

Svenska vägutformningsmetoder

PMS-Objekt



AH1908 Anläggning 2

Allmänt dimensionering

- Rationellt system för att fastställa typ, mängd och dimensioner av material eller delar av ett specificerat system, baserat på ekonomiska och tekniska krav
- Kan vara starkt **metodbunden** men ibland mer erfarenhet och ingenjörskunnande

Strukturell dimensionering av vägar

Bakgrund till modeller

Grundläggande principer

Mekanistisk-empirisk dimensionering

Strukturell dimensionering

- Målet är att bestämma:
 - antal lager
 - material (bundna, obundna lager)
 - lagertjocklekar
- Som klarar dimensionerande laster och uppfyller dimensioneringskriterier
- Speciellt för vägar: repeterad last och gradvis (långsam) nedbrytning

Pavement design procedures, e.g.

- ...
- Hogentogler Terzaghi (1929)
- California Bearing Ratio (Porter, 1938)
- Hveem (1948)
- AASHO Interim guide (1961)
- AASHO Interim guide (1972)
- AASHO design guide (1986)
- Shell (1977)
- VESYS
- MEPDG
- DarWin
- ...

AH1908 Anläggning 2

Vanlig uppdelning av dimensioneringsmetoder

- Empirisk
- **Mekanistisk-empirisk (semi-empirisk)**
- Mekanistisk (empirisk)

AH1908 Anläggning 2

Boussinesq (1885)

11. — Unité de la solution.

Grâce à ces diverses équations ou conditions, le problème de l'équilibre est entièrement déterminé. En d'autres termes, si l'on a pu trouver trois fonctions u, v, w , de x, y, z , qui les vérifient, et si l'on remplace, dans toutes ces équations, u, v, w par $u + u', v + v', w + w'$, on sera forcé de poser $u' = 0, v' = 0, w' = 0$.

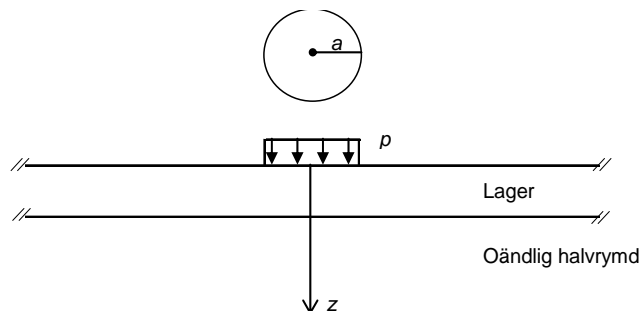
Effectivement, substituons $u + u', v + v', w + w'$ à u, v, w , et appelons θ' l'expression $\frac{du'}{dx} + \frac{dv'}{dy} + \frac{dw'}{dz}$.

Les équations (1) prendront la forme

$$(4) \quad \left\{ \begin{array}{l} (\lambda + \mu) \frac{d\theta'}{dx} + \mu \Delta_2 u' = 0, \\ (\lambda + \mu) \frac{d\theta'}{dy} + \mu \Delta_2 v' = 0, \\ (\lambda + \mu) \frac{d\theta'}{dz} + \mu \Delta_2 w' = 0. \end{array} \right.$$

Burmister (1943)

