

Växelsvikt mellan väg och fordon



NVF54 rapport



Av

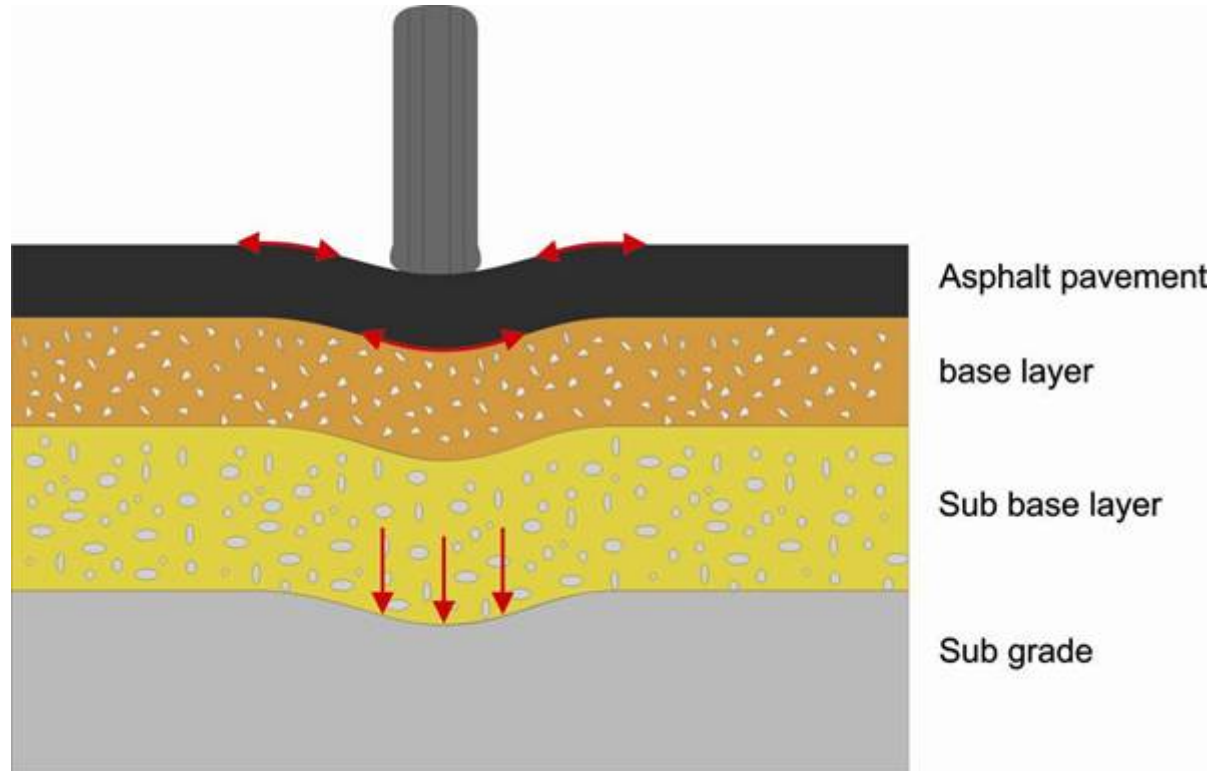
Mattias Hjort, VTI

Jan M. Jansen, Vejdirektoratet

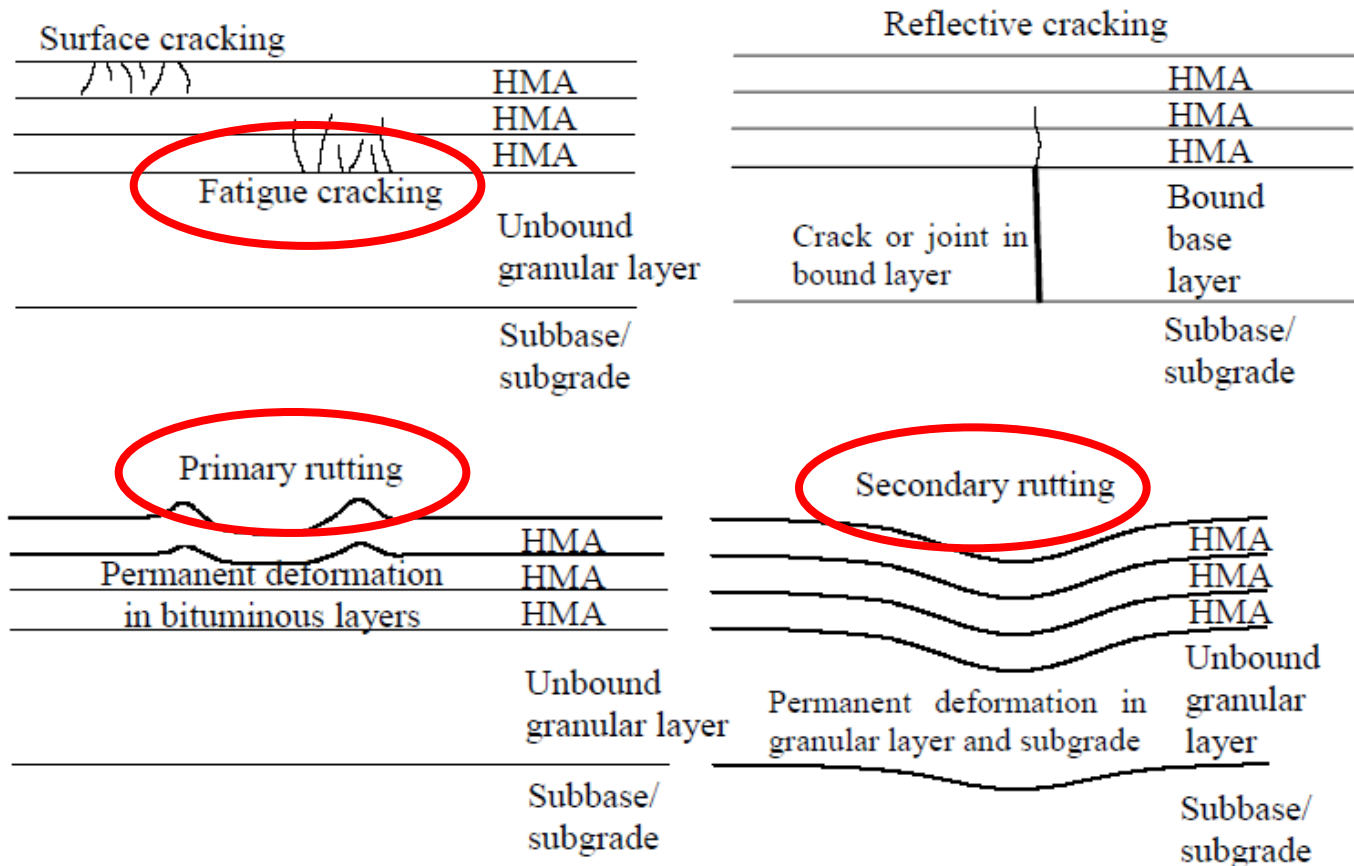
Mattias Haraldsson, VTI

- **Sammanställning över fordonsparametrars inverkan på vägnedbrytning**
- **Fokus på tunga fordon**
- **Baserad på David Cebons “Handbook of Vehicle-Road Interaction”, COST 334 och DIVINE**
- **Skriven på engelska**

