



Statens vegvesen



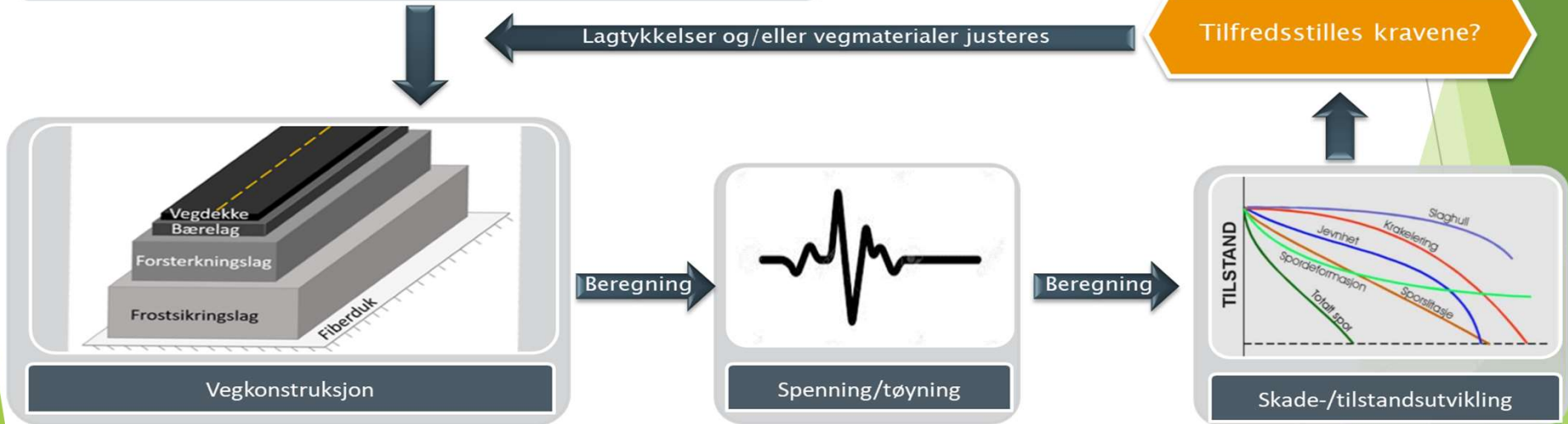
Materialdatabase i VegDim og bitumenets egenskaper

Rabbira Garba Saba

Hao Chen, Xuemei Zhang

VegDim/ERAPave - et ME dimensjoneringsssystem

INNGANGSDATA





Asfalt - egenskaper

- ▶ Elastiske egenskaper - dynamisk modul
tverrkontraksjontall
- ▶ Dynamisk modulen og tverrkontraksjonstallet inngår i:
 - ▶ Beregning av spenninger og tøyninger
 - ▶ Tilstandsutvikling (dynamisk modul, utmatting)
- ▶ Dynamisk modulen må bestemmes ved testing
- ▶ Tverrkontraksjonstall antatt å være 0,35

Materialdatabase

- ▶ For å forenkler implementering og bruk av ME dimensjoneringsystemet er det etablert en materialdatabase
 - ▶ Man trenger ikke å kjøre nye tester så lenge man bruker asfaltmassene som er i databasen
 - ▶ Erfaringer (og forskning) fra utlandet viser at dette nyttig
 - ▶ Ved dimensjonering velger man material/massetype (eks. Ab 11 70/100), ERAPave henter dynamisk modulen fra databasen
 - ▶ Muligh å bruke egen materialdata

Pavement layer types and thicknesses

	Layer	Material
▶	1	ABS16 70/10
	2	AG22 160/22
	3	GW-CR
	4	GM-CR
	5	4d - Lera

Add layer

Bituminous materials

Select material

Add layer over

Unbound granular materials

Select material

Add layer over

Soil

Select material

ABb 16 50/70

ABb 16 70/100

AG22 70/100

AG22160/220

ABT16 70/100

ABT16 50/70

Agb 11-160/220

Agb 11-330/430

Agb 16-160/220

Agb 16-330/430

Ab 11-70/100

Ab 11-PMB

Ab 16-70/100

Ab 16-PMB

Ska 11-70/100

Ska 11-PMB

Ska 16-70/100

Ska 16-PMB

Ma 11-V1500

Ma 11-V6000

Ma 16-V12000

Ag 16-70/100

Ag 16-160/220

Ap 16-70/100

Hva har vi av materialdata?

asfalt

- ▶ Dynamisk modul
 - ▶ Lab testing av de mest vanlige asfaltmassene for å bestemme dynamisk modul
 - ▶ Testing utført av NTNU (Hao)
 - ▶ Proporsjonering ihht. Marshal metode
 - ▶ Avhengig av temperatur og belastningstid (frekvens)
 - ▶ Felt prøver som var tatt fra referansestrekninger (kalibreringsstrekninger) også var testet.

