

**Intern rapport
nr. 1528**

**Ringtrykkets nedbrytende effekt på
vegoverbygningen - et litteraturstudium**

Mars 1992

Intern rapport nr. 1528

Ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygningen - et litteraturstudium

Sammendrag

Rapporten beskriver resultatene av et prosjekt i etats-
ningsområdet "Bedre utnyttelse av vegens bæreevne" (BUAB).

Denne rapporten er en kortversjon/sammendrag på norsk av
publikasjonen "Effects of Tire Pressures on Flexible
Pavement Structures. - A Literature Survey".

Litteraturstudiet viser blant annet:

- Norge er et av de få land som har innført krav til ringtrykk.
- Kontakttrykket mellom dekk og vegbane avviker fra ringtrykket. Kontakttrykket består av normale og tangentielle (skjær) komponenter. Maksimalt kontakttrykk kan være 1-2 ganger så stort som det korresponderende ringtrykket.
- Skaden påført vegen av super singel dekk er 1-2 ganger så stor som skaden forårsaket av ordinære tvillingmonterte dekk. Dette resultatet er basert på teoretiske strukturelle analyser og målinger av primær responser. Ingen verifisering av dette fra langtids feltforsøk finnes.
- Virkningen av ringtrykket på ubundne bærelagsmasser med høyt finstoffinnhold og vanninnhold, spesielt i teleløsningen, eller på poretrykket i materialene er ikke undersøkt i litteraturen som dette studiet omfattet.

Emneord: *Hjul, aksellast, trykk, fordeling*

Seksjon: 48-Bærelag
Saksbehandler: Johnny M. Johansen (ViaNova AS), /ABL
Paul K. Senstad
Dato: Mars 1992

Statens vegvesen, Vegdirektoratet

Veglaboratoriet
Postboks 6390 Etterstad, 0604 OSLO
Telefon (02) 63 99 00, Telefax (02) 46 74 21

INNHOOLD

	<u>Side</u>
FORORD	
RINGTRYKKUNDERSØKELSE	1
ØKNING I RINGTRYKK	2
NYE MODELLER FOR KONTAKTTRYKKET MELLOM DEKK OG VEGBANE	2
RINGTRYKK FORÅRSAKER SPREKKER OG SPOR- DANNELSE	3
DIMENSJONERINGS- OG ANALYSEMETODER FOR VEGOVERBYGNINGER	4
HØYT RINGTRYKK - ØKER DEKKESKADENE	4
TYKKELSE OG MODUL: VIKTIGE VEGOVERBYGNINGSFAKTORER	5
DEKKETYPE PÅVIRKER NEDBRYTNINGEN AV VEG- OVERBYGNINGEN	7
TELELØSNINGSPERIODEN ER KRITISK	7
PROPORSJONERING AV ASFALTMASSER	7
REGULERING AV DEKKBRUK OG RINGTRYKK	8
UTVIKLING INNEN DEKKSEKTOREN	8
OPPSUMMERING AV RESULTATER	9
REFERANSER	9

Bilag

1. Litteraturstudium ringtrykk og ned-
brydende effekter (prosjektbeskrivelse)
2. BUAB informasjon

FORORD

Litteraturstudiet av ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygningen er et prosjekt i etatsatsingsområdet "Bedre utnyttelse av vegens bæreevne, (BUAB)".

Rapporten er en kortversjon/sammendrag på norsk av publikasjon nr. 62 "Effects of Tire Pressures on Flexible Pavement Structures - A Literature Survey".

Rapporten er utarbeidet av ViaNova AS ved siv.ing. Johnny Johansen. Paul K. Senstad ved Veglaboratoriet har vært prosjektleder. Litteraturstudiet ble utført i tidsrommet juli - desember 1990.

Formålet med prosjektet var å fremlegge oppdatert internasjonal kunnskap om ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygninger med tynne bituminøse dekker.

Ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygningen - et litteraturstudium

Ringtrykkundersøkelse

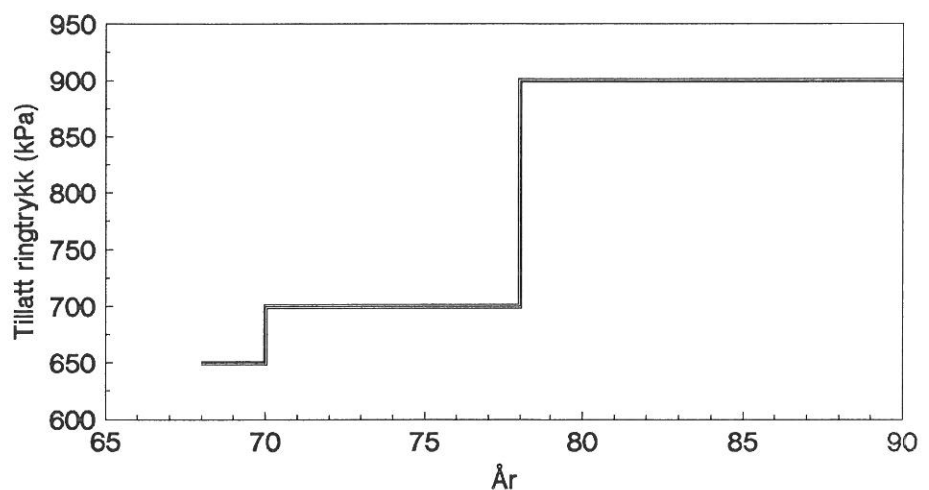
Studiet av ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygninger er et delprosjekt i Vegvesenets etatsatsingsområde "Bedre utnyttelse av vegens bæreevne". Satsingsområdet er beskrevet og tatt med i Norsk veg- og vegtrafikkplan (NVVP) 1990 - 93.