Typisk asfaltbeläggning



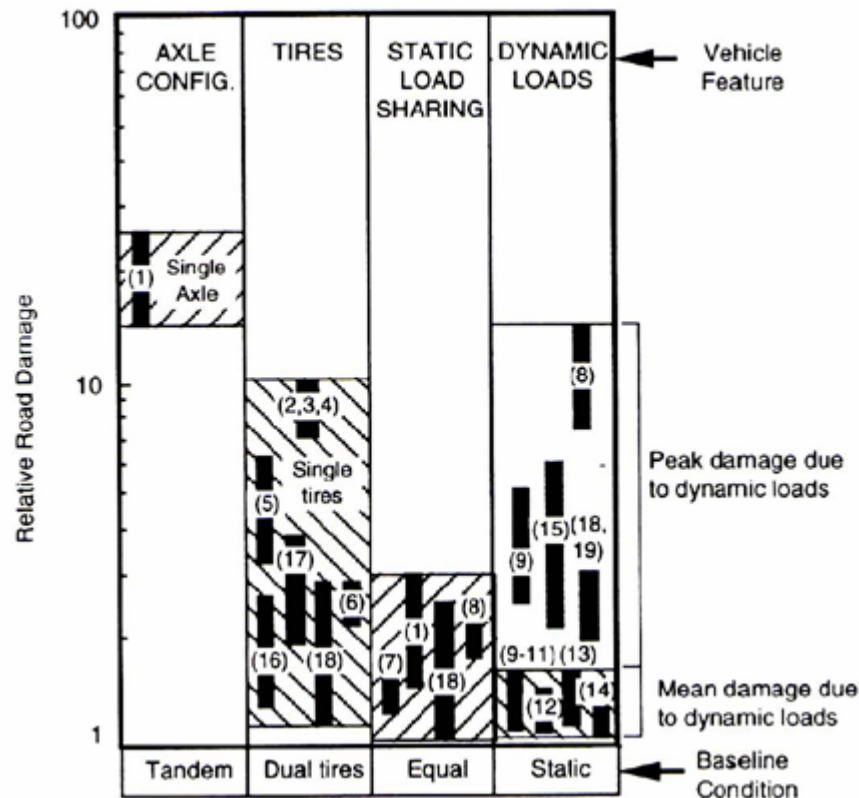
Nedbrytningsmoder: (Från COST 334)



Huvudsakliga Fordonsparametrar som påverkar

- Axellast (statisk)
- Dynamisk axellast (fjädringssystem)
- Axelkonfiguration (singel, tandem, tri-axel)
- Däck:
 - Bredd
 - Diameter
 - Lufttryck

Stor spridning av rapporterade effekter



Från Cebon

Statisk axellast

- Ekvivalent antal standardaxlar: N_{esal}
- $x=4 \Rightarrow$ 4:e potensregeln

$$N_{\text{esal}} = \sum_1^{\text{nr of axles}} \left(\frac{W_{\text{axle}}}{W_{\text{standard axle}}} \right)^x$$

COST 334: $x = 1 - 2$ för permanent deformation av bituminösa lager
 $x = 3 - 4$ för permanent deformation av subgrade
 $x = 4 - 7$ för sprickbildning i bituminösa lager

Cebon: $x = 1.3 - 6$ för flexibla beläggningar
 $x = 8 - 33$ för rigida beläggningar