Ab 11-70/100

Ab 11-PMB

Ab 16-70/100

Ab 16-PMB

Agb 11-160/220

Agb 11-330/430

Agb 16-160/220

Agb 16-330/430

Ska 11-70/100

Ska 11-PMB

Ska 16-70/100

Ska 16-PMB

Ma 11-V1500

Ma 11-V6000

Ma 16-V3000

Ma 16-V9000

Ma 16-V12000

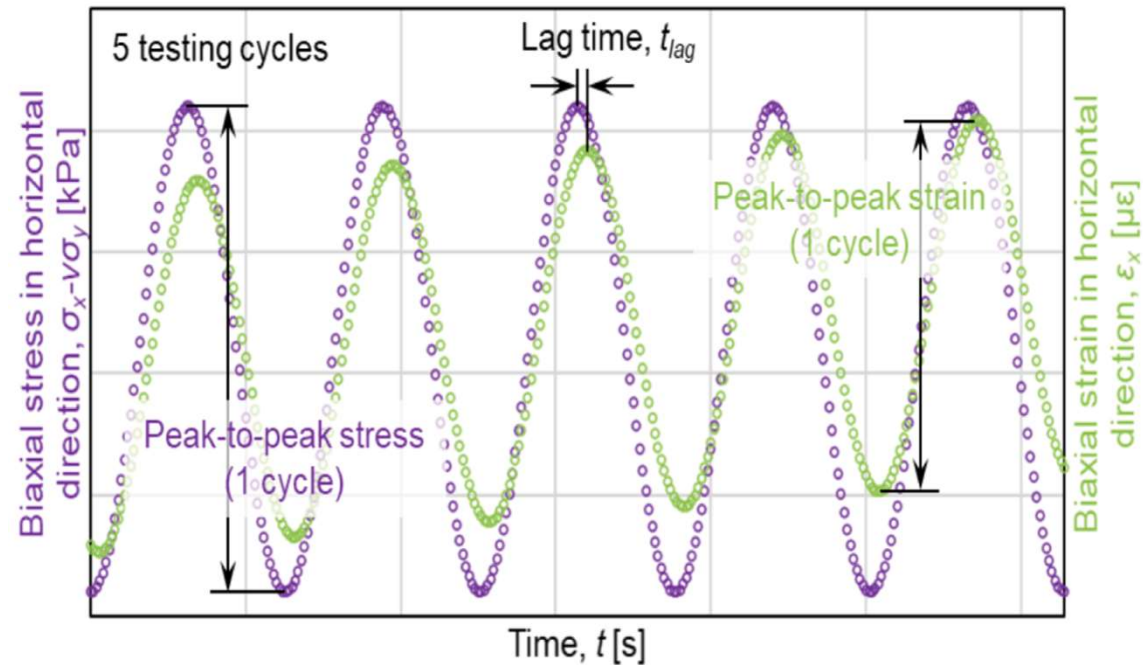
Ag 16-70/100

Ag 16-160/220

Ap 16-70/100

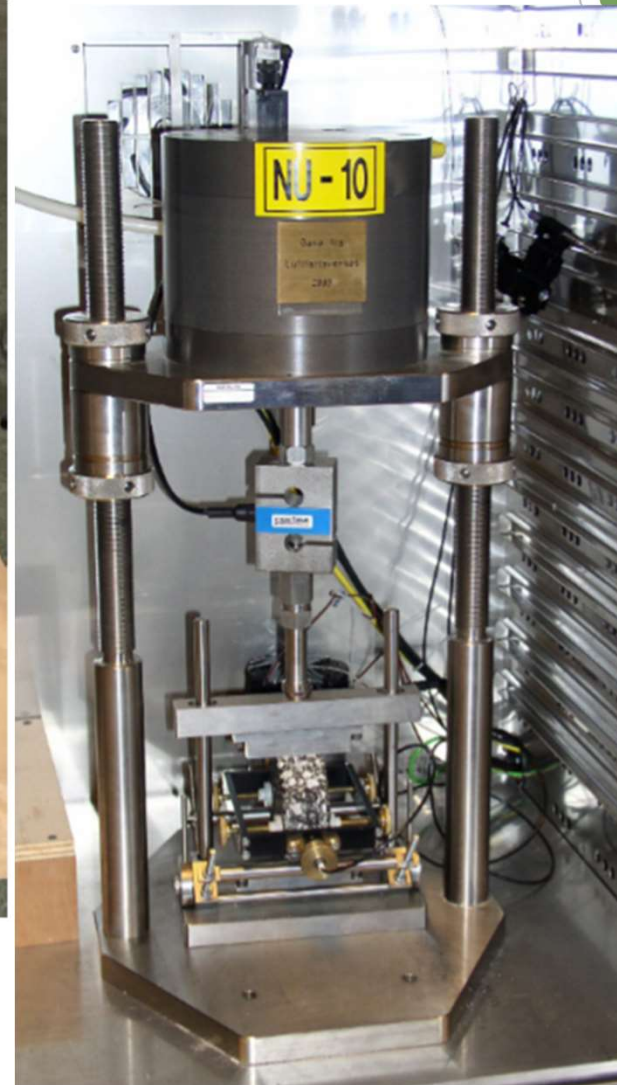
Testing

- ▶ Syklisk indirekte strekktest
- ▶ Testing i hht. EN 12697 -26 ved bruk av IST
- ▶ Temperatur: -15, -10, 0, 15, 30 °C
- ▶ Frekvens: 10, 5, 3, 1, 0.3, 0.1 Hz
- ▶ 4 parallele prøver



