



NAMet – Metodedagen 2023

Wheel tracking



Statens vegvesen

Norsk
Standard

NS-EN 12697-22:2020

Publisert: 2020-04-01

Språk: Engelsk

**Bituminøse masser
Prøvmåter**

**Del 22:
Spordannelse ved deformasjon (wheel
track)**

*Bituminous mixtures
Test methods*

Part 22: Wheel tracking



Referansenummer:
NS-EN 12697-22:2020 (en)

© Standard Norge 2020



Statens vegvesen



Wheel tracking metoden - hva er status?

NAMet - metodedagen, 18.1.2023

v/ Einar Aasprong (11:20 – 11:50)

Innhold

- Vegbyggingsnormalen
- Benyttede kravsett
- Erfaringsdata
 - Varige veger 2011-2015 (og forutgående studier)
 - Bruk i kontrakter (2013 - 2022)
- Ringanalysen 2021
 - Hva ble presentert på NAMet-metodedag i 2022 ?
 - Hva så vi ?
 - «Priming» og betydningen av førsteinntrykk
- Variasjon
 - Aggregerte usikkerheter
 - Tidligere erfaring
 - Ringanalysen 2021 – hvor representativ er den ?
- Forsøk på kausalforklaring
- Forbedringspotensiale
 - Prøveprepareringen
- Avklaringstemaer

1980 - 2008

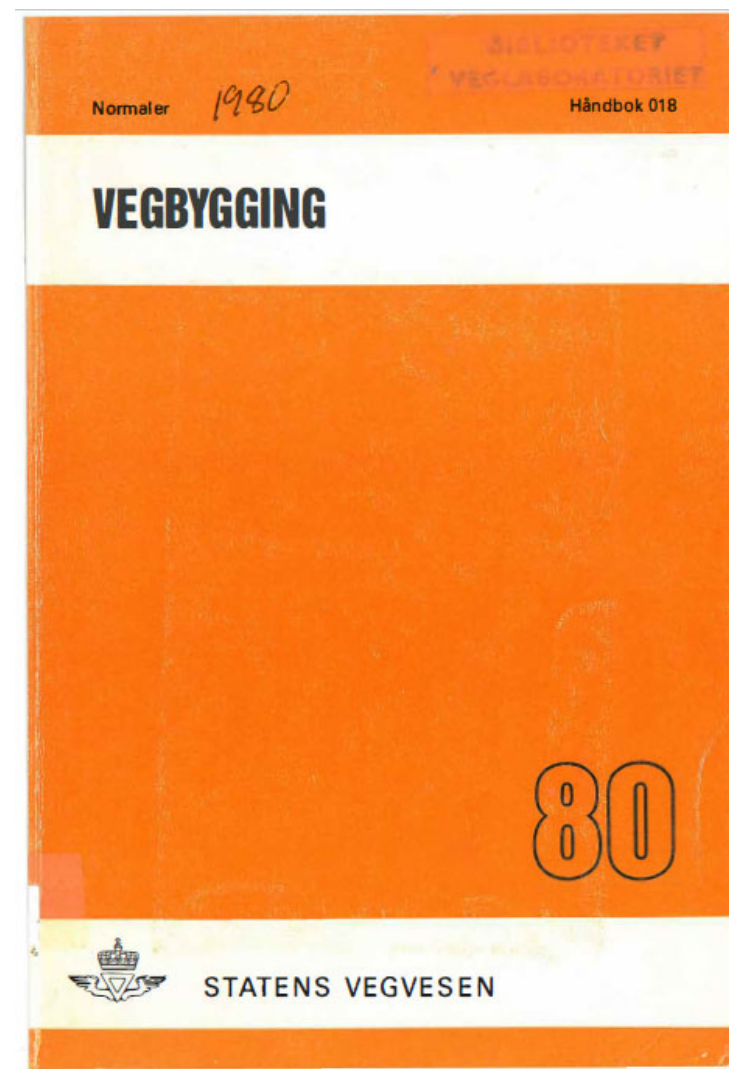
- Hb018:1980
 - Tett gradert asfaltbetong foretrukket for sterkt/tungt trafikkerte dekker.
 - Det benyttes B60 – B180 eller hardere
 - Det er krav til stabilitet, flyt, stivhet, hulrom og bitumenfylt hulrom målt med Marshallmetoden

VEGDEKKER

b. Asfaltbetong (Ab)

Tett gradert asfaltbetong brukes som slitelag og bindlag på veger og gater med sterk trafikk, og på trafikkområder med krav til høy stabilitet. Se pkt. 1 s. 214. Åpent gradert asfaltbetong brukes som slitelag bare i mer spesielle tilfeller, og som bindlag og tykke justeringer i tilfeller der det særlig ønskes et åpent, drenerende lag. For generelle bestemmelser se pkt. 2 s. 228.

- Hb018:1992, :1999, :2005
 - Skjelettasfalt for de tyngst trafikkerte dekkene.
 - Ser fremover:
«Det utvikles for tiden nye laboratoriemetoder som korrelerer bedre med funksjonelle egenskaper som deformasjon og utmatting. Disse kan benyttes både ved proporsjonering i laboratoriet og ved verifisering av egenskaper på prøver fra ferdig dekke.»



2008 - 2018

- Hb018:2005 + Tillegg 2008, 2009 og N200:2014

«Krav til deformasjonsegenskaper kan settes ved Wheel Track evt. syklisk kryp»

– Wheel Track:

	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

– Korrigering dersom prøving utføres mer enn 30 dager etter utlegging:

Dersom prøvingen ikke kan utføres før etter foreskrevet tid kan resultatet korrigeres til dag 30 etter utleggingen vha. formelen under når bestilleren tillater det.

$$D_{30} = D_{prøve} \cdot \frac{t_{prøve}^{0,23}}{2,186}$$

2018 – dags dato

- N200:2018, 2021, 2022
 - De første generelle kravene til motstand mot permanent deformasjon
 - Identiske krav for Asfaltbetong og Skjelettasfalt ved ÅDT > 5000
 - Dokumentasjon på laboratorietilvirkede prøver

Tabell 652.3 Krav til motstand mot permanent deformasjon bestemt ved Wheel Tracking Test, Ab

Maks tillatt spordybde, % 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.

Krav 4.8.2—8 **SKAL**

Gjeldende fra 01.11.2022

Ved typeprøving skal massens motstand mot permanente deformasjoner tilfredsstille kravene i [Tabell 4.8.2—6](#). Kravene gjelder for laboratorielagde prøver med tykkelse minimum 40 mm.

Tabell 4.8.2—6 – Krav til motstand mot permanent deformasjon bestemt ved Wheel Tracking Test, Ab

Maks. tillatt spordybde, målt i % av prøvetykkelse	ÅDT	
	5001 - 10 000	> 10 000
Slitelag	7	5
Bindlag	7	5

Noen varianter krav i kontrakter

- Ingen fullstendig gjennomgang
- Fokus på varianter og ikke på eksakte tallverdier

Størrelsen på bonus/trekk er gitt i tabellen under.

Bonus-Trekk for Wheel Track, spordybde i % av prøvetykkelse					
ÅDT	< 1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	> 10000
Maks spor krav N 200		20	12	7	5
Bonus 9 kr/m ²	< 4,0	< 2,4	< 1,4	< 1,0	
Bonus 6 kr/m ²	4,0 - 8,0	2,4 - 4,8	1,4 - 2,8	1,0 - 2,0	
Bonus 3 kr/m ²	8,1 - 12,0	4,9 - 7,2	2,9 - 4,2	2,1 - 3,0	
Ikke bonus-trekk	12,1 - 28,0	7,3 - 16,8	4,3 - 9,8	3,1 - 7,0	
Trekk 6 kr/m ²	> 28,0	> 16,8	> 9,8	> 7,0	

For deformasjonsegenskaper gjelder:

	ÅDT				
	≤ 1500	1501-3000	3001-5000	5001-10000	> 10000
Maks. tillatt spordybde, % av prøvetykkelse		20	12	7 (9)	5 (7)

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

Tall i parantes gjelder krav på utlagt dekke. For prøvedekke gjelder opprinnelig krav.

Tabell 2 Regler for endring av dekkelevetid

Skadetype/testmetode	Piggdekkandel		
	Lav < 40 %	Middels 40 - 60 %	Høy >60 %
Prall (endret levetid i % for hver enhet Prall-verdien endres med når kravet er 22)	0,5 %	1 %	2%
Prall (endret levetid i % for hver enhet Prall-verdien endres med når kravet er 25)	0	0,5%	1 %
Wheel Track (økt levetid i % for hver enhet WT-verdien reduseres med i forhold til krav)	12 %	10%	8 %

Krav PRD _{AIR} (%)	PRD _{AIR} (%) stikkprøvekontroll veg	Trekk (%)
5	7 < PRD _{AIR} ≤ 9	30
	9 < PRD _{AIR} ≤ 10	50
	PRD _{AIR} > 10	100 (fjernes)
7	9 < PRD _{AIR} ≤ 11	30
	11 < PRD _{AIR} ≤ 12	50
	PRD _{AIR} > 12	100 (fjernes)
10	12 < PRD _{AIR} ≤ 14	30
	14 < PRD _{AIR} ≤ 16	50
	PRD _{AIR} > 16	100 (fjernes)

ÅDT3000-5000. Krav i N200: PRD_{AIR} < 12 %

PRD _{AIR} ²⁾	WTS _{AIR} (mm/1000 sykler) ¹⁾					
	≤ 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 ³⁾
8,1-10,0	10	10	0	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
10,1-14,0	0	0	0	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
14,1-18,0	-10	-10	-10	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
18,1-24,0	-25	-25	-25	-25	-25	Nytt dekke ³⁾
≥ 24,1	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾

ÅDT 5000-10000. Krav i N200: PRD_{AIR} < 7 %

PRD _{AIR} ²⁾	WTS _{AIR} (mm/1000 sykler) ¹⁾					
	≤ 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 ³⁾
4,1-6,0	10	10	0	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
6,1-8,0	0	0	0	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
8,1-10,0	-10	-10	-10	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
10,1-14,0	-25	-25	-25	-25	-25	Nytt dekke ³⁾
≥ 14,1	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾

ÅDT > 10000. Krav i N200: PRD_{AIR} < 5 %

PRD _{AIR} ²⁾	WTS _{AIR} (mm/1000 sykler) ¹⁾					
	≤ 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 ³⁾
3,1-4,0	10	10	0	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
4,1-6,0	0	0	0	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
6,1-8,0	-10	-10	-10	-10	-25	Nytt dekke ³⁾
8,1-10,0	-25	-25	-25	-25	-25	Nytt dekke ³⁾
≥ 10,1	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾	Nytt dekke ³⁾

Tabell 1 Krav til egenskaper

Parameter	Standard	ÅDT 5 000-10 000	ÅDT > 10 000
Stabilitet (Wheel Track PRD _{AIR})	NS-EN 12697-22	≤ 7 %	≤ 5 %
Stabilitet (Wheel Track WTS _{AIR})	NS-EN 12697-22	≤ 0,06	≤ 0,04

Hovedvarianter ?