Dynamisk axellast

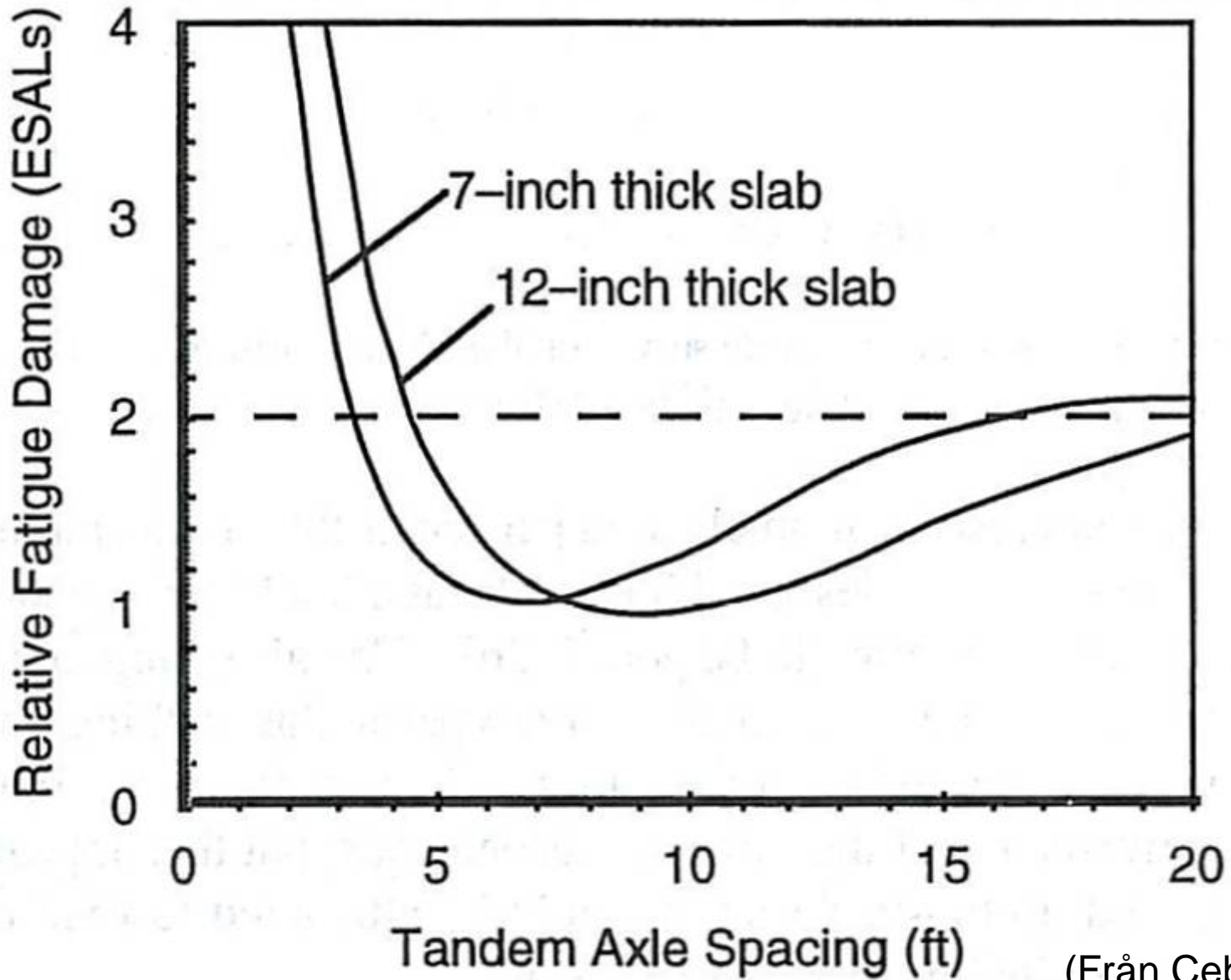
Cebon:

- Ökningen av vägnedbrytningen pga dynamiska axellaster är i snitt 10 – 40% av de statiska påverknigen.
- Ersättning av standard stålfjädring mot luftfjädring på en tractor/trailer kombination, minskar vägslitaget med 5-6%
- Om dessutom ett datorbaserat dämpningssystem används, kan vägslitaget minska med ytterligare 5-6%.

Dynamisk axellast

DIVINE: Jämförelse mellan stål och luftfjädring, accelererat test med 49 kN last

- Stålfjädringen orsakade 15% ökning av vägojämnhet (IRI)
- Stålfjädringen orsakade 10% ökning av sprickbildning
- För spårbildning 11-12 mm kritiskt djup, nådde luftfjädringen ca 45-65% fler lastcykler



(Från Cebon)

