

Ny teknik skal tøjles og udvikles

Samspil mellem forbud og tekniske forbedringer af lastbiltransport 1900-2000

Af industrihistoriker Jørgen Burchardt



Når en ny og lovende teknik bliver introduceret, kan dens fulde potentiale ikke altid udnyttes. Samfundet må regulere og styre dens brug, samtidig med at teknikere arbejder på at forbedre både teknikken selv og teknikken på tilhørende områder.

Det var tilfældet, da de nye motorkøretøjer kom frem omkring år 1900. De var en stor udfordring for samfundet. Især

lastbiler og busser kunne hurtigt ødelægge landets veje – de var for tunge.

I artiklen fortælles der om de forbud og regler mod den nye teknik, der til stadighed måtte sættes. Kun gennem stadige forbedringer af både køretøjer og veje kunne regler lempes, og teknikens muligheder bedre udnyttes.

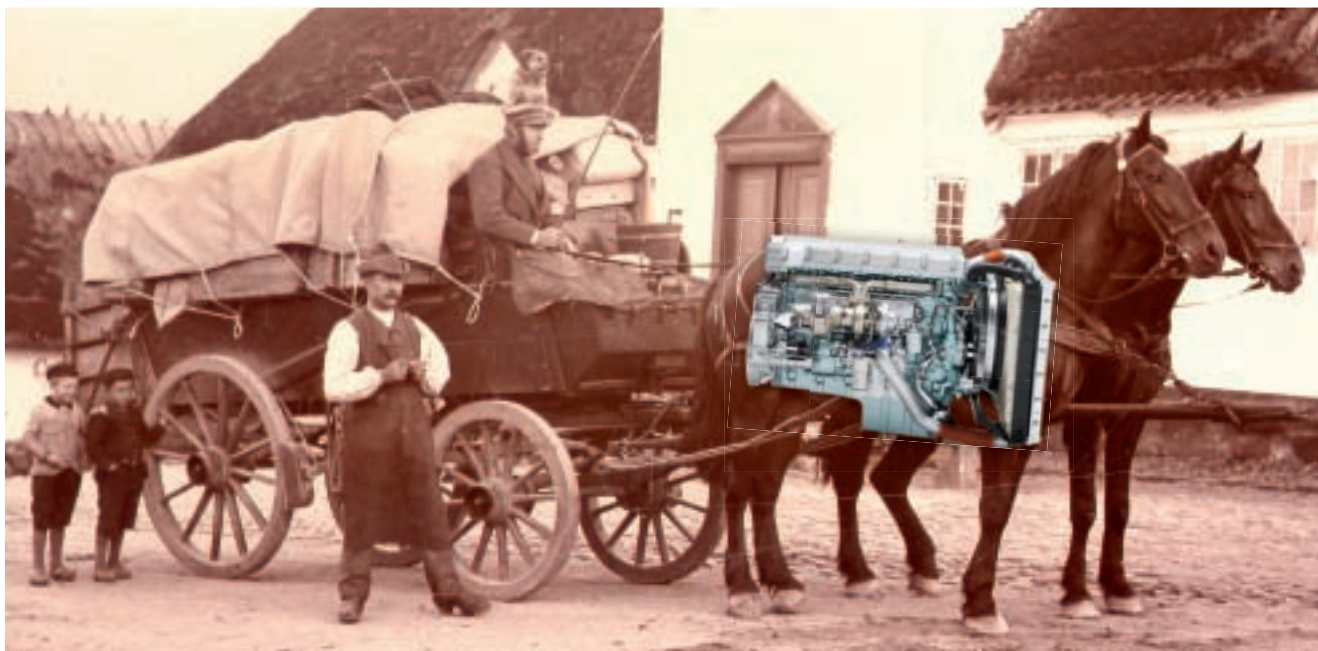
Veje for heste

Heste havde haft vejene for sig selv i størstedelen af Danmarkshistorien. Bortset fra et lille intermezzo med en dampvogn i Nordjylland i 1862, var hestetransport den eneste varetransport på vejene før år 1900. I løbet af 1800-tallet havde jernbanerne overtaget langdistancetransporten sammen med (dampdrevne) fartøjer, mens kun regionaltrafikken skete med hestevogn.

Kørslen med hestevogne gav nogle meget naturlige grænser for, hvor meget der kunne transporteres: Hestene havde deres fysiske begrænsninger. Normalt blev der kørt med en eller to heste, sjældent blev der kørt med firspand og kun undtagelsesvis med flere.

Vægten af de største hestevogne med indhold lå under 4 tons. Denne vægt var dog afhængig af vejenes tilstand. Hvis de var dårligt anlagte med bakker – hvad de fleste veje var - kunne hestene ikke klare nær så meget. Omvendt kunne en hestevogn klare mere, hvis vejene var optimale. På 1930'ernes bedre veje, vejede de tungeste hestekøretøjer næsten 5 tons, hvoraf vognen alene vejede 1,3 tons. Hertil kom vægten af to heste på hver 900 kg.

