



Statens vegvesen



VegDim: Hvordan påvirker det vår hverdag?

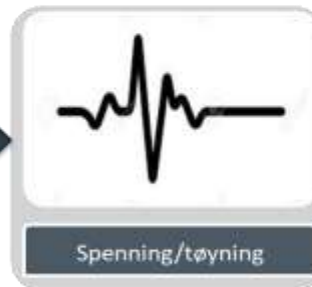
Rabbira Garba Saba, Kjell Arne Skoglund

VegDim/ERAPave PP - et ME dimensjoneringsystem og analyseverktøy

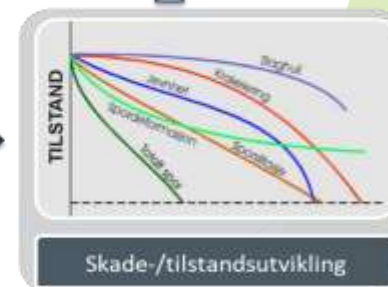
INNGANGSDATA



Beregning



Beregning



LCC/LCA analyse for flere alternativ og velg det beste

JA ↑

Tilfredsstilles kravene?

Lagtykkelser og/eller vegmaterialer justeres

Hvem kommer til å bruke VegDim/ERAPave PP?

- ▶ Alle som jobber med å dimensjonere eller analysere en vegoverbygning:
 - ▶ Vegeiere (vegplanleggere, vegteknologer)
 - ▶ Entreprenører (totalentrepriser, PPP, materiallab, osv.)
 - ▶ Konsulenter (vegplanleggere, vegteknologer)
 - ▶ Utdanningsinstitusjoner



Status VegDim/ERAPave PP

- ▶ Desktop versjon 0.96 kan lastes ned fra:
 - ▶ <https://www.vti.se/en/research/highway-engineering-and-maintenance/pavement-technology/pavement-design-models-for-roads>
- ▶ Norsk web-versjon under arbeid- ferdigstilles i år
- ▶ Kalibrering av systemet til norske forhold - pågår
- ▶ Videre arbeid med materialdatabasen (ubundne materialer)

Hvordan påvirker VegDim/ERAPave PP behovet for materialtesting?

- ▶ Elastiske egenskaper
- ▶ Asfalt: dynamisk modul og tverrkontraksjontall
- ▶ Ubundne materialer: stivhetsmodul og tverrkontraksjonstall
- ▶ Elastiske materialegenskaper inngår i:
 - ▶ Beregning av spenninger og tøyninger
 - ▶ Tilstandsutvikling (dynamisk modul, utmatting)
- ▶ Dynamisk modul må bestemmes ved testing
- ▶ Stivhetsmodul for ubundne materialer bestemmes ved testing, etterregning fra fallodds målinger
- ▶ Tverrkontraksjonstall antatt å være 0,35

Dynamisk modul for asfalt

- ▶ Labtesting av de mest vanlige asfaltmassene for å bestemme dynamisk modul
- ▶ Testing utført av NTNU (Hao)
- ▶ Proporsjonering iht. Marshal-metoden
- ▶ Avhengig av temperatur og belastningstid (frekvens)
- ▶ Feltprøver som er tatt fra referansestrekninger (kalibreringsstrekninger) er også testet.

