

Provberedningens inverkan på de uppmätta reologiska parametrarna med Dynamisk Skjuvreometer (DSR) för bituminöst material

Maya Sheidaei
Faculty of Engineering LTH

Metoddagen 2024

Vad är reologi?

Reologi härstammar från de grekiska orden rhe'os som betyder **flöde**, och ordet logi som betyder **läran om**.

Reologi är vetenskapen om fasta materials tidsberoende deformations- och flytegenskaper.

Reologi beskriver spänning och töjningsförhållanden hos olika material i fast eller flytande tillstånd.

Reologiska egenskaper kan fastläggas med en **dynamisk skjuvreometer (DSR)**.

Nästan alla material besitter viskösa och elastiska egenskaper, dessa kallas för **viskoelastiska material**. Beror på om materialet har större del visköst eller elastiskt, kallas det antingen **viskoelastisk vätska** eller **viskoelastiskt fast material**.

Viskoelastiska material

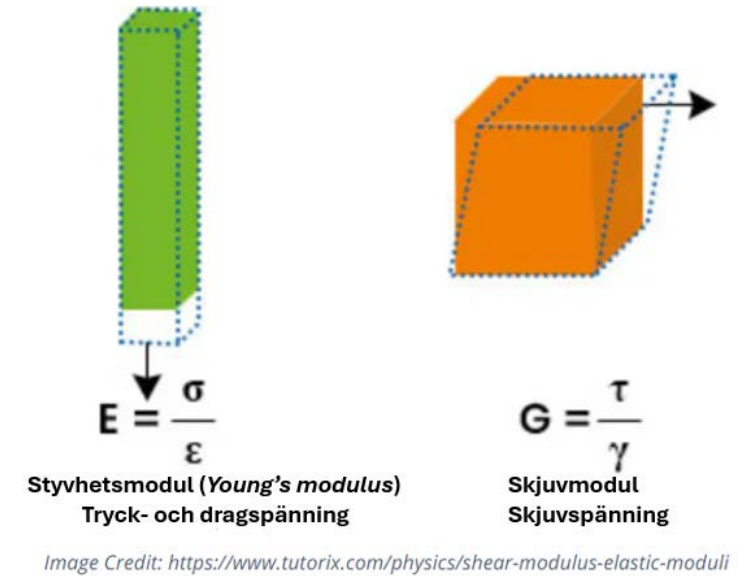
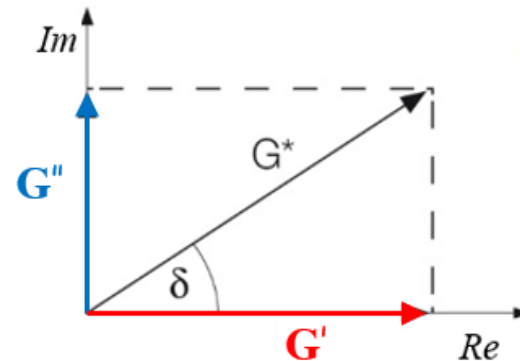
Uppmätt fördröjning av töjning från påkänning

Komplex Styvhetsmodul (E^*)

Komplex Skjuvmodul (G^*)

Komplex skjuvmodul *Elastisk/Storage* *Viskö/Loss* *Dynamisk skjuvmodul* *Fasvinkel*

$$G^* = G' + iG'' = |G^*| \cdot e^{i\delta}$$
$$\delta = \tan^{-1} \left(\frac{G''}{G'} \right)$$



G^* Komplex skjuvmodul. Ett uttryck för hur väl ett material kan motstå en viss skjuvspänningslast

δ Fasvinkel. Fördröjningen mellan tillfogad kraft och uppmätt kraft.

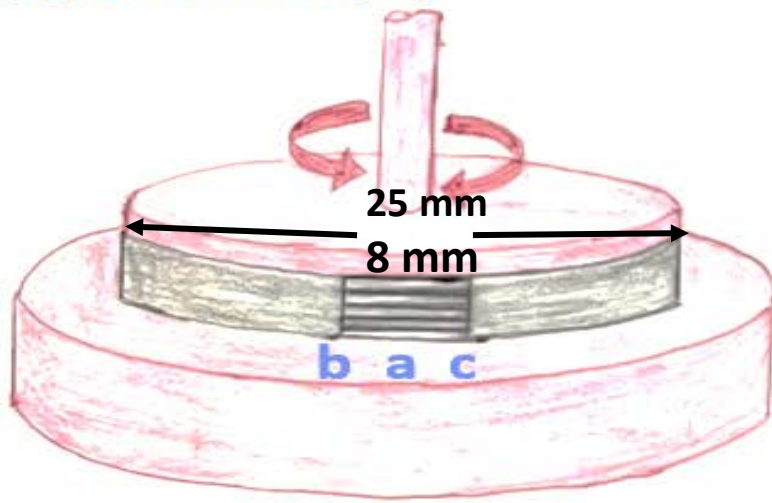
G'' kallas för viskositetsmodulen. Mängden energi som går förlorad av tillförd yttre energi.