- Varianter
 - Krav til Relativ spordeformasjon ved Wheel Track (PRD_{AIR}) på vei med bonus og trekk
 - i kombinasjon med andre homogenitetskriterier (varmekamera)
 - i kombinasjon med krav til sporutvikling i siste halvdel av testen WTS_{AIR}
 - Krav til PRD_{AIR} på vei uten bonus/trekk, men med grenseverdi som utløser fjerning av dekket
 - Krav til PRD_{AIR} for prøvedekke
 - PRD_{AIR} som kriterium for beregning av dekkelevetid (som del av tildelingskriterium)

- Kravnivå
 - Normalt noe svakere krav til prøver fra vei enn til forhåndsdokumentasjon (for tilsvarende ÅDT)
 - Krav finnes satt til andre betingelser enn de som er gitt i N200
 - Krav for andre trafikkbelastninger (ÅDT)
 - Krav til WTS i tillegg til PRD

Varige veger, Erfaring -> 2015

- Rapport nr. 37 «Vurdering av resultater fra testing med Wheel track og Prall» (Bragstad 2016)
 - Lenke og innhold

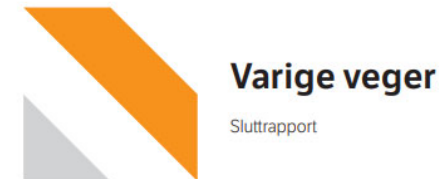
<https://www.vegvesen.no/globalassets/faq/fokusomrader/forskning-innovasjon-og-utvikling/varige-veger/sammenstilling-av-prall-og-wt-data-290816.pdf>

- Miljøvennlige vegdekker (Lerfald 2007)
- Deformasjon av asfaltdekker (Lerfald 2007)
- SIV-prosjektet (Lerfald 2009)
- PmB-masser, Region øst og sør (Lerfald 2009)
- Varige veger (Rise et al. 2013)
- Effekt av Resirkulert Asfalt (Mirochnikova 2015)
- Feltforsøk/Ringanalyse (Telle 2015)

Vegdirektoratet
Vegavdelingen
Drift, vedlikehold og vegteknologi
22.11.2017



Statens vegvesen



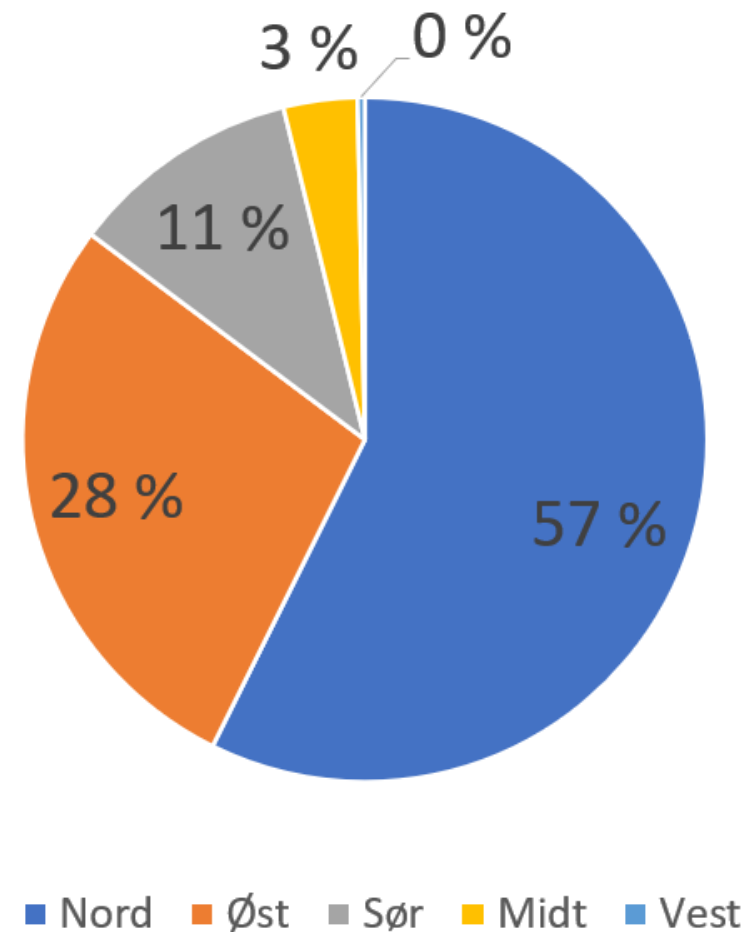
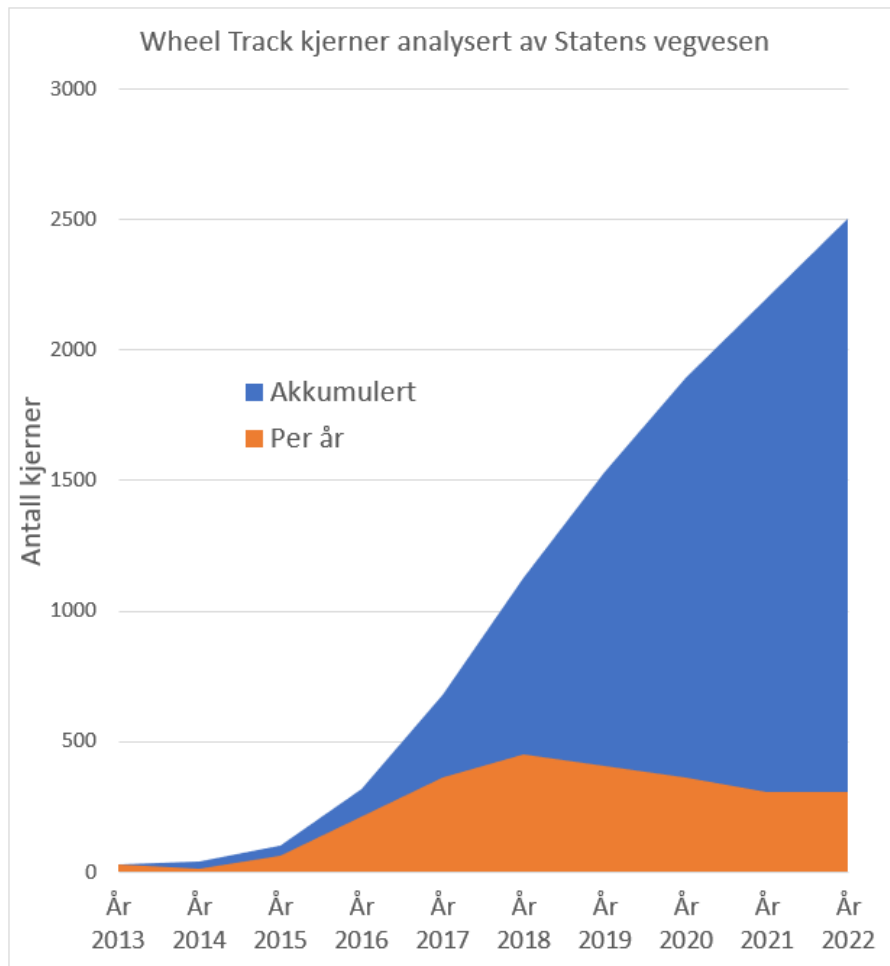
STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 598



