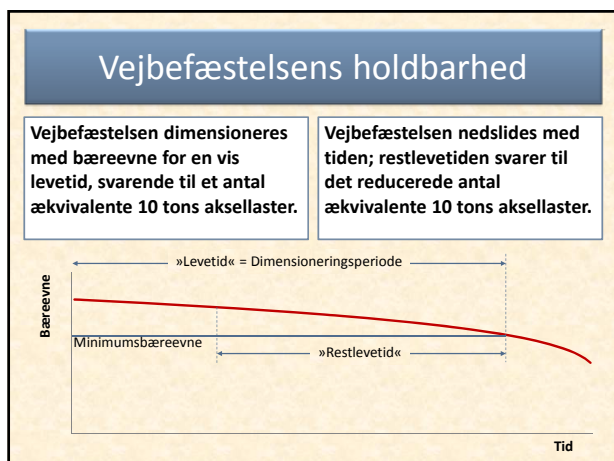




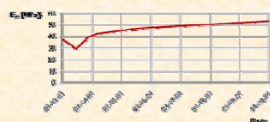




Vejbefæstelsens holdbarhed

Vejbefæstelsen nedbrydes under påvirkning af:

- Tiden
- Trafikken, fx
 - Belastning
 - Overfladeslitage
- Vejret, fx
 - Temperaturændringer
 - Vandpåvirkninger
- Fysisk og kemisk overlast, fx
 - Opgravninger
 - Spild af olie og kemikalier



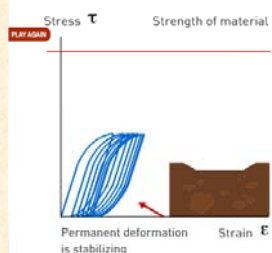
Underbundens E_m -værdi er stærkt årstidsafhængig, navnlig beroende på underbundens vandindhold. (Eksempel)

Vejbefæstelsens holdbarhed

En hjulpassage foranlediger deformationer i vejbefæstelsen. Deformationerne består af et blivende og et forbigående bidrag.

Det blivende bidrag (P) skyldes befæstelsesmaterialernes plastiske egenskaber; det forbigående bidrag skyldes de elastiske egenskaber.

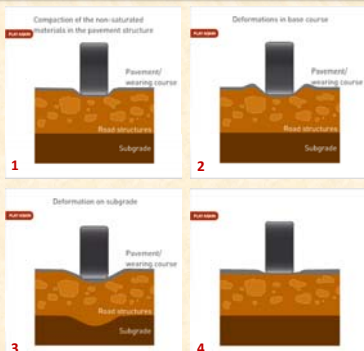
Det blivende bidrag vil med tiden stabilisere sig som en permanent deformation.



Vejbefæstelsens holdbarhed

Sporkøring foranlediget af:

1. Efterkomprimering
2. Deformation af bærelag
3. Deformation af underbund
4. Slitage af slidlag (fx ved brug af pigdæk)

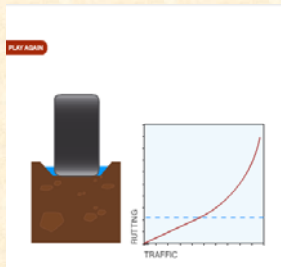


Vejbefæstelsens holdbarhed

Når de blivende deformationer bliver så store, at der kan stå vand i dem, vil vandet trænge ned i befæstelsen og reducere belægningslagernes og underbundens E-værdier.

Resultatet er at udviklingen af deformationerne accelererer.

Samtidig opstår der risiko for aquaplaning ved kørsel i den skabte sporkøring.

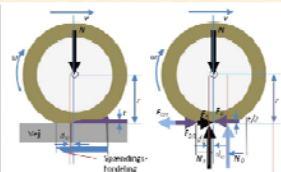


Vejbefæstelsens holdbarhed

Aqua-planing opstår, når hjulet ruller med en så stor hastighed, at vandet ikke når at blive fortrængt mellem vejoverflade og dæk.

De kræfter, der skal manøvrere køretøjet, kan ikke overføres gennem vandhinden mellem belægning og dæk.

Før aqua-planing optræder vil der være mellemstadier med reduceret vejgreb.



På grund af risikoen ved aqua-planing bør det sikres, at der ikke opstår vandansamlinger på kørebanen.

Vejbefæstelsens holdbarhed

Permanente deformationer viser sig som sporkøring med vandansamlinger, blandt andet langs den ene kørebane kant.



Vejbefæstelsens holdbarhed

Permanente deformationer ytrer sig i sporkøringer, hvor kraftige, navnlig langsgående revner giver adgang for vandnedsivning.



Vejbefæstelsens holdbarhed

Permanente deformationer, navnlig nær kørebanekant, frentræder som lunger med alligator-krakelering og langsgående revner, der giver adgang for vandnedsivning direkte fra vejoverfladen. Mangelfuld rabatafhøvling kan have bidraget til udvikling af problemet.