Prøver: 100mm i diameter og 40mm høyde
Utstyr: Nottingham Asphalt Tester (NAT)

Testing utstyr og prøver

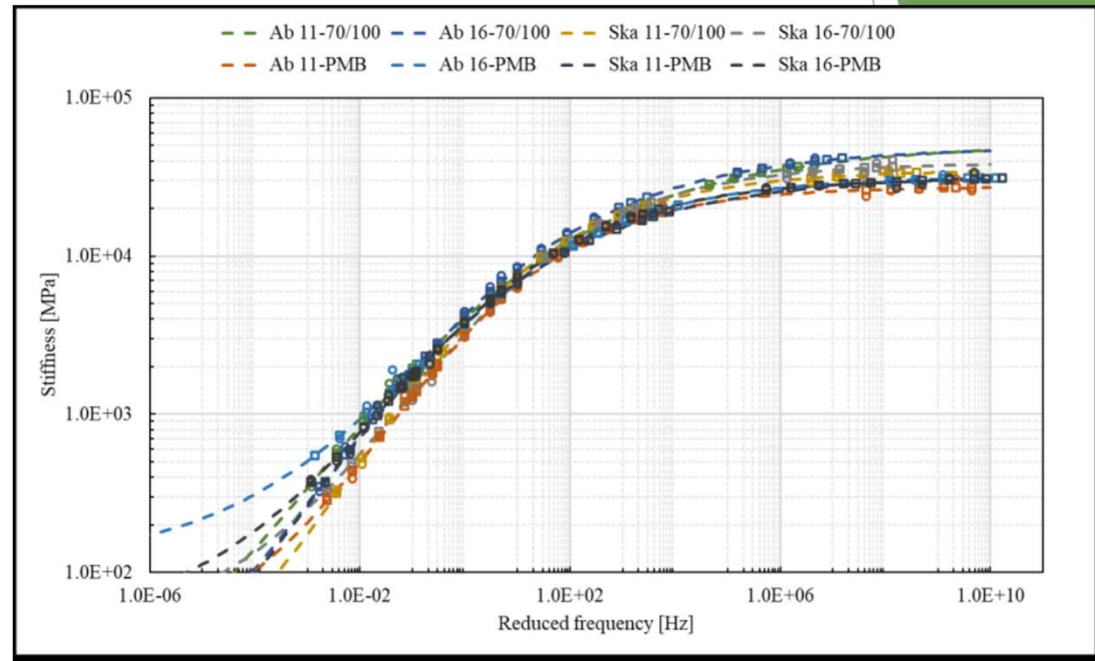


Prøver: 100mm i diameter og 40mm høyde

Utstyr: Nottingham Asphalt Tester (NAT)
-syklisk indirekte strekktest

Master curve

- ▶ Etablert master curve for de ulike massene
- ▶ Basert på «sigmoidal» modell
- ▶ Ref. temperatur 15°C
- ▶ Master curve parameterne lagres i databasen
- ▶ Master curve brukes til å beregne dynamisk modul ved ulike temperatur i asfalt lagene



