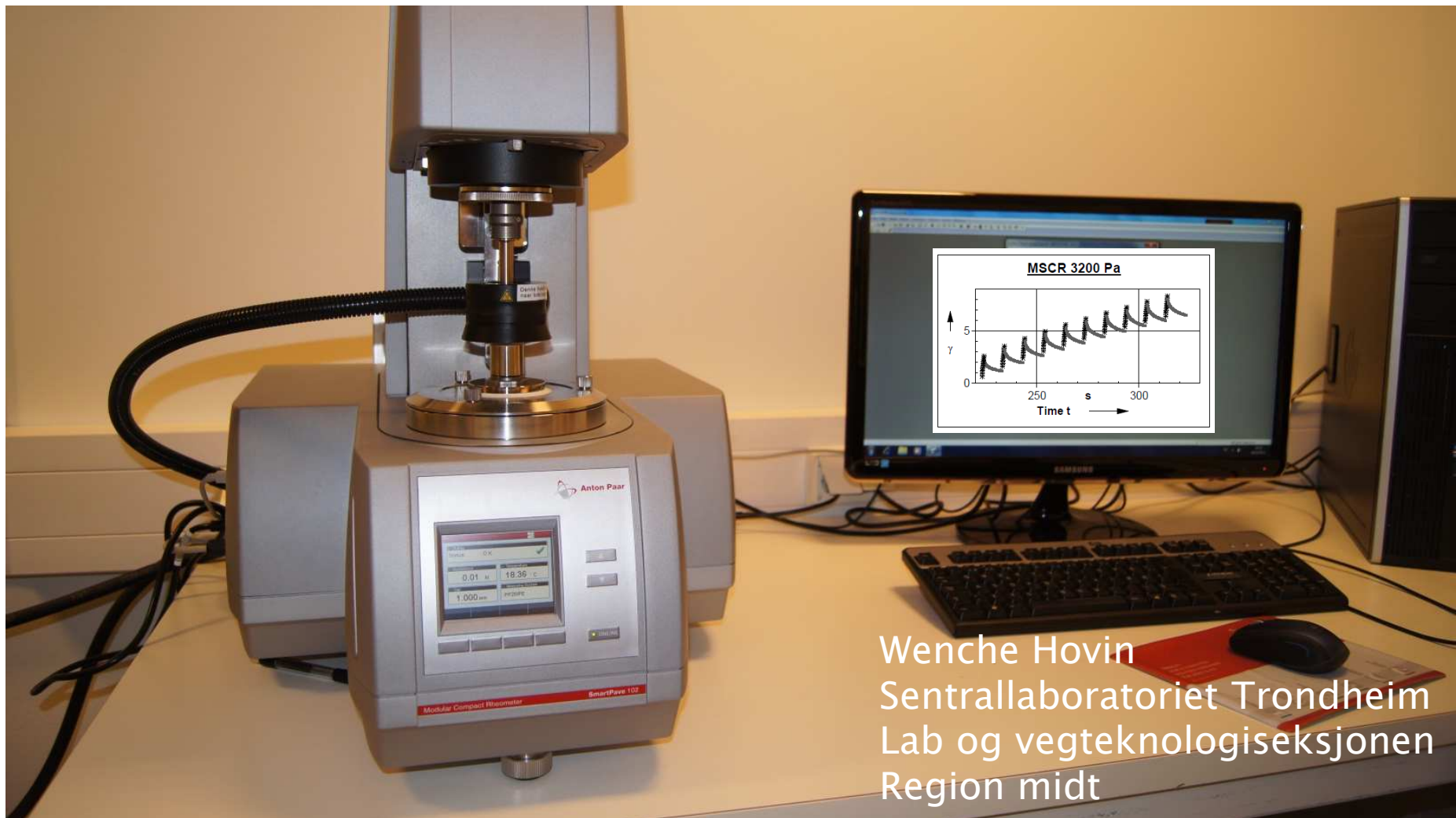




Statens vegvesen

NABin 2016

MSCRT – en innføring i metoden



Wenche Hovin
Sentrallaboratoriet Trondheim
Lab og vegteknologiseksjonen
Region midt



- Hvorfor MSCRT?
- Måling og resultater
- Vise eksempler og sammenligne med andre metoder

MÅL: Gi kunnskap om metoden og hvordan resultatene skal tolkes.



Statens vegvesen

Hvorfor trenger vi MSCRT?



26.10.2016



Statens vegvesen

- Study of the two mixes with the same aggregate structure, but different binders.

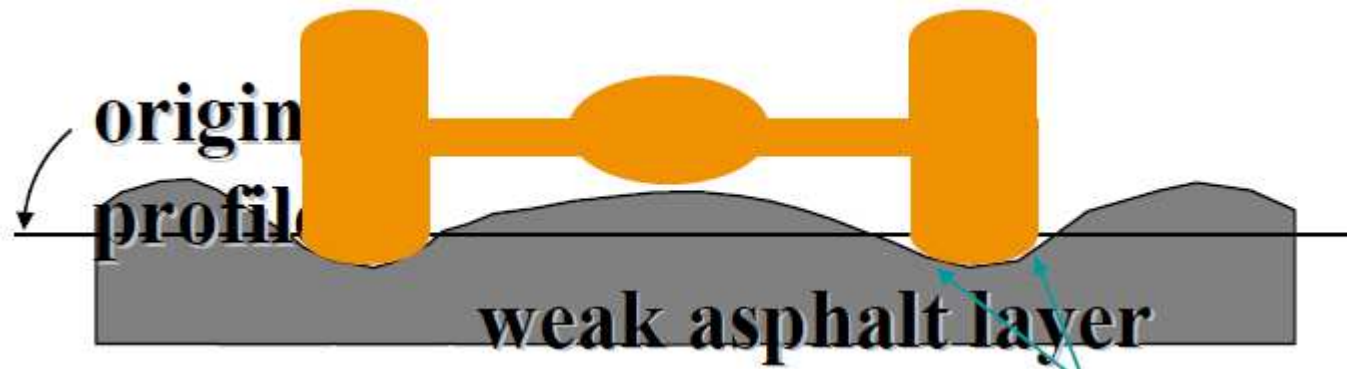
PG 63-22 modified, no rutting



PG 67-22 unmodified, 15mm rut



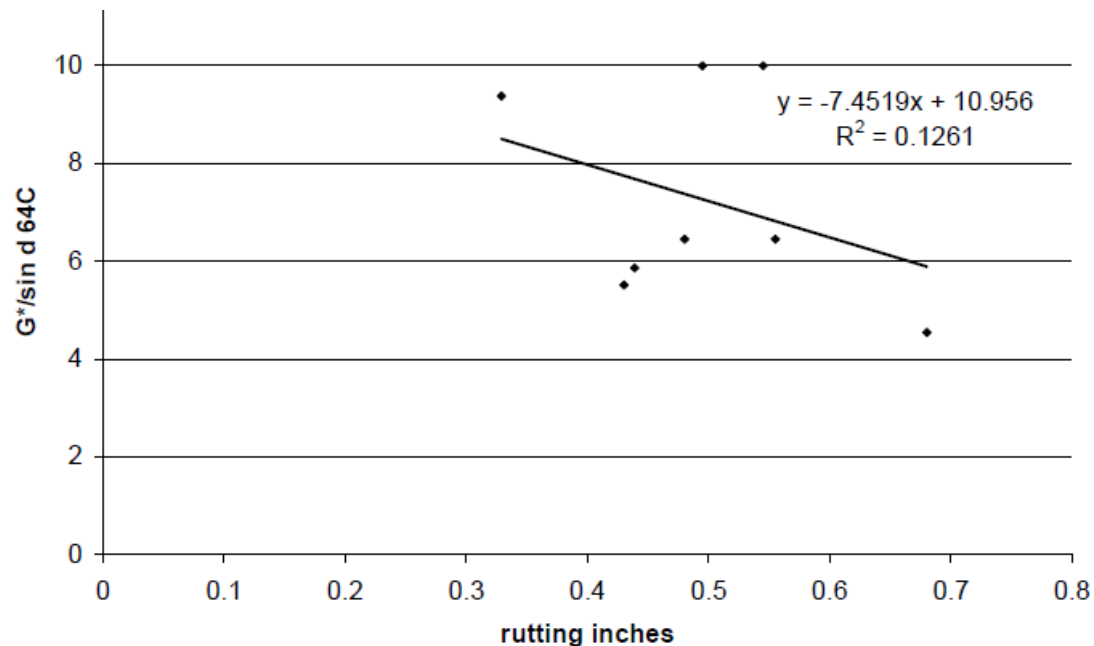
- $G^*/\sin \delta$ testes ved lav spenning og liten tøyning.
- Større krefter og større tøyning når plastiske deformasjon skjer på veg. (Ref. FHWA)



Figuren er hentet fra H. Bahia (2007) @ Bitumendag, Autoworld Brussels



Statens vegvesen



“The sections were heated to 64°C and trafficked with a super-single tire loaded to 10,000 lbs.” (dvs 4,5 tonn)

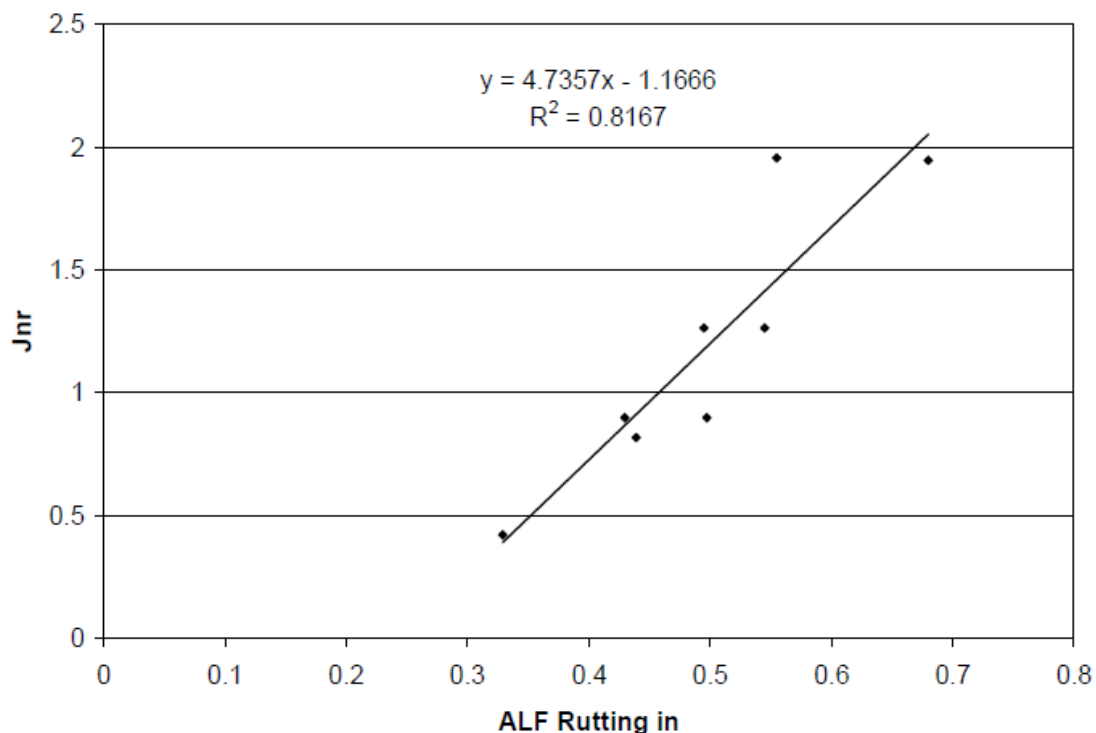
FHWA om $G^*/\sin \delta$ og spordeformasjon:

- God sammenheng for umodifisert bitumen
- Dårlig sammenheng når bindemidlene er modifisert.
- Trenger ny metode relatert til motstand mot trafikkbelastning

Kilde: www.fhwa.dot.gov/pavement/materials/pubs/hif11038/hif11038.pdf



Statens vegvesen



“The sections were heated to 64°C and trafficked with a super-single tire loaded to 10,000 lbs.” (dvs 4536 kg)

FHWA om MSCRT og spordeformasjon:

- God sammenheng i laboratoriforsøk. Umodifisert og oksydert bitumen og bindemidler modifisert med SBS, gummi og Elvaoy inngikk i forsøket.
- Jnr er blind for modifisering

Kilde: www.fhwa.dot.gov/pavement/materials/pubs/hif11038/hif11038.pdf



Statens vegvesen



FHWA om MSCRT og spormålinger på veg:

- God sammenheng også for spormålinger på veg.