Fra 2 til 660 heste – *fragtmanden i Faaborg havde omkring år 1900 kun to heste at gøre godt med. Den totale vægt af køretøjet var få tons. Hans kollega 100 år senere kan have 500 eller flere heste til at trække sit køretøj. Volvos D16E motor på 660 hk kan trække et lastvognstog på 70 tons. Fotocollage: Volvo og Faaborg Byhistoriske Arkiv.*



Vejene kunne normalt klare hestekøretøjernes kørsel, når vi ser bort fra tung kørsel i de værste våde efterårsmåneder eller ved det frygtede tøbrud, hvor vejenes styrke blev stærkt reduceret. Vejene var løbende blevet forbedret, og efter at den nye vejbygningsteknologi makadam, med brug af en relativ tynd skærvebelægning dækket med sand, gradvist var blevet indført fra midten af 1800-tallet, var vejene blevet gode. Veje i nærheden af havne og tilsvarende meget trafikerede områder i byer var brolagte fra slutningen af 1800-tallet, endda med den nye og meget jævne chaussébrostensbelægning.

De vejødelæggende motorkøretøjer

Efter år 1900 blev bilerne et fast inventar på vejene. Selvom de første få hundrede efter vor tids målestok ikke var et særligt stort antal, var de blevet et fænomen, der skulle tages alvorligt.

Og alvorligt var det, for de kunne ikke uden videre køre på de samme veje som hestekøretøjerne. Deres relativt høje fart sammen med en øredøvende larm skræmte de af natur nervøse heste – og kuske. Og værre var, at deres hastighed medførte, at gummihjulene sugede sandet væk fra vejenes makadam-belægning. I løbet af kort tid kunne en vej blive ødelagt af motorkøretøjerne.

Reklamen fra bilens barndom viser, hvilke problemer personbilerne forårsagede: Deres hurtige gummihjul sugede sandet op, og den gode vej forsvandt bogstaveligt i en støvsky. Vejfolkenes første opgave var at sikre vejenes overflade. Annonce (med tak til John Juhler Hansen)



De lette motorkøretøjer gav en mængde problemer, som vejbyggerne måtte arbejde på at løse. Allerede i begyndelsen af 1920'erne havde man dog indarbejdet metoder, så personbiler kunne køre på alle veje med en rimelig hastighed, og snart havde mange af de vigtigste veje fået en overflade med påsprøjtet tjære, så støvet ikke længere var et problem.

Denne artikel vil koncentrere sig om de tungere køretøjer, der gav nogle helt andre problemer, som det ikke var så let at få løst.



*Efter 1. Verdenskrig kom der store stabile lastbiler til Danmark. Denne amerikansk byggede Mack fra 1918 havde en fire cylindret motor på 74 hk, hvorved lastbilen kunne fragte mere end 5 tons. Da lastbilen selv vejede lidt over 5 tons, havde den en vægt på 10 tons – langt mere end datidens veje kunne klare. En Mack lastbil vil snart blive udstillet på Danmarks Tekniske Museum.
Foto: Jørgen Burchardt*

Efter motorernes hastige udvikling i begyndelsen af 1900-tallet var et køretøj ikke mere begrænset af en trækraft på 1, 2 eller 4 hestekræfter. Der kunne snart fremstilles motorer på langt mere end 10 hk, og de kunne trække køretøjer med en totalvægt på 20 tons og mere.

Det varede dog nogle år af det nye århundrede, inden det blev muligt at bygge rimeligt holdbare tunge køretøjer, hvorfor de første køretøjer på vejene fortrinsvis var motorcykler og personbiler.

Efter 1. verdenskrigs kørselsrestriktioner kom der gang i trafikken igen, og nu blev køretøjerne større. Blandt andet blev der importeret en del lastbiler, som under krigen havde kørt for de allierede militærstyrker i Frankrig.

De meget store lastbiler viste sig hurtigt at være for tunge til at køre på vejene. Problemet er faktisk aldrig blevet løst. Der er først og fremmest blevet lavet forbud og stillet regler op for at beskytte vejene. Ny teknik må ofte tøjles. Sideløbende er der blevet arbejdet på at forbedre køretøjerne, så de ikke slider så meget på vejene, og endelig er der arbejdet på at finde nye og bedre metoder til at bygge veje, der kan klare køretøjerne. Det følgende vil handle om, hvorledes udviklingen skete på hvert af disse tre felter, og hvorledes de tre felter har indvirket på hinanden.

Forbud, påbud og regler mod tunge køretøjer før 1940

Myndighederne blev hurtigt opmærksomme på problemet med de tunge køretøjer. Allerede i 1903 blev der stillet krav om registrering af køretøjerne og krav til visse tekniske indretninger. En vidtgående regel var, at biler i det hele taget kun måtte køre på landets største veje. Flertallet af landets veje – bivejene – måtte man kun køre på efter tilladelse fra Justitsministeriet via ansøgning til de lokale myndigheder. Som regel tillod man kun meget lette køretøjer.

I 1913 var tilhængerne af biler dog blevet så mange og så stærke, at der ved en lovrevision blev givet visse lempelser. Det var dog kun mindre biler under en vis vægtgrænse, som fik lov til at køre på bivejene. Det førte bl.a. til, at danske bilfabrikker begyndte at bygge særlig lette bivejsbiler. Stadig kunne de lokale politikere via politivedtægten bestemme, at der skulle være yderligere indskrænkninger i kørslen.