Däckkonfiguration

Jämförelse singel kontra dubbelmontage

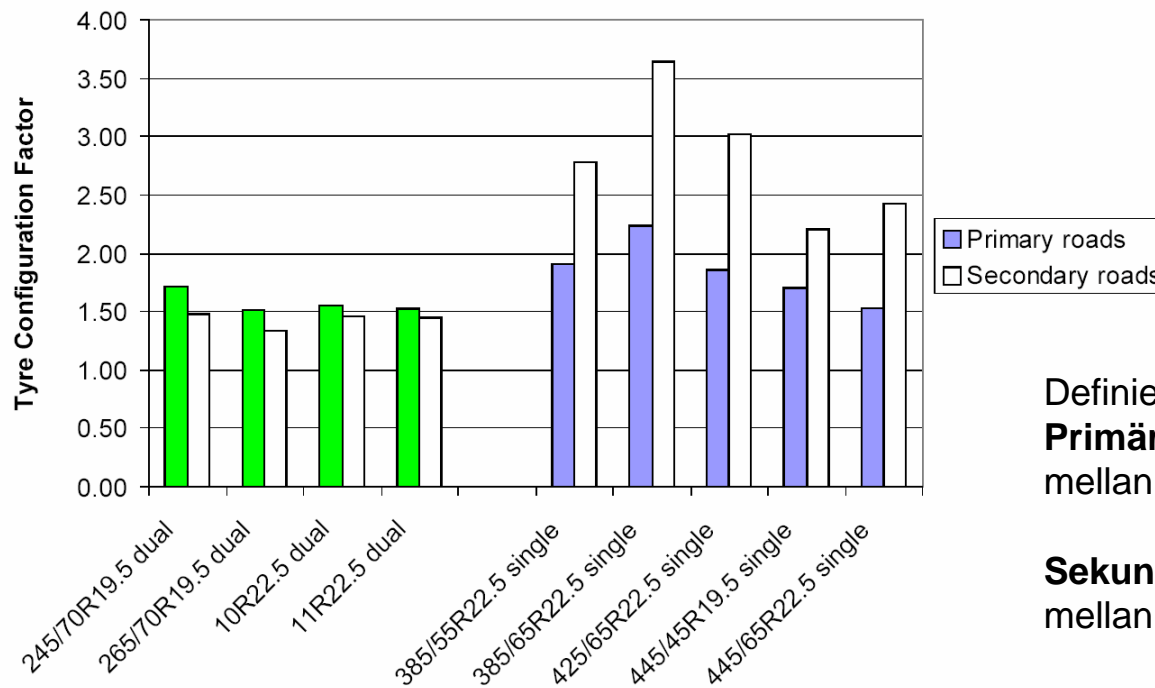
Cebon:

- Tidiga rapporter (1965-1978): Singelmontage => 7-10 ggr mer skada
- Senare rapporter (1988-1992): Singelmontage => 1.1 -7 ggr mer skada
- De större siffrorna kommer från uppskattningar mha fjärdepotensregeln

Däckkonfiguration

COST 334:

- TCC = Tyre configuration factor



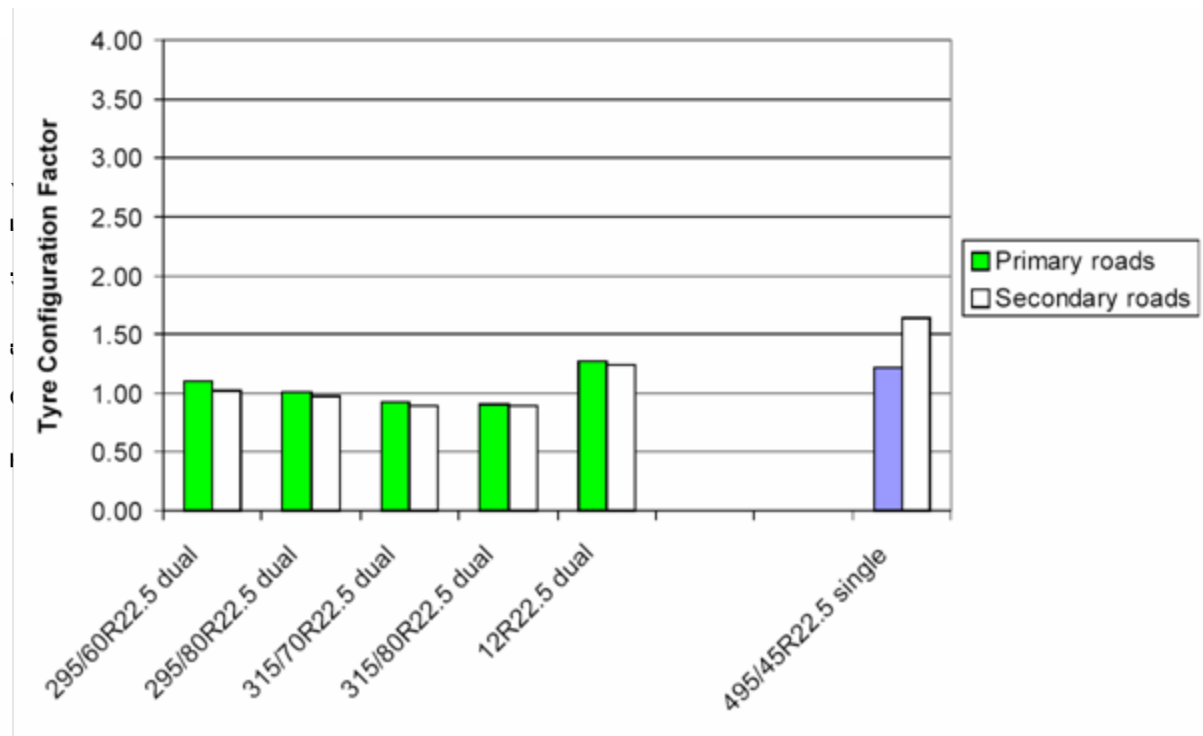
Definierat i COST 334:
Primära vägar: huvudlänkar mellan urbana områden