Den norske vegholderens hovedoppgave består generelt av å ta vare på et eksisterende vegnett. Det bygges lite ny veg i Norge i forhold til lengden av det vegnettet som til enhver tid skal holdes vedlike. Det blir derfor et hovedpoeng å vite hvorledes man best skal bevare og utnytte den konstruksjonen og de investerte midlene som de eksisterende vegene representerer. Det er nødvendig å ha kunnskap om skadeutviklingen på vegene, kunne stille diagnose på skadeårsakene og forordne rett tiltak.

Deler av vegnettet i Norge består av "marginale" vegkonstruksjoner:

- Vegene er blitt til over tid, det ligger ikke noe helhetlig dimensjonering bak konstruksjonen og de tilfredsstillende i stor grad ikke kravene i vegnormalene "Vegbygging".
- Vannømfintlige overbygningsmaterialer bestående av naturlig (uknust) steinmateriale med høyt finstoffinnhold er ofte benyttet.
- Teletløsningen representerer et problem der hvor det er brukt telefarlige materialer. Av spesiell betydning er utilstrekkelig drenasjeforhold med ansamlingen av vann som ikke kan unnsnippe på grunn av frosne vegskuldre og undergrunn.
- En stor andel av vegnettet består av overbygninger med tynne bituminøse dekker over ubundne bærelag.

Norge er et av de få land som har innført krav til ringtrykk. Maksimalt tillatt ringtrykk målt i kald tilstand er 900 kPa. Utviklingen i tillatt ringtrykk har vært som vist på figur 1.



Figur 1 Utviklingen av tillatt ringtrykk i Norge

Denne første delen av ringtrykkundersøkelsen har bestått av en litteraturstudie. Hensikten har vært å samle og gjennomgå internasjonal kunnskap om virkningen av ringtrykk på nedbrytningen av vegoverbygninger. Studiet presenterer også eksisterende og framtidige regler for ringtrykk og dekkbruk. Forventede utviklingstendenser for produksjon og bruk av dekk for tunge kjøretøyer er også vurdert.

Økning i ringtrykk

Forskning og utvikling innen dekksektoren har i stor grad vært rettet inn mot bedre drivstofføkonomi gjennom redusert rullemotstand, større lasteevne for det enkelte dekk samt større total lasteevne for kjøretøyene. Drivkraften for denne utviklingen har vært ønsket om å redusere vegbrukerens transportkostnader.

Disse forholdene har ført til produksjon av dekk som kan nytte høyere ringtrykk samt til nye dekkonstruksjoner som radialdekk, lavprofildekk og spesielt brede dekk for enkel-montasje, såkalte super singel dekk.

AASHO Road Test som ble gjennomført i USA rundt 1960, danner grunnlaget for mange dimensjoneringsystemer for vegoverbygninger verden over. Dette feltforsøket, hvor prøvestrekninger ble utsatt for kontrollert trafikk over lang tid og skadeutviklingen nøyaktig registrert, benyttet ringtrykk i området 520 - 550 kPa. Et stort antall feltregistreringer av operativt ringtrykk på tunge kjøretøy i ordinær trafikk viser at disse kjøretøyene i dag benytter ringtrykk i området 600 - 800 kPa. Ringtrykk så høye som 900 - 1000 kPa blir også anvendt.

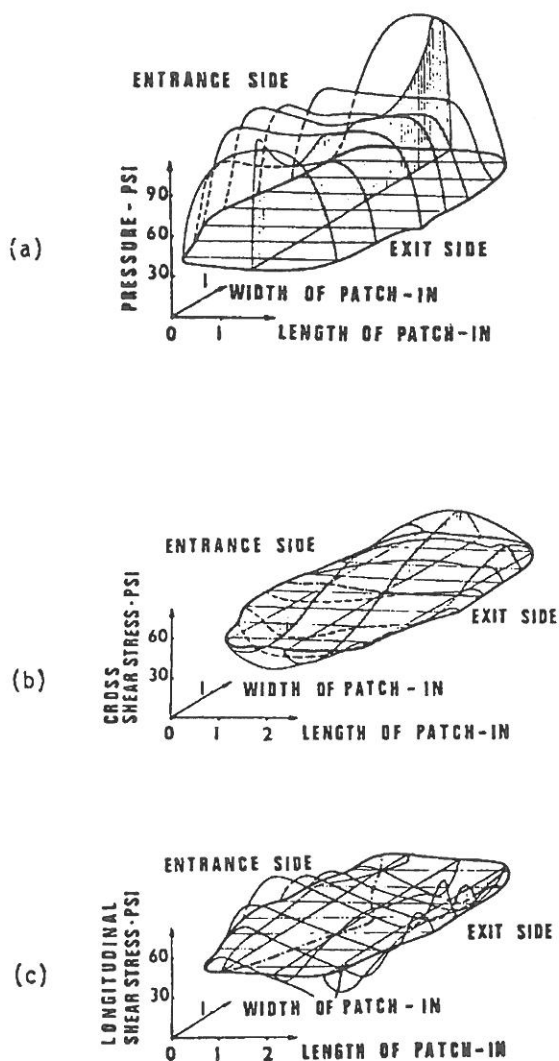
Økningen i ringtrykk stammer hovedsakelig fra overgangen fra diagonaldekk til radialdekk. Denne endringen representerer en økning i ringtrykk på omlag 100 kPa. Innføring av lavprofil dekk og heving av tillatt aksellast har også medført økning i belastningen på vegene. Disse faktorene har medført produksjon og bruk av dekk med høyere lasteevne.