$$\log(|E^*|) = \delta + \frac{\alpha}{1 + e^{\beta - \gamma(\log f_r)}}$$

$$a_T = \frac{f_r}{f}$$

$$\log(a_T) = \frac{-C_1(T - T_r)}{C_2 + (T - T_r)}$$



Bindemiddel typer

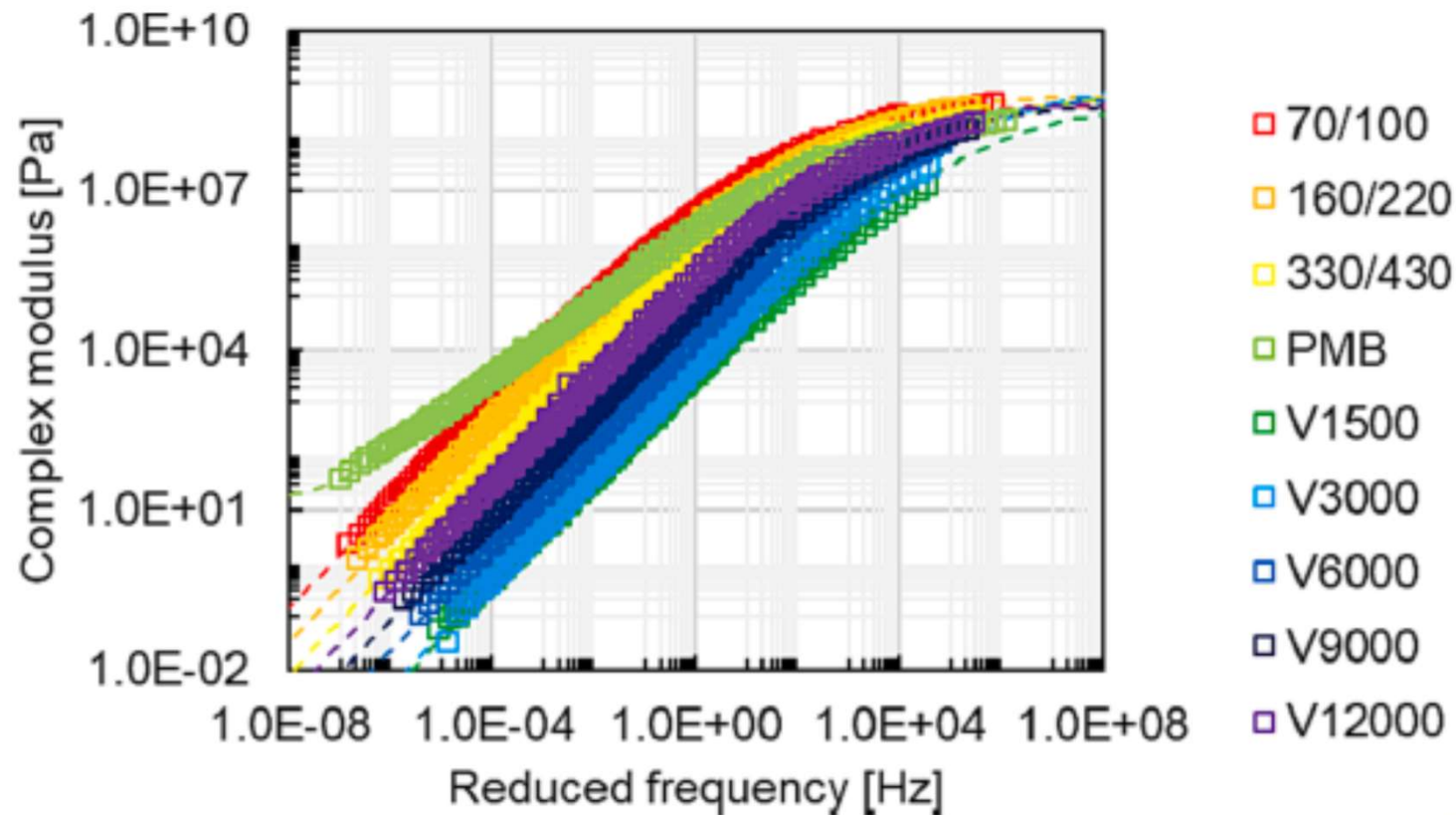
- ▶ Penetrasjonsgradert bitumen:
 - ▶ 70/100
 - ▶ 160/220
 - ▶ 330/430
- ▶ PmB 65/105-60
- ▶ Viskositetsgradert bitumen:
 - ▶ V1500
 - ▶ V3000
 - ▶ V6000
 - ▶ V9000
 - ▶ V12000

Bindmidlets egenskaper - penetrasjon, mykningspunkt, og viskositet

Physical properties of bitumen.