Det blev efterhånden indlysende, at vejene skulle forbedres for at de nye køretøjer for alvor kunne udnytte deres potentiale. Der blev derfor indført en vejafgift i 1910, hvor indtægterne udelukkende skulle gå til byggeri og vedligeholdelse af veje. Det var et fornuftigt princip, at det var køretøjerne selv, som betalte for den slitage de forøvede, og i de første mange år 'forgreb' staten sig kun enkelte gange på den stadigt voksende indtægtskilde.

Afgiften blev udregnet efter størrelsen på bilernes motoreffekt. Det betød, at en motorcykel (som der var flest af i 1910) ikke skulle betale nær så meget som en tungere bil, der sled mere på vejene. Mens afgiften normalt var 5-7 kr. pr. hk om året, nøjedes man dog for lastbiler (og busser) med en afgift på 2 kr. pr. hk.

De store køretøjer voksede stadig i størrelse, og myndighederne måtte til sidst indføre skrappe krav baseret på vægt. I 1921 blev der lagt begrænsninger på køretøjernes egenvægt, som maksimalt måtte være 4 tons, mens den totale vægt måtte være 8 tons. Da man fandt, at det især var høje akseltryk, der ødelagde vejene, blev der indført regler for det maksimale akseltryk. I 1927 kom grænsen til at gå ved 6 tons. Der kunne dog gives lokale dispensationer, f.eks. i byområder med brolægning, hvor tunge køretøjer kunne køre uden at skade vejbelægningen.

Ud over at overholde vægtgrænserne skulle hvert enkelt køretøj som nævnt godkendes af myndighederne for at kunne blive indregistreret. Der blev derfor udnævnt særlige motorkyndige, som skulle besigtige

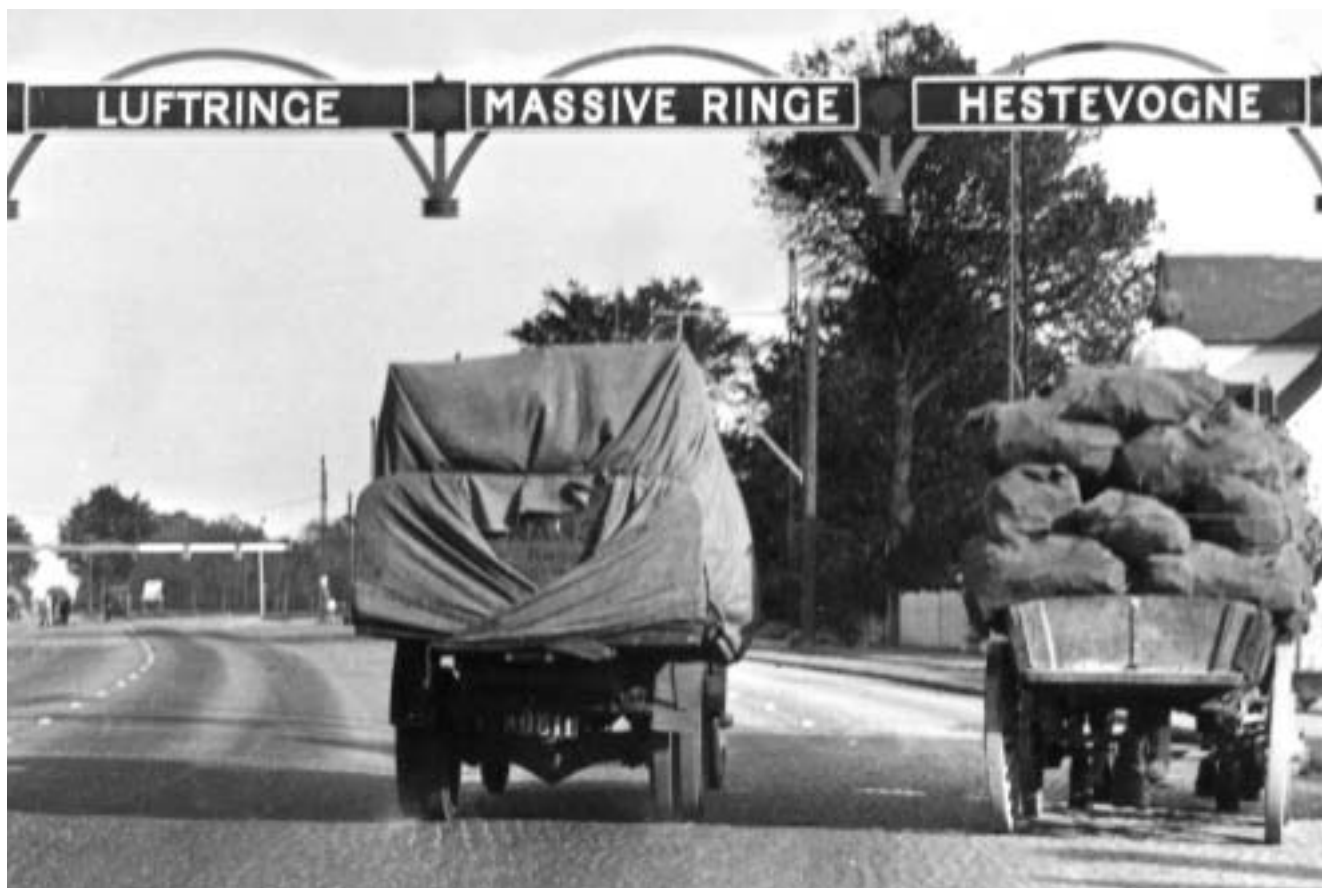


et køretøj og vurdere, hvilke restriktioner der skulle være for f.eks. den maksimale last, og hvor stor den højeste hastighed måtte være .