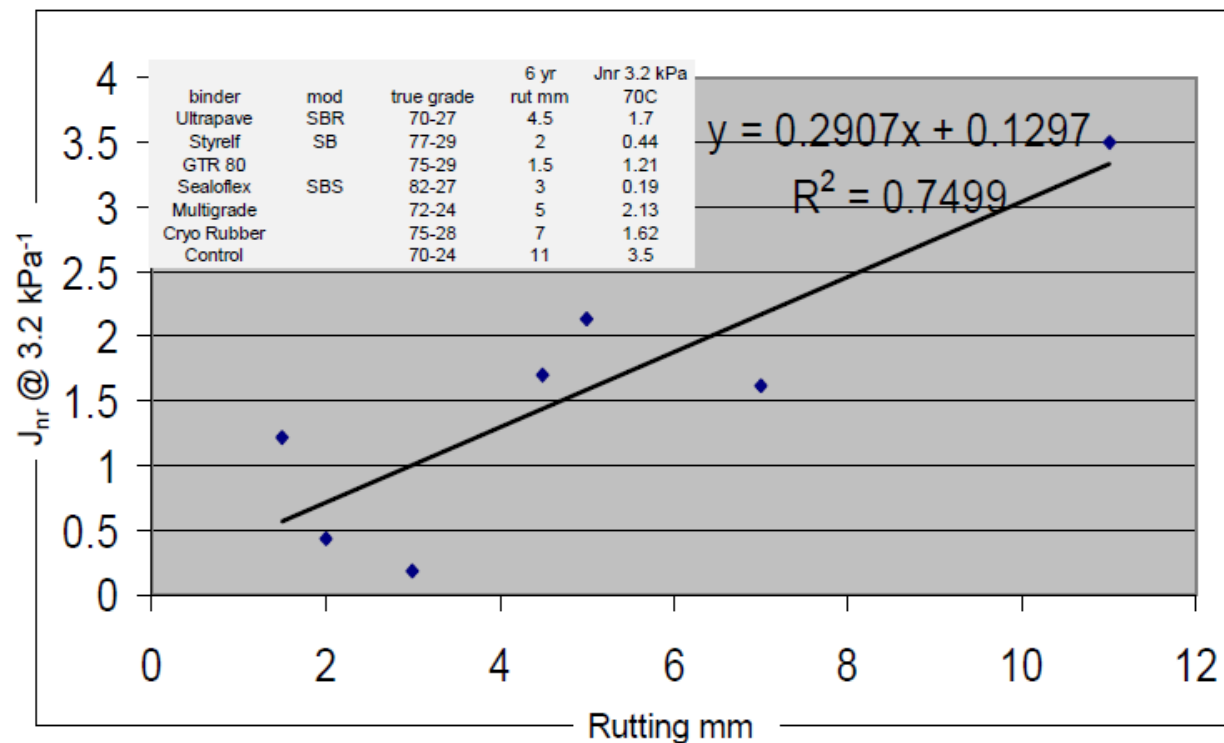


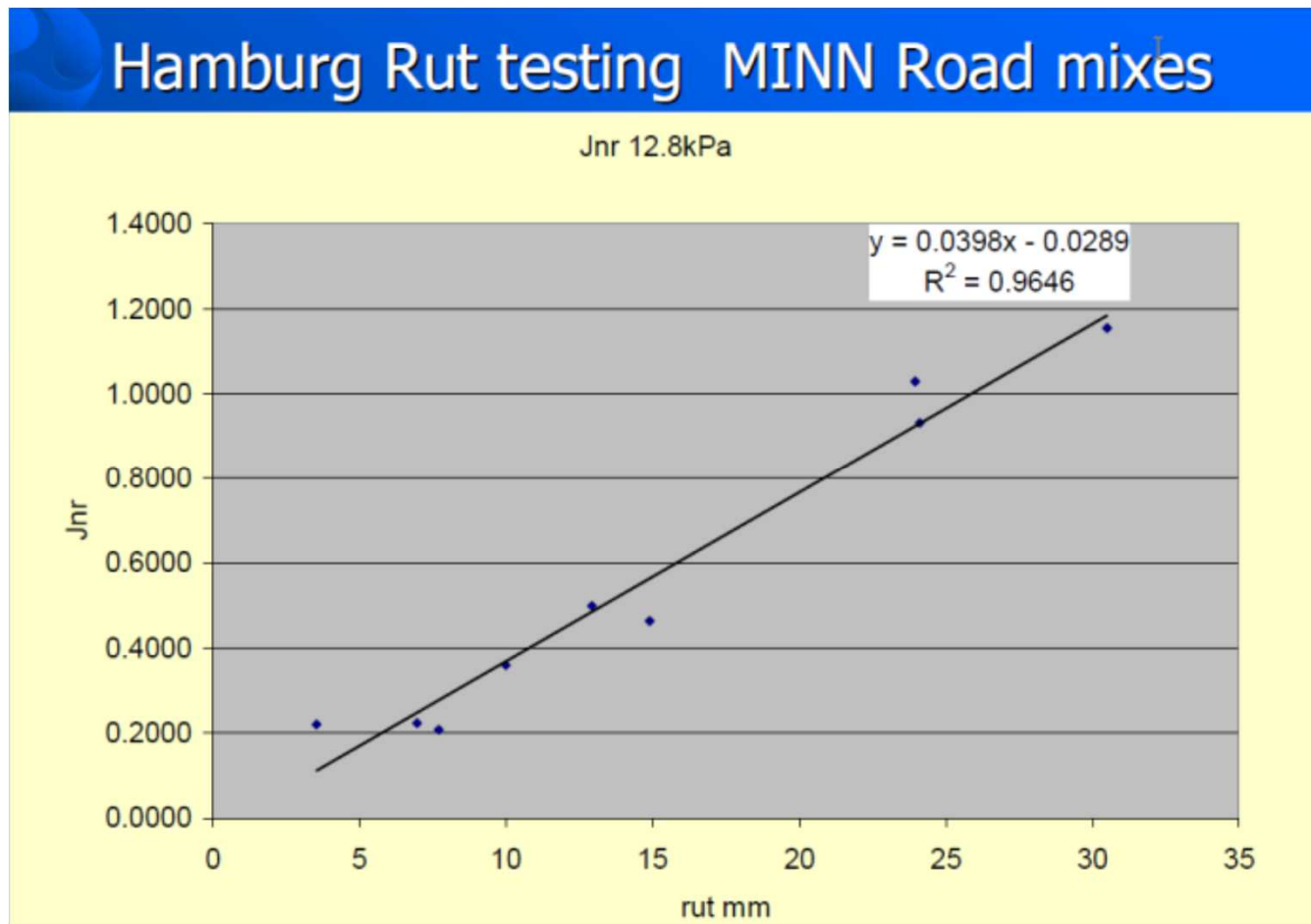
Figure 3: Rutting on I-55 Mississippi vs J_{nr} .

Kilde: www.fhwa.dot.gov/pavement/materials/pubs/hif11038/hif11038.pdf



Statens vegvesen

Minnesota Department of Transportation:



Kilde: www.dot.state.mn.us/materials/bituminousdocs/Bituminous%20-%20Plant/PG%20Implementation%20of%20MSCR-%20white%20paper%20sept.pdf



Performance Related Specification (PRS)

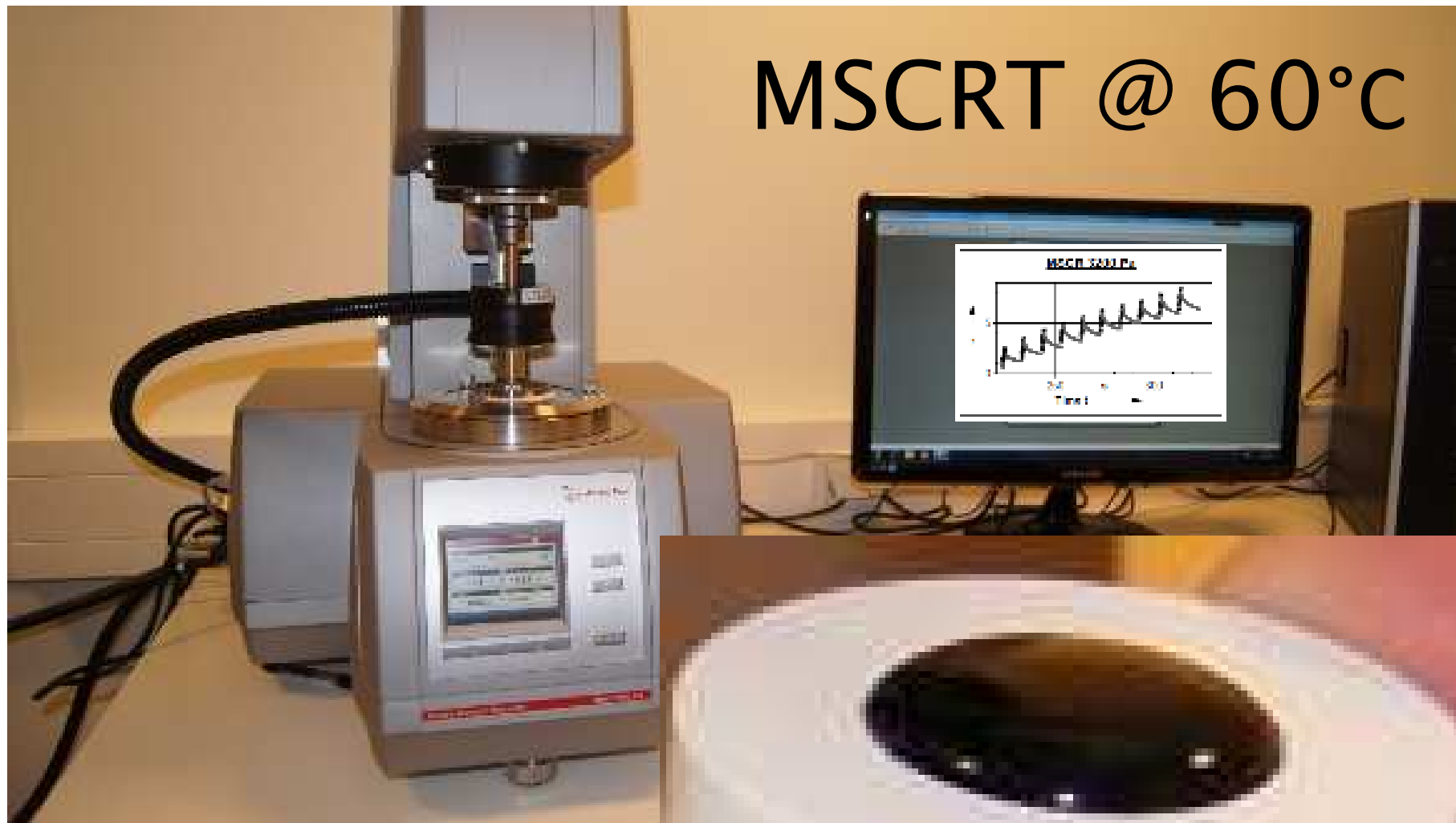
- Ytelsesrelaterte testmetoder for polymermodifiserte bindemidler på vei inn i produktstandarden for pmb.