Ab 11-70/100

Ab 11-PMB

Ab 16-70/100

Ab 16-PMB

Agb11-160/220

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

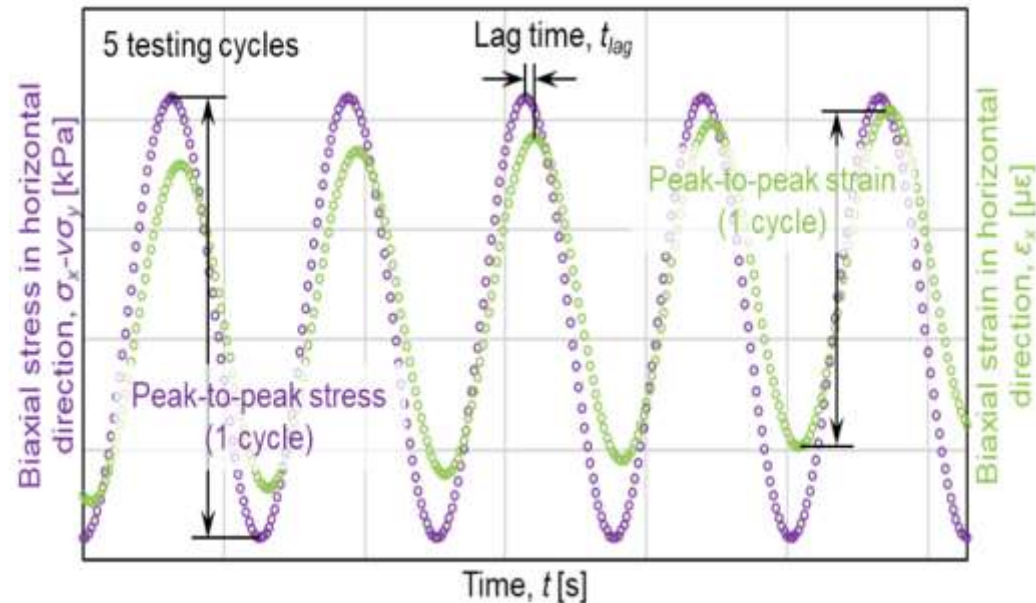
Ag 16-70/100

Ag 16-160/220

Ap 16-70/100

Testing

- ▶ Syklisk indirekte strekktest
- ▶ Testing iht. 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 parallelle prøver

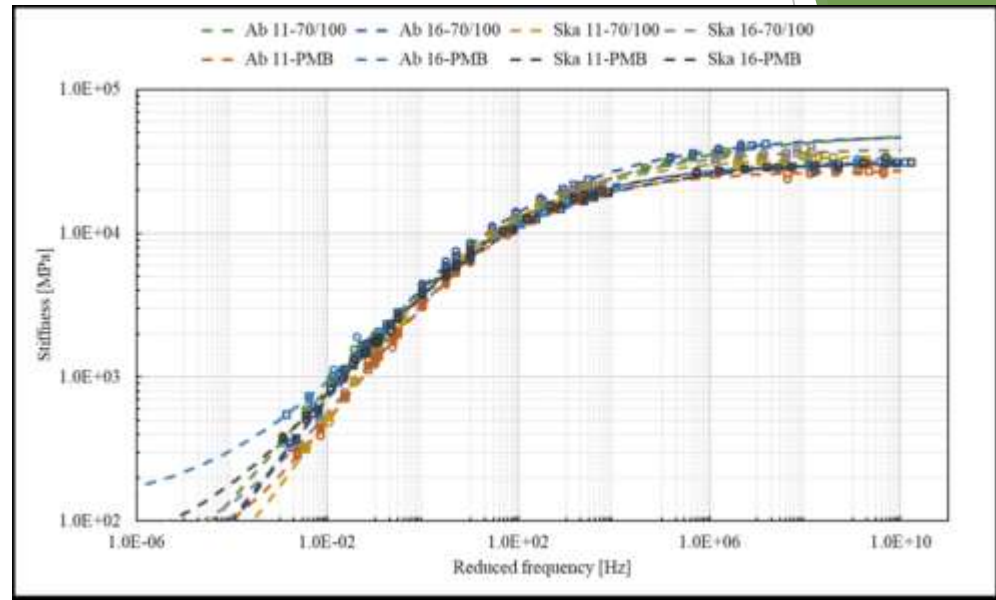


Prøver: 100 mm i diameter og 40 mm høyde

Utstyr: Nottingham Asphalt Tester (NAT)