Sekundära vägar: länkar mellan de primära vägarna

Däckkonfiguration

COST 334:

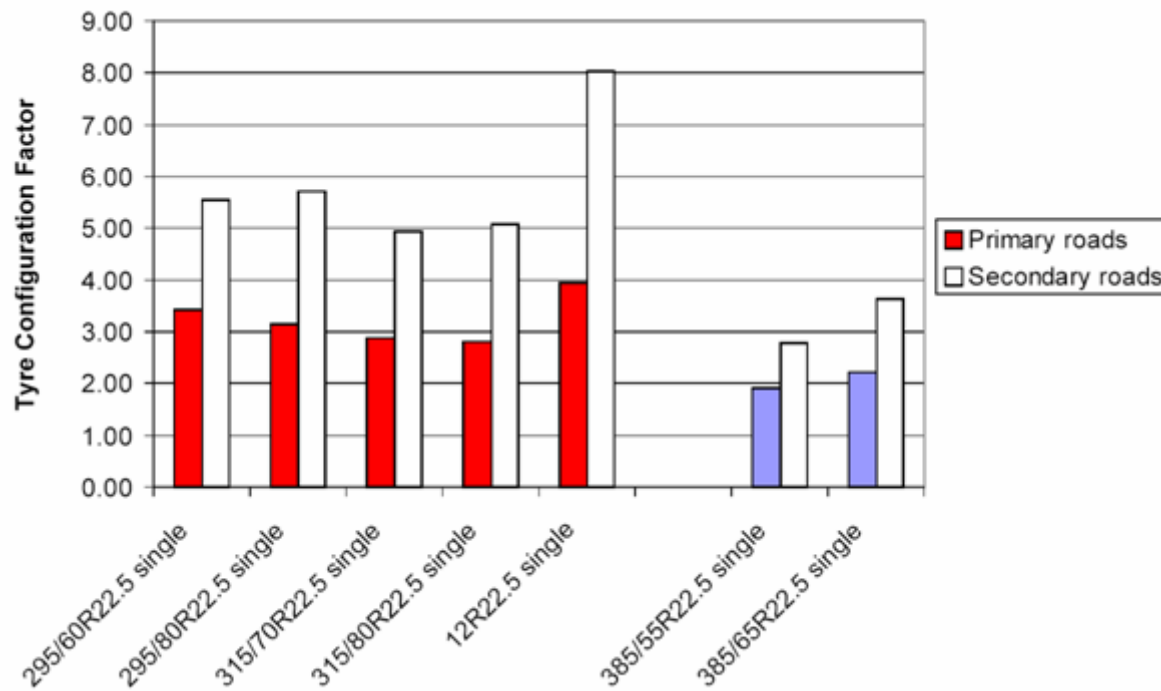
- TCC = Tyre configuration factor



Däckkonfiguration

COST 334:

- TCC = Tyre configuration factor



Universalformler

Road stress faktorn:

$$\Phi = \nu (\eta_I \eta_{II} P_{stat})^4$$

Φ road stress factor för varje hjul

ν den 'dynamiska road stress faktorn'
(tar hänsyn till fjädringssystem)

η_I parameter som tar hänsyn till däckkonfigurationen
(single eller dubbelmontage)

η_{II} parameter som tar hänsyn till däckets kontaktryck
(däckets bredd, diameter)

P_{stat} den statiska (medel) däckkraften

Eisenman, 1975

Universalformler

COST 334:

$$AWF = TCF \cdot \left(\frac{P}{10} \right)^2$$

För primära vägar

AWF: Axle wear faktor

TCF: Tyre configuration faktor

(tar hänsyn till **däckkonfigurationen** (single eller dubbelmontage), samt däckets kontaktryck (**däckets bredd, diameter**))