I 1927 blev afgiftssystemet ændret. Udregningen af motorernes effekt havde voldt en del vanskeligheder, og i stedet ændrede man afgiften til at følge køretøjets egenvægt. Den var let at konstatere, og der blev en bedre sammenhæng mellem de tunge køretøjers slitage og de tilsvarende indtægter. Afgifterne kom nu til at virke således, at de var stærkt stigende, især for de største lastbiler. Op til 1.200 kg betaltes 13 kr. pr. 100 kg af køretøjets egenvægt; af vægten over 1.200 kg betaltes 16 kr., 18 kr. for vægt over 1.500 kg, 20 kr. for vægt over 2.000 kg osv.

I begyndelsen af 1920'erne blev der i øvrigt også indført en afgift på kørsel med busser, hvor afgiften afhang af, hvor meget de kørte – og derved belastede vejene. Mærkelig nok blev lastbiler holdt fri. Selv lastbiler i rute slap for busafgiften, der blev indbetalt til det lokale amt efter antal kilometer og antal sæder. Denne afgift blev fjernet igen i 1927. Til gengæld blev der indført en ny afgift, som alle motorkøretøjer kom til at betale, nemlig en afgift på benzin.

Volvo's LV76 blev lanceret i 1934 som en lidt større lastbil end de største konkurrenter Ford og Chevrolet leverede. Foto: Volvo



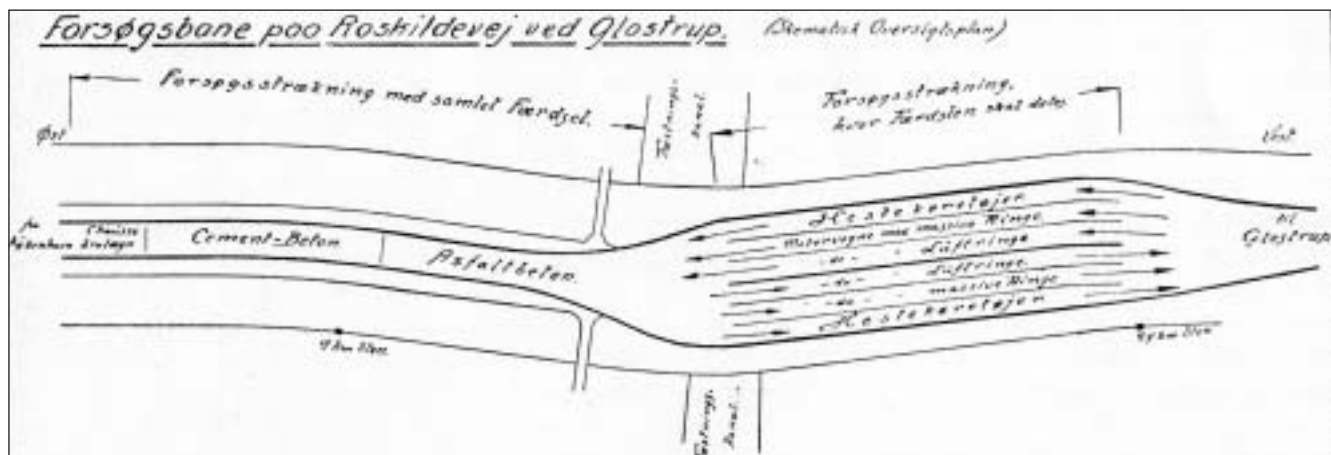
Et forsøgsanlæg blev etableret i 1926, hvor en del af Roskildevej blev indrettet for de tre transporttyper: hestevogne, (last)vogne med massive ringe og køretøjer med luftringe. Man kunne først se, hvor meget en vej blev slidt, når mange køretøjer havde passeret. Foto: Glostrup Lokalhistoriske Arkiv

Viden om slitage og bæreevne

Endnu i 1920'erne vidste hverken vejfolk eller politikere reelt, hvor meget køretøjerne sled på vejene. Det var et spørgsmål, der blev diskuteret meget, når vejfolkene mødtes, men noget entydigt svar havde de ikke.

Problemerne var ens verden over, og vejfolk fandt da også tidligt sammen for at udveksle erfaringer. I 1908 blev den internationale vejkongres stiftet i Paris, og siden mødtes man på kongresser med jævne mellemrum.

Vejkonstruktion var ingen eksakt videnskab, og egentlig forskning var først langsomt ved at blive udviklet. En vej bliver slidt over en periode, hvorefter den mere eller mindre bryder sammen. Det var altså først efter



en vis periode, man kunne se, hvor længe en bestemt vejtype kunne holde til en bestemt trafik.