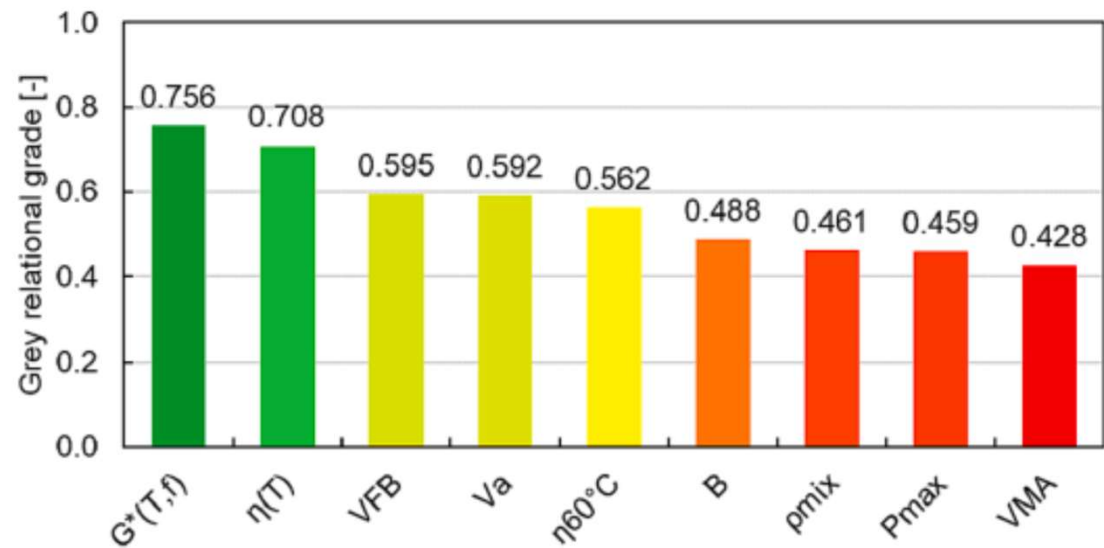
Bitumen type	Penetration at 25 °C [0.1 mm]		Softening point [°C]		Dynamic or kinematic viscosity at 60 °C [Pa·s or mm ² /s]		
	EN 1426 [23]		EN 1427 [24]		EN 13,702 [25]		
	Value	Specification	Value	Specification	Value	Specification	
Neat bitumen	70/100	92	70 – 100	46.0	43 – 51	235.7 Pa·s	≥ 90 Pa·s
	160/220	189	160 – 220	38.1	68 – 43	102.6 Pa·s	≥ 30 Pa·s
	330/430	-	-	-	-	44.5 Pa·s	≥ 12 Pa·s
PMB	65/105-60	88	65 – 105	62.6	≥ 60	391.8 Pa·s	-
Soft bitumen	V1500	-	-	-	-	1708 mm ² /s	1000 – 2000 mm ² /s
	V3000	-	-	-	-	2815 mm ² /s	2000 – 4000 mm ² /s
	V6000	-	-	-	-	5450 mm ² /s	4000 – 8000 mm ² /s
	V9000	-	-	-	-	8990 mm ² /s	6000 – 12000 mm ² /s
	V12000	-	-	-	-	14036 mm ² /s	8000 – 16000 mm ² /s

Bitumen egenskaper- kompleksmodul master curve



Effekt av bitumenegenskaper på dynamisk modul

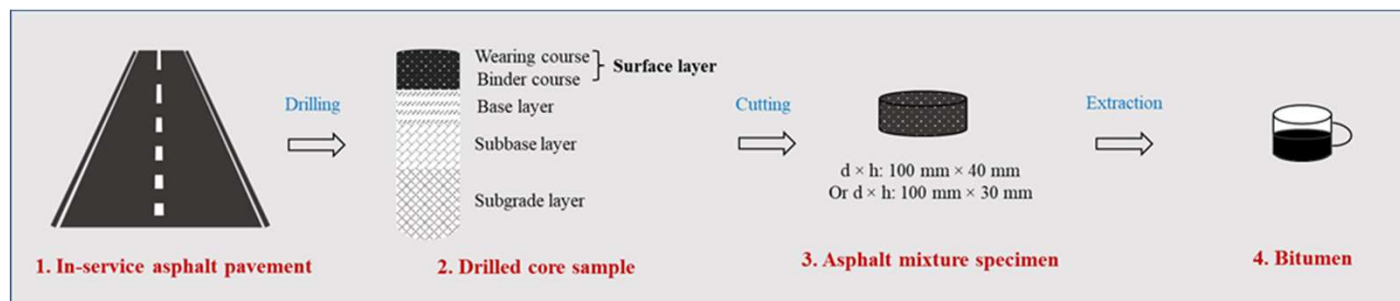
- ▶ «Grey relational analysis»
- ▶ Brukes til å vurdere korrelasjon mellom variabler der det er ufullstendig eller begrenset data/informasjon om sammenhengen mellom variablene
- ▶ Indikerer hvor sterk sammenhengen mellom variablene er