Nye modeller for kontaktrykket mellom dekk og vegbane

All ytre trafikkbelastning blir overført til vegkonstruksjonen i kontaktpunktene mellom bildekk og vegbane. (Vegkonstruksjonen blir i tillegg utsatt for klimabelaster)

Forskning viser at kontaktrykket mellom dekket og vegbanen kan beskrives med en ikke-uniform todimensjonal fordeling med både normale og tangentielle komponenter fordelt over en ikke-sirkulær kontaktflate. Dette står i motsetning til den vanlige framgangsmåten ved analyse av belastninger på vegoverbygninger: kontaktrykket antas å være jevnt fordelt over en sirkulær flate og lik ringtrykket eller (litt mer avansert) lik hjullasten dividert på kontaktflatens størrelse.

Kontaktrykkets fordeling over kontaktflaten påvirkes av bildekkets egenskaper (konstruksjon, materialer), ringtrykk og hjullast. Et eksempel på kontaktrykkets fordeling er vist i figur 2 (ref. 1).



Figur 2 Laboratoriemåling av kontaktrykkets komponenter (Ref. 1)
 (a) normalspenning
 (b) transversal skjærspenning
 (c) longitudinal skjærspenning

Maksimalt kontaktrykk i kontaktflaten dekk/vegbane er av størrelsesorden 1 - 2 ganger så stor som ringtrykket. Dette bekreftes både av analytiske beregningsmodeller og målinger i laboratoriet og i felten.

Ringtrykk forårsaker sprekker og spordannelse

Typiske skadetyper knyttet til ringtrykk er i første rekke utmattingssprekker og spordannelse. Undersøkelser som omhandler ringtrykkets betydning for **utmattning av asfaltdekker**, benytter vanligvis strekkføyningen i underkant av det bituminøse dekket som utmatningskriterium. Sammenhengen mellom antallet lastrepetisjoner N som medfører sprekke dannelse og strekkføyningen ϵ er generelt gitt av

$$N = C(1/\epsilon)^m$$

hvor C og m er materialavhengige parametre.

Spordannelse i bundne bituminøse materialer og ubundne materialer skyldes to forskjellige mekanismer: nemlig kompaktering, dvs reduksjon av hulrom i materialet, og plastisk skjærdeformasjon, dvs deformasjon ved konstant volum. Disse to mekanismene kan bidra i forskjellig grad til spordannelse i alle vegoverbygningens lag og også i undergrunnen.

På 1980-tallet oppsto det en ny interesse for spordannelsen på vegene, særlig i USA. Man oppdaget at omfang og størrelse på spordannelsen økte. I tillegg ble det observert en ny form på sporene i vegdekket. Denne nye formen var preget av to smale parallelle spor formet etter bruk av tvillingdekk. Dessuten forekom det oppstuvning av dekkemateriale på utsiden av selve sporet.

En mulig forklaring på dette fenomenet er at det skjer en normal konsolidering av asfaltmaterialet inntil hulrommet er redusert til en minimal verdi. Videre belastning vil forårsake horisontal deformasjon i materialet. Oppstuvning av materialet i vertikal retning vil inntreffe når materialets horisontale skjærmotstand overskrides. Etter at vertikal likevekt er etablert, vil flyten fortsette horisontalt og prosessen repeteres.

Denne erkjennelsen har ført til at kriteriene for spordannelse er blitt revurdert. Det er nå enighet om at undersøkelser av ringtrykkets virkning på spordannelse må ta hensyn til skjærdeformasjon i de øvre asfaltlagene for å kunne beskrive spordannelsen riktig.

Det er i litteraturen ikke funnet spesifikk informasjon om virkningen av ringtrykket på bærelagsmaterialer med høyt finstoffinnhold og høyt vanninnhold. Undersøkelser utført for teleløsningsforhold er bare utført av SINTEF på teoretisk grunnlag. Virkningen av ringtrykket på poretrykket i bærelagsmaterialer er heller ikke undersøkt eller vurdert.

I framtiden kan dekketilstandsregistreringer som en del av PM-systemer, gjøre det mulig å overvåke og følge opp skader som kan relateres til ringtrykk.

Dimensjonerings- og analysemetoder for vegoverbygninger

De fleste dimensjoneringsystemer for vegoverbygninger baseres på empiriske sammenhenger. Det er kanskje ikke mulig å ekstrapolere disse empiriske sammenhengene slik at de dekker de ringtrykk som nyttes i dag. Dessuten inneholder ikke dagens dimensjoneringsystemer ringtrykk som selvstendig parameter.

Effekten av ringtrykk undersøkes vanligvis ved hjelp av metoder for strukturell analyse av vegoverbygninger. Dette suppleres i noen tilfelle med laboratorie- eller feltmåling av primærresponsene i vegdekket. Slik strukturell analyse av vegoverbygninger ble opprinnelig utført med laster med sirkulære belastningsflater og jevn fordeling av kontaktrykket. Etter hvert som undersøkelser har vist at kontaktrykket mellom dekk og vegbane har en todimensjonal fordeling, har analysemetodene blitt modifisert slik at de kan inkludere en slik belastningsmodell. I dag finnes det modifiserte utgaver av alle de kjente modellverktøyene, CHEVRON, BISAR, ILLIPAVE og andre, som er i stand til å bruke realistiske hjullast-input.