For at få en større viden begyndte man rundt om i verden med praktiske forsøg, der skulle fastlægge slitagen på forskellige typer vejbelægning. Et epokegørende forsøg foregik på en forsøgsbane på Roskildevej nær København fra 1926. Den store landevej med megen trafik til og fra storbyen var ganske enkelt i en længde på 250 meter blevet lavet særlig bred, så hver type køretøjer fik sin egen vejbane. Der var således tre vognbaner i hver kørselsretning, hvor hestekøretøjer fik én bane, motorvogne med faste hjul en anden, mens den tredje var forbeholdt motorkøretøjer med luftringe. Nu skulle man blot tælle antallet af køretøjer i hver række (fra et tidspunkt udført automatisk), hvorved man kunne konstatere, hvor stort et slid det aktuelle antal passerende køretøjer medførte på vejbelægningen. Hvert vejstykke var bygget op af alle de forskellige vejkonstruktioner, man kendte, og man kunne da se, hvor meget slid, der skete på hver enkelt type.

Ved den første større afrapportering i 1930 viste resultatet, at hestekøretøjer sled uforholdsvist meget på bestemte belægninger. Det blev direkte angivet, at få tunge hestekøretøjer sandsynligvis sled mere end mange lette hestevogne. Samme konklusion drog man mærkeligt nok ikke vedrørende motorkøretøjer.

Det danske forsøg var faktisk en ret genial løsning på ved relativt få midler at få resultater om forskellige typer køretøjers vejbelastning. Der blev indsamlet oplysninger indtil 1939, hvor forsøgsbanen blev nedlagt.

På forsøgsbanen blev der samtidig eksperimenteret med forskellige belægninger. I den venstre side af kortet ses vejstykker belagt med brolægning, beton og asfalt.
Foto: Dansk Vejtidskrift



Forsøgene på Roskildevej var af enestående international betydning. Det var derfor helt naturligt, at der blev udgivet rapporter på engelsk, således at udenlandske vejfolk kunne lære af det danske eksperiment.

Ballondæk og andre forbedringer af køretøjerne

Da vejene i flere årtier ikke blev væsentligt bedre for tunge køretøjer at køre på, blev det interessant nok i stedet ny teknologi ved lastbiler (og busser), der medførte, at de tunge køretøjer kunne køre på vejene. Den første nye teknik bestod i forbedrede dæk!

Gummihjul er nødvendige for alle motorkøretøjer. Træ- eller jernhjul forplanter rystelserne fra kørslen op i de tekniske konstruktioner af motor og køretøj. Uden en vis affjedring vil de tekniske dele hurtigt blive rystet fra hinanden. Man forsøgte at afhjælpe problemet med traditionelle fjedre, men de hjalp ikke tilstrækkeligt.

I en del år før århundredskiftet kørte cykler med gummihjul, men længe var der ingen, som troede på, at der kunne fremstilles gummihjul, som kunne bære mange tons. De første biler vejede omkring 1½ tons, og hertil kom vægten af passagerer og ca. 2-300 kg ekstra til de mange reservedele, der var nødvendige på længere ture.

Pioneren i arbejdet med at introducere gummihjul var franskmænden Edouard Michelin, der i 1894 som den første satte luftoppustelige dæk på



Mens personbilerne havde luftfyldte dæk, kørte lastbilerne i århundredets første årtier på massive hjul, som kunne ødelægge de fleste af landets veje i løbet af måske blot en enkelt køretur. Foto: Roskilde Lokallhistoriske Arkiv

en bil. Ved det første billøb punkterede bilen hele 25 gange og kom sidst i mål. Idéen lykkedes dog på sigt ved at forbedre dækket, og allerede i 1897 blev de fleste motorløb kørt med køretøjer med oppustede ringe.

Dækkene var konstrueret til slanger med et meget højt tryk. Det gjorde dem sårbare, og i begyndelsen var man tilfreds, hvis et dæk holdt 1.000 km. Med lidt bedre veje og forbedrede dækkonstruktioner, f.eks. opfindelsen af cordlærred (en stræklærred) til armering, kunne et dæk omkring 1910 holde til cirka 10.000 km.

De store lastbiler måtte fortsat køre på massive eller halvmassive gummiringe eller endda jernringe, hvilket medførte en stor dødvægt for vognen, når dens egenvægt oversteg nyttelasten. Selv de sværeste luftringe i 1914 kunne ikke bruges til køretøjer over 2 tons. Hastigheden var også begrænset, da de bedste gummiringe kun tålte hastigheder på op til 40 km i timen. Tillige kunne lastbilerne ikke køre uden for byernes svære veje, da sekundærvejene ikke kunne klare stødene fra den tunge færdsel, som i løbet af ganske kort tid ville ødelægge belægningen.

Det var derfor et stort teknologisk fremskridt for lastbilerne, da der blev bygget luftringe, som kunne klare den tunge last. I 1919 kom de første luftringe til svære lastvogne med op til 1.100 kg last pr. ring. Med 7 atm. overtryk kunne ringene anvendes til 3 tons lastbiler. Holdbarheden af disse dæk var dog kun på ca. 10.000 km kørsel, mens et dæk på en almindelig personvogn da kunne klare ca. 17.000 km.