G' kallas för elasticitetsmodulen. Mängden energi som ett material kan behålla av tillförd yttre energi.

LVE Linjärt viskoelastiskt område. Inom LVE område förstörs inte materialet permanent utan har ett linjärt elastisk respons.

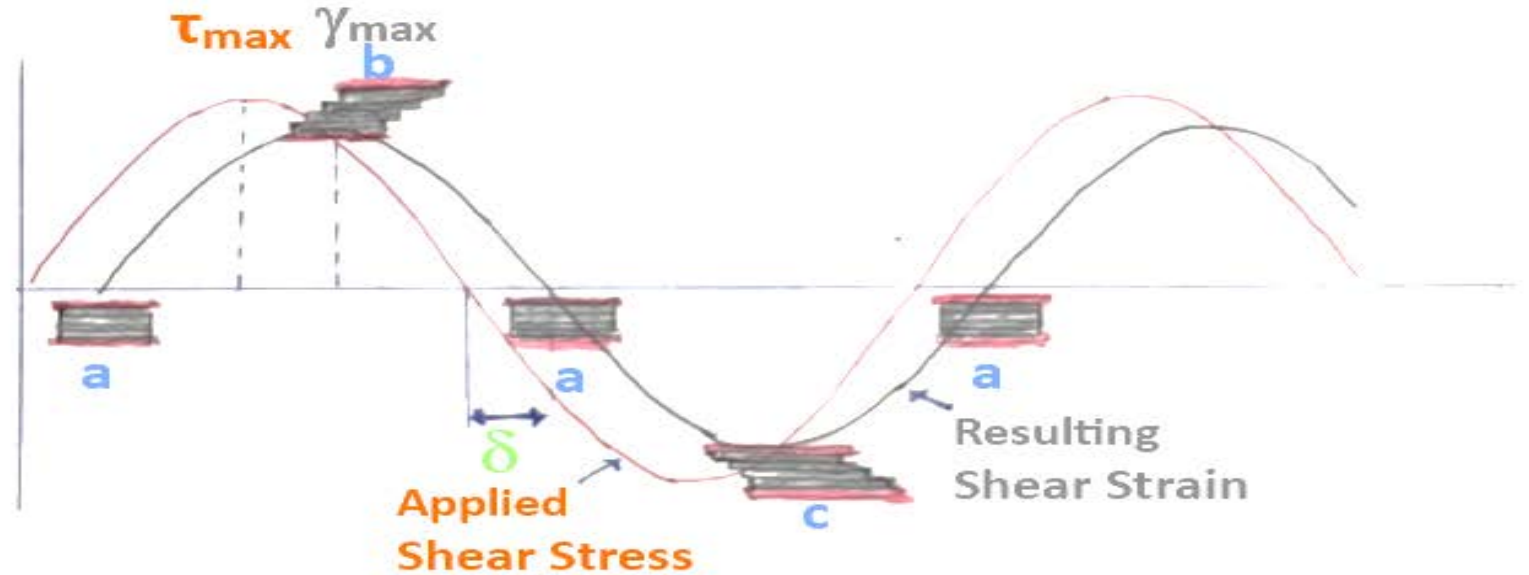
Hur fungerar dynamisk skjuvreometeren vid oscillatorisk mätning?

Oscillates with force (F)
Top plate area (A)



$$G^* = \frac{\tau_{\max}}{\gamma_{\max}} \frac{(\text{Stress}_{\max})}{(\text{Strain}_{\max})}$$