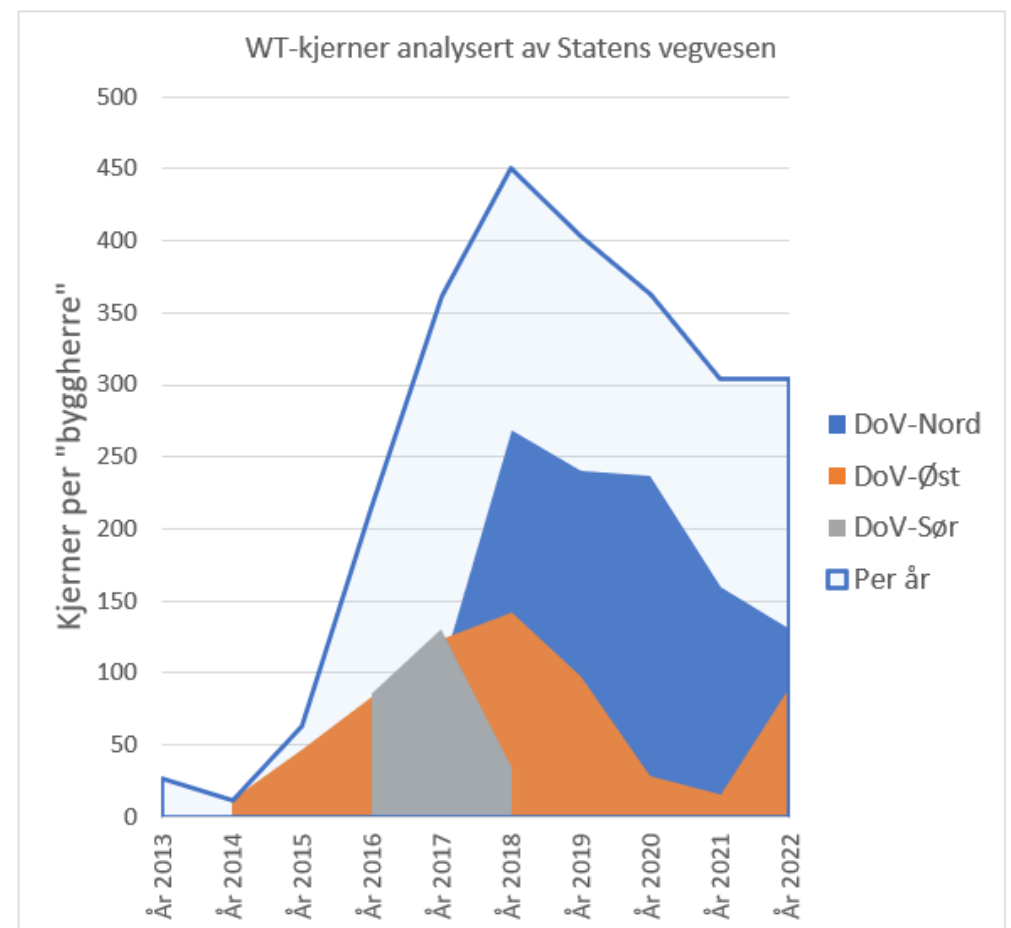
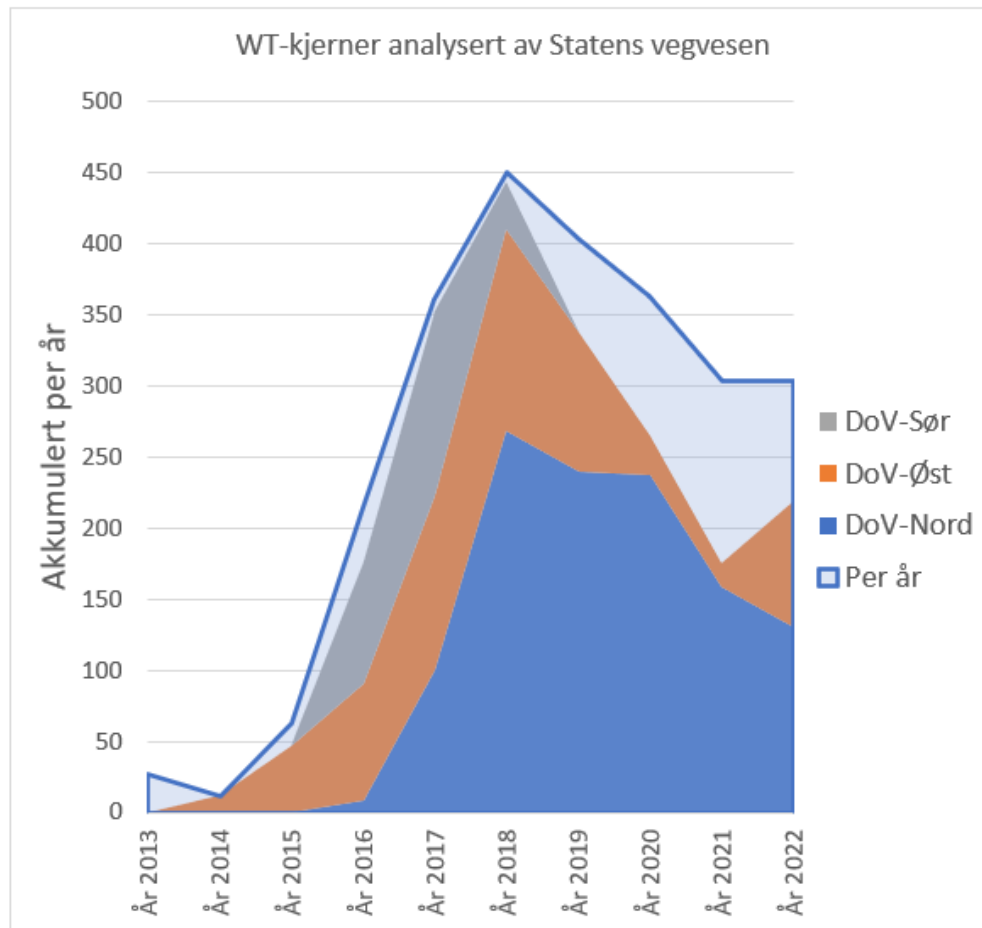
Totalt antall analyser utført av Byggherre i Norge

- Noe mangelfull statistikk i starten (Wheel Track kunne ikke registreres i Labsys)
- 450 kjerner/år på det meste (2018)



Bygherrer med størst kontrollomfang

- I Hovedsak 3 «bygherrer» frem til og med 2018
- Statens vegvesen, Drift og vedlikehold, Nord, Øst og Sør
- Omfanget redusert etter 2018



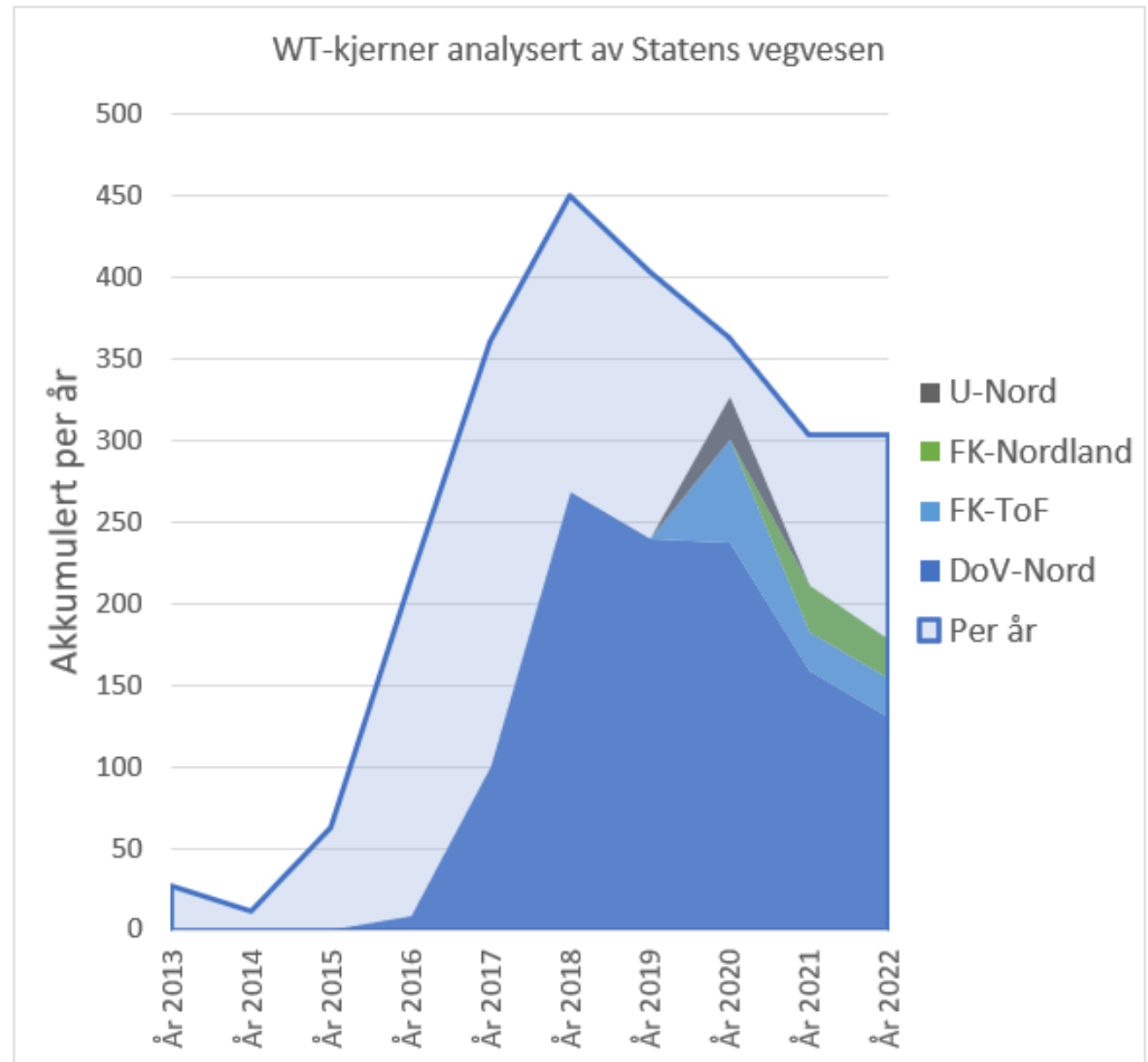
Nord-Norge 2020 og 2021

- Nord-Norge har
 - 90 % av totalen i 2020
 - 70 % av totalen i 2021 (FoU hadde 18 % i 2021)
- Nord-Norge er den landsdelen der metoden har hatt størst omfang av bruk også i fylkeskommunene.