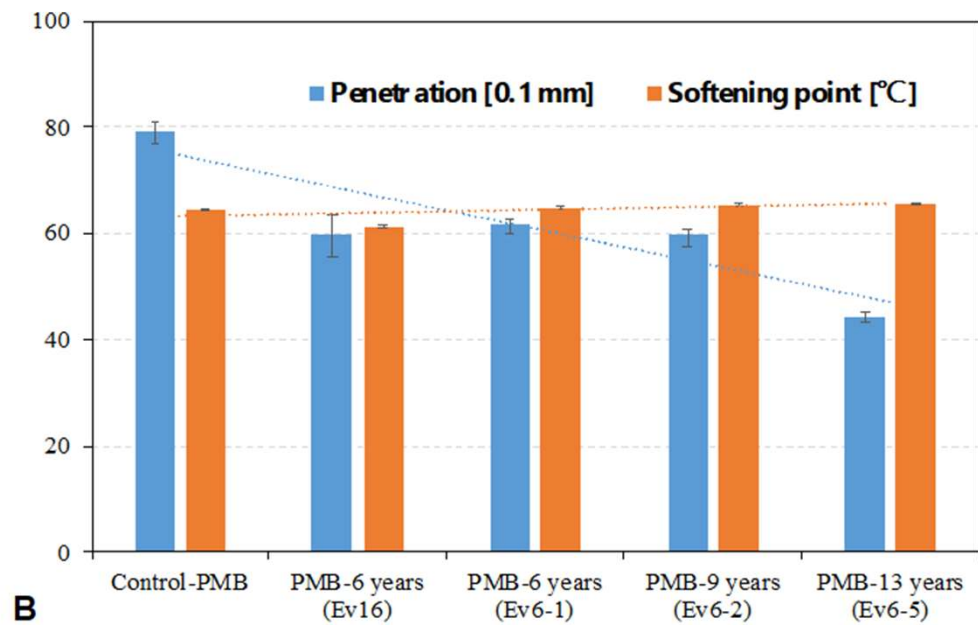
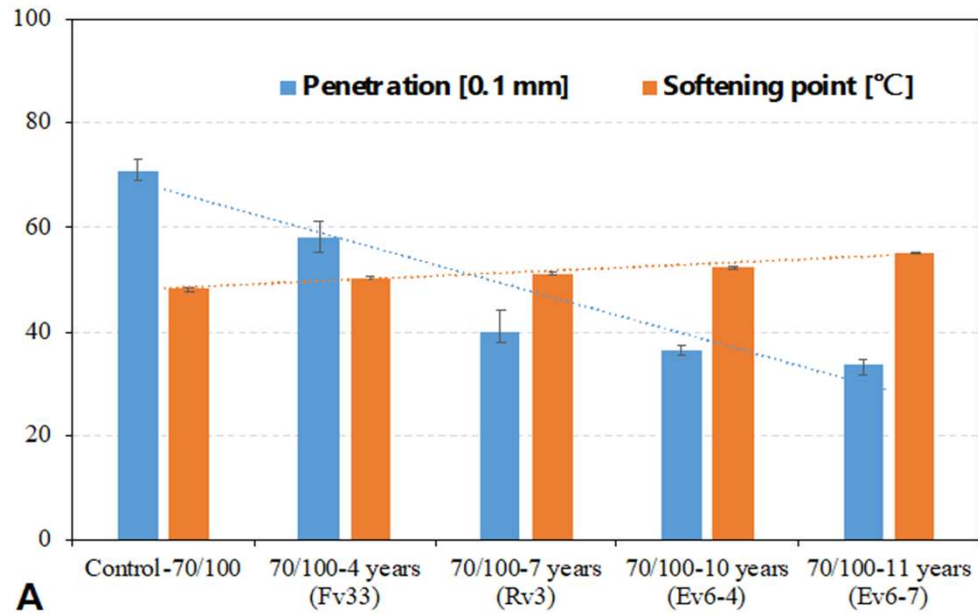
“The results of grey relational analysis illustrate that the most influential factor in the determination of the dynamic modulus of asphalt mixtures is represented by the rheological properties of the bitumen.....”