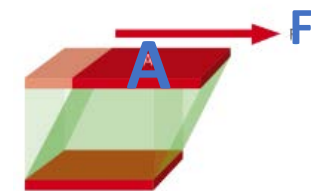
δ = time lag



τ = Skjuvspänning

F = Tillförd kraft

A = Area

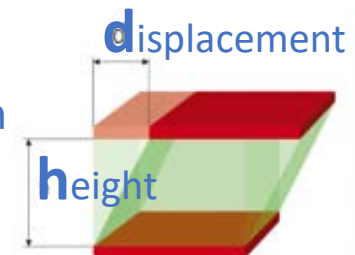


$$\tau = \frac{F}{A}$$

γ = Skjuvtöjning

d = Förskjutning av plattan

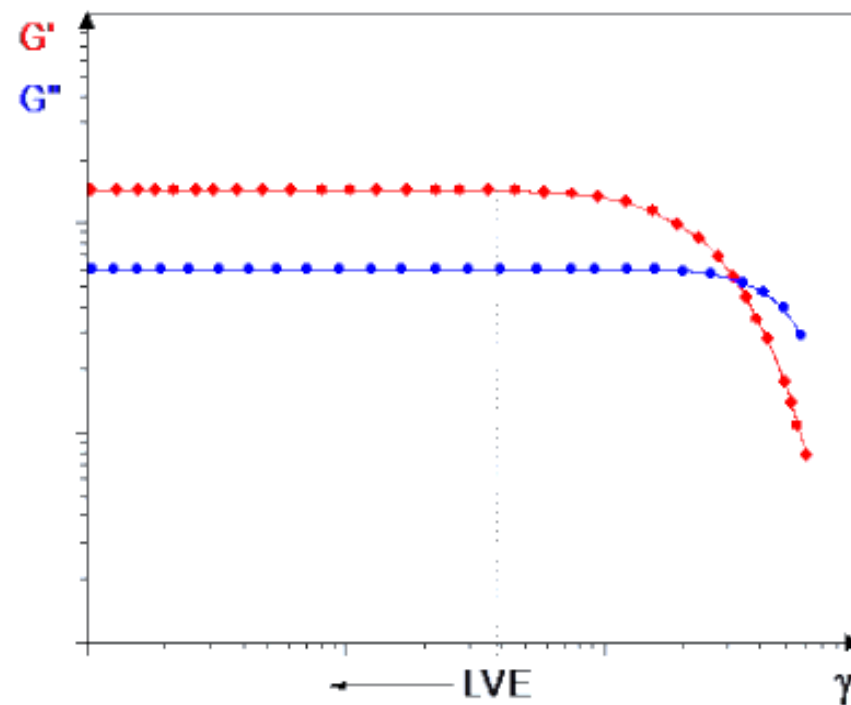
h = höjd (plattans gap)



$$\gamma = \frac{d}{h}$$

EN14770:2012 EN14770:2023

- Viktigt att hålla sig inom Linjärt viskoelastiskt område!
- Kända parametrar γ kan användas om man är bekant med materialets LVE, annars måste man ta reda på var dessa ligger vid olika testtemperaturer!
- När G' och G'' skiljer sig mer än 5% från regressionlinjen man skapat för dom första stabila mätningarna är man utanför LVE:en!
- Bilden visar ett exempel där ett DSR program användes för att framta detta tydligt i grafiskt format.

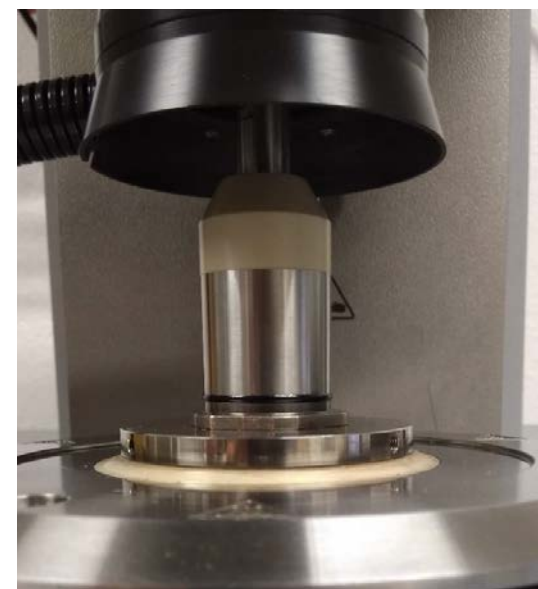
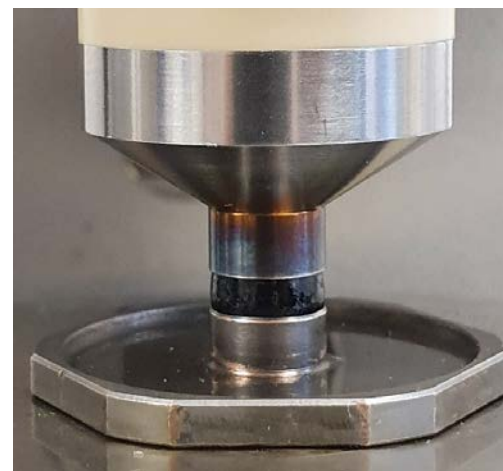