- Två lager

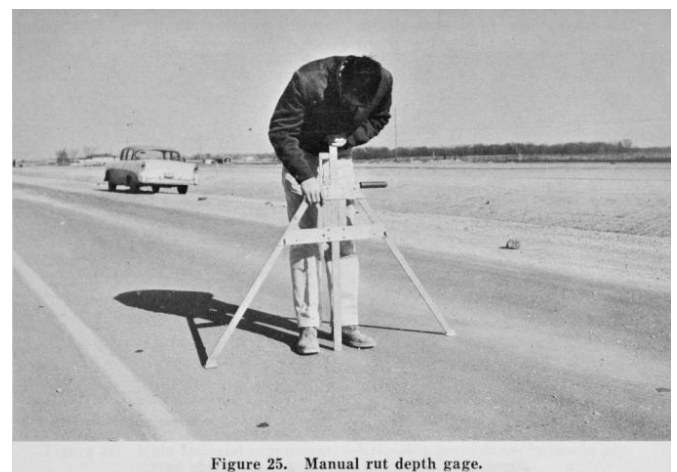
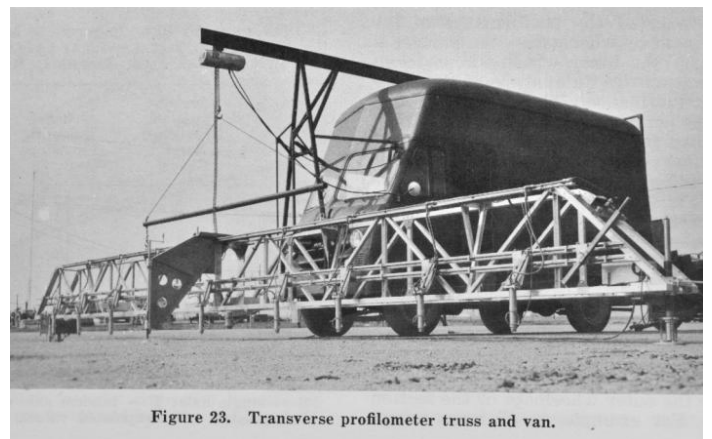
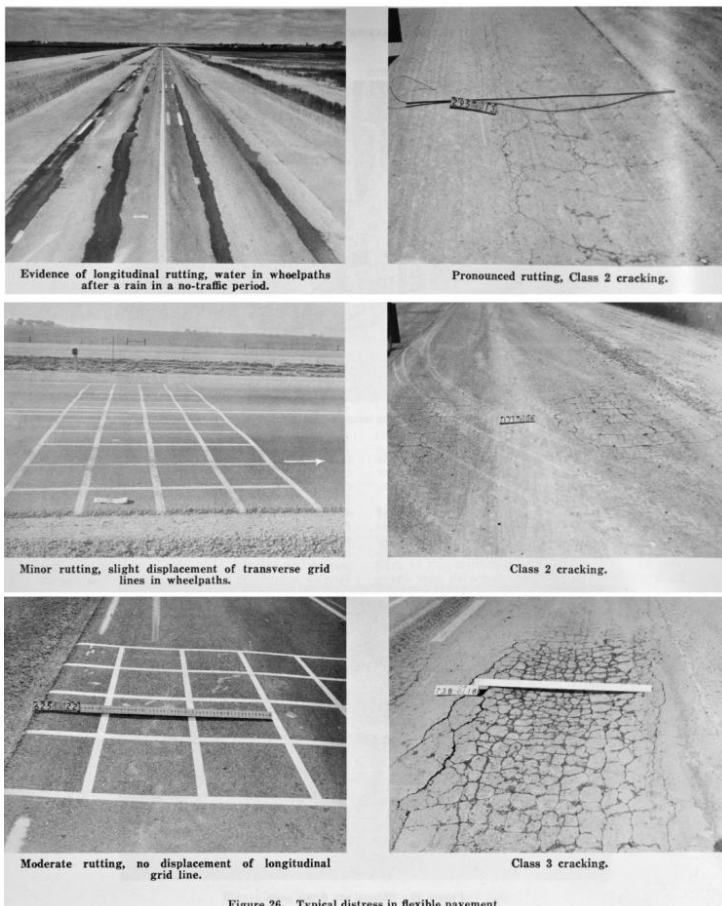


- (Multilager. Schiffman, 1962)

AASHO fältförsök

- Det mest betydelsefulla försöket i världen
- Slutet av 1950-talet i Illinois
- \$27 miljoner (1960!) Value today
300 miljoner datapunkter
- (fortfarande!) viktigaste källan till skadesamband

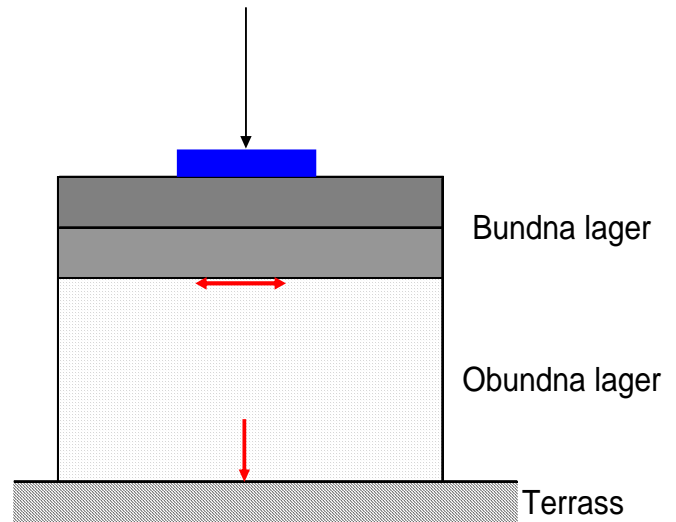
AH1908 Anläggning 2



AH1908 Anläggning 2

1960-talet

- Typskador och dimensioneringskriterier föreslås
- **Sprickor:**
maximal dragbelastning
underkant asfaltlager
- **Deformationer (spår):**
tryckbelastning
terrass