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



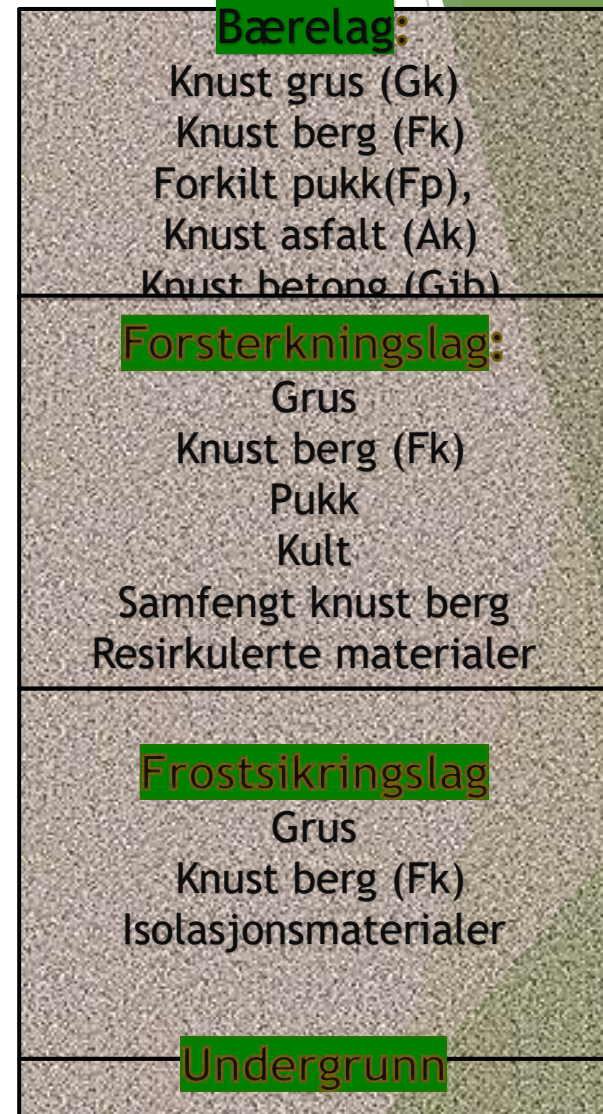
$$\log(|E^*|) = \delta + \frac{\alpha}{1 + e^{\beta - \gamma(\log f_r)}}$$

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

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

Ubundne materialer

- ▶ Stivhetsmodul:
- ▶ Påvirkes av fuktinnhold
- ▶ Jobbes for å få best mulige estimater for stivhetsmodul ved naturlig vanninnhold
 - ▶ Etterregning fra falloddsmålinger for grove ubundne materialer
 - ▶ Data fra tidligere labtesting (PhD-arbeider, osv.)
 - ▶ Lab-testing for undergrunnmaterialer (leire og silt)
 - ▶ Vurderer bruk av data fra rutine tester for å beregne stivheten til undergrunnmaterialer



Materialdatabase

- ▶ For å forenkle 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
 - ▶ Ved dimensjonering velger man material-/masstype (eks. Ab 11 70/100), ERAPave henter dynamisk modul fra databasen
 - ▶ Mulig å bruke egne materialdata

Pavement layer types and thicknesses

Layer	Material
1	ABS16 70/100
2	AG22 160/220
3	GW-CR
4	GM-CR
5	4d - Lera

Add layer [X]

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

Materialtesting ifm. VegDim/ERAPave PP



Statens vegvesen

- ▶ Dimensjonering ved bruk av VegDim/ERAPave PP forutsetter at materialene oppfyller krav som er satt i N200.
- ▶ Gjelder både for asfalt og ubundne materialer
- ▶ Tester som utføres i dag ifm. med kvalitetskontroll/kvalitetssikring må også gjøres for veger som blir dimensjonert ved bruk av VegDim/ERAPave PP
- ▶ For nye materialer og/eller for å danne egen materialdatabase som kan brukes for dimensjoneringsformål i VegDim/ERAPave PP må man teste de elastiske egenskapene iht. gjeldende norske eller europeiske (CEN) standarder

Hva endres i N200 Vegbygging?

Iht. høringsutgaven av N200, lagt ut 17.1., høringsfrist 14.3.:

- ▶ Fra innledningen til kap. 3 Dimensjonering av vegoverbygning:

Dimensjoneringen kan foretas på to måter, enten ved tradisjonell metode beskrevet i kapitlene 3.1-3.9, eller ved hjelp av dimensjoneringsystemet VegDim/ERAPave PP beskrevet i kapittel [3.10](#). Dimensjoneringsgrunnlaget i kapittel [3.1](#), [Tabell 3.2.1-1](#) og materialkrav i kapittel [4](#) legges til grunn også for dimensjonering med VegDim/ERAPave PP.