Table 1— Specification framework for polymer modified bitumen (after EAPA – Eurobitume meeting on 17th March 2016)

PROPERTY		TEST METHOD	UNIT	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Penetration @ 25 °C		EN 1426	1/10 mm	10-40	25-55	45-80	40-100	65-105	75-130	90-150	120-200	200-300
MSCRT after ageing J _{nr} and % Recovery @ 3,2 kPa and @ 60°C		EN 12607-1 ^a + prEN 16659	kPa ⁻¹	DV								
			%	DV								
Softening Point (until the next 5 years review) OK		EN 1427	°C	≥ 80	≥ 75	≥ 70	≥ 65	≥ 60	≥ 55	≥ 50	≥ 45	≥ 40
Low temp behavior after ageing, temp and m-value-at 300 MPa		EN 12607-1 + EN 14769 + EN 14771	°C	DV	Limit 1	Limit 2	Limit 3	Limit 4	Limit 5			
			-	DV								
Cohesion ^b	Force ductility (50 mm/min traction) Or	EN 13589 followed by EN 13703	J/cm ²	≥ 3 at 5 °C	≥ 2 at 5 °C	≥ 1 at 5 °C	≥ 2 at 0 °C	≥ 2 at 10 °C	≥ 3 at 10 °C	≥ 0,5 at 15 °C	≥ 2 at 15 °C	≥ 0,5 at 20 °C
	Tensile test (100 mm/min	EN 13587 followed by	J/cm ²	≥ 3	≥ 2	≥ 1	≥ 3	≥ 3				



Multipel Stress Creep & Recovery (MSCRT) Multippel spenningskryp og tilbakegang

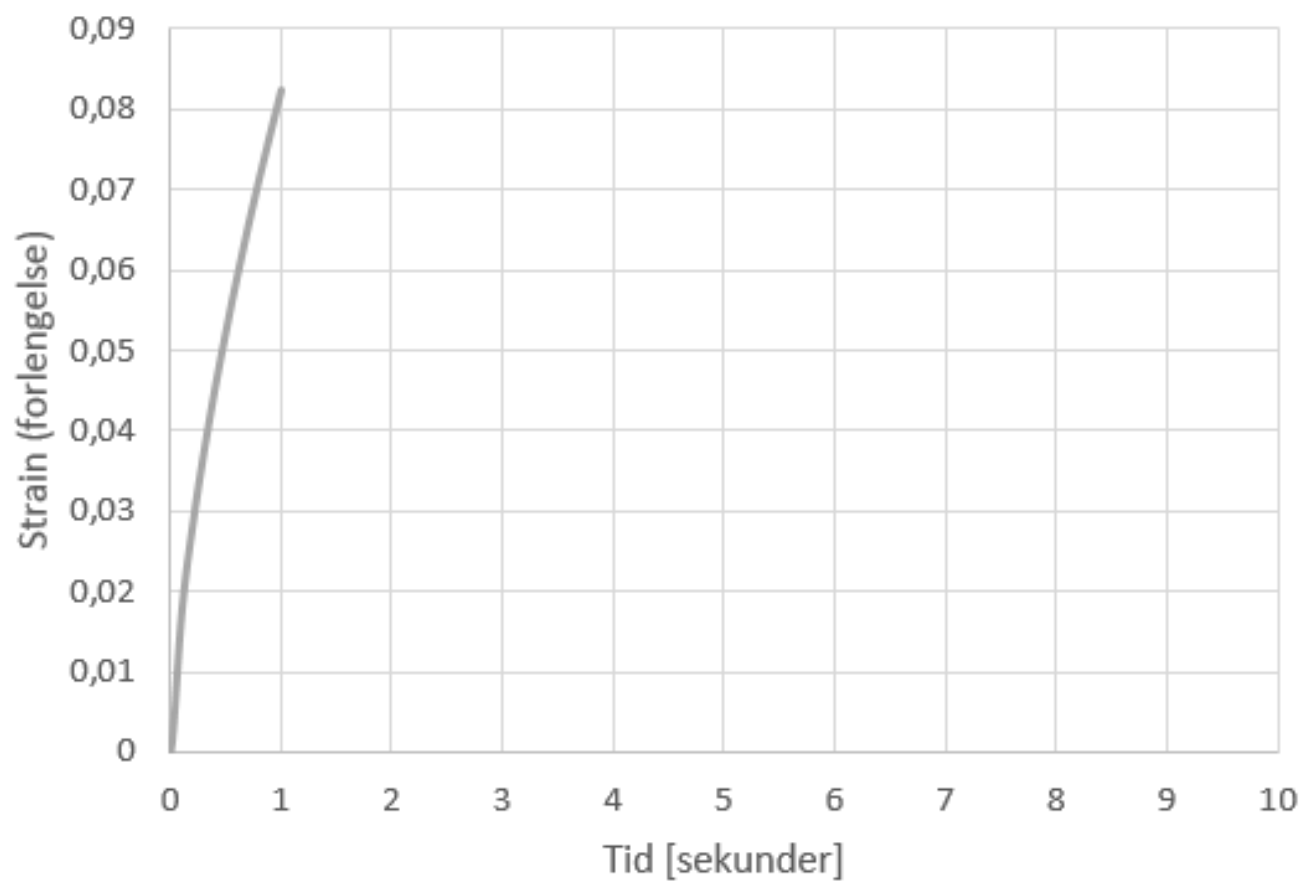




- Krav til mykningspunkt i dagens utgave av produktspesifikasjonen for pmb:
 - Både til ferskt bindemiddel
 - Og til motstand mot oppherding i RTFOT (maksimum økning og maksimum reduksjon)
- Foreløpig forslag til krav for MSCRT i PRS:
 - Kun krav til materialet etter oppherding i RTFOT

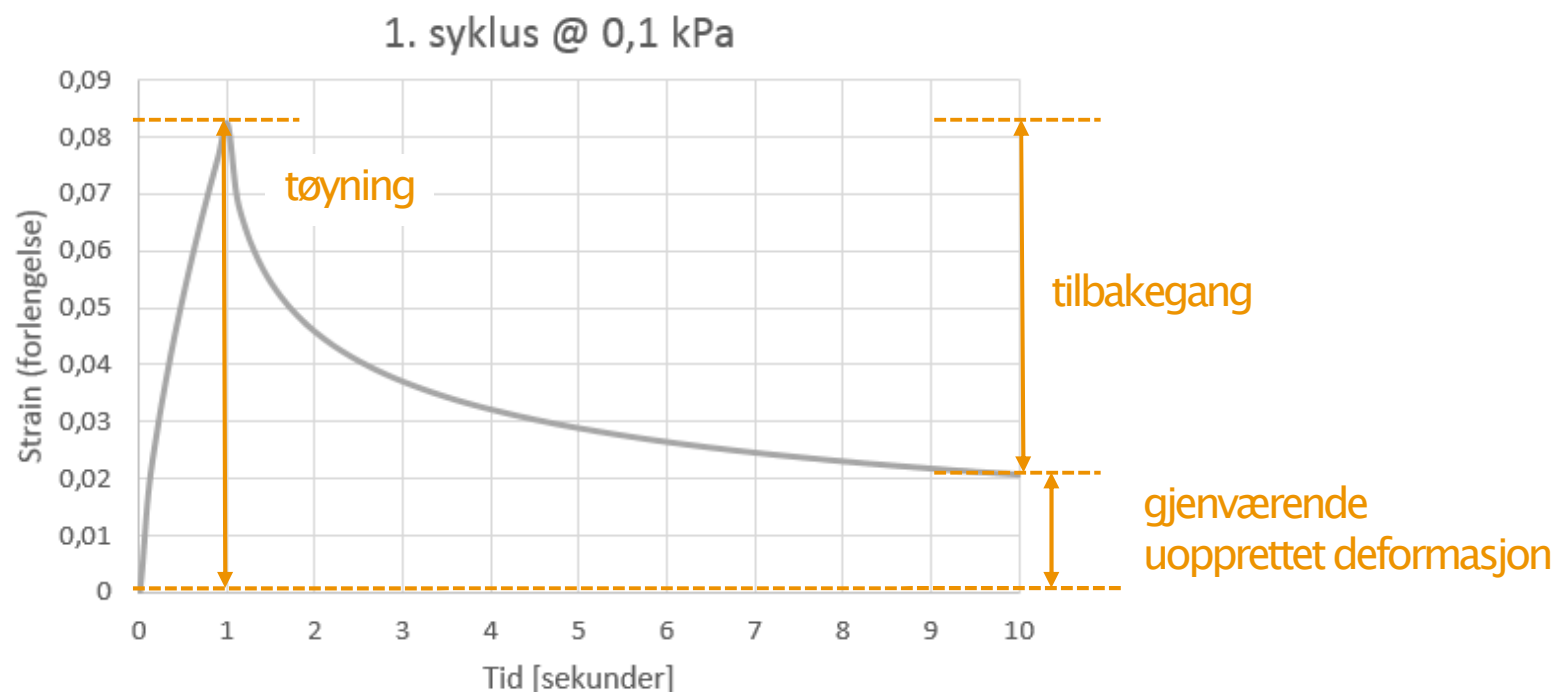


Belastning i 1 sekund med 0,1 kPa



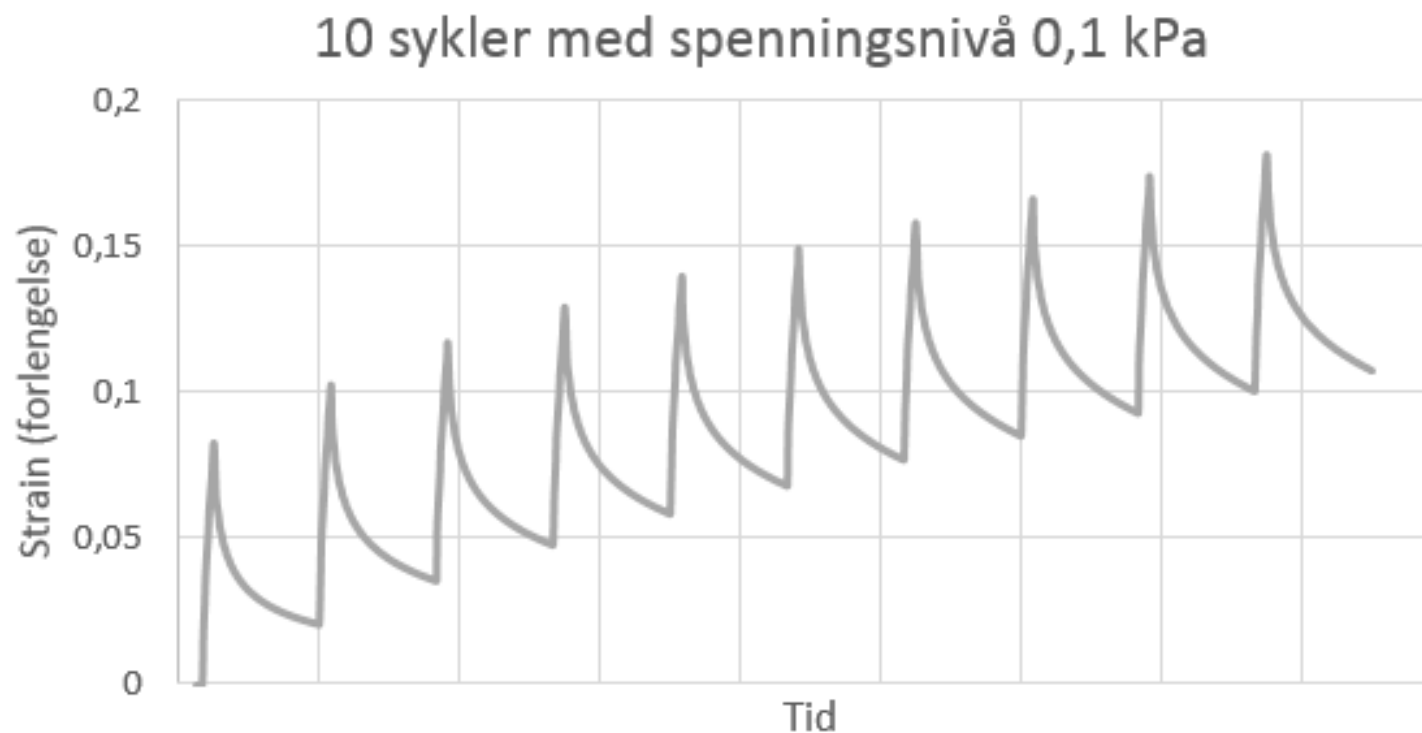


9 sekunder uten belastning,
og prøven er fristilt for tilbakegang.