AH1908 Anläggning 2

Dimensioneringsmetodik: Modell uppbyggd av delmodeller

- Lastmodell
 - Klimatmodell
 - Materialmodeller
 - Strukturmodell
- ↓
- Skad modeller
- Mekanistisk**
- Empirisk**

AH1908 Anläggning 2

Delmodeller

- Lastmodell: Cirkulär, statisk, antal standardaxlar
- Klimatmodeller: temperatur, vatten
- Materialmodell: isotropa linjärt elastiska
- Strukturmodell: lagermodell på oändlig halvrymd

AH1908 Anläggning 2

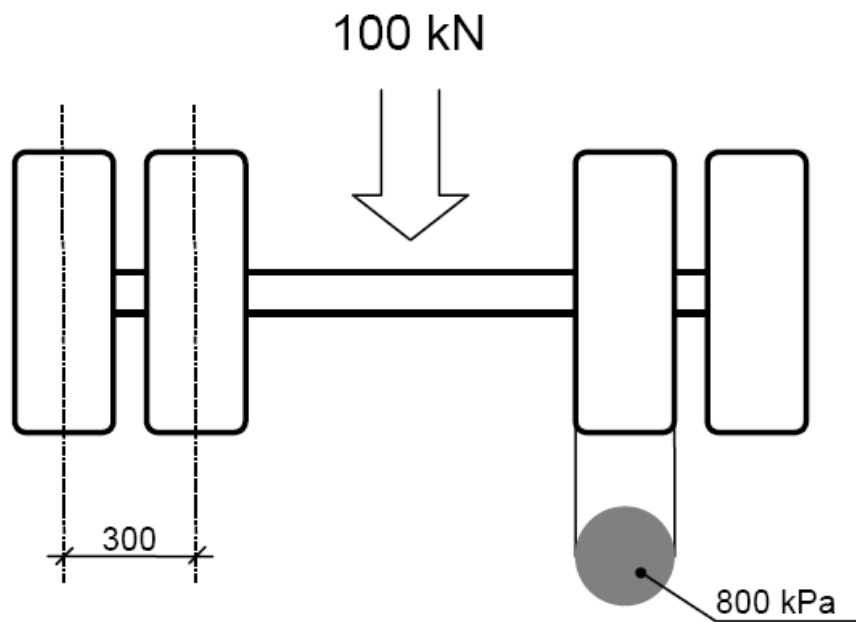
Trafik- och fordonsmodell

- Sammanfatta all trafik i antal av en standardaxel
Equivalent Single Axle Load (ESAL)
- Trafikspektrum (ovanligt)



AH1908 Anläggning 2

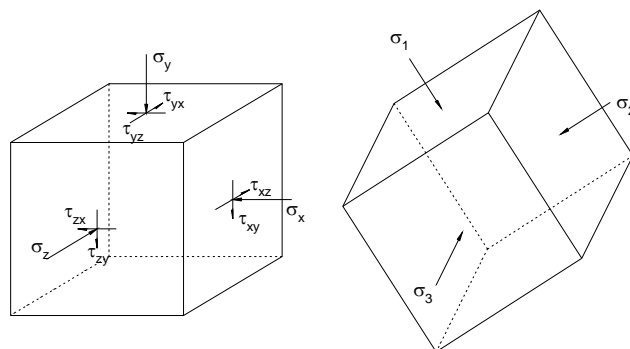
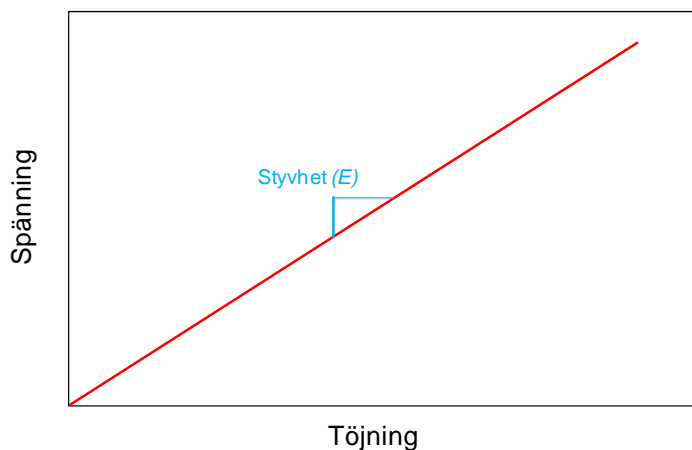
Standardaxel: exempel (lastmodell)