Høyt ringtrykk øker dekkeskadene

Et stort antall undersøkelser viser at øket ringtrykk øker nedbrytningen av vegoverbygningen. Det må imidlertid påpekes at de fleste undersøkelser er basert på teoretisk grunnlag ved statisk strukturell analyse av vegoverbyg-

ningen. Resultater fra disse analysene er oftest ikke verifisert av feltregistreringer på eksisterende vegdekker eller av andre feltforsøk.

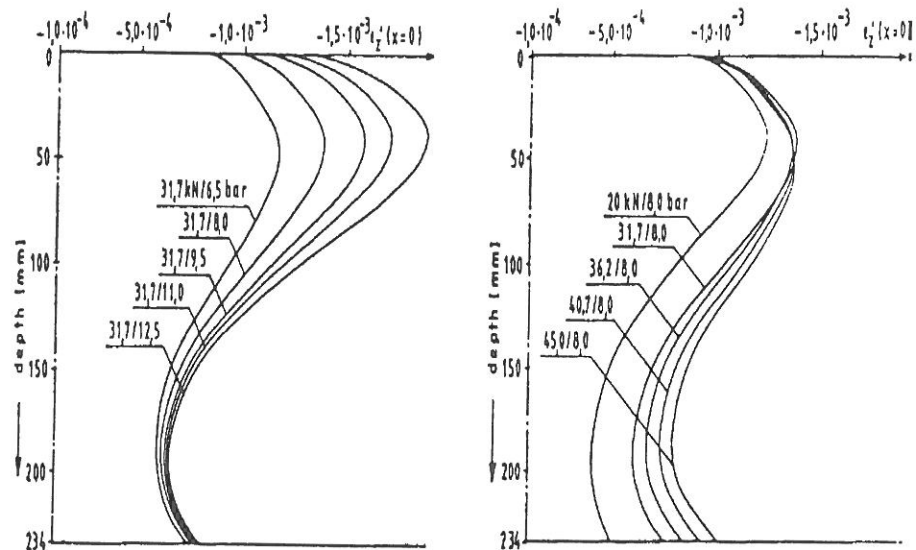
I tillegg vurderer de fleste teoretiske og laboratorie- og feltundersøkelsene bare effekten av en ensidig økning av ringtrykket fra et nivå til et annet. Dette gir ofte en dramatisk virkning på vegdekkets levetid. Man må imidlertid huske, som feltmålingene av ringtrykk indikerer, at operasjonelle ringtrykk viser en fordeling fra lavt til høyt ringtrykk. Derfor må virkningen av et bestemt ringtrykk eller et bestemt dekk relateres til antall kjøretøy som nytter det aktuelle ringtrykket eller dekket i ordinær trafikk før den reelle nedbrytende effekt på vegsystemet kan fastslås.

Den nedbrytende effekt av ringtrykket på vegoverbygningen avhenger av flere karakteristika for

- vegoverbygningen
- dekk
- klima

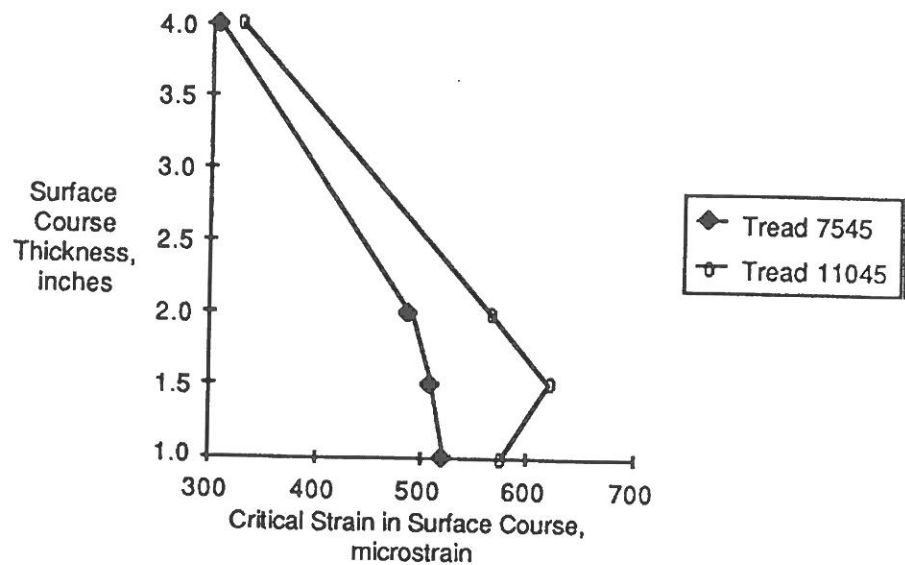
Tykkelse og modul: viktige vegoverbygningsfaktorer

De viktigste parametrene vedrørende nedbrytning av vegkonstruksjoner som kan relateres til ringtrykk, er **lagtykkelser** og **materialegenskaper**. Ringtrykks nedbrytende virkning avhenger i stor grad av begge disse parametrene. Typiske analytiske resultater er vist i figur 3 (ref. 2) som angir vertikal deformasjon i forskjellige dybder i et asfaltdekk. Forskjellene på virkningen av ringtrykk og hjullast er iøynefallende. Vertikal deformasjon vil sammen med skjærdeformasjon bestemme spordannelsen i dekket.



