

## Multiple Stress Creep Recovery Test Utvärdering av bitumens deformationsegenskaper

Anders Gudmarsson, Peab Asfalt AB

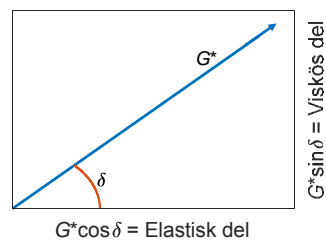
Metoddagen 11 februari 2016

[anders.gudmarsson@peab.se](mailto:anders.gudmarsson@peab.se)



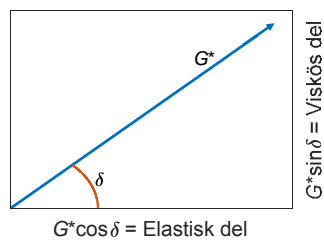
### Bakgrund

- Fokus på omodifierade bitumen när PG systemet utvecklades i USA
  - $G^*/\sin\delta \rightarrow$  permanenta deformationer i PG systemet
  - Högt värde på  $G^*$  = Styv
  - Lågt värde på  $\sin\delta$  = Elastisk



## Bakgrund

- Fokus på omodifierade bitumen när PG systemet utvecklades i USA
  - $G^*/\sin\delta \rightarrow$  permanenta deformationer i PG systemet
  - Högt värde på  $G^* =$  Styv
  - Lågt värde på  $\sin\delta =$  Elastisk

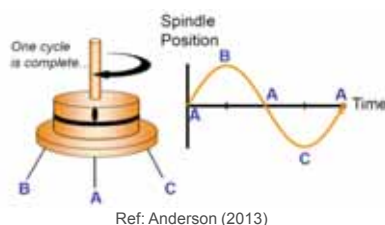
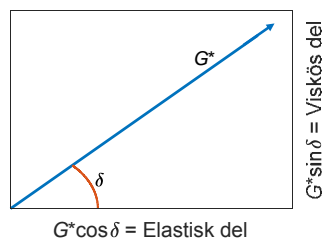


3



## Bakgrund

- Fokus på omodifierade bitumen när PG systemet utvecklades i USA
  - $G^*/\sin\delta \rightarrow$  permanenta deformationer i PG systemet
  - Högt värde på  $G^* =$  Styv
  - Lågt värde på  $\sin\delta =$  Elastisk



4

Anderson, M. (2013). "Introduction to the MSCR test and its Use in the PG Binder Specification", MAAAPT 60th Annual Asphalt Conference, St. Louis Park, MN



## Bakgrund

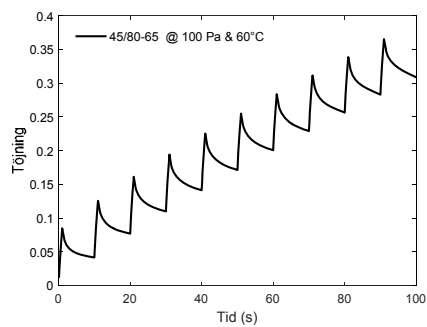
- $G/\sin \delta$  fungerar för vägar med lägre trafikmängd och "normala" hastigheter
- $G/\sin \delta$  fungerar inte tillfredställande för högtrafikerade vägar med låg hastighet
  - $G^*/\sin \delta$  – egenskaper vid låga skjuvtöjningar
  - deformationsegenskaperna kan skilja
  - anses inte "aktivera" polymernätverket
- Behov av ny metod - Multiple Stress Creep Recovery
  - Högre spänningar och töjningar
  - Fångar polymerens bidrag som förstyrkning och förbättrad elasticitet

5



## Metodik

- 1 sekund skjuvning, 9 sekunder vila
- 10 cykler vid skjuvspänning = 100 Pa

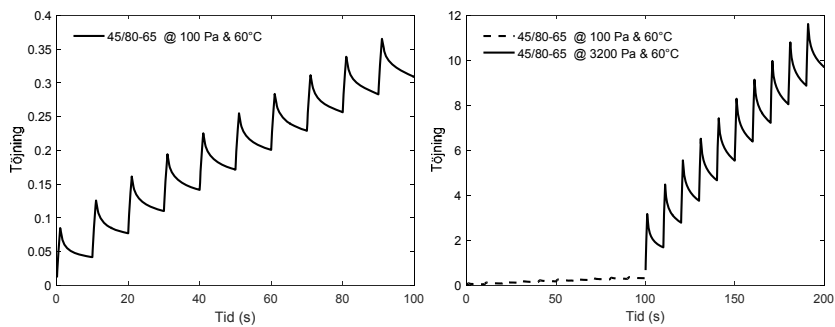


6



## Metodik

- 1 sekund skjuvning, 9 sekunder vila
- 10 cykler vid skjuvspänning = 100 Pa
- 10 cykler vid skjuvspänning = 3200 Pa