Vejbefæstelsens holdbarhed

Kraftige permanente deformationer kommer til udtryk gennem sporkøring, opskudt belægningsmateriale og stærk alligator-krakelering.



Vejbefæstelsens holdbarhed

Dårligt udført kantudvidelse med permanente deformationer og vandansamlinger.

Mangelfuld rabatafhøvling utilstrækkelig vejafvanding i vejens sider er blandt årsagerne til problemet.



PAUSE

Befæstelsesdimensionering

Fastlæg belægningstype og funktionskrav

Bestem trafikklasse

Bestem dimensioneringstrafikkens belastning

Bestem mindste samlede befæstelsestype

Vælg befæstelsesopbygning

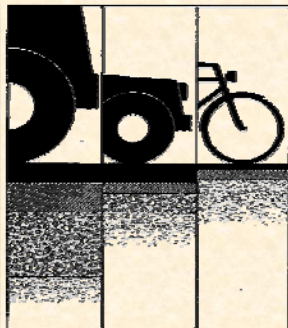
Dimensioner befæstelseslagene

Optimer dimensionerne ved simulering

Bearbejd projektdetaljer

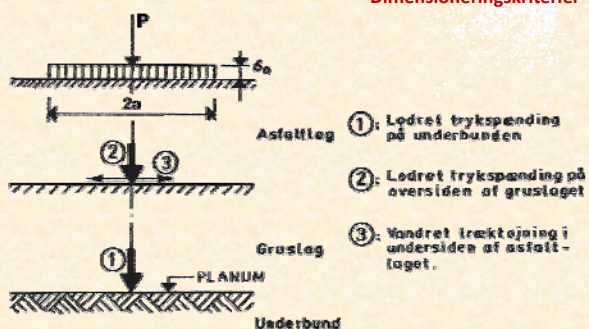
Befæstelsesdimensionering

- Katalogmetode
- ~~Diagrammetode~~
- Beregning
 - Evt. med MMOPP
- Simulering til med MMOPP



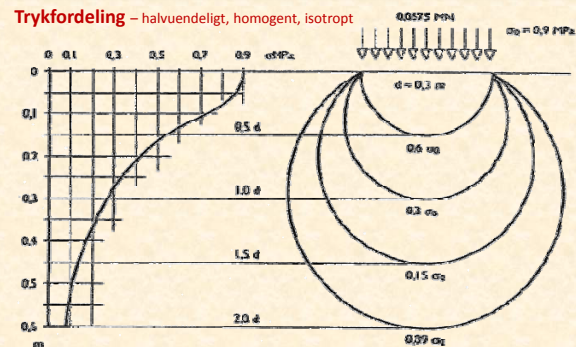
Befæstelsesdimensionering

Dimensioneringskriterier



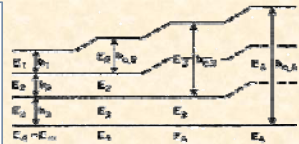
Befæstelsesdimensionering

Trykfordeling – halvuendeligt, homogent, isotropt



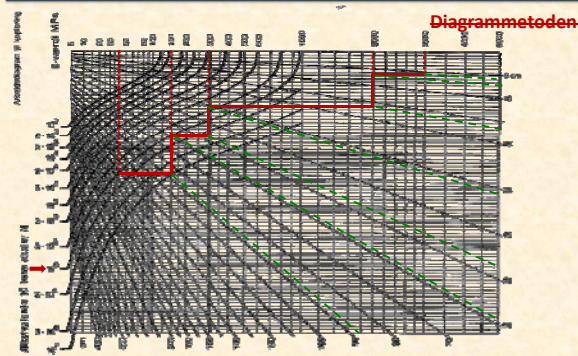
Befæstelsesdimensionering

Ved ækvivalente lagtykkelsers metode omregnes tykkelsen af overliggende, stærkere lag til en trykfordelings-ækvivalent tykkelse med det underliggende lags E-værdi.



$$h_e = f \cdot h_{\text{øvre}} \cdot \sqrt[3]{\frac{E_{\text{øvre}}}{E_{\text{nedre}}}}$$

Befæstelsesdimensionering



Befæstelsesdimensionering

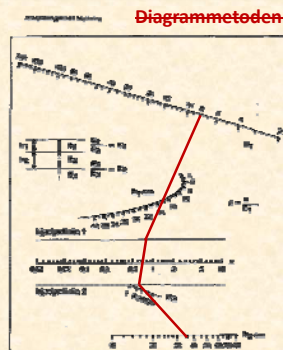
Diagrammetoden baserer sig på tidlige formler i den analytisk-empiriske metode.

Den eksisterer **ikke** med opdaterede formler.

Metoden var navnlig attraktiv, ved ikke at stille større krav til regnekapacitet.

Metodens diagrammer kan stadig træffes ...

... brug dem ikke!