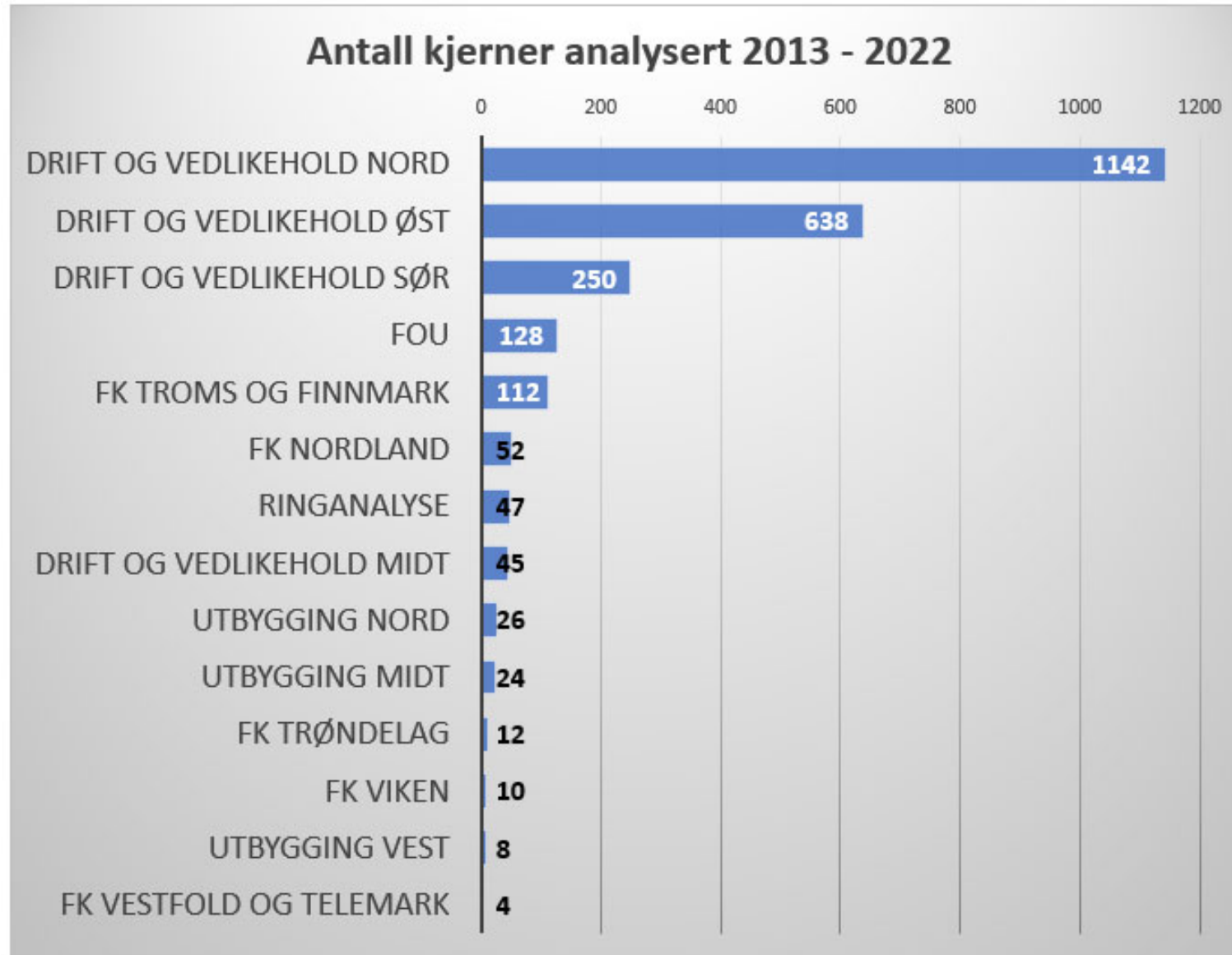
U: Utbygging

DoV: Drift og vedlikehold

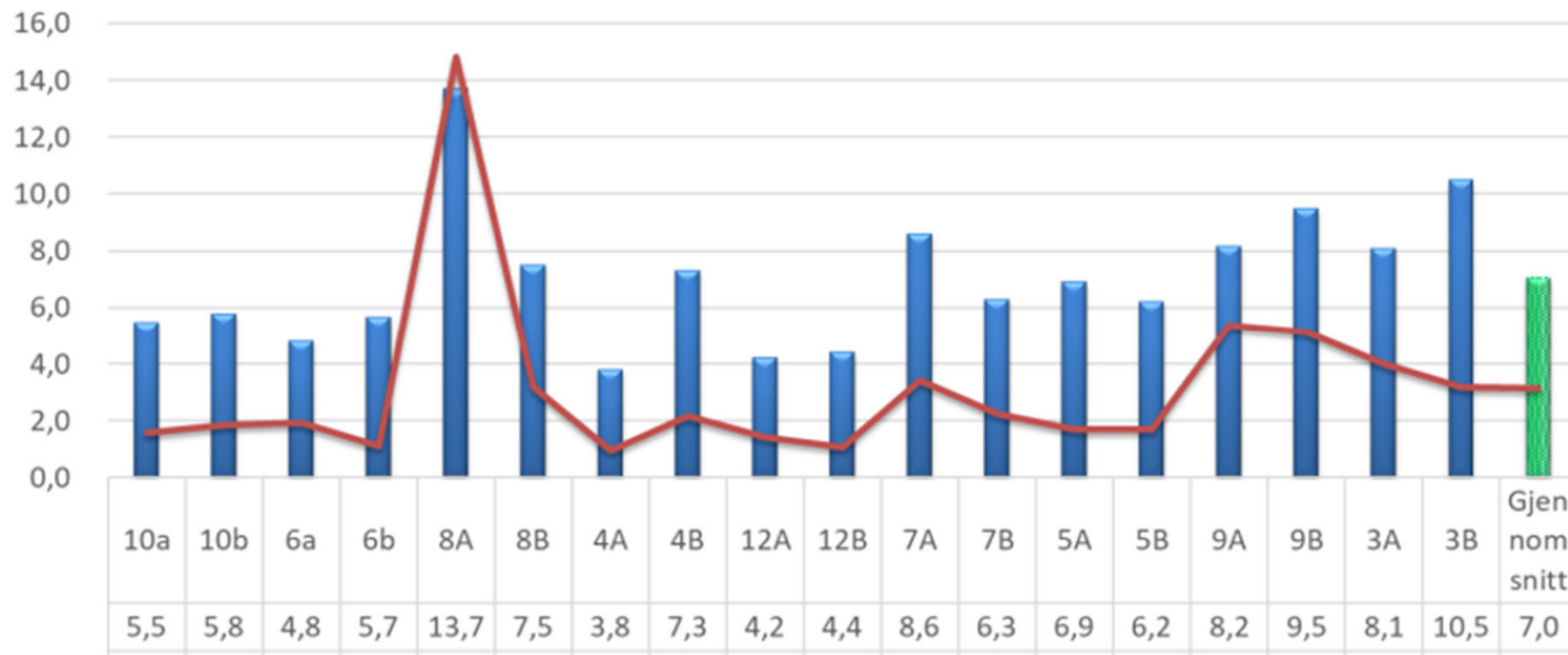
FK: Fylkeskommune



Fordeling på «bestillere» 2013 - 2022

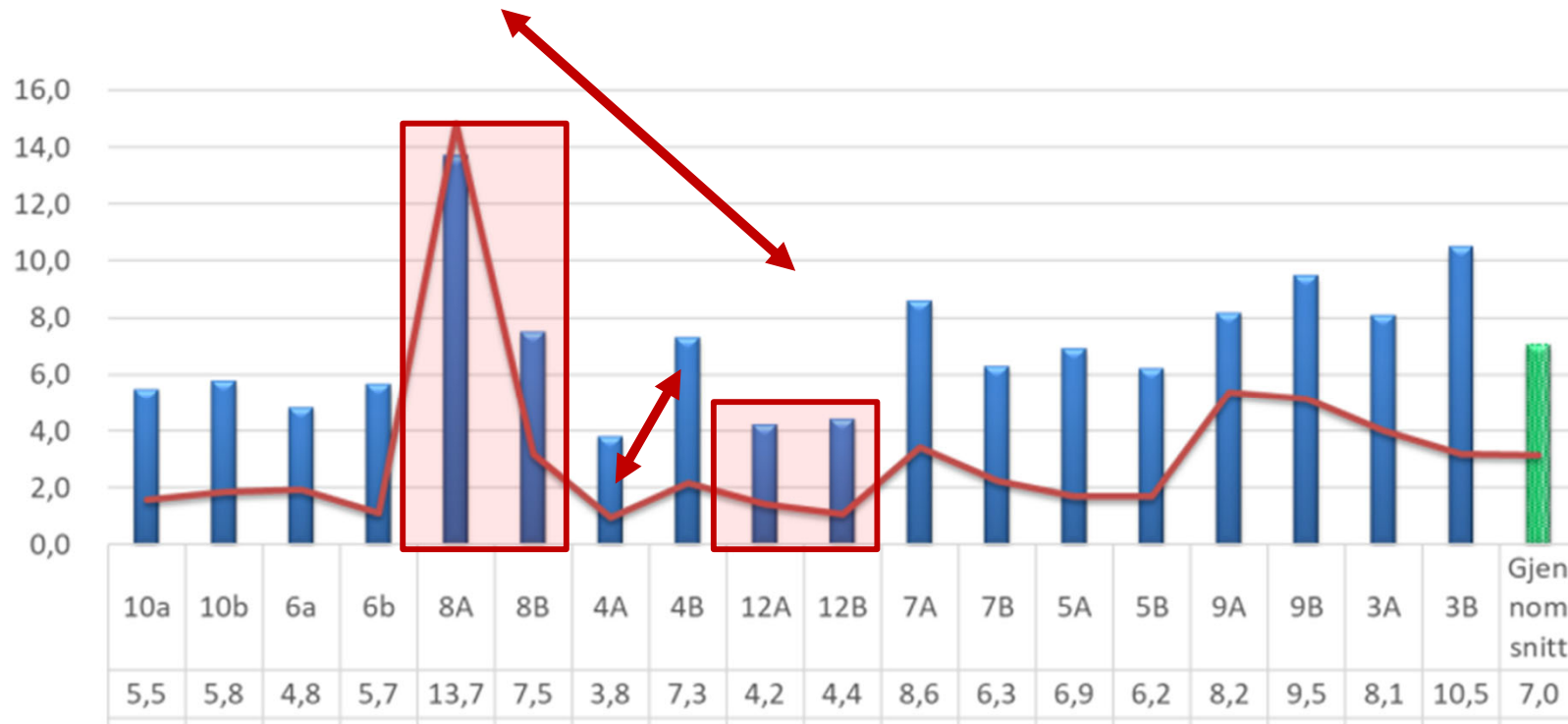


Hva ble presentert på Metodedagen i 2022 ?