- ▶ Det gamle dimensjoneringsystemet lever videre - kan velge hvilket system som skal brukes
- ▶ NB1! Forutsatt at man benytter det samme dimensjonerings-systemet for hele dimensjoneringen og ikke blander de to
- ▶ NB2! Dette er forslag til høring. Den endelige utgaven kan bli forskjellig fra dette.
- ▶ Nytt delkapittel 3.10 med krav iht. VegDim/ERAPave:
 - 3.10 Dimensjonering ved hjelp av VegDim/ERAPave PP
 - 3.10.1 Sporutvikling
 - 3.10.2 Utmatting av asfaltdekket
 - 3.10.3 Tøyning mot undergrunnen
 - 3.10.4 Telehiv - frostsikring
- ▶ Planlagt utgivelse av ny N200 Vegbygging er 1.juli 2024

Hva beholdes av eksisterende regelverk for VegDim/ERAPave PP?

- ▶ Krav i kap. 1 Underbygning og grunnforhold, f.eks. opp mot geoteknisk planlegging og grunnundersøkelser, beholdes
- ▶ Dimensjoneringsgrunnlaget i kap. 3.1 beholdes i store trekk:
 - 3.1.1 Dokumentasjon
 - 3.1.2 Trafikk
 - Trafikkgruppe ikke relevant, VegDim/ERApave benytter N direkte (eller et lastspektrum)
 - 3.1.3 Undergrunn
 - Frostsikring: 3.1.3 legges til grunn (i alle fall foreløpig) for hvor det skal frostsikres, men inndata (defaultverdier) for segregasjonspotensial kan velges fra VegDim/ERAPave PP eller fra egne labundersøkelser
 - Bæreevne: E-modul for undergrunn fra VegDim/ERAPave PP eller fra egne labundersøkelser

Hva beholdes av eksisterende regelverk for VegDim/ERAPave PP?

- 3.1.4 Materialer til vegoverbygning
 - Utenom 3.1.4.7, som er om lastfordelingskoeffisienter, er alt gjeldende. I stedet for lastfordelingskoeffisienter, benytter VegDim/ERAPave PP materialparametere fra det innebygde materialdatabasen eller fra egen testing.
- 3.1.5 Andre dimensjoneringsmessige vurderinger
 - Utenom det med frostsikringsdybden, er alt gjeldende
- ▶ Tabell 3.2.1-2 beholdes - krav til dimensjonerende frostmengde og maksimum tykkelse av overbygning
- ▶ Krav i kap. 4 Materialer og utførelse beholdes

NB! Dimensjonering ved hjelp av VegDim/ERAPave PP er en pilot

- ▶ Jf. krav 3.10-1:

Krav 3.10—1 **SKAL**

Dimensjonering med VegDim/ERAPave PP er for denne utgaven av N200 Vegbygging å anse som en pilot, og dimensjonering etter denne metoden skal derfor sendes inn til Vegdirektoratet for gjennomgang og godkjenning. Alle inndata og resultater fra dimensjoneringen (utdata) skal sendes inn, og det opplyses om hvilken versjon av VegDim/ERAPave PP som er benyttet. Benytt e-postadresse N200@vegvesen.no.

- ▶ Siden VegDim/ERAPave PP er en pilot, vil kravene kunne endre seg over tid etter hvert som vi vinner erfaring.



Hensyn som er viktig å ivareta ved innføring av VegDim/ERAPave PP

- ▶ Statens vegvesen ønsker at bransjen skal ta i bruk og vinne erfaring med VegDim/ERAPave PP så fort som mulig
- ▶ Statens vegvesen som vegmyndighet ønsker også å få erfaring ved bruk av den nye dimensjoneringsmetoden
- ▶ For å sikre at metoden blir brukt riktig og at man får en fornuftig dimensjonering, er foreslår vi et krav der dimensjoneringen blir kontrollert og godkjent av oss Myndighet og regelverk i Vegdirektoratet
 - Kravstillingen er generell, men burde muligens gjort unntak for fylkeskommunal og kommunal veg, ev. kun en faglig vurdering. Fylker og kommuner kan uansett fravike N200 Vegbygging - de er sin egen fraviksmyndighet.