Den helt store opfindelse blev introduceret i 1922, da det amerikanske firma Firestone lancerede en ny type dæk. Forsøg havde vist, at bløde dæk med lavt dæktryk gjorde, at lærredet i karkassen fik mindre tilbøjelighed til at knække. De nye dæk havde færre lærredslag samtidig med at dæksektionen blev forøget. I stedet for en oval form var dækkene mere runde, hvorfor de blev kaldt "ballondæk". Trykket i de gamle dæk skulle op på



Det amerikanske firma Firestone var i 1924 det første til at konstruere det nærmest revolutionerende ballondæk. Dets lave tryk betød, at køretøjer kunne køre uden at skade vejene. Da reklamen fra 1929 blev trykt, kunne der dog endnu ikke fremstilles dæk til de største lastbiler.

75 psi eller mere, mens lavtryksdækkene kunne nøjes med 45-50 psi.

Lavtryksdækkene forbedrede kørekomforten dramatisk, og da de var mindre sårbare over for punkteringer næsten fordobledes et dæks levetid. Efter kun fem år var halvdelen af alle dæk af denne type. Også i Danmark blev der fremstillet sådanne dæk. Schiønning & Arvé havde siden 1898 fremstillet massive ringe, fra 1900 slanger og fra 1909 bildæk. De kunne allerede i 1924 fremstille ballondæk ud fra cordlærred.

I 1928 var man nået op på at kunne fremstille ringe med meget lavt tryk selv for svære vogne, og i 1934 kunne luftringene klare vogne med et akseltryk på over 10 tons.

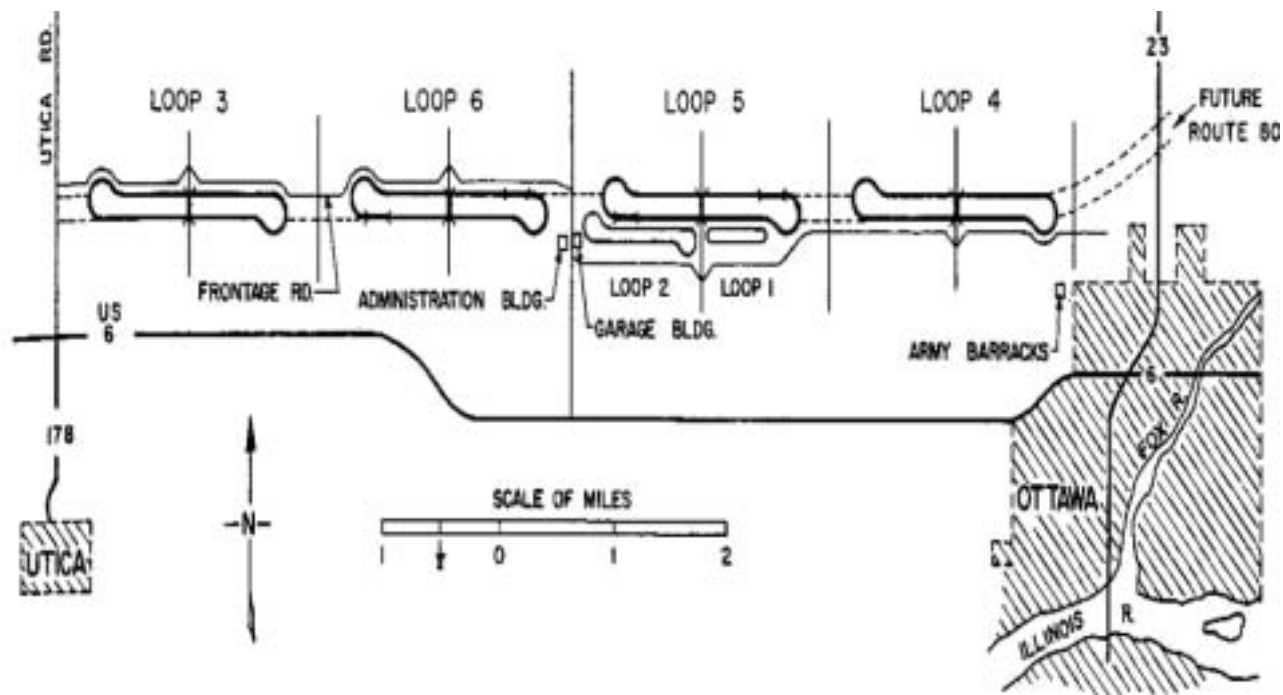
Ballonringene betød en forbedring, der faktisk var lige så stor som overgangen i sin tid fra de faste ringe. Ballonringene betød ikke kun, at den totale vægt, luftringe kunne bære, blev større. Dækkene mindskede også vibrationerne i køretøjerne, så lettere konstruktioner blev tilstrækkelige. I midten af 1930'erne kunne man køre med 25 tons nyttelast på et køretøj på kun 13 tons. De svære ballondæk kunne nu ofte holde til over 100.000 km. kørsel. Det var en stor ting, da man tidligere kunne have udgifter til dæk på mere end 30% af de samlede driftsudgifter.

I 1930'erne havde vejingeniørerne opdaget, at slitagen på vejene havde en noget anden sammensætning, end man tidligere havde antaget og som de tidligere ret rigide regler var et udtryk for. Man havde fundet ud af, at slitagen på overfladen var afhængig af trykket pr. cm². Trykket for alle vogne med ballonringe var nu ikke større end det tilladelige, da luftringene bevirkede, at trykket pr. cm² var uafhængig af belastningen

og kun afhang af lufttrykket. De virkelige vejødelæggere var altså vognene med massive ringe, der var godt på vej til at forsvinde, hvilket blev fremskyndet af lovgivningen. I 1927 kom der nemlig særlig høje ekstra afgifter på henholdsvis 25% for godkendte halvmassive ringe og 50% for massive ringe og ikke-godkendte halvmassive ringe.