Effekten av aldring på dynamisk modul

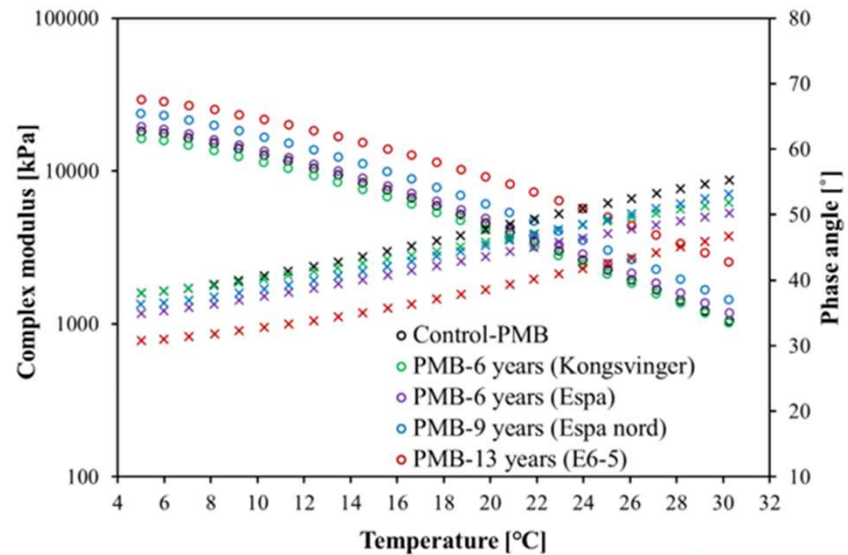
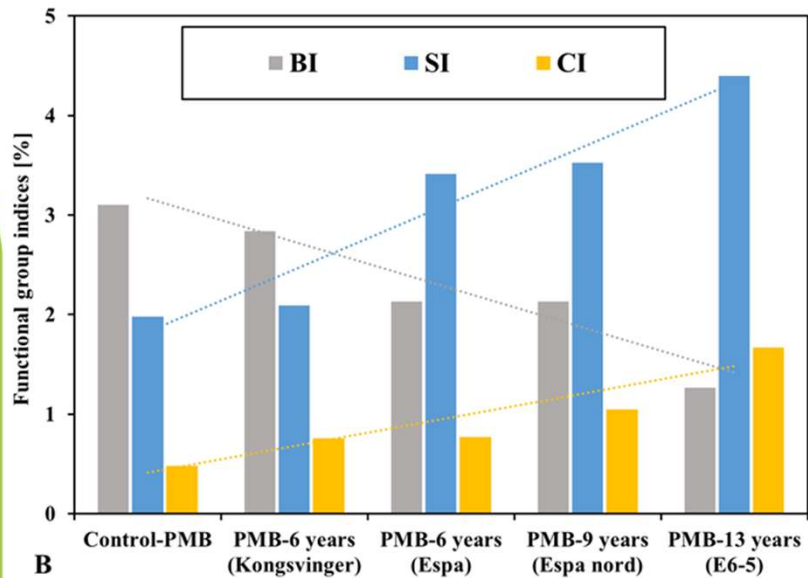
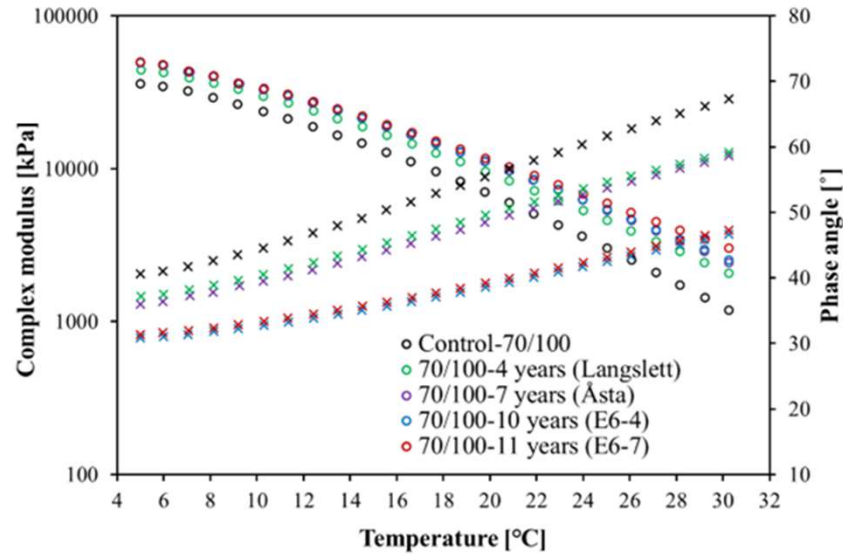
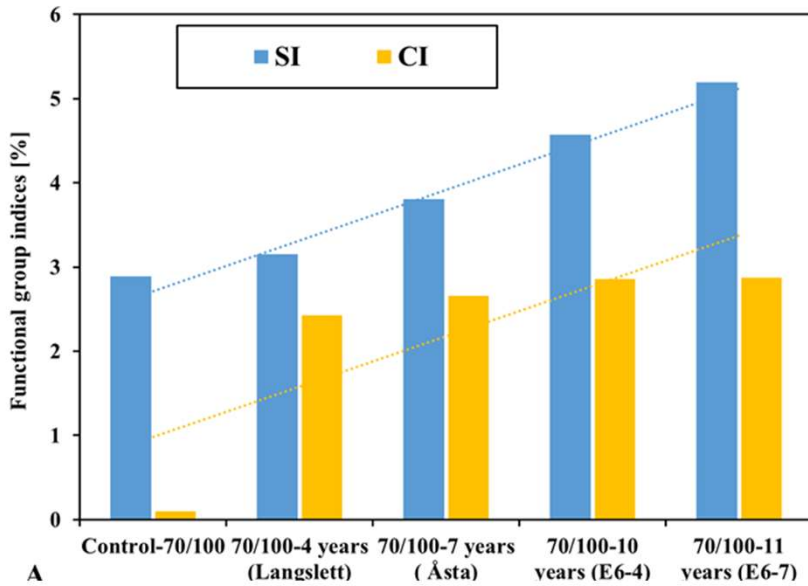
Road section	Bitumen type	Penetration	Softening point	DSR			FTIR
				Low-temperature		High-temperature	
				Temperature sweep	Frequency sweep	PG	
Reference bitumen	70/100	√	√	√	√	√	√
	PMB	√	√	√	√	√	√
Åsta-7 years	70/100	√	√	√	√	√	√
E6-4-10 years		√	√	√	√	√	√
E6-7-11 years		√	√	√	√	√	√
Langslett-4 years	PMB	√	√	√	√	√	√
Kongsvinger-6 years		√	√	√	√	√	√
Espa-6 years		√	√	√	√	√	√
Espa nord-9 years		√	√	√	√	√	√
E6-5-13 years		√	√	√	√	√	√