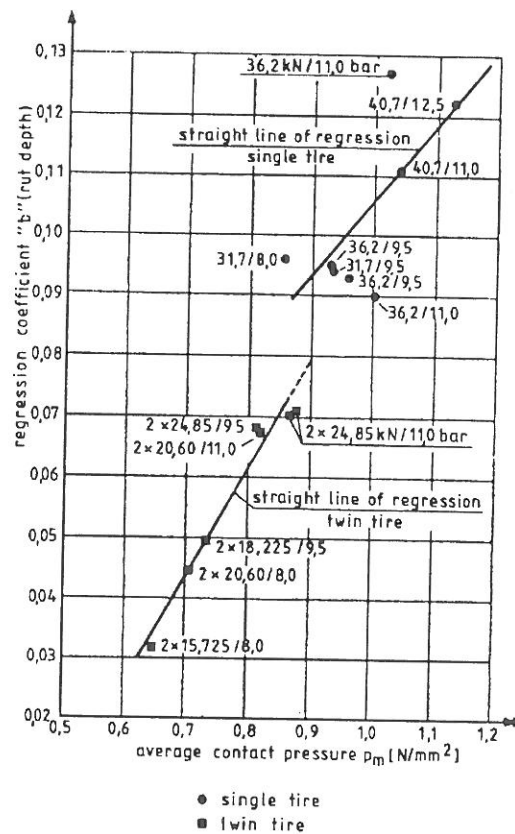
Figur 3 Virkning av hjullast og ringtrykk på vertikal deformasjon (Ref. 2) (Konstant hjullast til venstre og konstant ringtrykk til høyre)

Generelt vil en økning i ringtrykket øke den horisontale strekketøyning i underkant av asfaltdekket for dekker tynnere enn 10-12 cm som vist på figur 4 (ref. 3). I motsetning til dette angir den samme undersøkelsen at ringtrykket ikke påvirker den vertikale deformasjon på toppen av undergrunnen. Dette vil etter tradisjonelle kriterier for utmatting og spordannelse medføre at ringtrykk innvirker på utmatting men ikke på spordannelse. Ringtrykket påvirker imidlertid vertikal deformasjon (figur 3) og skjærdeformasjon i vegdekket. Derfor vil ringtrykket også ha betydning for spordannelsen i vegdekkene.



Figur 4 Virkningen av ringtrykk (75 og 110 psi) på strekktøyning i underkant av asfaltdekket (Ref. 3)

En tysk laboratorieundersøkelse har vist at spordannelsen kan doubles ved en økning av ringtrykket fra 760 kPa til 820 kPa. Noen resultater fra denne undersøkelsen er vist i figur 5 (ref. 2).



Figur 5 Koeffisienten b 's avhengighet av kontaktrykket. Spordannelsen gis av formelen $Spordannelse = a + b \cdot (n)^{1/2}$ hvor n er antallet lastrepetisjoner (Ref. 2)

Dekktype påvirker nedbrytningen av vegoverbygningen

Ved vurdering av nedbrytning av vegoverbygninger vil de viktigste dekkparametrene være:

- Dekkonstruksjon: diagonal- eller radialdekk
- Enkelmontert dekk eller tvillingmontert dekk
- Super singel dekk

Tradisjonelt er radialdekk blitt vurdert som mindre aggressive mot veggen enn diagonaldekk. Noen teoretiske analyser understøtter dette, men det finnes ikke omfattende undersøkelser som viser at dette generelt er riktig.

For sammenlikningen mellom enkeltmonterte og tvillingmonterte dekk kan følgende konklusjoner trekkes fra de utførte undersøkelsene:

- Super single dekk medfører 2 - 4 ganger så stor skade som tvillingdekk forutsatt ideell lastfordeling for tvillingdekkene. Denne forskjellen reduseres ned til en faktor på 1 - 2 hvis man tar hensyn til forhold som forstyrrer den ideelle lastfordeling mellom tvillingdekkene.
- Den skadelige virkning av super singel dekk avtar med økende dekkbredde.
- Dekk med liten radius medfører større skade på veggen enn dekk med normal radius.
- En økning i ringtrykk på 20 % øker skadeutviklingen med 1 - 1.5 ganger. Dette gjelder både for enkeltmonterte og tvillingmonterte dekk.

Fordelingen av dekkenes belastning i vegens tverrprofil antas også å redusere den skadelige virkningen av enkeltmonterte dekk i forhold til tvillingmonterte. Fordi tvillinghjul har større total bredde, tillater de ikke samme "vandring" av kjøretøyet på tvers av veggen som enkeltmonterte hjul. Belastningen fra enkeltmonterte dekk kan dermed fordeles over større areal av veggen enn belastningen fra tvillinghjul.

Teleløsningsperioden er kritisk

Teleløsningsperioden er av spesiell interesse når det gjelder nedbrytningen av vegene. Litteraturstudiet avdekket ingen resultater fra reelle feltundersøkelser vedrørende ringtrykk i teleløsningsperioden. Teleløsningsperioden er vanligvis simulert ved analytiske beregninger ved bruk av antatte varierende materialeegenskaper. Dette er tilfellet for undersøkelser utført ved SINTEF som konkluderer med at den mest kritiske tiden er ved slutten av teleløsningsperioden hvor alt materialet er tint. Dekkelevetiden er da sterkt påvirket av størrelsen på kontaktrykket mellom dekk og vegbane.

Proporsjonering av asfaltmasser

Ringtrykket har en avgjørende betydning for de spenninger som etableres i den øverste delen av asfaltoverbygningen på en veg. Høyt ringtrykk krever derfor materialer av tilstrekkelig og høy kvalitet i de øvre lag i vegoverbygningen. De samme proporsjoneringsregler som tradisjonelt er nyttet for å lage asfaltdekker som er motstandsdyktige mot utmatting og spordannelse, kan også nyttes for å sikre mot slike skader forårsaket av høyt ringtrykk.

Regulering av dekkbruk og ringtrykk

Det er ikke funnet omfattende restriksjoner vedrørende dekkbruk eller ringtrykk i land i Europa eller Nord-Amerika. Nedenfor følger en oppsummering av eksisterende restriksjoner.