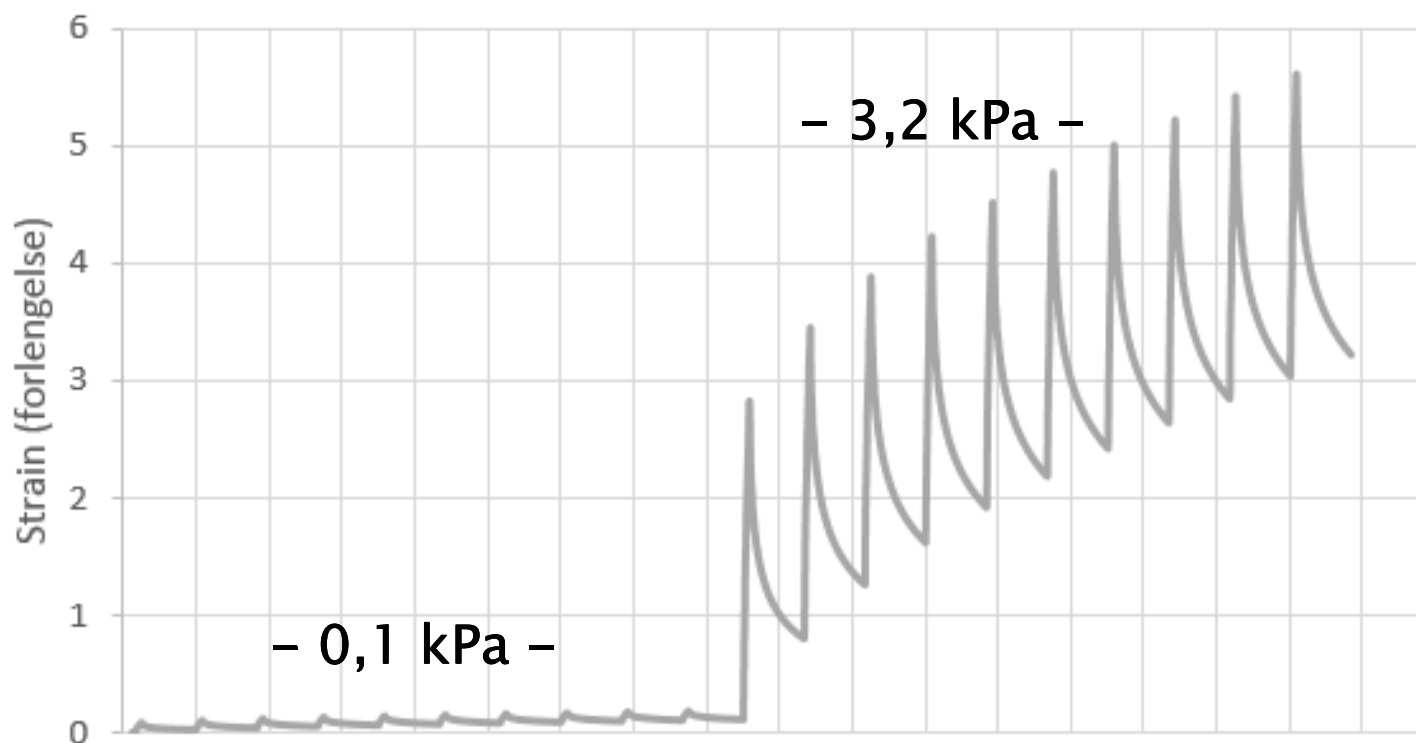


Gjentatt spenningskryp med 0,1 kPa
og elastisk tilbakegang x 10 sykler



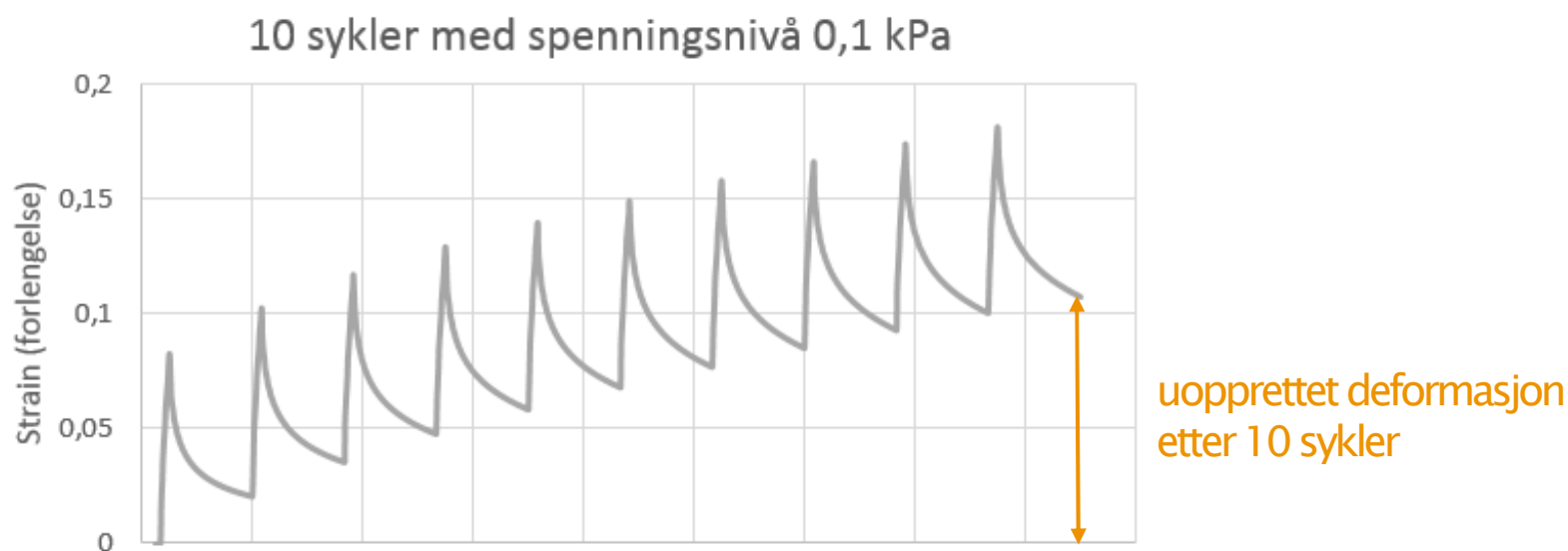
Direkte videre med 10 sykluser med spenningskryp ved forhøyet belastning på 3,2 kPa

10 sykler med 0,1 kPa + 10 nye sykler med 3,2 kPa



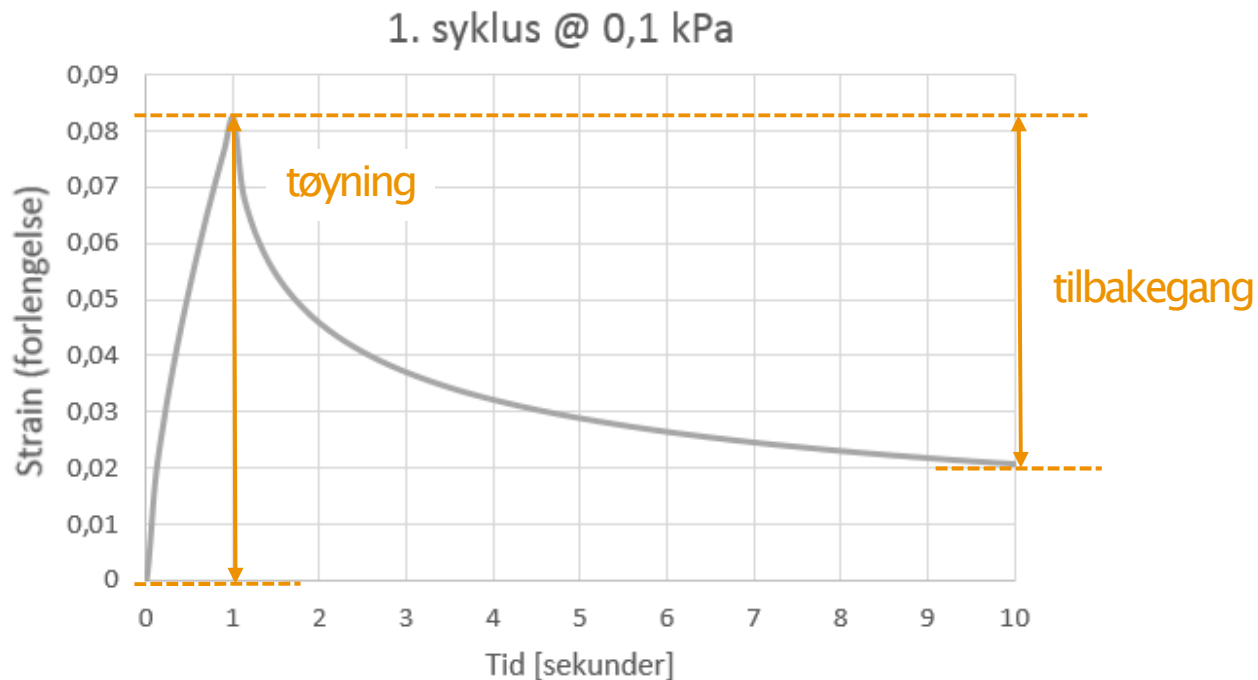


Uopprettet deformasjon relativt til spenningsnivået, J_{nr}



$$J_{nr} = \frac{\frac{\text{uopprettet deformasjon}}{\text{antall sykluser}}}{\text{spenningsnivå}} = \frac{\frac{0,107}{10}}{0,1 \text{ kPa}} = 0,107 \text{ kPa}^{-1}$$

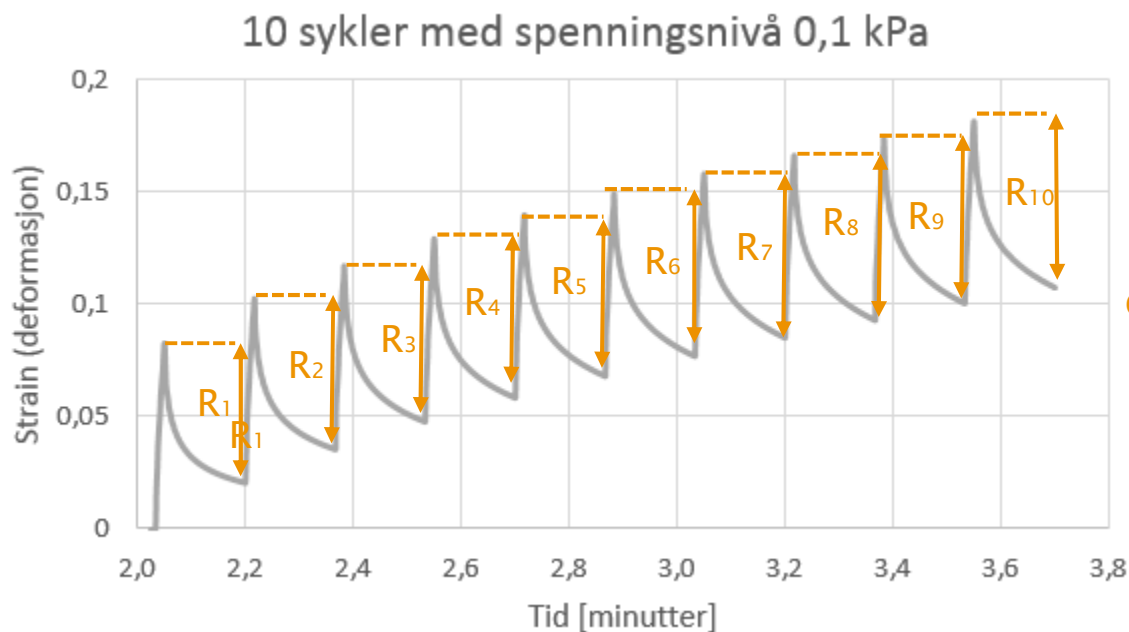
Elastisk tilbakegang for en syklus, R_n



$$R_n = \frac{\text{tilbakegang}}{\text{tøyning}} = \frac{(0,082 - 0,021)}{(0,082 - 0,000)} \times 100 \% = 74 \%$$



Gjennomsnittlig elastisk tilbakegang, R% over hele spenningsnivået



R %
er gjennomsnittlig
R etter 10 sykler

$$R \% = \sum_{n=1}^{10} R_n$$



Parameterne som inngår i foreslått PRS er:

J_{nr} 3,2kPa:

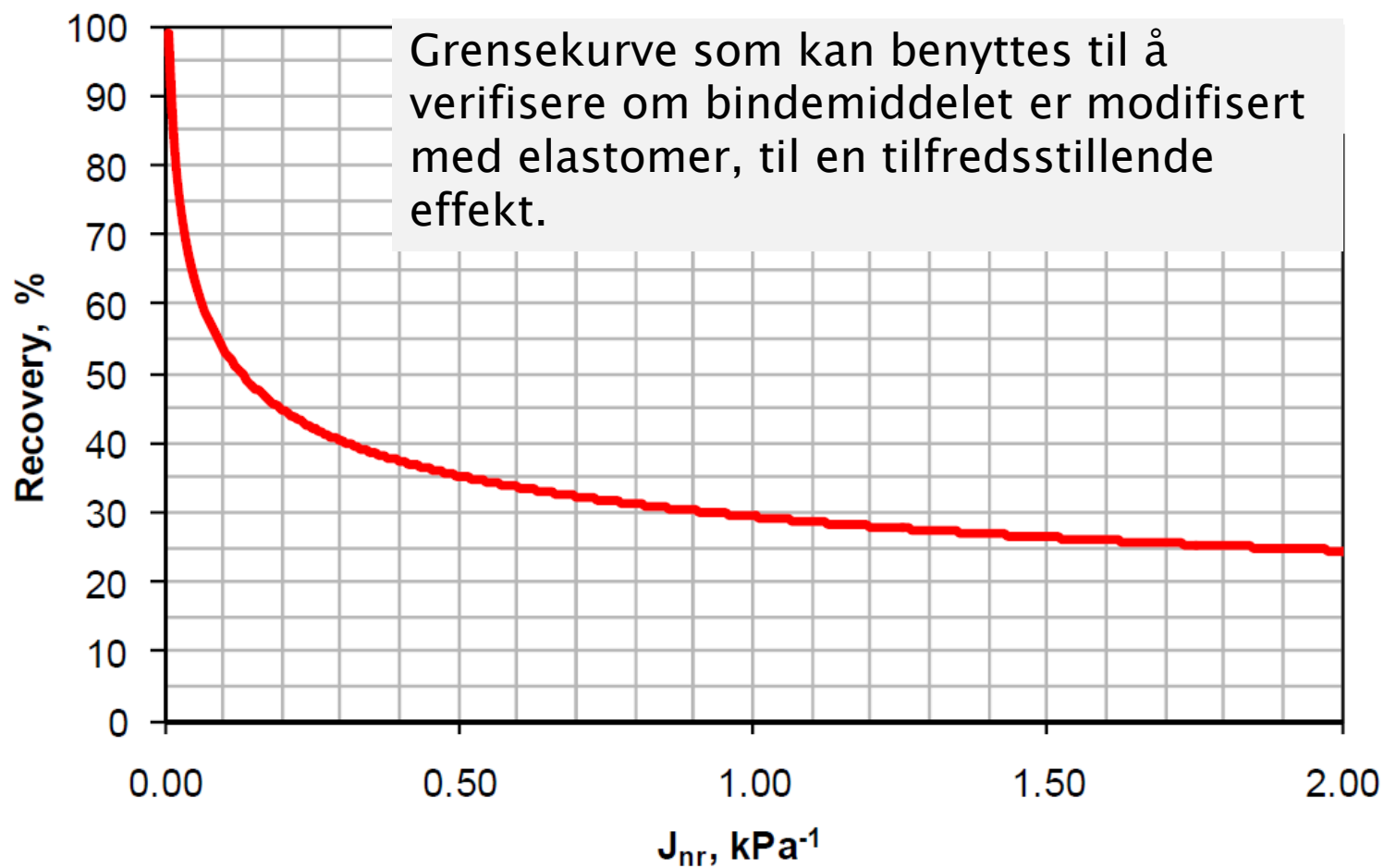
- Uopprettet deformasjon, reaktivt til spenningsnivået, i kPa⁻¹
- Un-recoverable creep compliance
- God korrelasjon til plastisk spordeformasjon

R % 3,2kPa:

- Elastisk tilbakegang, Elastic Recovery, i %
- Kan benyttes til å verifisere om bindemiddelet er tilfredsstillende modifisert med elastomer, eller ikke.



Benyttes i USA, men foreløpig ikke i PRS





Benyttes i USA, men foreløpig ikke i PRS

$$Jnr\text{-diff} : \frac{Jnr_{3,2} - Jnr_{0,1}}{Jnr_{0,1}} \times 100\%$$

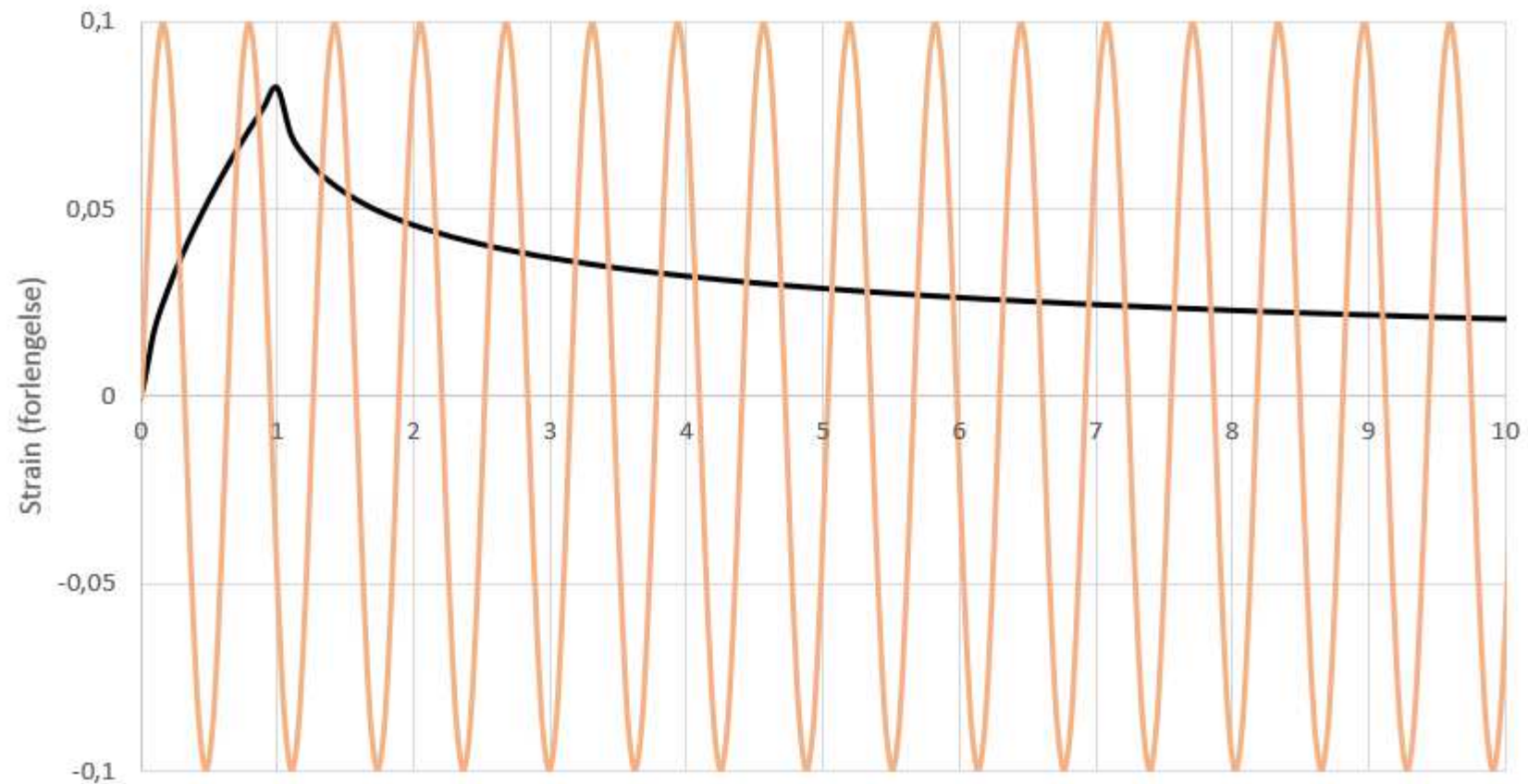
- Spenningssensitivitet, Stress sensitivity, %
- I USA kreves det at $Jnr\text{-diff} < 75\%$

Sammenligning av tøyning ved $G^*/\sin\delta$ versus MSCRT



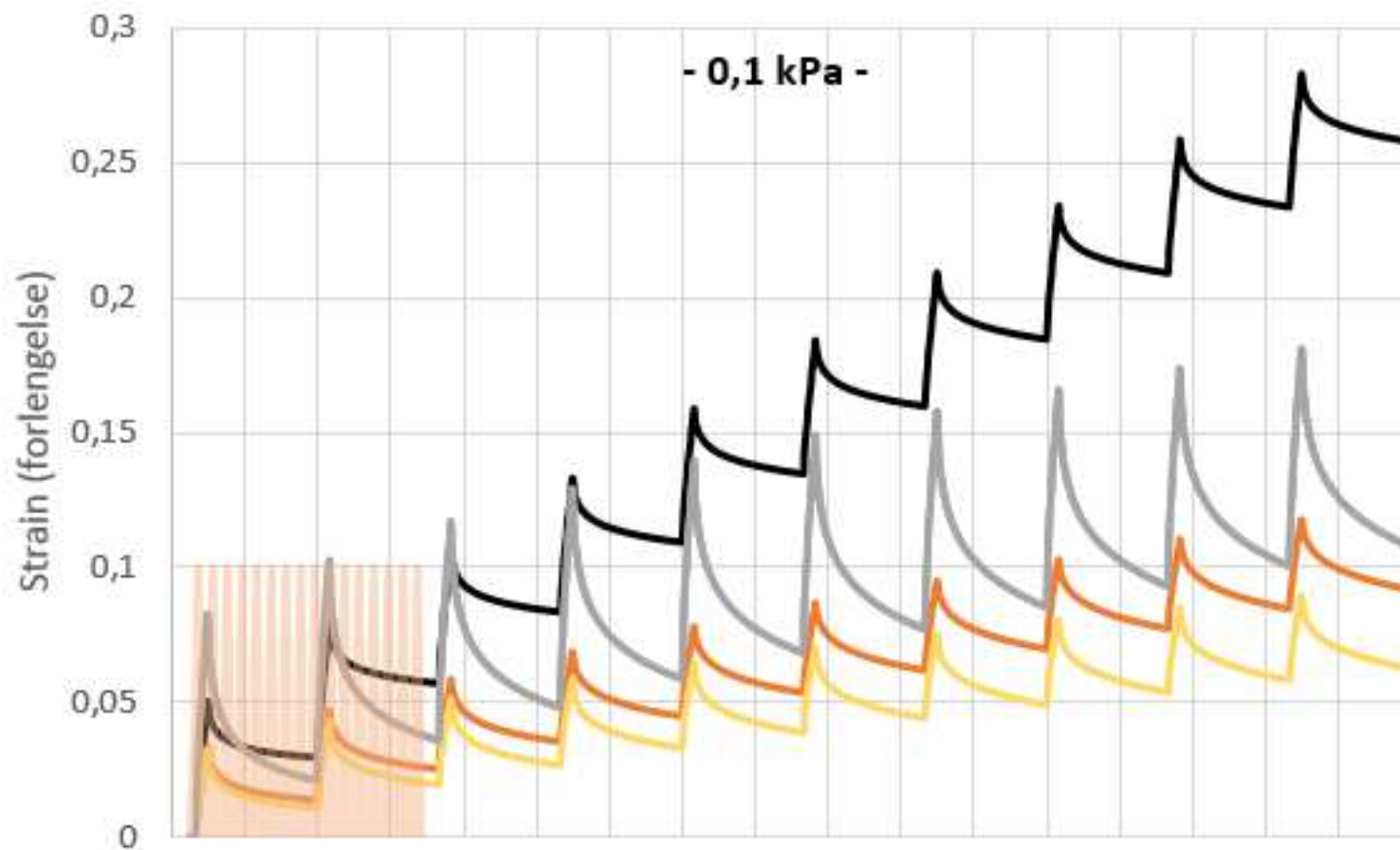
Statens vegvesen

Tøyning ved 0,1 kPa i MSCRT vs. EN 14770
 $\gamma = 10\%$ ($=0,1$) og $f = 1,59$ Hz ($=10$ rad/s)