Befæstelsesdimensionering

Fastlæg de sammenhørende værdier for:

- Hjultryk, P
- Kontakttryk, σ_0
- Kontaktfladens radius, a

idet $P = \sigma \cdot \pi \cdot a^2$

Fastlæg den 10 tons ækvivalente akselbelastning fra dimensioneringstrafikken,

$N_{\text{Æ}10}$

1 - Fastlæg
beregningssituationen

Befæstelsesdimensionering

Afgør om underbunden er frostsikker, frosttvivlsom eller frostfarlig.

Fastlæg på grund af trafikklassen overbygningens samlede mindstetykkelse.

2 - Fastlæg
minimumstykkelsen

Befæstelsesdimensionering

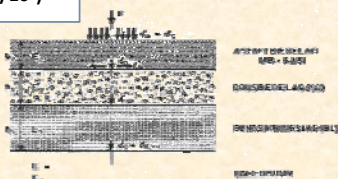
Tøjning (asfaltlagets underside):

$$\epsilon_{TIII} = 250 \cdot 10^{-6} \cdot (N_{\text{Æ}10}/10^6)^{-0,191}$$

Trykspænding (ubundne lag og underbund):

$$\sigma_{TIII} = 0,086 \cdot (E/160)^{1,06} \cdot (N_{\text{Æ}10}/10^6)^{-0,25}$$

3 - Beregn
tilladelige påvirkninger



Befæstelsensdimensionering

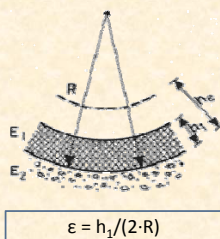
Skøn asfaltlagenes opbygning.
Fastlæg E-værdier (over
henholdsvis under 10 cm dybde)
Beregn resulterende E-værdi, E_1

Skøn E-værdi for ubundent
bærelag, E_2

Bestem f_e , h_e , R og ϵ (formlerne
[32]-[35])

Tilret eventuelt opbygning.

4 - Beregn
tøjning i asfaltlaget



Befæstelsensdimensionering

Beregn faktor, f_1 , og ækvivalent
tykkelse, $h_{e,2}$ (formlerne [25]-
[26])

Beregn trykspændingen, σ_2
(formel [19])

Tilret eventuelt overliggende
opbygning eller vælg stærkere
bærelag (omregn asfaltlag).

5 - Beregn tryk
på det ubundne bærelag

$$\sigma_h = \sigma_0 \cdot \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{a}{h_1} \right)^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \right]$$

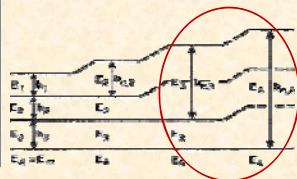
Befæstelsensdimensionering

Skøn tykkelse af øvre lag.
Vurder behov for
bundsikringslag (bl.a. frost).
Skøn E-værdi for bundsikring og
underbund.

Beregn succesivt faktor(er), f ,
ækvivalent(e) lagtykkelse(r), h_e
samt trykspænding(er), σ_h

Tilret eventuelt overliggende
opbygning eller vælg stærkere
materialer.

6 - Beregn tryk
på bundsikringslag
og på underbud



Befæstelsesdimensionering

Simulering

Befæstelsesmodel

Belastningsmodel

Klimamodel

Responsemodel

Nedbrydningsmodel

Deformationsmodel

Befæstelsesdimensionering

Simulering

Befæstelsesmodel

Delstrækninger, 300 mm

Koter med lille variation fra punkt til punkt

E-moduler efter logaritmisk normalfordeling

Kote₁

E₁

Kote₂

E₂

Kote₃

E₃

Kote₄

E_m

↓

↓

↓

↓

Befæstelsesdimensionering

Simulering

Klimamodel - E-værdi-faktorer

Periode	Dage	Temp.	E ₁	E ₂	E ₃	E _m
Vinter	49	-2 °C	4,0	4,2	10	20
Vinter tø	10	1 °C	3,7	0,33	10	20
Tøbrud	15	1 °C	3,7	0,67	0,7	0,6
Senvår	46	4 °C	3,1	1,0	0,85	0,8
Sommer	143	20 °C	1,0	1,0	1,0	1,0
Hedebølge	10	50 °C	0,3	1,0	1,0	1,0
Efterår	92	7 °C	2,6	1,0	1,0	1,0

10

Befæstelsesdimensionering

Simulering

Supplerende levetids-kriterier :
International Roughness Index
 (belægningsjævnhed):

IRI < 4 m/km

Sporkøring (ekskl. forskydnings-
 deformationer) < 10 mm

$E_{\text{gennemsnit}} > 0,67 \cdot E_{\text{intakt}}$
 (risiko for revnedannelser)

$E_{\text{minimum}} > 0,33 \cdot E_{\text{intakt}}$
 (risiko for slaghuller)

Opgaveregning

Opgave på
 hjemmesiden under
 kursusgang 14.

Konsultation bestilles
 ved SMS til ...
 51 18 48 55
 Angiv grupperum;
 så bliver I betjent i
 rækkefølge.