Norge	Maksimalt ringtrykk er 900 kPa målt kaldt. Tandem eller trippel aksler med tvillingdekk tillates høyere aksellast i teleløsningsperioden enn aksler med enkeltmonterte dekk.
Finland	Aksler med enkeltmonterte dekk har tillatt aksellast på 8/9 tonn for henholdsvis trekkvogn og tilhenger.
Danmark	Maksimalt ringtrykk er 900 kPa. Enkeltmontert dekk på aksel med tillatt aksellast over 8 tonn skal være radialdekk.
England	Aksler med enkeltmonterte dekk har tillatt aksellast på 6.6 tonn.
Belgia	Tillatt hjullast varierer med dekkprofil (ikke bekreftet) Profil $\geq 70\%$ 5.0 tonn pr dekk Profil $< 70\%$ 6.5 tonn pr dekk
Spania	Maksimalt 900 kPa kontaktrykk (ikke bekreftet).
Italia	Maksimalt kontaktrykk 800 kPa (ikke bekreftet).
USA	Flere stater begrenser last pr hjul etter dekkbredden, vanligvis 600 lbs pr tomme dekkbredde. Det eksisterer restriksjoner på bruk av super singel dekk.

Den eneste kjente framtidige endring i restriksjoner for ringtrykk er forslaget som vil bli fremmet fra EF kommisjonen om at kontaktrykket ikke skal overstige 800 kPa.

Utvikling innen dekksektoren

De viktigste utviklingstrekkene, med henblikk på vegenes nedbryting, innen produksjon og bruk av dekk for tunge kjøretøy er de følgende:

- økt bruk av radialdekk
- innføring av lavprofildekk
- tvillingmonterte dekk erstattes av enkeltmonterte dekk
- økende totallast og hjullast medfører høyere ringtrykk

Overgangen fra diagonaldekk til radialdekk var et resultat av de økende drivstoffprisene på 1970-tallet. Radialdekkenes lavere rullemotstand og bedre kjøreegenskaper har medført en klar økning i bruken av denne dekktypen.

Lavprofil dekk foretrekkes på grunn av deres potensiale for økning av kjøretøyets nyttelast og -volum. Bruk av super singel dekk innebærer økning i nyttelast (anslagsvis 300 kg pr aksel) og -volum samt bedret drivstofføkonomi, kjøretøy stabilitet og dekkøkonomi.

Forskere og dekkprodusenter forventer ikke noen økning i ringtrykk i den nære framtid utover en mer omfattende bruk av eksisterende dekk konstruert for høye ringtrykk.

Den økede oppmerksomhet omkring ringtrykkets betydning for nedbrytningen av vegene vil sannsynligvis sammen med de kontaktene som er under etablering mellom vegholdere, dekk- og kjøretøyfabrikanter og transportører bidra til å kontrollere ringtrykket i framtida.

Oppsummering av resultater

På grunnlag av dette litteraturstudiets rammer og resultater anser Veglaboratoriet de følgende momenter som spesielt interessante for det norske vegnettet:

- Ringtrykk anbefalt av dekkprodusentene varierer med hjullast eller aksellast. Operasjonelt ringtrykk blir i hovedsak justert til maksimalt anbefalt ringtrykk for dekket. Derfor vil ringtrykket for et gitt dekk bare i liten grad variere med hjullast eller aksellast.
- Kontaktrykket mellom dekk og vegbane avviker fra ringtrykket. Kontaktrykket består av både normale og tangentielle (skjær) komponenter. Maksimalt kontaktrykk kan være 1 - 2 ganger så stort som det korresponderende ringtrykket.
- Anbefalt ringtrykk for super singel dekk overstiger ikke anbefalt ringtrykk for ordinære tvilling dekk. Operasjonelle ringtrykk for super singel dekk er imidlertid omlag 50 kPa høyere enn for ordinære tvilling dekk.
- Skaden påført vegen av super singel dekk er 1 - 2 ganger så stor som skaden forårsaket av ordinære tvillingmonterte dekk. Dette resultatet er basert på teoretiske strukturelle analyser og målinger av primær responser. Ingen verifisering av dette fra langtids feltforsøk finnes.
- Nåværende dimensjoneringssystemer for vegoverbygninger inneholder ikke ringtrykk som selvstendig parameter.
- Bare 2 langtids feltforsøk for undersøkelse av ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygningen er beskrevet i den undersøkte litteratur.
- Dekkeskader forårsaket av ringtrykk blir estimert ved bruk av teoretisk strukturell analyse kombinert med laboratorie- eller feltmåling av primærresponser. Dette gir informasjon om spenninger, deformasjoner og nedbøyninger som funksjon av lagtykkelse og moduler. Ingen feltbasert verifikasjon av skadeutviklingsprognosene synes å eksistere.
- Virkningen av ringtrykket på ubundne bærelagsmasser med høyt finstoffinnhold og vanninnhold, spesielt i teleløsningen, eller på poretrykket i materialene er ikke undersøkt i litteraturen som dette studiet omfattet.