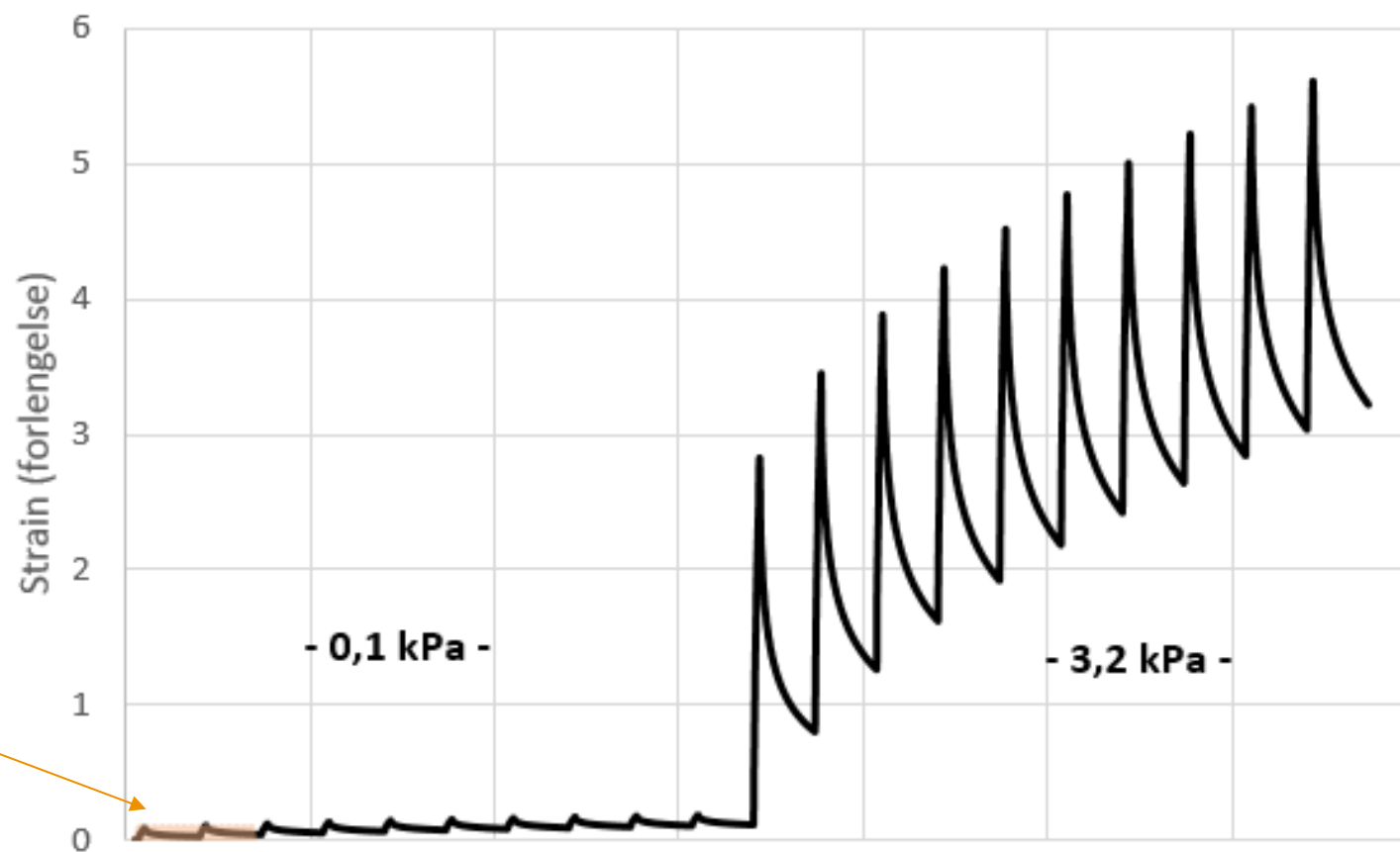
Tøyning ved $G^*/\sin\delta$ versus MSCRT