Sporutvikling

Tabell 3.10.1–1 – Krav til maksimal årlig sporutvikling [mm/år]

ÅDT	Vegens hastighet [km/t]						
	110	100	90	80	70	60	≤ 50
0 - 250	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
251 - 500	0,5	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
501 - 1000	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
1001 - 2000	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9
2001 - 4000	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1
4001 - 8000	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,1
> 8000	0,8	0,9	0,9	1,1	1,1	1,3	1,3

- ▶ Kravet inkluderer sporutvikling både som følge av permanente deformasjoner i overbygninga og som følge av piggdekkslitasje.
- ▶ Jo lavere hastighet - jo høyere sporutvikling tolereres. Lavere hastighet tilsier mindre viktig veg med færre felt.

Utmatting av asfaltdekket og tøyning mot undergrunnen

► Krav til utmatting av asfaltdekket:

Det kreves at Palmgren-Miner-sum («damage ratio») er høyst 0,5 etter 20 år.

► Krav til maksimal tøyning mot undergrunnen

Tabell 3.10.3—1 — Maksimal vertikal trykktøyning mot planum for friksjonsjordarter

Frostmengde F_{50} [h°C]	< 7 200	7 200 - 14 400	14 400 - 21 600	21600 - 28 800	$\geq 28 800$
Maks. tøyning	0,0025	0,0024	0,0023	0,0022	0,0021

Tabell 3.10.3—1—1 — Maksimal vertikal trykktøyning mot planum for kohesive jordarter

Frostmengde F_{50} [h°C]	< 7 200	7 200 - 14 400	14 400 - 21 600	21600 - 28 800	$\geq 28 800$
Maks. tøyning	0,0018	0,0017	0,0016	0,0015	0,0014

- Tøyningskravet er klimaavhengig og frostmengden F_{50} benyttes til dette. F_{50} vil bli tilgjengelig på kart.

Tabell 3.10.4—1 — Krav til maksimalt telehiv

Vegtype, hastighet	Maksimalt telehiv [mm]	Unntak og kommentarer
Motorveg, 110 km/t	20	
Motorveg, 100 km/t	25	
Riksveg, 90 km/t	30	
Riksveg, 80 km/t, annen veg 90 km/t	40	Der ÅDT < 1500: 50 mm
Riksveg, 70 km/t, annen veg 80 km/t	50	Der ÅDT < 1500: 60 mm
Riksveg, 60 km/t, annen veg 70 km/t	60	Der ÅDT < 1500: 70 mm
Alle veger, 50 km/t eller lavere, annen veg 60 km/t	70	
For veger/gater med kantstein	60	Uavhengig av ÅDT. For veger med strengere krav, gjelder de kravene foran dette kravet.
Gang-/sykkelveg	80	Atskilt fra veg, uten kantstein
Ekspresssykkelveg	60	
Fortau med kantstein	60	
Tverrsnitt av veg inn mot bundne høyder, eks. — bru — planovergang jernbane — betongdekker som er (tilnærmet) frostfritt fundamentert	10	For en utkiling vil kravet gjelde i det tverrsnittet av vegen som ligger inn mot den bundne høyden.

- ▶ NB! Sannsynlig at disse verdiene blir justert etter hvert som man får erfaring.

Avsluttende kommentarer

- ▶ Mye arbeid med ME-dimensjonering har blitt gjort gjennom FoU-prosjektet VegDiM - målet har vært å kunne dimensjonere en veg basert på tilstandsutvikling over tid
- ▶ Vi er nå i ferd med å implementere resultatene i regelverket i N200 Vegbygging
- ▶ Ideelt sett vil dette gi en riktigere dimensjonering - dimensjoneringen knyttes opp mot tilstander og funksjoner som vi tror er viktige for trafikantene - som f.eks. sporutvikling og telehiv. Vi oppnår et mer funksjonsbasert regelverk.
- ▶ Det gjenstår ennå en del kalibrering og fintuning av VegDIM/ERAPave PP, men viktig at bransjen tar systemet i bruk slik at vi sammen kan vinne erfaring og justere oss inn.



Takk for oppmerksomheten!



Statens vegvesen