Referanser

(Ref. 1)

Seitz, N., Hussmann, A. W.
Forces and Displacements in Contact Area of Free Rolling Tires
SAE Technical Paper Series 810068, 1981
SAE International

(Ref. 2)

Eisenmann, J., Hilmer, A.
Influence of wheel load and inflation pressure on the rutting of asphalt-pavements
International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, July 1987

(Ref. 3)

Marshek, K. M., Hudson, W. R., Chen, H. H., Saraf, C. L., Connell, R. B.
Effect of Truck Tire Inflation Pressure and Axle Load on Pavement Performance
Research Report 386-2F
The University of Texas at Austin

BILAG 1

LITTERATURSTUDIUM RINGTRYKK OG NEDBRYTENDE EFFEKTER

1.0 BAKGRUNN:

Norske normaler for vegdimensjonering benytter blant annet tillatte aksellaster som inngangsparameter. De samme normalene har ikke fulgt opp utviklingen som har funnet sted på ringtrykksiden på samme vis. Observasjoner og erfaringer tyder på at dagens ringtrykk har betydning for plastiske deformasjoner især innen de øvre lag i overbygningen. Vegholder har behov for å få økt forståelse for betydningen av ringtrykk på nedbrytningen av vegnett. Vegdirektoratet ønsker i første omgang å få økt kunnskap vedrørende ringtrykket gjennom et litteraturstudium.

Samtidig er det ønskelig at resultater fra litteraturstudiet kan danne grunnlag for eventuelle feltforsøk vedrørende ringtrykk. Vegdirektoratet ønsker å få presentert resultater fra litteraturstudiet, der dette er mulig, på en slik måte at disse kan benyttes ved vurdering av ulike forsterknings- og utbedringstiltak.

2.0 MÅL:

Vegdirektoratet ønsker å få presentert status av dagens internasjonale kunnskap vedrørende ringtrykket og dets nedbrytende effekt på vegen relatert for eksempel til vegkonstruksjon, trafikk-belastning, kjøretøytekniske forhold og klima.

3.0 PROSJEKTBEKRIVELSE:

3.1 Prosjektet skal presentere resultater fra teoretiske, empiriske, laboratorie- og/eller feltundersøkelser av ringtrykk og dets nedbrytende effekt.

Prosjektet skal om mulig presentere resultater av undersøkelser vedrørende plastiske deformasjoner av mekanisk stabiliserte bærelag og om mulig ulike stabiliserte bærelag. En er meget interessert i undersøkelser av deformasjon og nedbrytning (for eksempel spordannelse, krakelering) av ulike konstruksjoner relatert til akkumulert belastning.

3.2 En vurdering av ringtrykkets nedbrytende effekt må nødvendigvis ta hensyn til bl.a. type kjøretøy, kjøretøytekniske forhold, aksellast, akselkonfigurasjon, dekk og dekk-kombinasjon, hastighet, vegkonstruksjonens oppbygning, vegdekkets jevnhet samt klimalaster.

Det er nødvendig at resultatene systematiseres i henhold til nevnte faktorer. Resultatene fra litteraturstudiet presenteres og knyttes til for eksempel enkel, boggi eller trippel aksel; plassering av drivende aksel; type dekk; enkel og tvillingmonterte dekk; aksellast og ringtrykk.

3.3 En rekke undersøkelser tar utgangspunkt i teoretiske elastiske modeller eller analyse av registrerte elastiske tøyninger og spenninger. Nevnte undersøkelser anvendes hovedsakelig for vurdering av utmattning av bitumenøse dekker og stabiliserte bærelag. Resultater fra slike undersøkelser bør blant annet knyttes til de ulike modeller og utmattingskriterier som ligger til grunn, vegkonstruksjon og dens oppbygging, og klimatiske forhold.

3.4 Vegdirektoratet har erfaring vedrørende registrering av tilstandsutvikling og oppfølging av veg over tid. Disse observasjoner er hovedsakelig gjort på vegens overflate. Slike målinger kan vanskelig anvendes for å analysere ringtrykkets betydning på registrerte deformasjoner (innen de ulike konstruksjonsdeler).

Vegdirektoratet er spesielt interessert i resultater av ringtrykkets betydning vedrørende plastiske deformasjoner og skjærbrudd især innen øvre lag i overbygningen.

En er ikke interessert i sporslitasje som kan relateres til bruk av piggdekk.

3.5 Litteraturstudiet skal også presentere forventet utvikling på ringtrykk og dekk siden. Dette sees i sammenheng mellom tidligere utvikling og dagens signaler fra brukere og produsenter (kjøretøy og dekk). Det er også ønskelig med en oversikt av vegmyndighetenes regelverk innen EF, USA og de nordiske naboland vedrørende dekk (dimensjon - kombinasjon), tillatte aksellaster og ringtrykk.

4.0 SLUTTRAPPORT:

Rapporten skal skrives på engelsk. 3 kopier av en foreløpig rapport fremlegges for oppdragsgiver 2 uker innen tidsfrist for levering av sluttrapporten. Oppdragsgiver ønsker 5 kopier av sluttrapporten; originalen skal ikke innbindes. En komplett diskett (enten IBM-kompatible eller Macintosh) av hele rapportens innhold skal følge som vedlegg til sluttrapporten.

5.0 ARTIKKEL:

Konsulenten skal også fremlegge en kort versjon skrevet i artikkel-form på 1-3 sides lengde som beskriver prosjektet, hensikten og resultatene. Denne artikkelen er en del av oppdraget. Det skal vedlegges 2-3 figurer som beskriver de mest sentrale resultatene av prosjektet. Artikkelen er ment å benyttes direkte eller som bakgrunn for stoff i aktuelle tidsskrift, informasjonsblad eller rundskriv innen etaten. Artikkelen presenteres som et vedlegg til både den foreløpige rapporten og sluttrapporten.