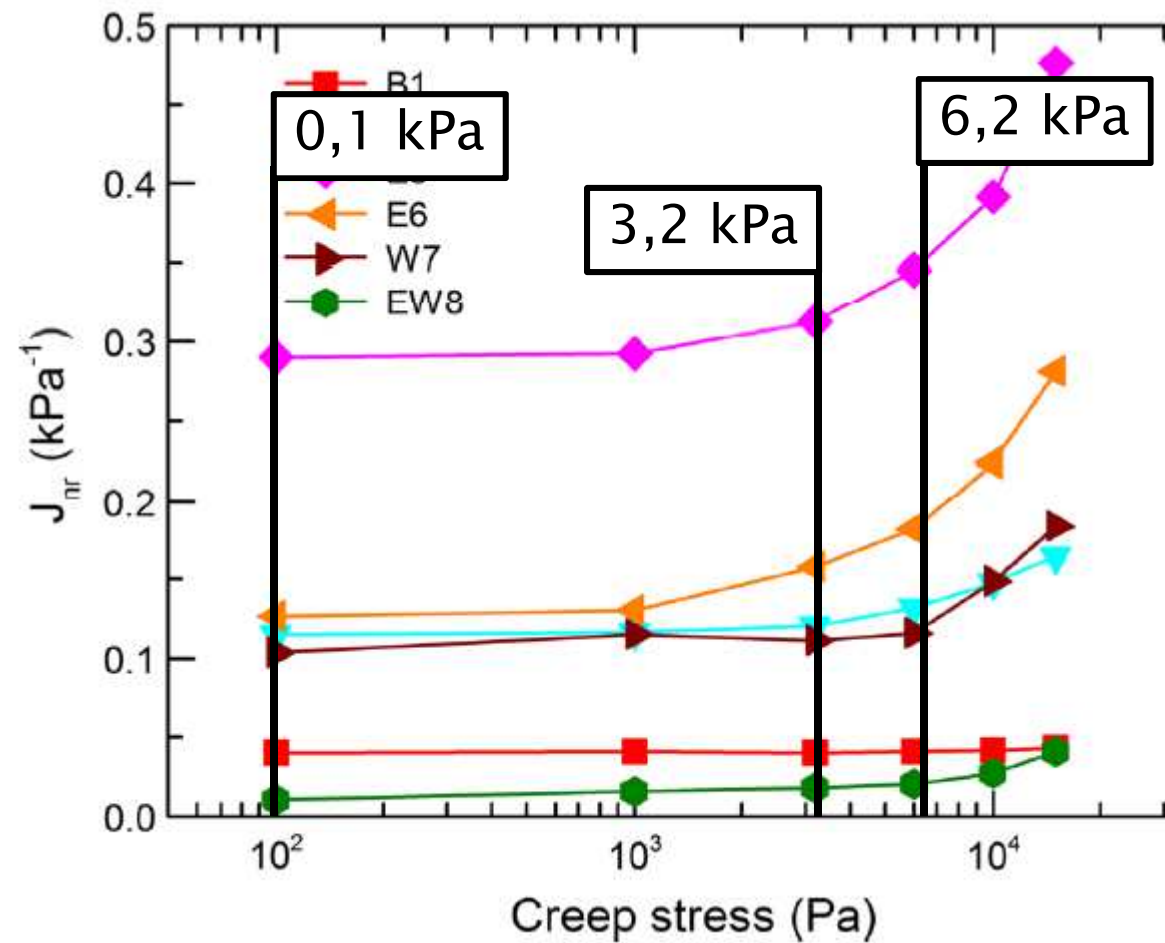


Statens vegvesen

Tøyning ved $G^*/\sin\delta$ versus MSCRT



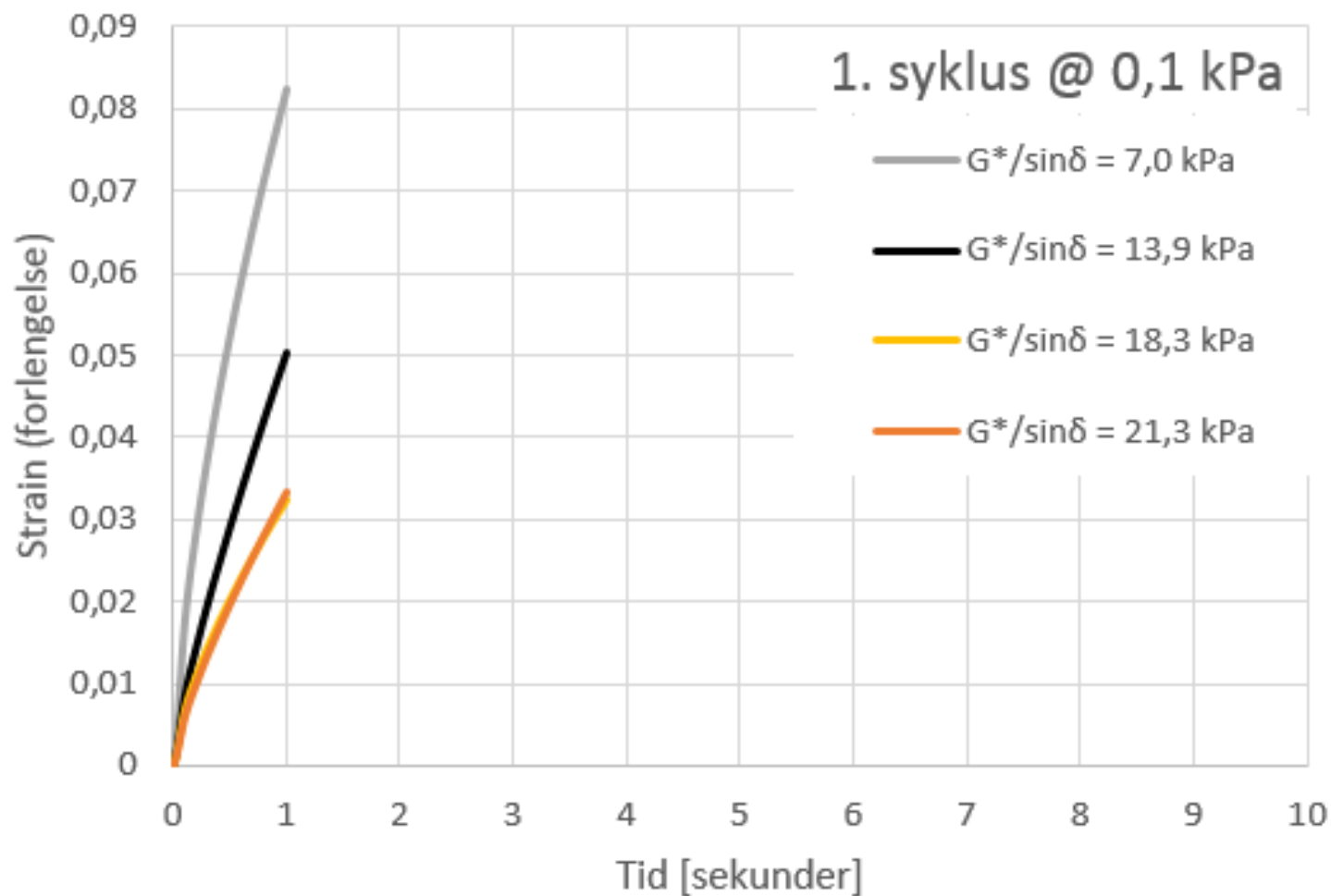
J_{nr} ved økende spenning

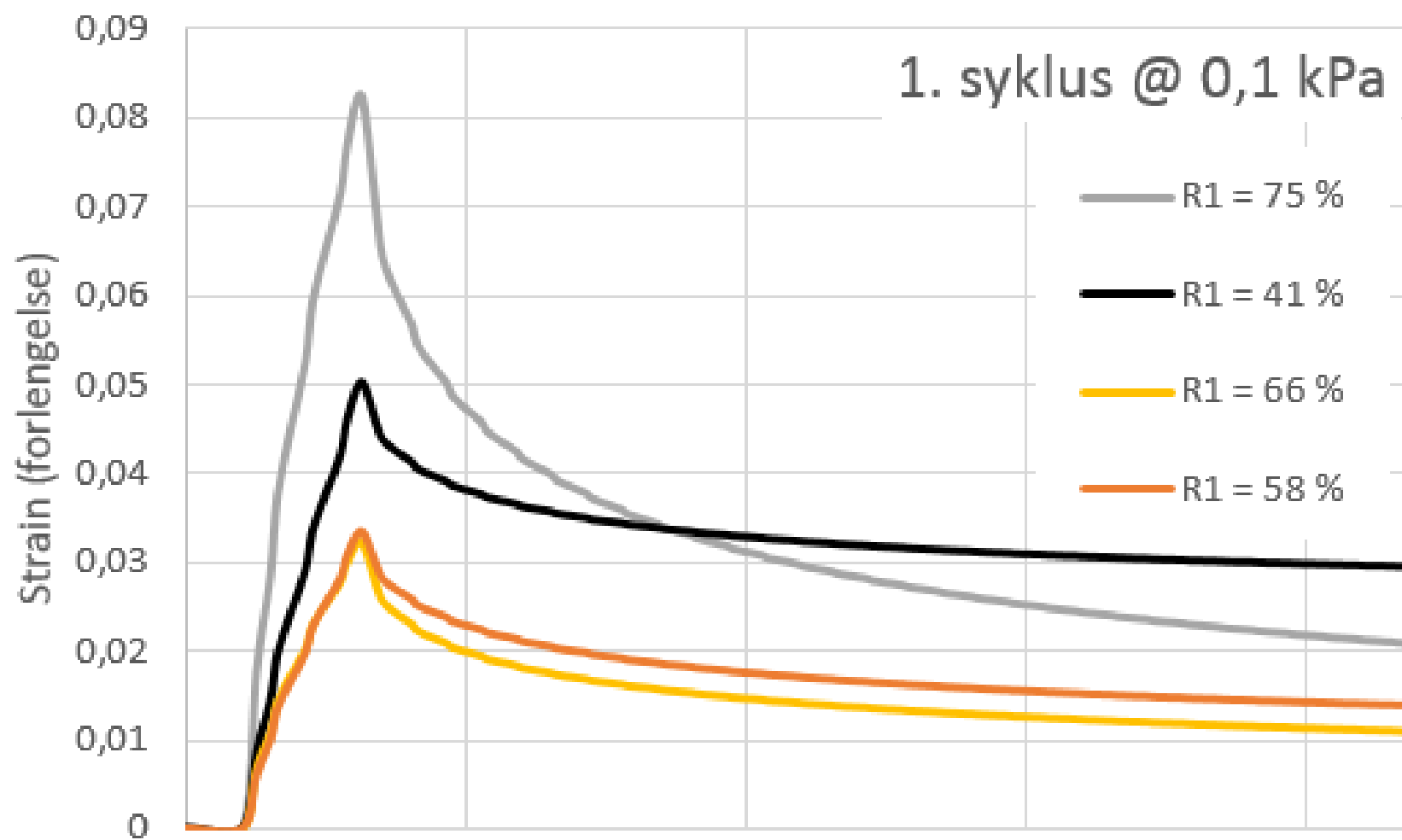


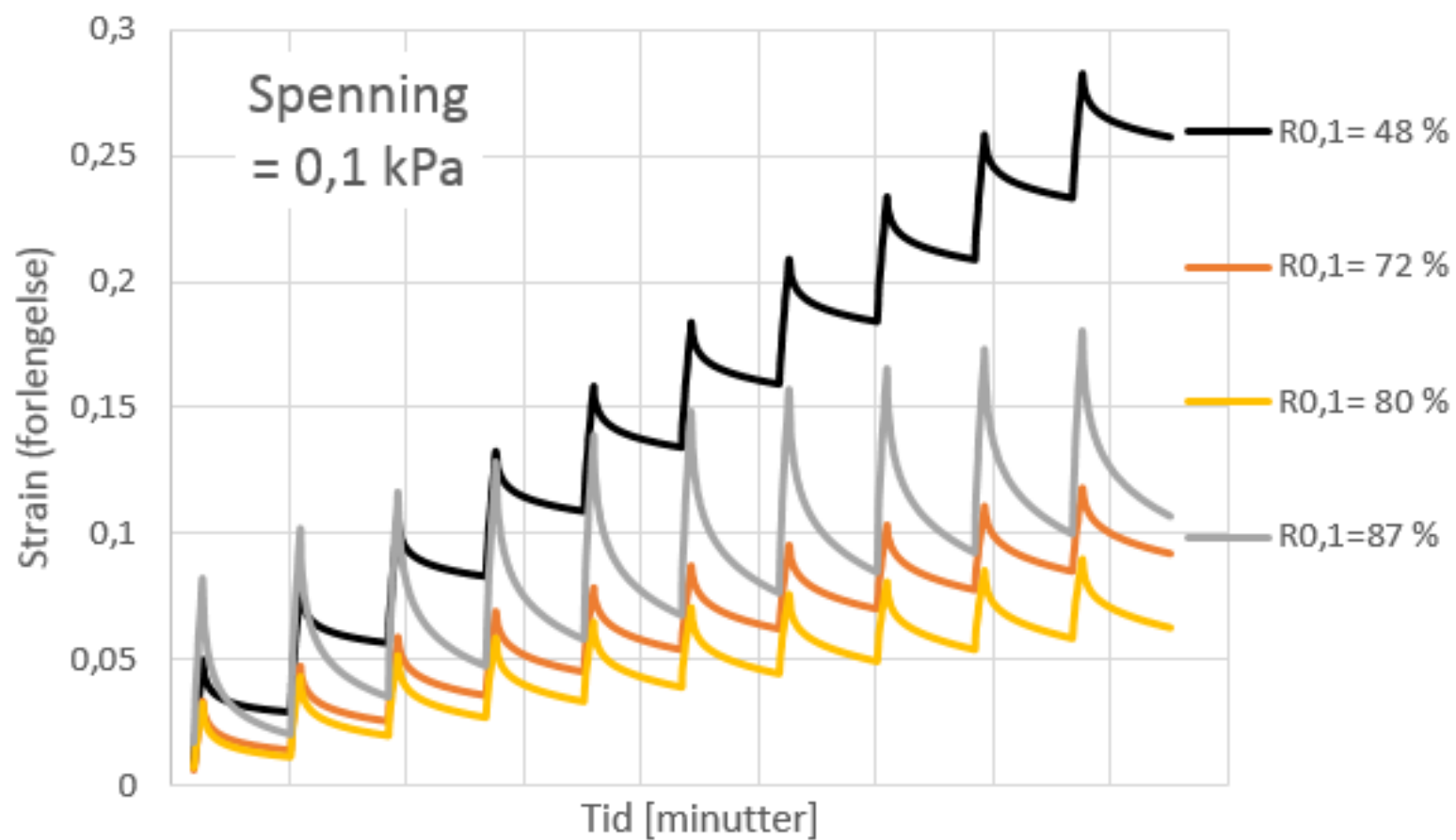
Kilde: Materials and Structures (2015) 48:4039–4053