Først i 1950 blev "rigtige" lavtryksdæk dog almindelige. Da blev der i stedet for bomuld benyttet nye materialer som nylon til at armere og forstærke med. Nu kunne et dæk til en personbil nå ned på 35 psi





Konsekvenser af verdenshistoriens største vejforsøg 1958-60

Verdenshistoriens hidtil største vejforsøg blev udført ved Ottawa i Illinois. Under 2. verdenskrig havde general Eisenhower indset de tyske styrkers nytte af gode veje ved forsyningstjenesten, og det blev Eisenhower, der som præsident igangsatte store mellemstatlige vejbyggerier i USA. Hertil skulle bruges viden, hvorfor vejforsøget blev startet.

De konkrete forsøg begyndte i 1958. Frem til 1960 kørte der næsten uafbrudt op til 126 køretøjer 18-19 timer om dagen, seks dage om ugen på et 11,3 km langt stykke vej. Det bestod af 836 sektioner heraf 16 stykker bro, der skulle testes. De lige dele af forsøgsvejen er i dag en del af I-80 ved Illinois. Da forsøget var på sit højeste, var 320 militærfolk engageret.

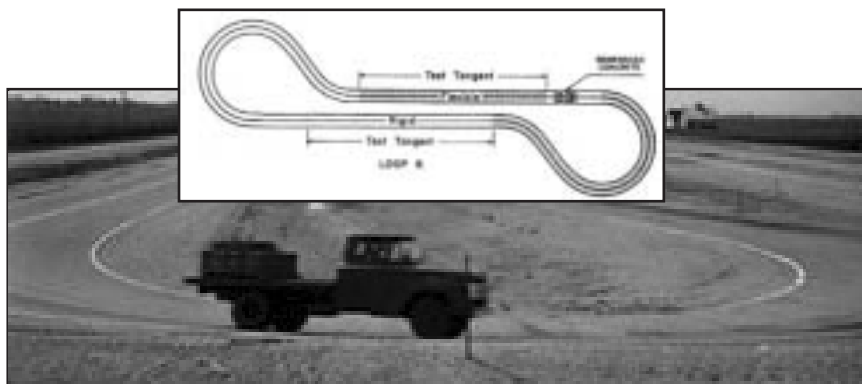
Der var anlagt seks forsøgsbaner, hvor der blev kørt på de fem, mens den sjette skulle vise vejrets indflydelse på belægningen. Hver bane var dobbelt, således at der i alt var 10 baner for kørsel. Der blev kørt med forskellige køretøjer. På én bane kørte en let to-akslet lastbil på 4 tons, mens den tungeste vogn i forsøget var en femakslet lastvogn på 108 tons. Målet

Uden for Ottawa i USA startede opførelsen af seks forsøgsbaner i 1956 for at få viden om vejkonstruktioner. Man stod for at skulle bygge et stort net af highways mellem staterne. En del af banerne er i dag en del af Interstate highway Route 80.

Foto: Washington State Department of Transportation

I mere end to år kørte forskellige typer af lastbiler næsten uafbrudt, for at man kunne se, hvor meget forskellige kombinationer sled på vejstykkerne. Bag forsøget i Ottawa stod AASHTO, en sammenslutning af amerikanske staters vejadministrationer.

Foto: Washington State Department of Transportation



var at finde relationen mellem antallet af belastninger med kendte akseltryk og akselkonstellationer på den ene side og forskellige belægningstykkelse og bærelagstykkelse på den anden side.

Resultatet af forsøget var bl.a., at en lille forøgelse af et køretøjs vægt gav en kraftig forøgelse af slitagen. Teorien om trafikbelastning, 'det akkumulerede antal tunge akselpassager', blev udviklet. Årsagen til slitage er ifølge teorien, at hver gang et tungt akseltryk passerer et stykke vej, påvirkes belægningen. Det resulterer til sidst i et træthedsbrud på samme måde som et stykke ståltråd knækker efter et vist antal bøjninger. En vej skal derfor dimensioneres mindst så kraftigt, at den i sin levetid lige præcis kan holde til de mange påvirkninger.

Ifølge teorien ændrer beskadigelsen af vejen sig med akseltrykket i 4. potens. Hvis man sammenligner en lastbil med et akseltryk på 6 tons i forhold til en personbils bagaksel på 0,6 tons, har lastbilen altså lige så stor nedbrydende virkning på vejen som ca. 10.000 personbiler; tilsvarende har en lastbil på 12 tons samme virkning som 160.000 personbiler!

Formlen passer ikke helt. For eksempel vil en lastbil monteret med såkaldte supersingledæk i stedet for de traditionelle tvillingmonterede dæk give et endnu større tryk i dele af underlaget. Herved vil en lastbil kunne slide meget mere end de mange personbiler.

Siden 1960'erne er teorierne om køretøjernes belastning på vejene fortsat udviklet, da blandt andet brugen af EDB har givet helt nye muligheder for at beregne de mange faktorer. Men den principielle forståelse af vejenes befæstigelse blev skabt i 1950'erne og 1960'erne og medførte efterfølgende en kraftig forbedring af vejbyggeriet.