fil:"pks-litt-ring"
pks, bærelag, 19.3.1990

BUAB

BEDRE UTNYTTELSE AV VEGENS BÆREEVNE

Lavere tillatt aksellast på vegnettet enn 10 tonn påfører transportbrukerne økte transportkostnader. Telerestriksjoner påfører brukerne flere hundre millioner kroner i årlige merkostnader. Manglende samsvar mellom bæreevne og tillatt aksellast gir også fordyrende vedlikehold for vegholder. Gjennom etatsingsområdet vil en finne frem til metoder som kan øke andelen av vegnettet som kan tillates trafikkert med 10 tonn tillatt aksellast uten at vegene brytes ned for raskt. Prosjektet er inndelt i fire aktivitetsområder:

A. Trafikkbelastning og nedbrytende effekter av kjøretøytekniske enkeltkomponenter

Tilrettelegge bruken av automatisk vektregistrering og presentasjon av vektdata. Resultater av vektregistreringer på utvalgte målepunkter på vegnettet og nedbrytende effekter av kjøretøytekniske komponenter skal benyttes som grunnlag for økonomiske analyser av alternativ aksellastpolitikk. Resultatene kan også danne grunnlag for vurdering av kjøretøyforskriftene.

B. Konsekvensanalyser av ulik aksellastpolitikk for vegholder og vegbruker

Presentere grunnlag for beregning av vegholderes økte vedlikeholdskostnader og vegbrukers reduserte transportkostnader ved alternativ aksellastpolitikk, der opphevelse av eksisterende telerestriksjoner blir vektlagt. Resultater av konsekvensanalyser presenteres.

C. Valg av tiltak for utbedring og forsterkning av eksisterende veg

Bestemme stabilitet av ubundne materialer (i vegfundament og undergrunn) samt nødvendig overdekning basert på ramming av DCP-sonde. Fremlegge veiledninger i bruk av armering av veg, forsterkning (generelt), kantforsterkning og breddeutvidelse, og en skadekatalog. Utarbeide et pc-program for grafisk presentasjon av registrerte tilstandsdata for vurdering av forsterkningsbehov. Dimensjoneringssystem for forsterkning av vegger presenteres i et pc-program.

D. Tolkning av bæreevnen på vegnettet - basert på nedbøyning og tilstandsdata

Vurdere anvendelsen av registrerte tilstandsdata i et nytt bæreevnerregister. Måleteknisk forbedring av ulikt nedbøyningsutstyr og tolkning av resultater fra bæreevnerregistrering. Oppdatere VDB-rapportene i nedbøynings- og oppgravningsregisteret.

Ansvar for etatsingsområdet er tillagt Veglaboratoriet. Plangruppen består av:

Geir Refsdal, formann
Paul Senstad, prosjektleder
Geirmund Nordal
Per Games
Terje Moen
Torkild Thurmann-Moe
Tor-Sverre Thomassen
Åsmund Knutson

Vegdirektoratet, Lab.
Vegdirektoratet, Lab.
Statens vegvesen, Møre og Romsdal
Statens vegvesen, Nord-Trøndelag
Vegdirektoratet, Tk.
Vegdirektoratet, Lab.
Vegdirektoratet, Drift.
Vegdirektoratet, Lab.

Interne rapporter fra Veglaboratoriet

- * BUAB. Plan og budsjett for 1990. Intern rapport nr. 1527, mars 1992.
- * BUAB. Årsrapport 1990. Intern rapport nr. 1529, mars 1992.
- * BUAB. Plan og budsjett for 1991. Intern rapport nr. 1530, mars 1992.

Aktivitetssområde A. Trafikkbelastning og nedbrytende effekter av kjøretøytekniske enkeltkomponenter

- * Ringtrykkets nedbrytende effekt på vegoverbygningen - et litteraturstudium. Intern rapport nr. 1528, mars 1992. (ViaNova).
- * Automatisk vektregistrering av tunge kjøretøy. Vektberegning og autokalibrering ved Berger vegstasjon. Intern rapport nr. 1531, mars 1992. (Datainstrument).
- * Forslag til inndeling av det offentlige vegnettet som grunnlag for vurdering av effekten av ulike aksellastpolitikk. Intern rapport nr. 1532, mars 1992. (Taugbøl & Øverland)
- * Utstyr for automatisk vektregistrering av kjøretøy - et litteraturstudium. Intern rapport nr. 1534, mars 1992. (SINTEF, Vegteknikk).
- * Automatisk vektregistrering av tunge kjøretøy. Vektberegning og autokalibrering ved Vinnes. Intern rapport nr. 1535, mars 1992. (Datainstrument).

Aktivitetssområde B. Konsekvensanalyser av ulike aksellastpolitikk for vegholder og vegbruker

- * Vegbrukers reduserte transportkostnader ved hel/delvis opphevelse av telerestriksjoner. Vurdering av tidligere grunnlag. Intern rapport nr. 1536, mars 1992. (Trafitek).
- * Vegholders merkostnader ved hel/delvis opphevelse av telerestriksjoner. Vurdering av tidligere grunnlag. Intern rapport nr. 1537, mars 1992. (Erling Hansen).
- * Vegbrukers reduserte transportkostnader ved opphevelse av telerestriksjoner. Forslag til prosjektbeskrivelse. Intern rapport nr. 1538, mars 1992. (Trafitek).

Aktivitetssområde C. Valg av tiltak for utbedring og forsterkning av eksisterende veg

- * Bæreevne og skadeutvikling i vegens tverrprofil. Intern rapport nr. 1533, mars 1992. (SINTEF, Vegteknikk).
- * Kartlegging av utmattingssprekker på vegnettet i Trøndelag. Forprosjekt. Intern rapport nr. 1544, mars 1992 (SINTEF, Vegteknikk).

Aktivitetssområde D. Tolkning av bæreevne på vegnettet - basert på nedbøyning og tilstandsdata