7



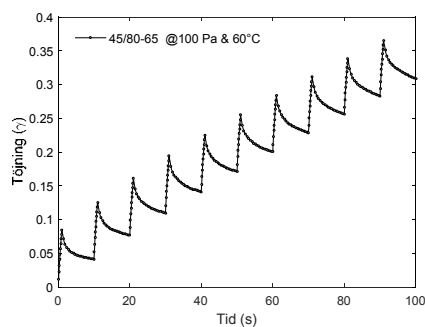
## Återgång (%)

- Återgång = Förhållandet av återgående töjning till den totala töjningen

$$\text{Återgång} = \frac{\gamma_1 - \gamma_{10}}{\gamma_1}$$

$\gamma_1$  = total töjning vid 1 s = töjning vid slutet av pålastningen

$\gamma_{10}$  = total töjning vid 10 s = töjning vid slutet av viloperioden



8



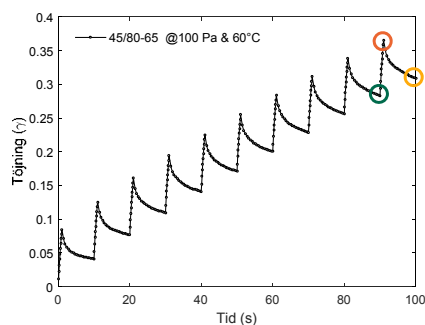
## Återgång (%)

- Återgång = Förhållandet av återgående töjning till den totala töjningen

$$\text{Återgång} = \frac{\gamma_1 - \gamma_{10}}{\gamma_1}$$

$\gamma_1$  = total töjning vid 1 s = töjning vid slutet av pålastningen

$\gamma_{10}$  = total töjning vid 10 s = töjning vid slutet av viloperioden



$$\gamma_1 = 0,37 - 0,28 = 0,09$$

$$\gamma_{10} = 0,31 - 0,28 = 0,03$$

$$\text{Återgång} = \frac{0,09 - 0,03}{0,09} = 0,67$$

9



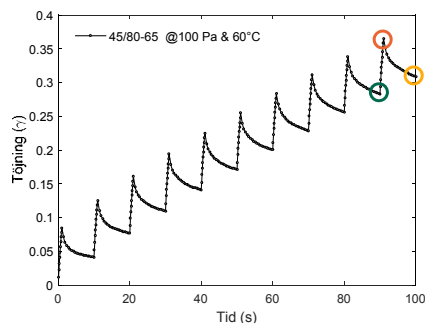
## Återgång (%)

- Återgång = Förhållandet av återgående töjning till den totala töjningen

$$\text{Återgång} = \frac{\gamma_1 - \gamma_{10}}{\gamma_1}$$

$\gamma_1$  = total töjning vid 1 s = töjning vid slutet av pålastningen

$\gamma_{10}$  = total töjning vid 10 s = töjning vid slutet av viloperioden



$$\gamma_1 = 0,37 - 0,28 = 0,09$$

$$\gamma_{10} = 0,31 - 0,28 = 0,03$$

$$\text{Återgång} = \frac{0,09 - 0,03}{0,09} = 0,67$$

Medel av 10 cykler = 63 %

10



## Jnr (1/kPa)

- Jnr = Icke återgående töjning efter en cykel dividerat med applicerad spänning

$$Jnr = \frac{\gamma_{10}}{\tau}$$

$\gamma_{10}$  = total töjning vid 10 s = töjning vid slutet av viloperioden

$\tau$  = skjuvspänning (kPa)

11



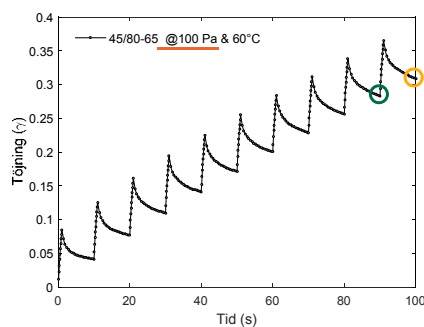
## Jnr (1/kPa)

- Jnr = Icke återgående töjning efter en cykel dividerat med applicerad spänning

$$Jnr = \frac{\gamma_{10}}{\tau}$$

$\gamma_{10}$  = total töjning vid 10 s = töjning vid slutet av viloperioden

$\tau$  = skjuvspänning (kPa)



$$\gamma_{10} = 0,31 - 0,28 = 0,03$$

$$Jnr = \frac{0,03}{0,1 \text{ kPa}} = 0,3$$

12



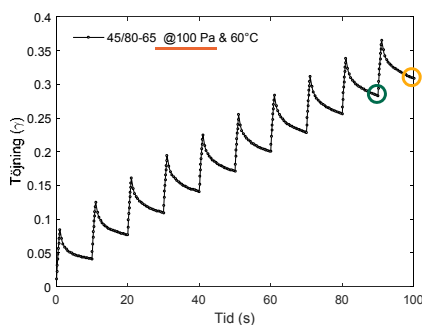
## Jnr (1/kPa)