4 eksempler med pmb fra Varige Veger

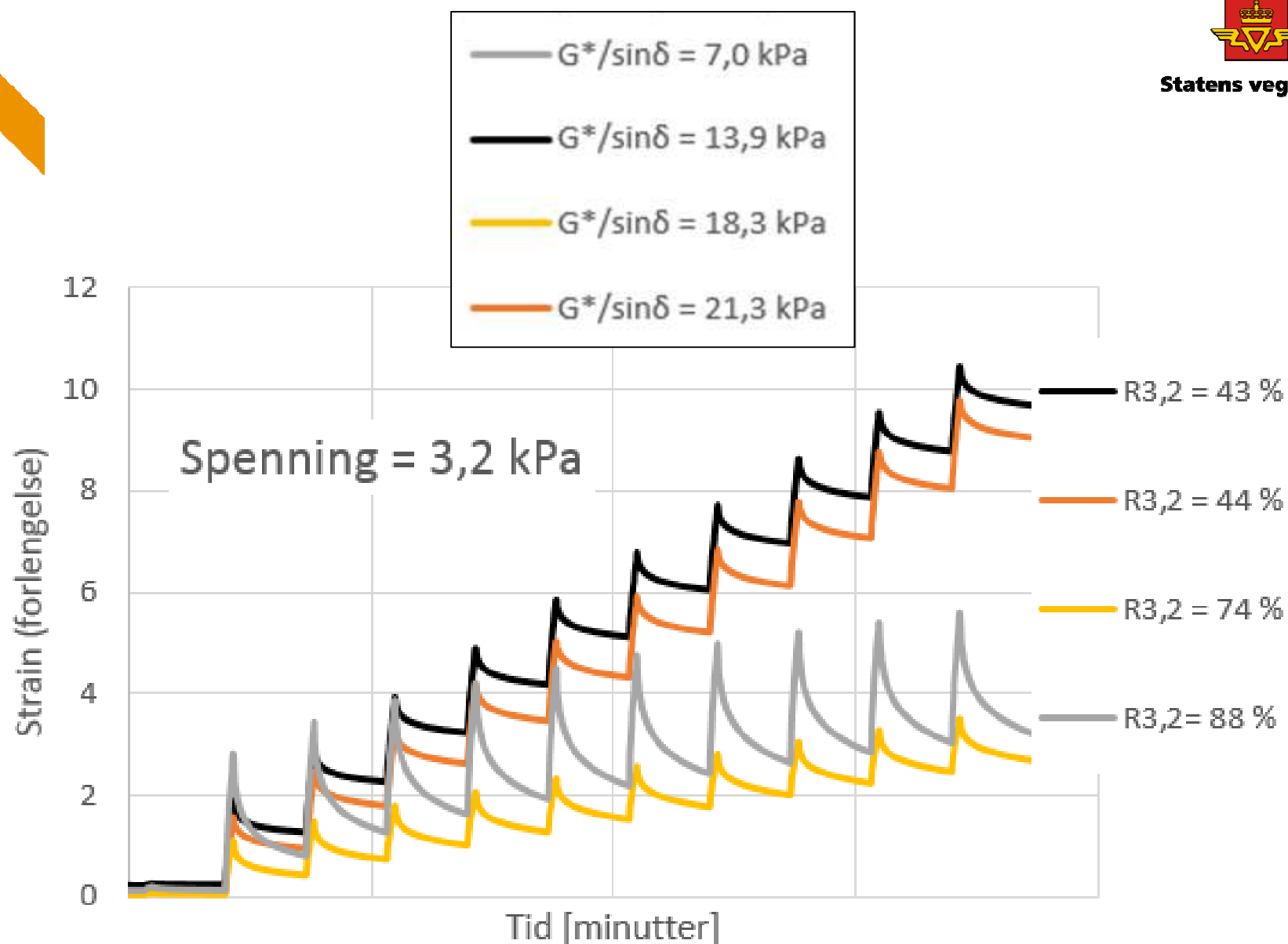








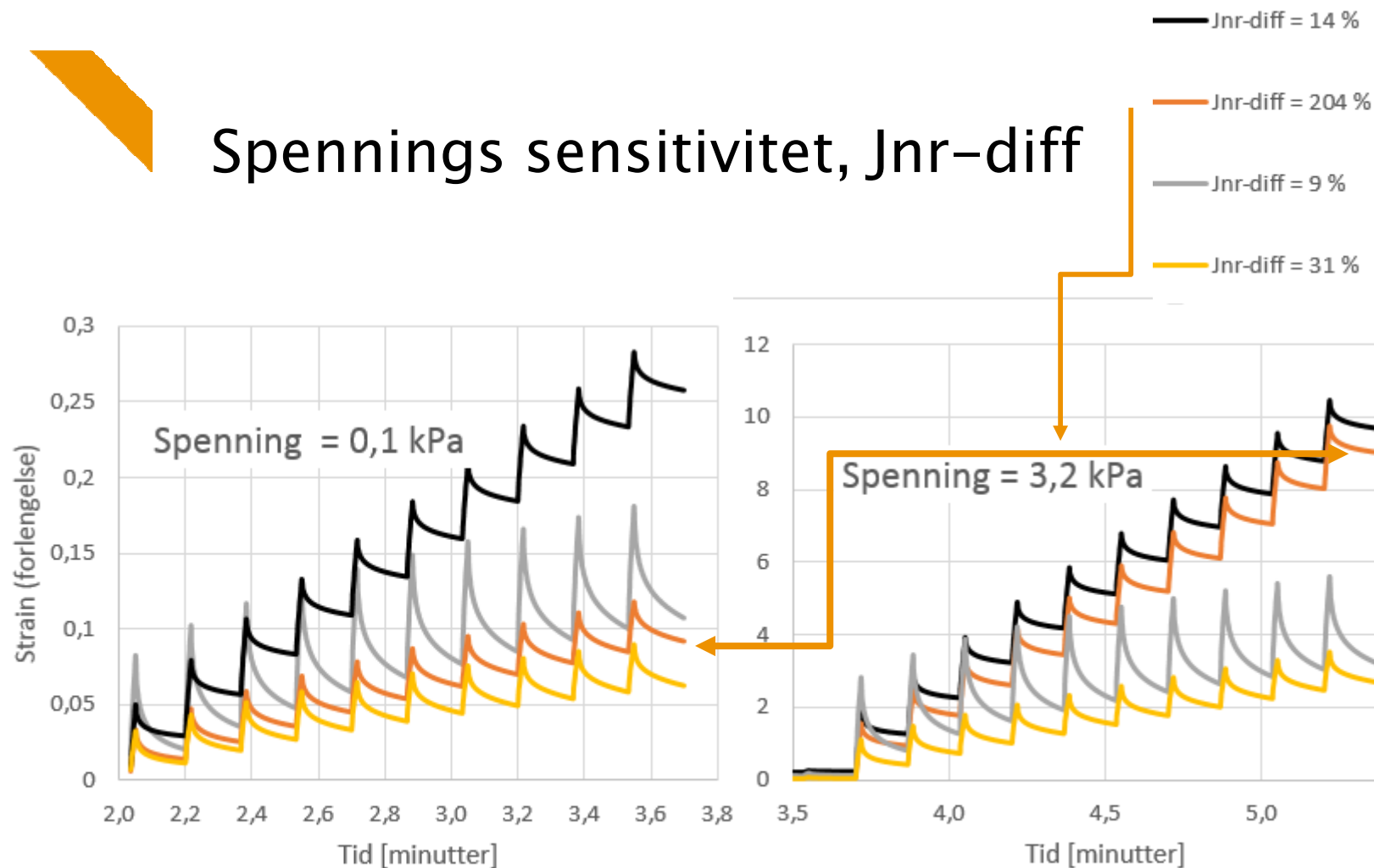
Statens vegvesen





Statens vegvesen

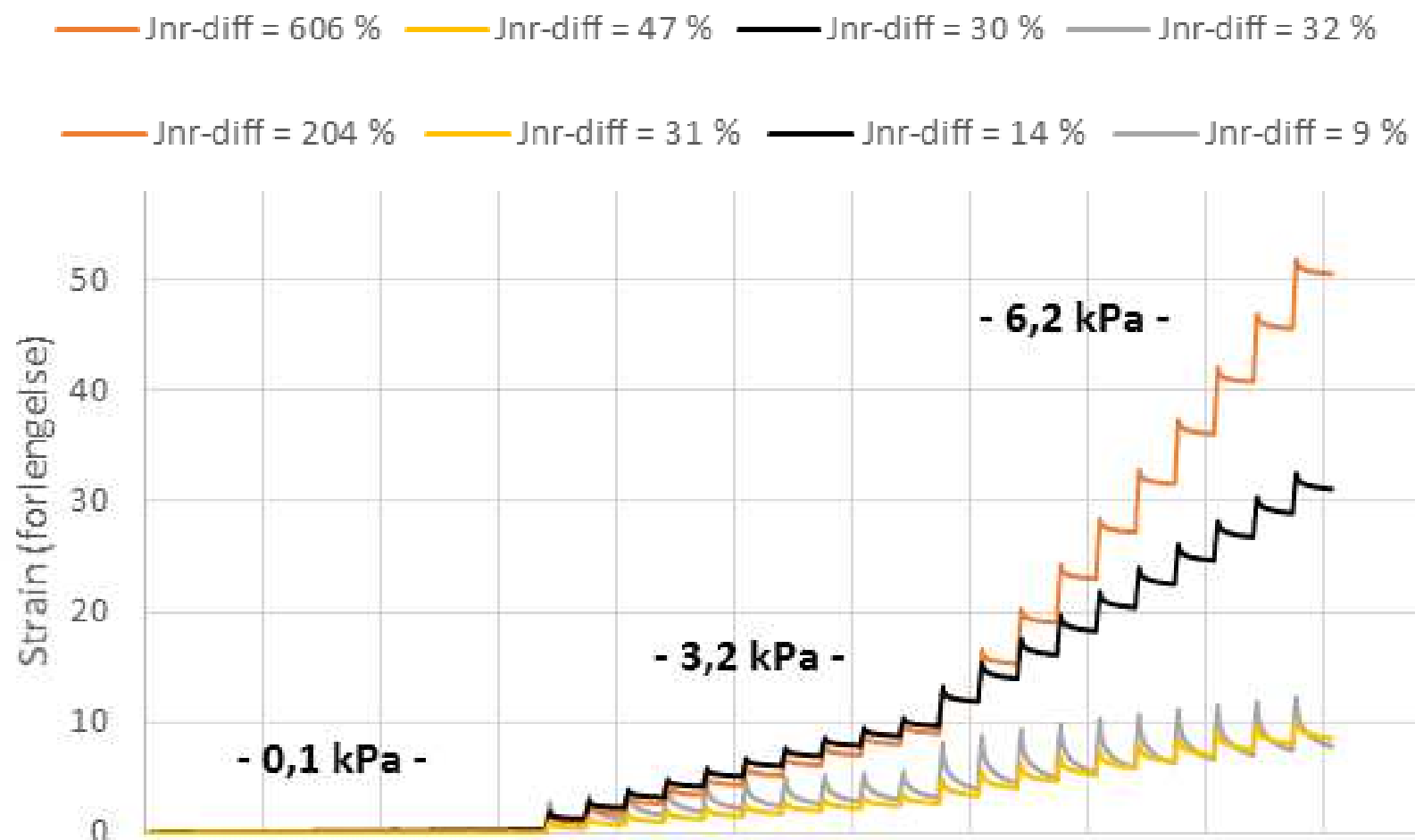
Spennings sensitivitet, Jnr-diff





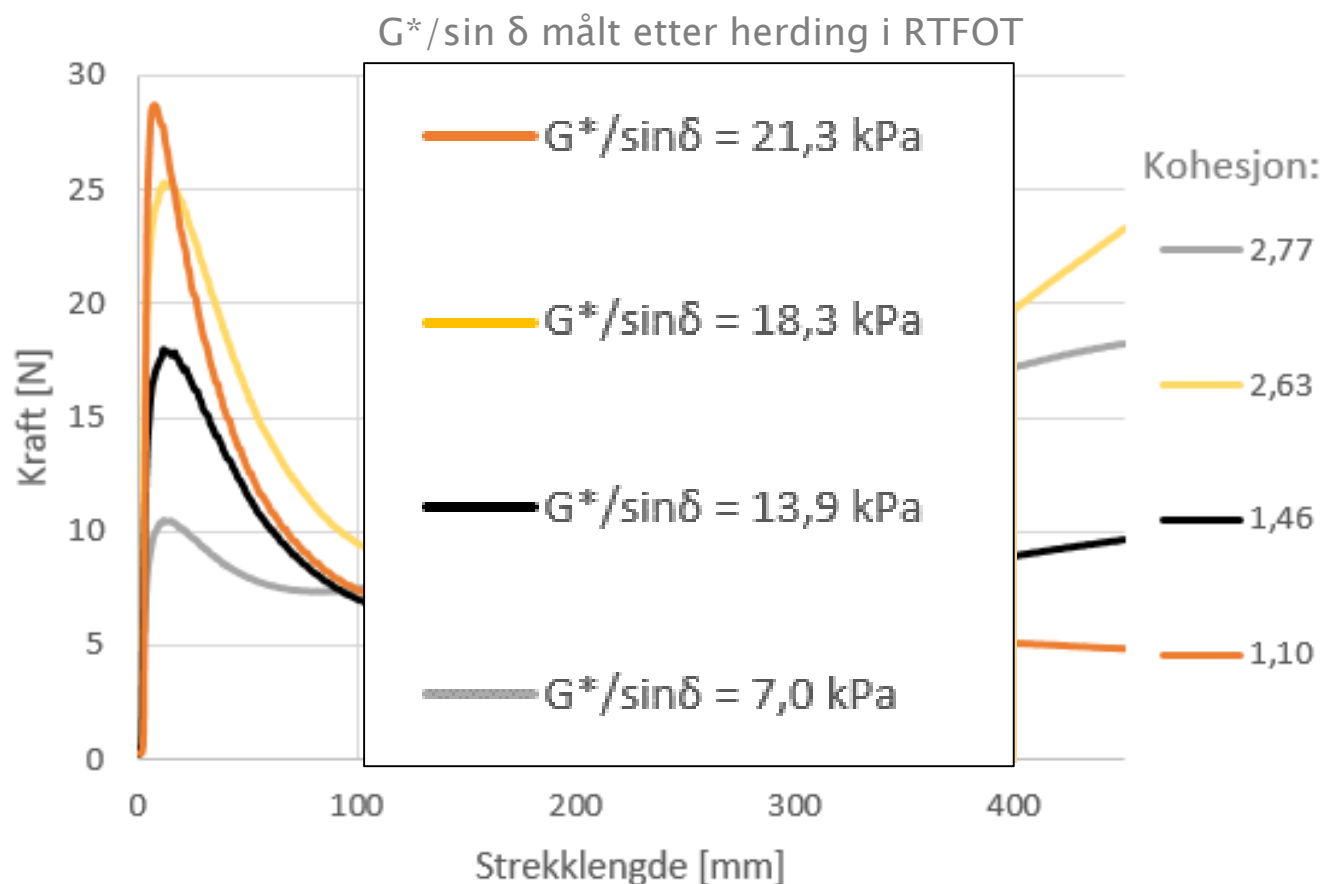
Statens vegvesen

Stress sensitiviteten fra 0,1 til 3,2 og fra 0,1 til 6,2 kPa



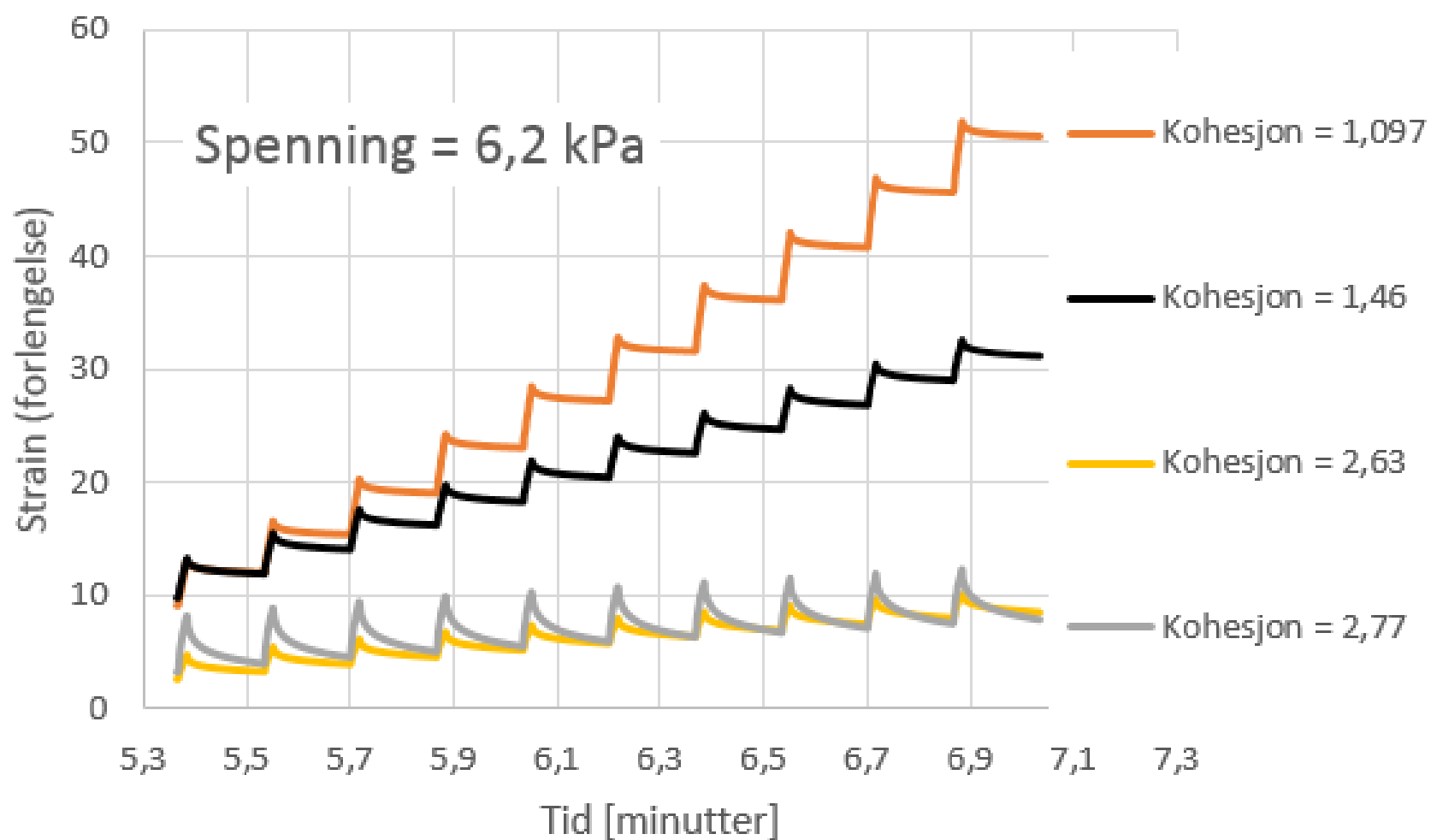


Kohesjon målt ved kraftduktilitet ved 10°C på ferskt bindemiddel (ikke på RTFOT-herdet som MSCRT)





Statens vegvesen





Takk for oppmerksomheten