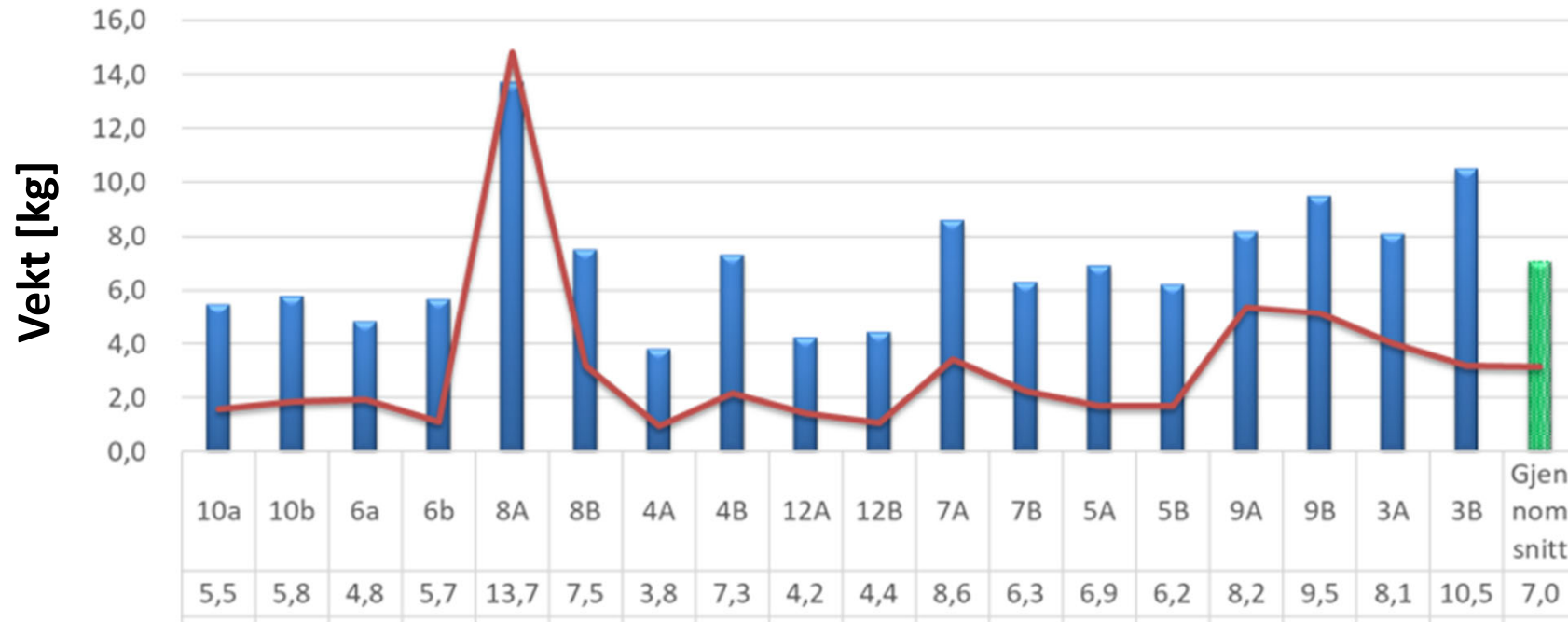
- Dataene som ble presentert er reelle
 - men forskjellene gir ikke et reelt bilde av metodens «pålitelighet»
- Jeg presenterte selv sprikende data for Wheel Track på NABin i 2016
 - med høye verdier for repeterbarhet (r %) og reproduserbarhet (R %)
 - allerede neste dag fikk jeg spørsmål om metoden var helt ubrukelig
 - å beregne r og R på slike data er ikke nødvendigvis relevant
- Variasjonen i begge tilfeller skyldes ikke primært utstyret som benyttes

Hva så vi ?



- Stein Høseth skrev i 2022:
 - Det er til dels stor variasjon mellom parallellprøvene
 - Det er også variasjon mellom laboratoriene / prøve-seriene
 - Skyldes dette homogeniteten i dekket eller variasjon mellom utstyr / laboratorier?
- Altså et åpent spørsmål – Likevel har flere uavhengig av hverandre uttrykt at
 - det var bekymringsfullt at det var så store variasjoner mellom utstyrene
- I kontraktsoppgjør har forskjell mellom utstyr i ringanalysen blitt benyttet som argument for å midle verdier

Tenkt forsøk med veiing av asfaltspann – Hva ser vi nå ?

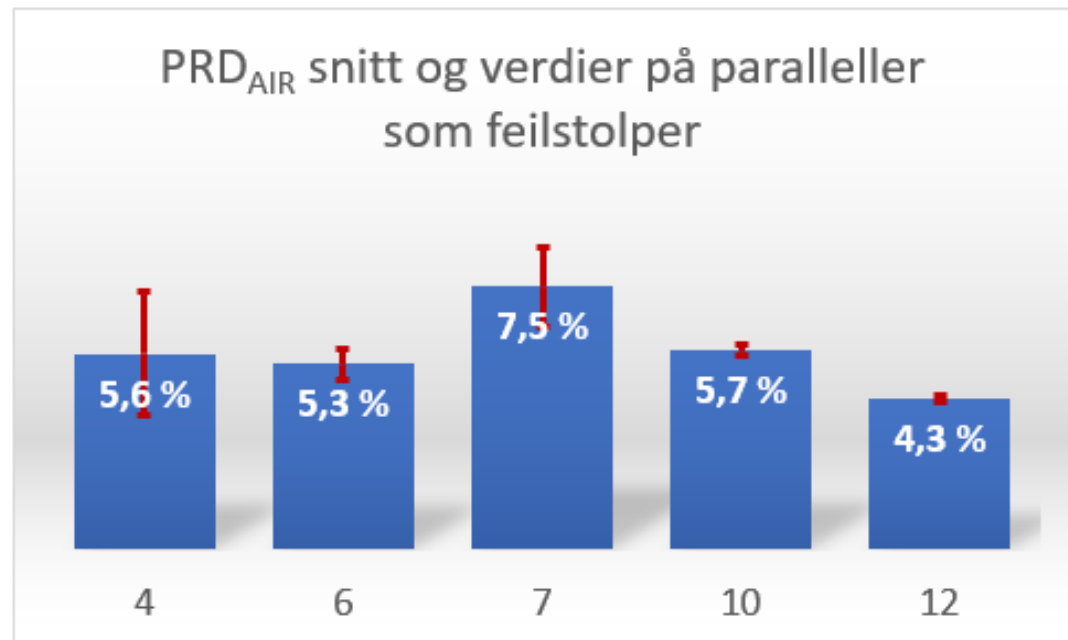


Vekt av asfalt, 2 spann (A og B) ved 9 ulike laboratorier

- Er det vektene det er feil på eller er det forskjellig mengde asfalt i spannene ?
- Det er et paradoks, at man betrakter Wheel Track analysen som mer usikker enn tilvirkningen av prøvene som testes
 - Riktig nok en «røff» analyse (stort hjul og målinger i tidels millimeter), men ... analysen utføres med kontrollerte parametere
 - Produksjonen (av prøven som testes) er langt mindre kontrollerbar

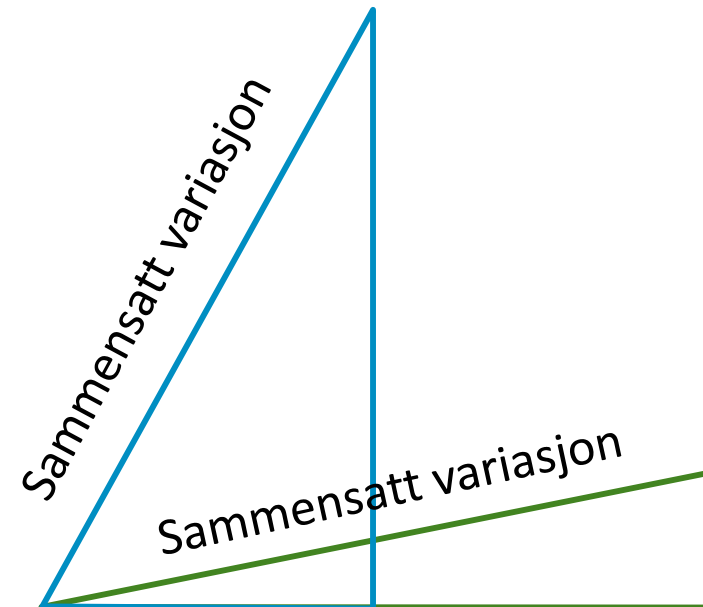
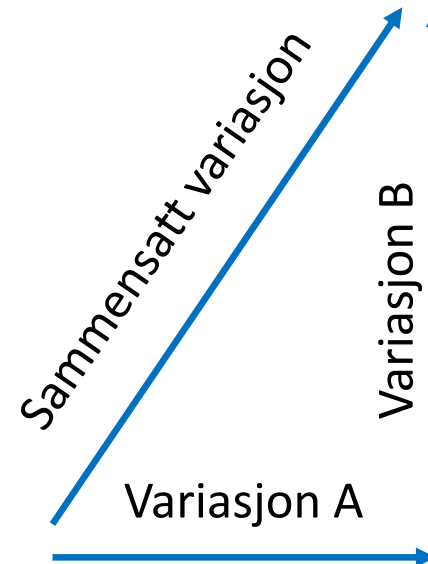
Førsteintrykket

- Utgangspunktet bør være data sammenstilling av data uten kjent usikkerhet
 - Testede prøver: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12
- Prøver som kunne vært fjernet før første «slide» vises
 - 3: Dårlig støpt ?, 5: Utførelsesfeil, 8: Ikke kappet, 9: Feil antall passeringer
- Står igjen med
 - 4, 6, 7, 10 og 12, som tilfeldigvis (?) er de mest benyttede i Norge de siste årene
 - 3, 5, 8 og 9 kan så vurderes opp mot disse
- Den samlede variasjonen er fortsatt et stykke fra «akseptabel» for lik testing av like prøver
 - Hvor kommer variasjonen fra ?