AH1908 Anläggning 2

Materialmodell

- **isotropa** och **linjärelastiska**
- beskrivs fullständigt av 2 materialparametrar t.ex:
 - Styvhetsmodul
 - Poissons tal



AH1908 Anläggning 2

övr. Delmodeller

- Klimat: temperatur, vatten, solstrålning, vind mm.
- Konstruktion: lagermodell på oändlig halvrymd
finns förstås mer avancerade men ovanliga
- men viktigast och svårast av allt...

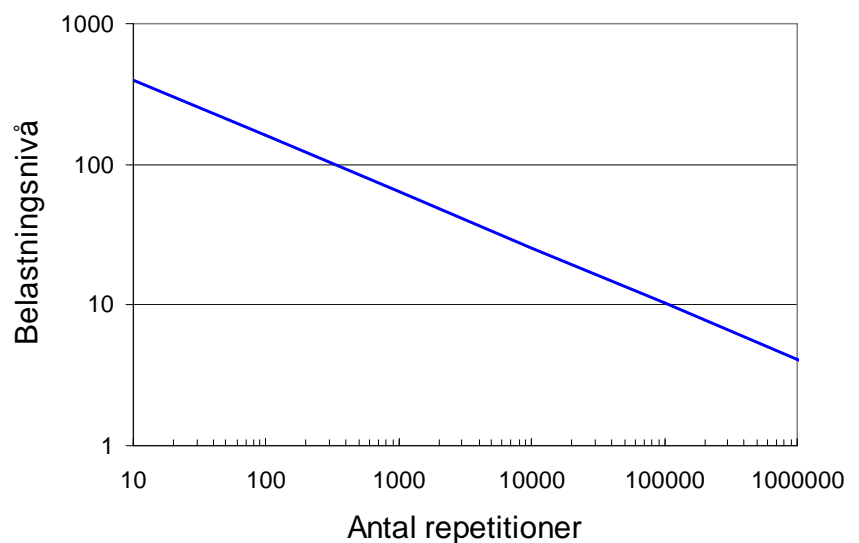
AH1908 Anläggning 2

Skademodeller

statistiska, baserade på empiri

$$N = \left(\frac{a}{\varepsilon} \right)^b$$

- N är antalet tillåtna belastningar
- ε är töjning
- a, b regressionsparametrar



AH1908 Anläggning 2

Empirisk bakgrund till skademodeller

- Främst genom uppföljning av vägar och provvägar

men också

- Accelererad provning t.ex. HVS (Heavy Vehicle simulator)
- Laboratorieprovning

AH1908 Anläggning 2

Delskadehypotes

Palmgren, 1924. Miner, 1945

- Belastning vid olika nivåer kan summeras

$$D = \sum_{i=1}^k \frac{n_i}{N_i}$$

- D total skada
- N antal belastningar vid given nivå i
- n antal belastning vid nivå i
- k antal nivåer

- Brott inträffar då summan överstiger 1

AH1908 Anläggning 2

Avslutning

- Dimensioneringsmetoder omfattar många delar (delmodeller)
- Utvecklats under lång tid
komplexa strukturer och material
tröga system
- Det kritiska **skadesambandet** intimt förknippat med använda delmodeller



Nordiska varianter

- **Denmark** MMOPP
- **Finland** Standardized model structures
Odemark bearing capacity (two-layer equivalent thickness)
Multilayer (APAS-3)
- **Norway** Dimensjonering med faste lastfordelingskoeffisienter (nivå 1)
Nivå 3: MEPDG, PMS Objekt, MMOPP
- **Sweden** TRVK-PMS Objekt