hälls i en
silikonform



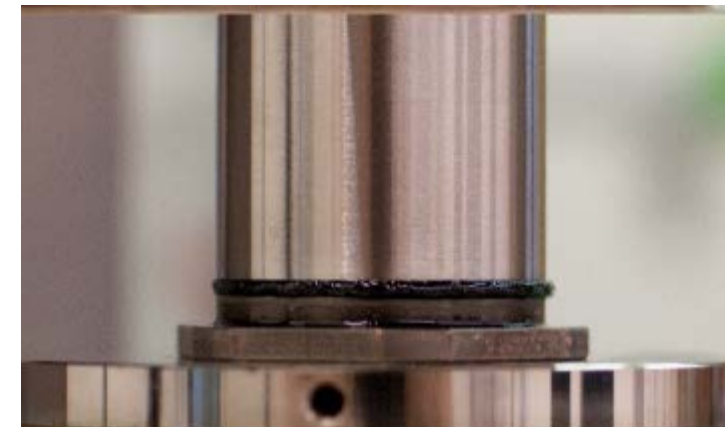
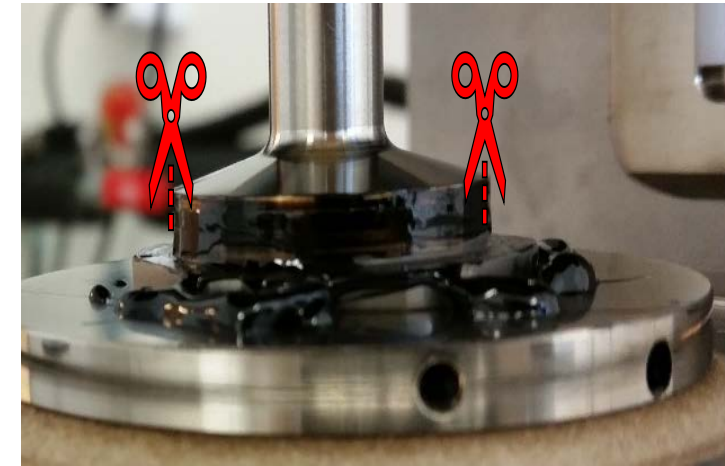
hälls på
ett ark



Applicering av prov

- Provet hålls i lämplig form/silikon ark. Provet ska ”vilas” i minst 2 timmar men mindre än 2 veckor.
- Provet placeras på nedre plattan.
- Mätsonden körs nu ned till ”*trimpositionen*”. Oftast ligger denna ungefär runt $2.01mm/1.005mm$. I detta läge kommer trimning momentet.

Om allt har gått bra så bör trimningen se ut som på bilden. Notera att vi ligger fortfarande kvar på trimposition.
- Kör man utrustningen vidare till ”*testpositionen*” när man är nöjd med trimmning. Beroende på val av plattan kommer denna vara på olika avstånd; $PP08=2.0mm$, $PP25=1.0mm$





Study I:

Sample preparation techniques on DSR testing:

round-robin tests on bitumen

<https://doi.org/10.1080/14680629.2023.2213775>

**Petroleum Standardization Bureau
(Bureau de Normalisation du Pétrole)**



Study II:



Effects of Various DSR Testing Methods on the Measured Rheological Properties of Bitumen

<https://doi.org/10.3390/ma16072745>



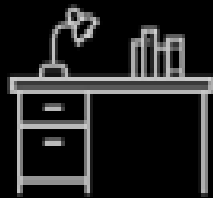
Study III:

Assessing the effect of specimen preparation methods on DSR testing of bitumen using factorial design analysis

Material type	PEN (0.1mm) EN 1426	SP (°C) EN 1427	Density kg/m ³
50/70	61	46.8	1025
100/160	160	41.2	1000
70/100	85	45.6	1019
70/100+ 4% SBS	39	67.2	1015
70/100+ 4% Wax	33	79.0	1014

Faktorer att ta hänsyn till vid provberedning för framgångsrik resultat

- Uppvärmningstemperatur vid tillverkningen av provkropparna
- Temperatur på DSR:en vid applicering av provkroppen.
- Val av plattan (geometrin PP25/PP08)
- Trimning



Resultatet visar hur viktig det är
att använda samma
provberednings- och mätmetoder
på grund av den möjliga inverkan
på resultatet.

Bitumen framtid?
Framtida forskning?