Aggregerte usikkerheter

- Ikke-relaterte variasjoner kan summeres kvadratisk
 - Variasjon i asfaltmassen (A)
 - Variasjon i asfaltlegging (B)
 - Variasjon i prøvetaking (C)
 - Variasjon i prøvepreparering (D)
 - Variasjon i analysen (E)
 - $\text{Sum}^2 = A^2 + B^2 + C^2 + D^2 + E^2$
- Den samme summen av variasjon kan resultere fra ulike del-bidrag
- Det er (for meg) nærliggende å anta at selve analysen (E) for en «feilfri» testing, gir et av de minste bidragene til variasjon

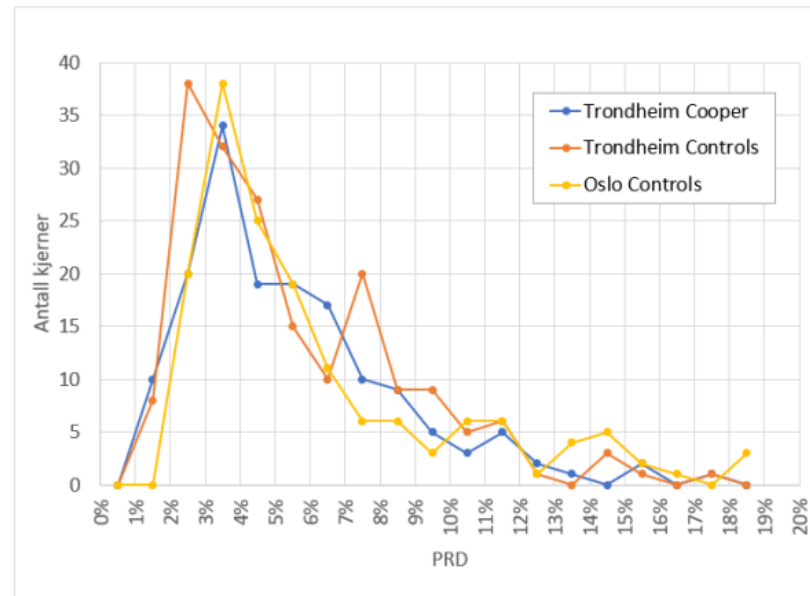


Ringanalysen 2021: Ett stillbilde i en lang rekke bilder

- Mye tidligere krysstesting
 - mellom 4, 7 og 12
 - Til høyre (alle prøver)
 - + Interne ringanalyser
 - antagelig mellom 6 og 10
 - De hører til samme entreprenør
 - mellom 4 og 6
- Variasjonen i ringanalysen følger ikke utstyrsmodellene
- Ringanalysen 2021 er ett stillbilde i en lang serie med sammenligninger
 - Er den representativ ?
 - Kontroll: Kan den brukes predikativt ?

Erfaring med ulike utstyrsmodeller

Controls og Cooper, Oslo og Trondheim



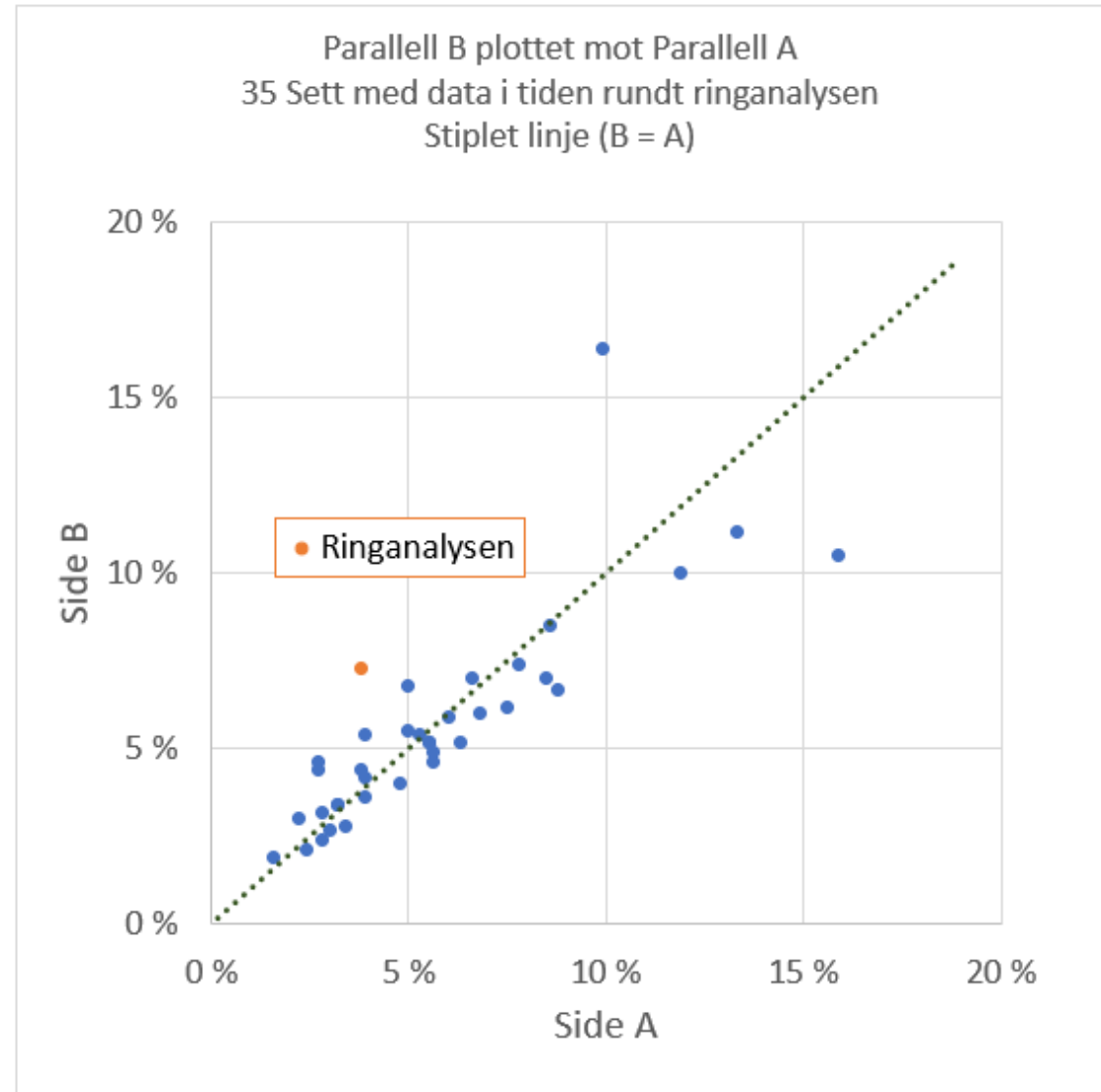
Tilfeldig at både antall og resultater er så like!
Prøvene var ikke fordelt systematisk verken på antall eller kvalitet.

