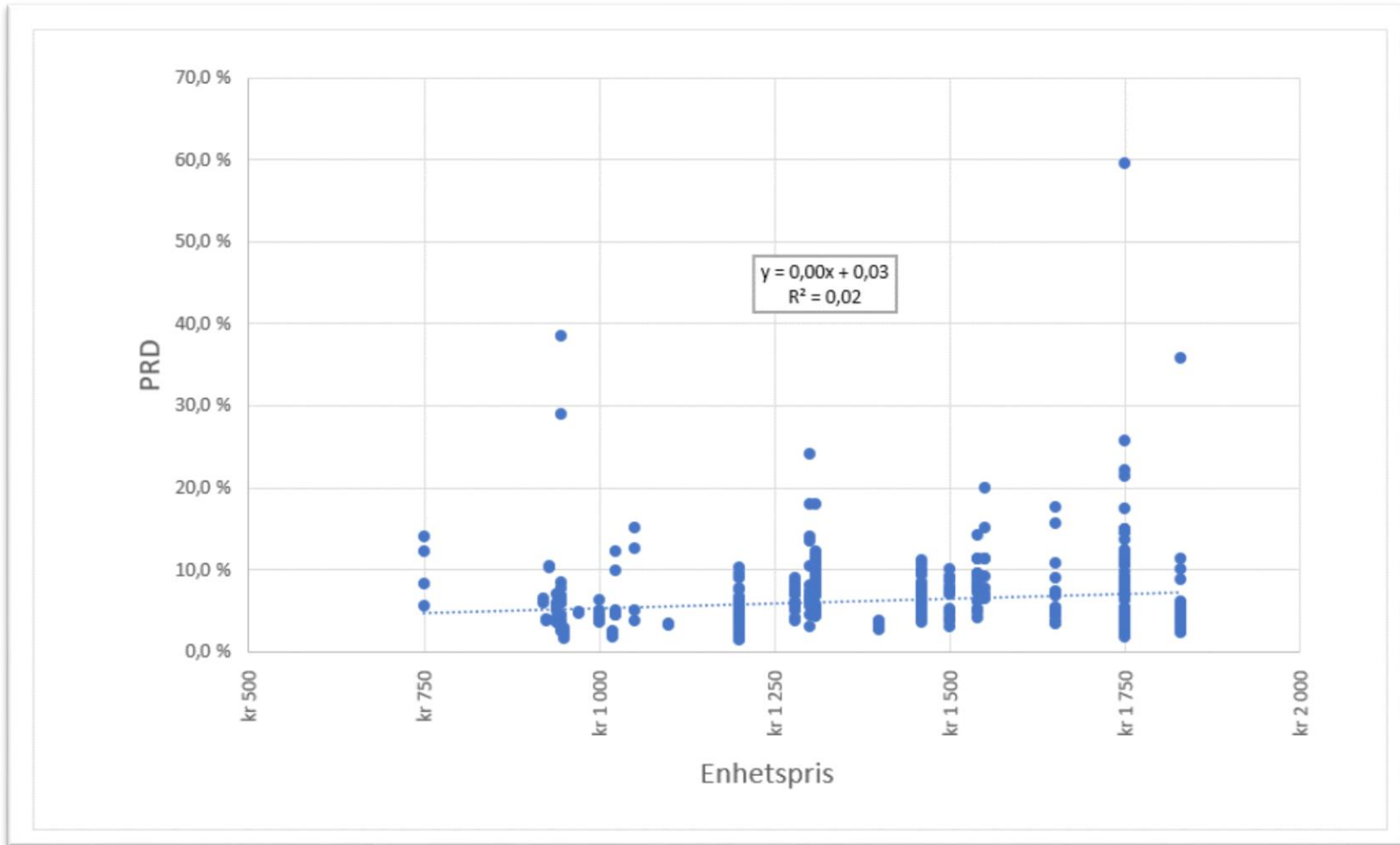
Tilfeldig at både antall og resultater er så like!

Prøvene var ikke fordelt systematisk verken på antall eller kvalitet.



## Fun fact

# Kvalitet og pris





**Statens vegvesen**  
Norwegian Public Roads  
Administration

Takk for meg!