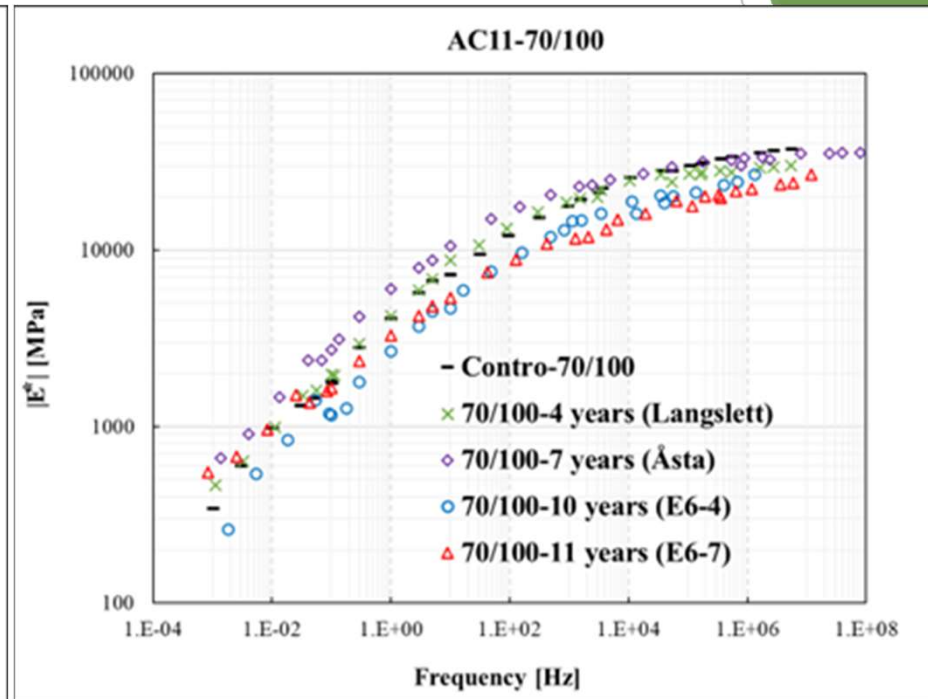
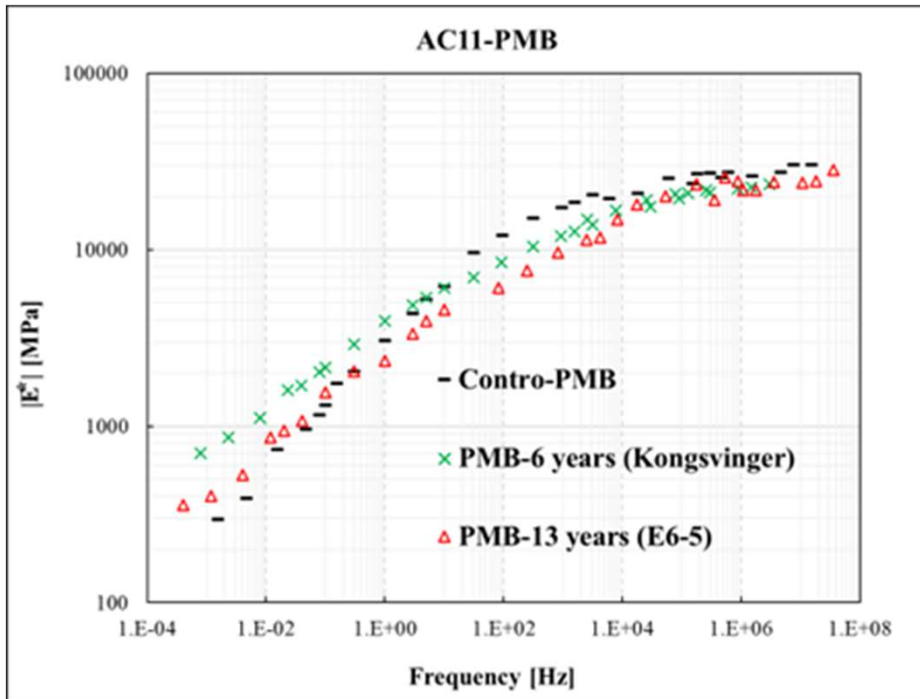
Aldring - testresultater



Aldring - testresultater



Dynamisk modul





Sammendrag

- ▶ Asfaltens dynamisk modul er en viktig inngangsdata til VegDim/ERAPave
- ▶ Dynamisk modulen i stor grad påvirkes av/avhengig av bitumenets egenskaper
- ▶ Kvaliteten til bitumen er derfor veldig viktig
- ▶ Aldring av bitumen fører til noe økning i stivhet i de første få årene.

Takk for oppmerksomheten!



Statens vegvesen