22.01.2020

Einar Aasprong: Metodedagen Oslo

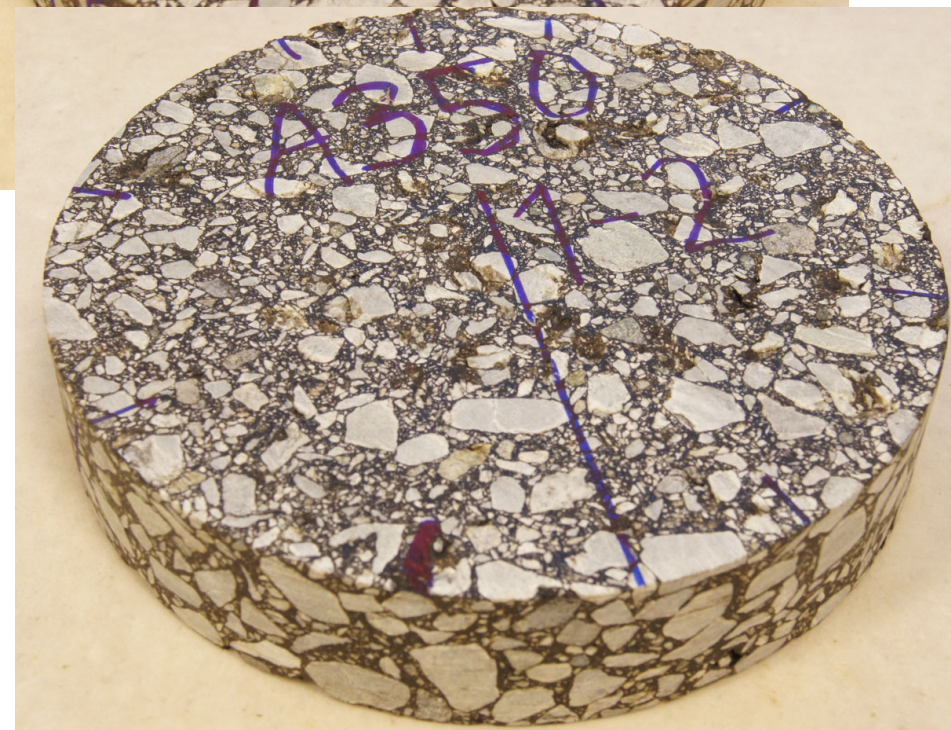
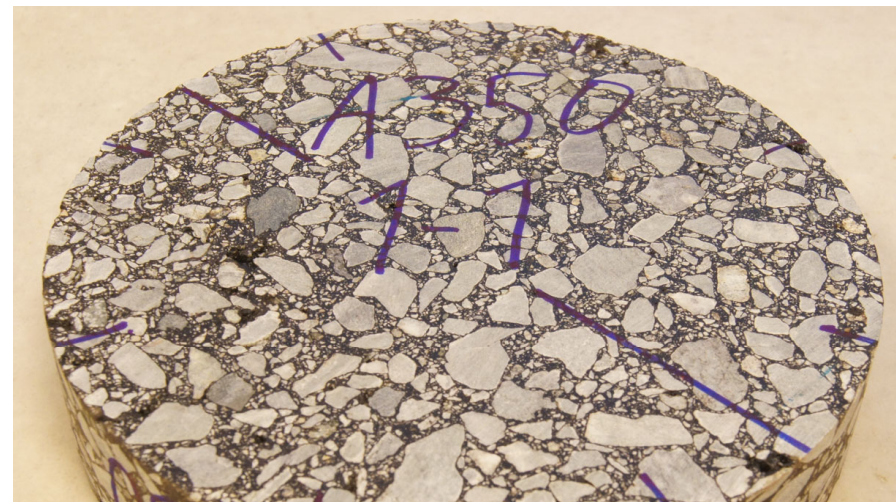
Hva forstår vi om utstyrsforskjeller – Case «Prøve/Utstyr 4» ?

- En vellykket prediksjon kan benyttes som bekreftelse på forståelse.
 - Vi bruker utstyr 4
 - Side A = 3,8 %
 - Side B = 7,3 %
- Skyldes forskjellen plassering på side A og B i utstyret ?
- Gir Side B høyere verdier enn side A ?
 - B gir ikke systematisk høyere verdier
 - Forskjellen mellom side A og side B i ringanalysen er større enn normal variasjon for dette utstyret

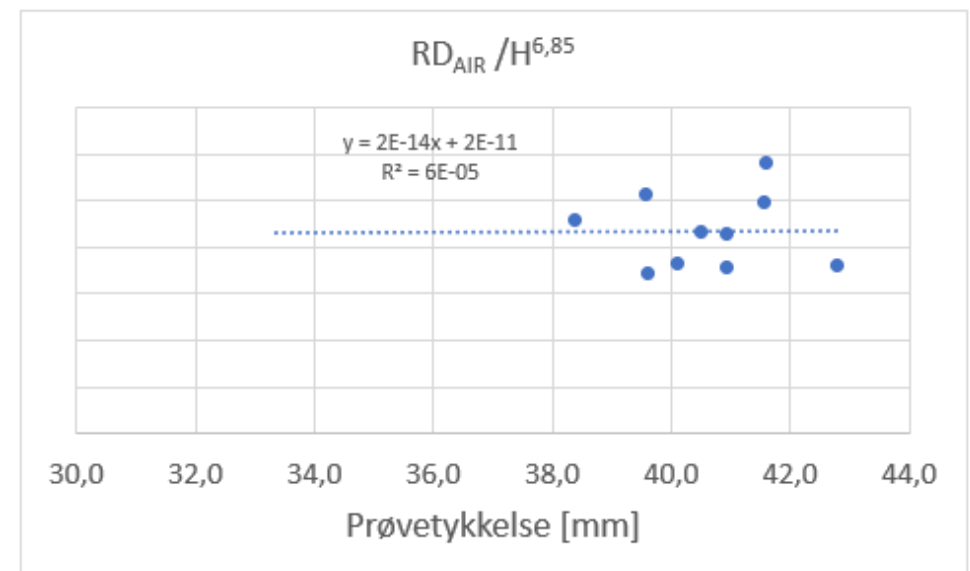
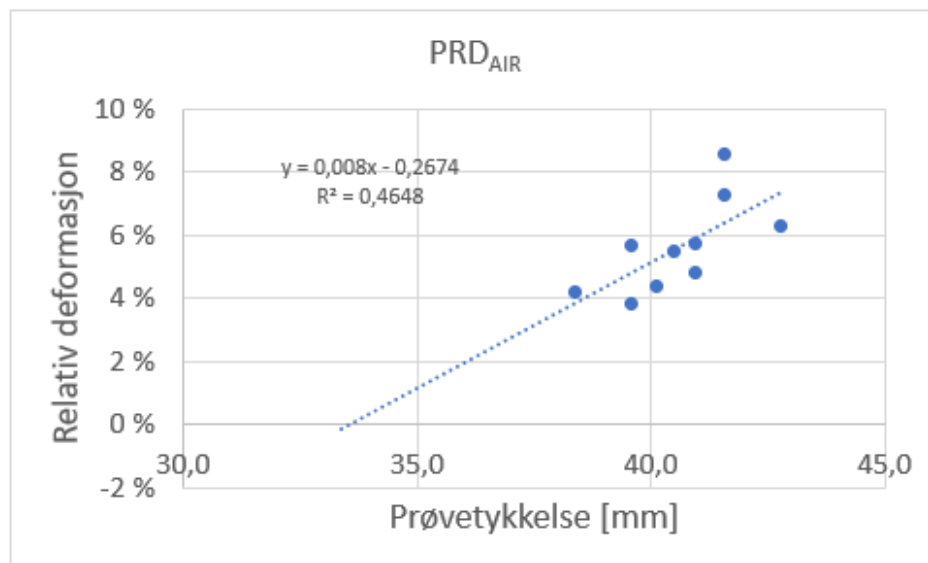
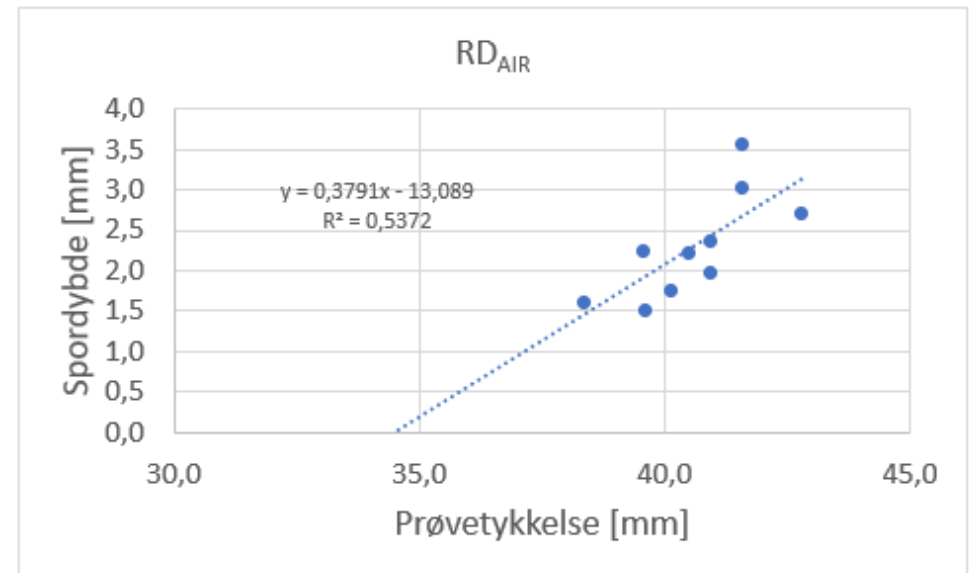
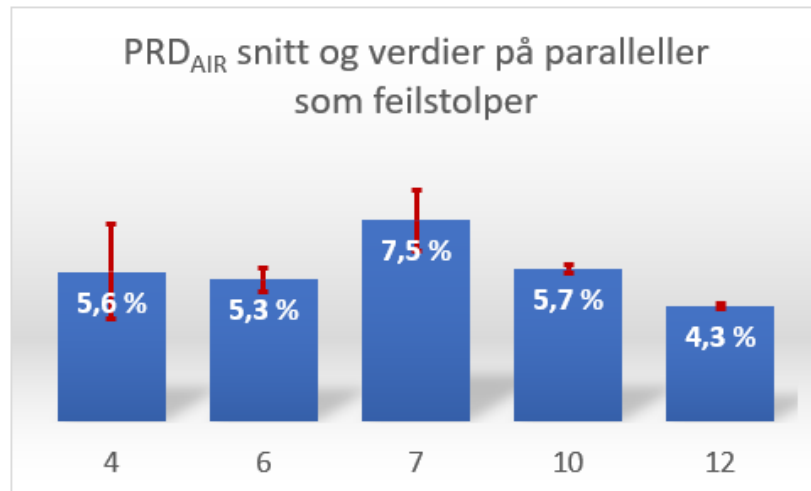


Etterpå «klokskap»

- Utgangspunktet for ringanalysen var kjernene og den variasjonen som fantes i dem
 - Ved mottak ble det påpekt visuelle forskjeller på prøvene
 - Det er i liten grad påvist systematiske målbare materialforskjeller, men det var antageligvis forskjell i dekketykkelse
 - Den ser ut til å ha variert fra 40 – 50 mm.
- Prøve 4 ble målt til 40 mm dekketykkelse. Bilder til høyre viser undersiden av kjernene
 - Kjerne 4A ble kappet på 39,6 mm Øverste bilde
 - Kjerne 4B ble kappet på 41,6 mm Nederste bilde