- Jnr = Icke återgående töjning efter en cykel dividerat med applicerad spänning

$$Jnr = \frac{\gamma_{10}}{\tau}$$

$\gamma_{10}$  = total töjning vid 10 s = töjning vid slutet av viloperioden

$\tau$  = skjuvspänning (kPa)



$$\gamma_{10} = 0,31 - 0,28 = 0,03$$

$$Jnr = \frac{0,03}{0,1 \text{ kPa}} = 0,3$$

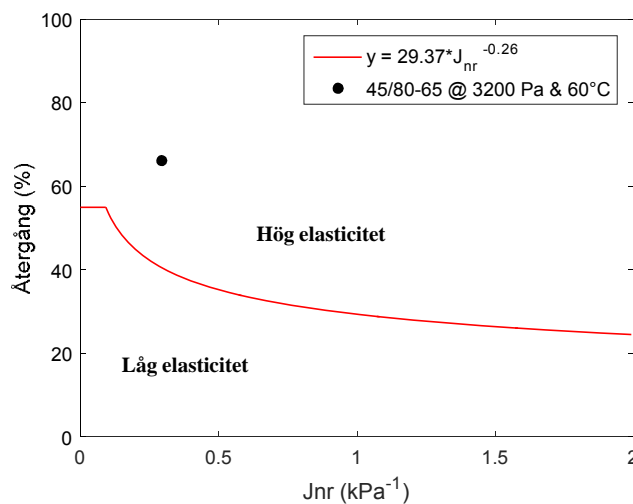
Medel av 10 cykler = 0,31 (1/kPa)

(Lägre värde ~ styvare bitumen)

13



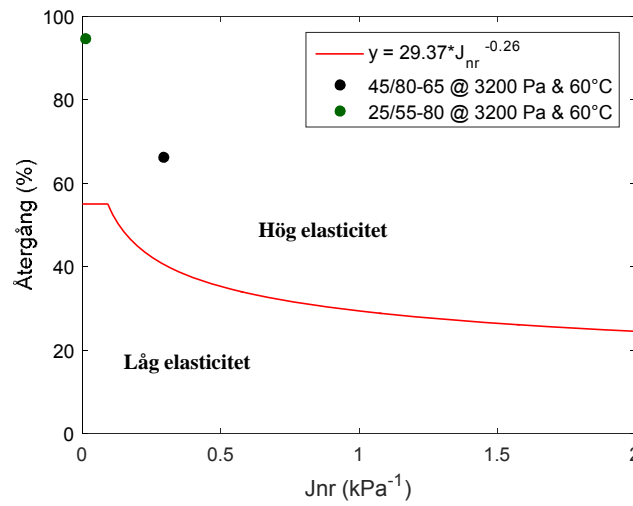
## Samband för utvärdering av bitumen



14



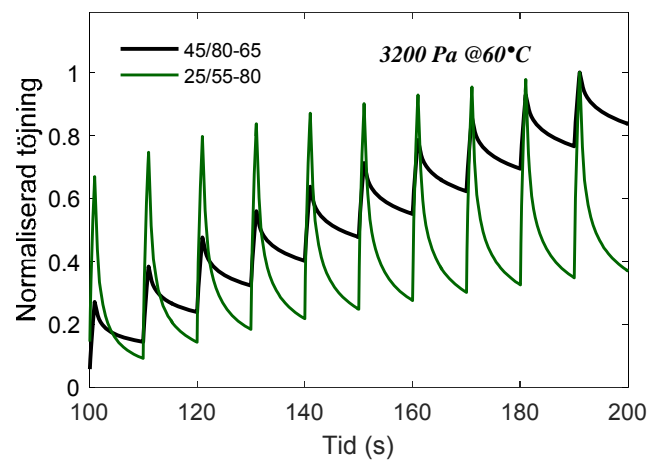
## Samband för utvärdering av bitumen



15



## Högmodifierade bitumen

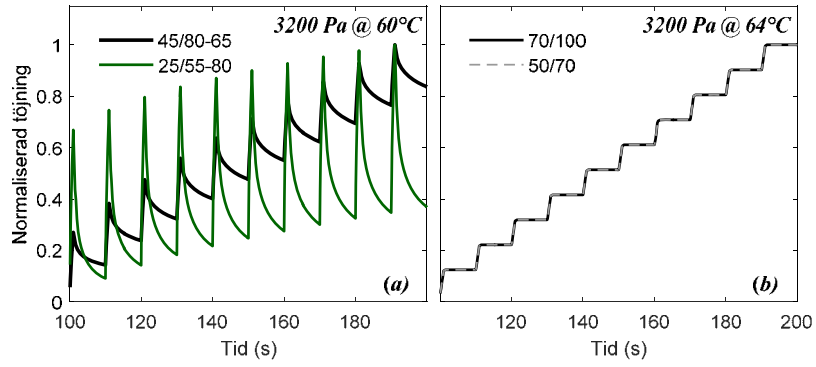


16





## Jämförelse bitumen



17