P: Statisk **axellast** i ton

Axelkonfiguration och Fjädringskonfiguration anses ha negligerbar effekt på primära vägar

Eisenman, 1975

Exempel på användning

Danmark: Tunga särtransporter

$$\text{ESAL} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} \frac{A_i B_{ij} C_i D_{ij}}{m_i} \left(\frac{p_{ij}}{5} \right)^4$$

Jan M. Jansen, Særtransporters
vejslid – Klassificering av køretøjer.
Rapport nr 269, Vejdirektoratet.
2002

Tar hänsyn till

- Axelkonfiguration (axelavstånd, antal axlar i gruppen)
- Däck: bredd, konfiguration (avstånd mellan däcken), lufttryck
- Fjädringstyp
- Axellast (individuella axlar)

Exempel på användning

Sverige: Vägverkets dimensionering av vägar

$$ESAL = \sum_{n=1}^i \left(\frac{W_i}{10} \right)^4 * k_i$$

Privat samtal med Tomas
Winnerholt, Vägverket

BWIM-mätningar 2004 och 2005
Projektrapport. VV Publication
2006:136

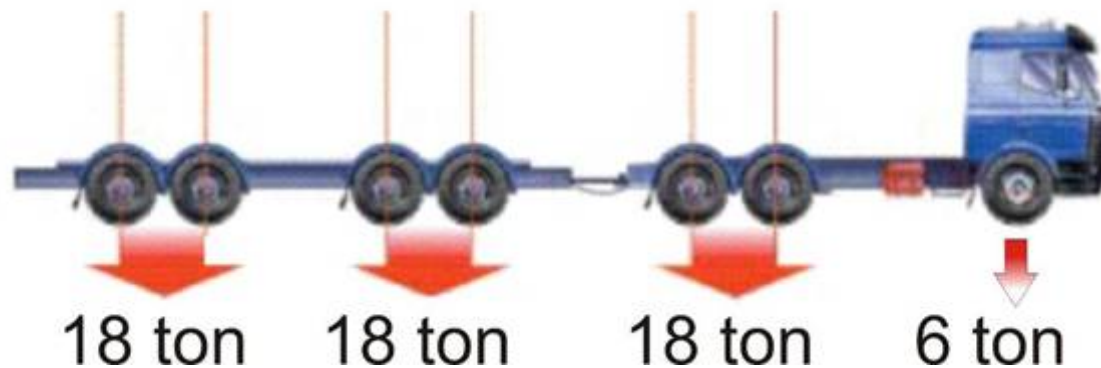
$k = 1$ for single axle
 $k = (10/18)^4 = 0,0952$ för tandem-axel
 $k = (10/24)^4 = 0,0302$ for trippel-axel

Tar hänsyn till

- Axelkonfiguration (antal axlar i gruppen)
- Axellast (hela axellasten)

Exempel på användning

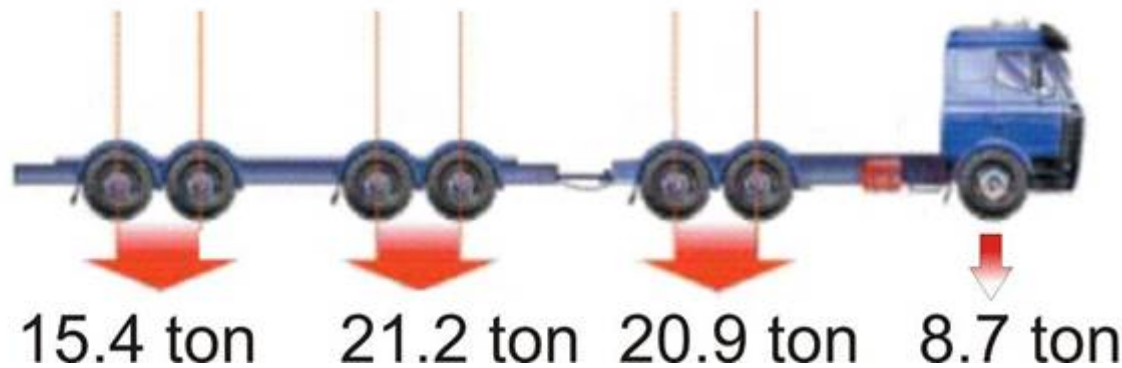
60 tons equals 3.1 ESAL



$$ESAL = \left(\frac{18}{10}\right)^4 * 0.0952 + \left(\frac{18}{10}\right)^4 * 0.0952 + \left(\frac{18}{10}\right)^4 * 0.0952 + \left(\frac{6}{10}\right)^4 = 3.1$$