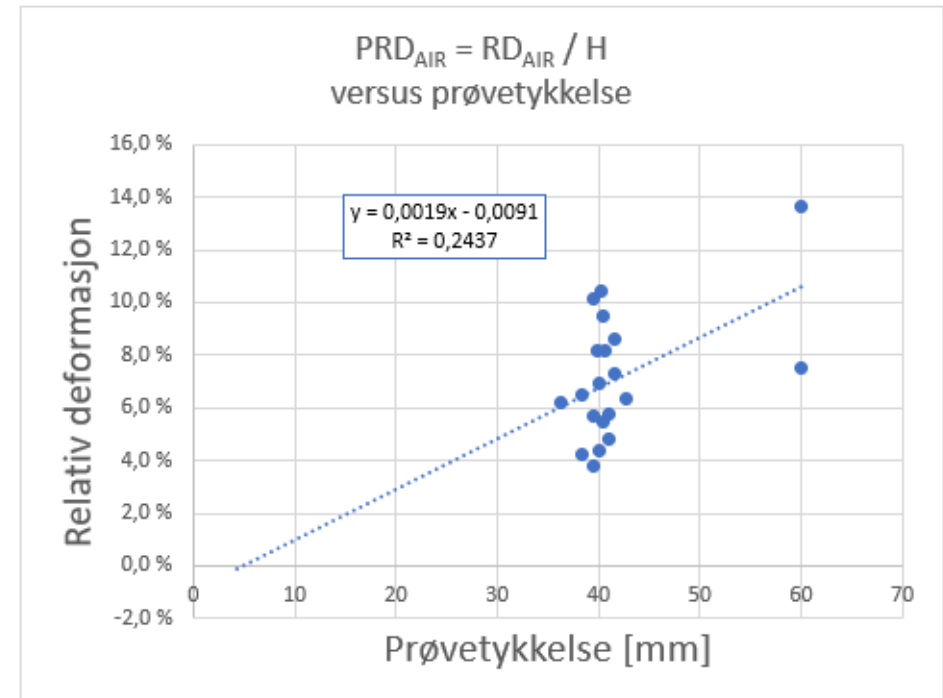
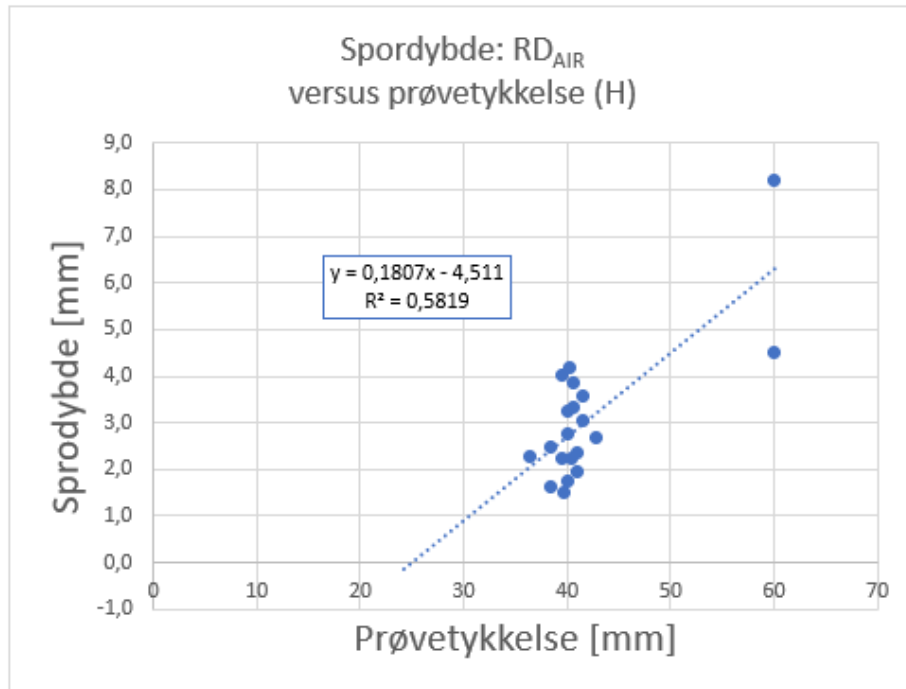
Deformasjon mot tykkelse – for 4, 6, 7, 10 og 12



Ringanalysen 2021 – Ukritisk korrelasjon ?

[Ansvarsfraskrivelse: Kun illustrasjon av betydningen av hvordan data presenteres]

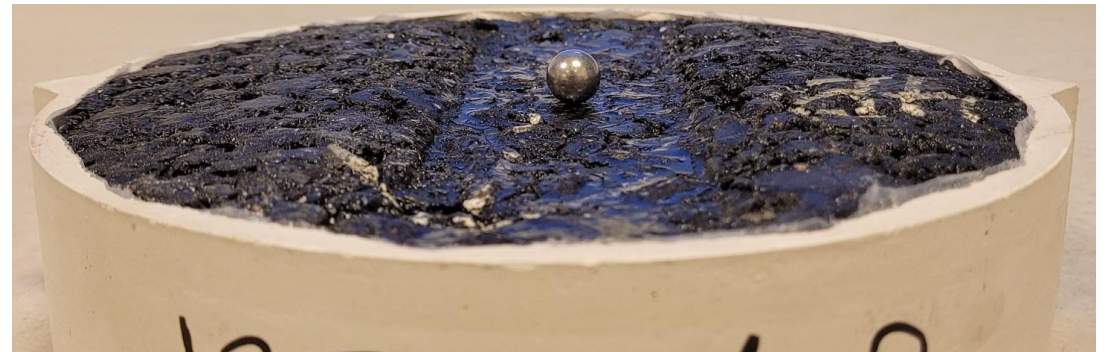
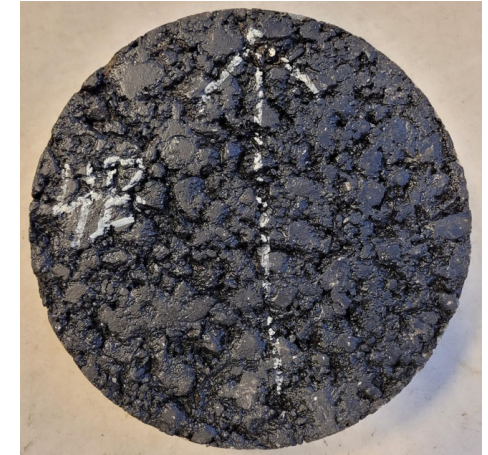
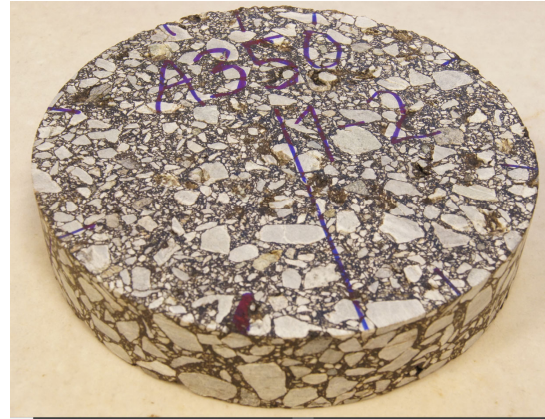
Effekt av prøvetykkelse – alle laboratorier / kjerner



- Alle dataene
 - RD gir god korrelasjon => Spordybden avhenger sterkt av prøvetykkelsen
 - PRD gir fortsatt en viss korrelasjon med høyden
 - «Korrelasjonen» kan skyldes at man tester på underliggende lag og ikke at PRD generelt er bedre egnet.
- Man kan som oftest finne «en eller annen» forklaring i etterkant.
- Forståelse har vi først når vi kan forutsi årsak og resultat

Mye å hente på prøvepreparering

- Bilder
 - før test og etter test
 - underside (ofte viktigst)
- Måling av dekketykkelse
 - før kapping
- Måling av kjerner
 - etter kapping
- Beskrivelse av likhet/ulikheter
- Kvantifisering av overflatehulrom
- Måling av densitet
- Lik innstøping (mange punkter)
- Måling av hjulposisjon
 - før start
 - etter test
- Mer ?



Vurdering: 1. Helt like, 2. Ganske like, 3. Ulike, 4. Helt forskjellige

Kjerne	Lagtykkelse [cm]	Likhet	Beskrivelse Forventet [g] kalk: Blødning 3–6, tett 6–10, ru 10–14, grov 14–22, svært grov 22–30+	Kalk [g]
1-1	4	2	Grov, lett blødning. Noe tettere parti i kjerne 1-2	14
1-2	4			10

Temaer hentet fra argumentasjon under kontraktsoppgjør

- Hva er prøvetykkelsen ?
- Skal/må nominell tykkelse brukes til kvalitetskontroll og hvilke konsekvenser får det ?
 - Hvem bærer ansvaret når dekket legges for tynt ?
- Effekt av prøvetykkelse
 - Hva er riktigste mål på materialkvaliteten (RD, PRD, WTS eller annet) ?
 - Hvilken nytte har vi av testen om det er initialspor vi måler ?
- Avrunding
 - Er 9.4 større enn 9 ?
- Referanseutstyr eller gjennomsnitt av Byggherre og Entreprenør?
- Metodeusikkerhet
 - Verdiene er sagt å bli bedre på vei enn ved forhåndstesting
 - Likevel, typisk 30 – 40 % «snillere» krav på vei
 - Dekker dette metodeusikkerheten ?
- Hvilken gyldighet har presisjonsdata (som r og R) for metoden ?
 - Har de overføringsverdi til prøver fra vei ?

TAKK FOR MEG !