Exempel på användning

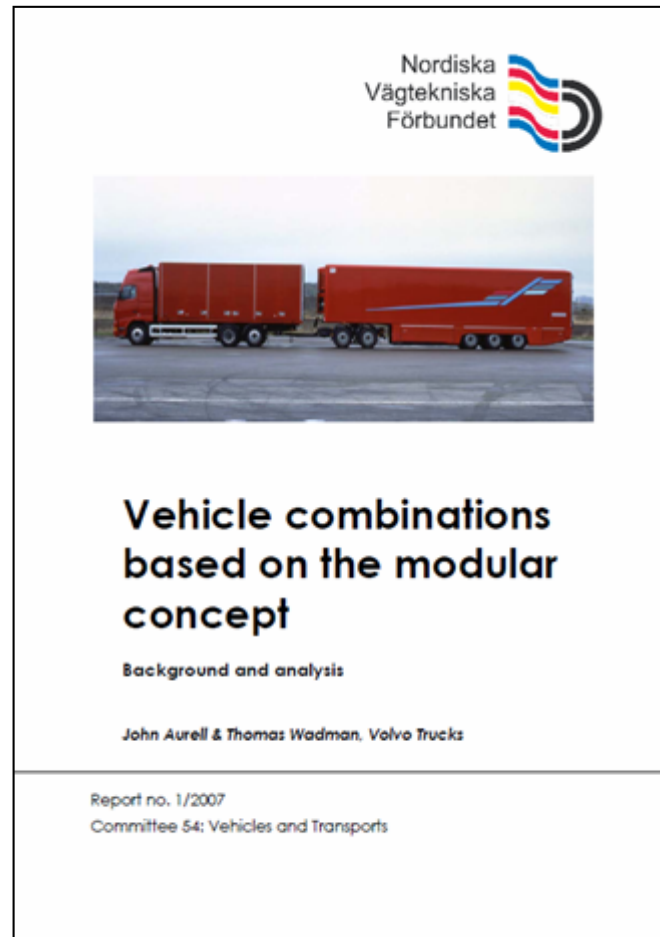
66.2 tons equals 4.85 ESAL



$$ESAL = \left(\frac{15.4}{10}\right)^4 * 0.0952 + \left(\frac{21.2}{10}\right)^4 * 0.0952 + \left(\frac{20.9}{10}\right)^4 * 0.0952 + \left(\frac{8.7}{10}\right)^4 = 4.85$$

Framtidens fordon

Modulbaserade



Framtidens fordon

Tankar från Anders Lundström på Scania:

- Reservhjul begränsar användningen av super-single
- 4x2 dragbilar kan ersättas med 6x2 (med tex en 5-tons icke drivande stödaxel i boggi med drivaxeln)
Skulle lösa problem med överlast av 11.5 tons drivaxel.
Stöd för 3+3 (dragbil/påhängsvagn)-kombinationer skulle krävas i EU.
(Vilket är tillåtet i England)
- Moderna drivlinor beräknar fordonets totalvikt med hygglig precision.
(kan kanske ersätta oprecisa WIM system). Skulle kunna bidra till konkurrensneutralitet vid timmertransporter.
- Luftfjädrade axlar har bestyckning för hjälp vid lastning

Tack för uppmärksamheten!

kontakt: mattias.hjort@vti.se

Stort tack till

Mårten Johansson, Sveriges Åkeriförening
Anders Lundström, Scania
Jan M. Jansen, Vejdirektoratet
Rune Damm, Norges Lastebileier-Forbund
Asbjörn Johnsen, Norges Vegvesen