De amerikanske Interstate Highways fejrede 50 års jubilæum i 2006. Under verdenskrigen havde general Eisenhower indset de tyske styrkers nytte af gode veje ved forsyningstjenesten, og det blev da også Eisenhower, der som præsident igangsatte de store mellemstatlige vejbyggerier i USA.
Foto: AASHTO

Nye vejbelægninger siden 1950'erne

Efter at bilerne begyndte at hvirvle støv op på vejene, var den mest almindelige vejbehandling en simpel sprøjtning med tjære eller asfalt. Snart kom emulsioner, hvor binde-midlerne var opløst i vand. Oven på bindemidlet kom et tyndt lag sten. Denne type vejbelægning var god til kørsel med personbiler, men som nævnt ikke til kørsel med tunge køretøjer.

Beton var et materiale, der blev benyttet meget i bl.a. USA og Tyskland, men ikke i Danmark. Kun få procent af vejene blev bygget med dette materiale. De fleste danske veje blev i stedet bygget af en blanding af det bløde binde-middel asfalt med sten og grus. Fra midten af 1950'erne blev asfalt næsten enerådende.

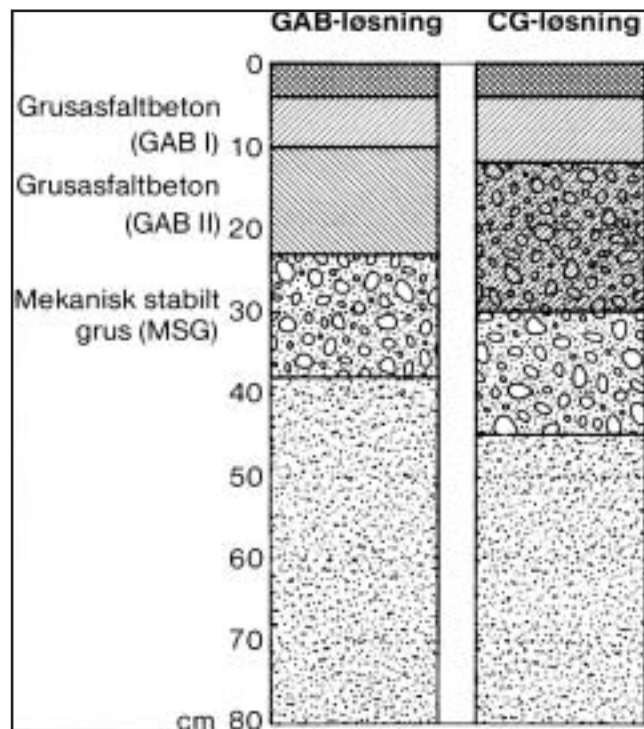
Andre store fremskridt i vejteknologien skete, da man blev opmærksom på jordbundens betydning. Nye metoder til geologiske undersøgelser betød, at grundlaget for vejene blev taget med i beregningerne, og bedre vejkonstruktioner blev resultatet. Man begyndte at stabilisere jorden på forskellig vis blandt andet med tilsætning af cement og hydratkalk.

Vejmateriellet havde tilsvarende sin teknologiske udvikling. Mekanisering med en næsten industriel bygning af veje er sket siden 1960'erne – ofte sideløbende med en ændring på det organisatoriske plan, hvor vejbyggeriet er overgået til store, ofte internationale selskaber.

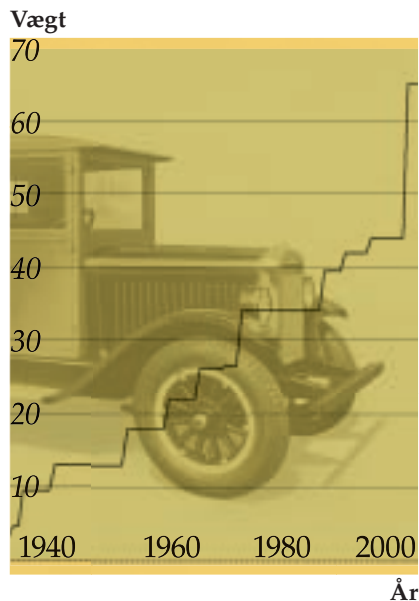
I årtusindets sidste årtier udvikledes flere asfaltblandinger, bl.a. i 1970'erne med asfalt lagt i dybder på 37 cm. Der var ikke kun tale om en bedre materialeteknologi, men også om en bedre beregning af vejenes opbygning.

De bedre veje har ført til, at vægtgrænserne for køretøjer er blevet hævet og større belastninger tilladt, men det har igen bl.a. ført til problemet med sporkøring af belægningerne. Især da det maksimalt tilladte dæktryk blev hævet, så der måtte benyttes supersingledæk, opstod nye problemer. Atter har man måttet udvikle nye tekniske løsninger for at få en så tilstrækkelig blød asfalt, at overfladebelægningen retter sig ud efter en hård påvirkning fra et tungt køretøj.

Polymermodificeret bitumenemulsion blev et nyt produkt i slutningen af 1980'erne, og endnu engang blev vejkonstruktionerne langt bedre.



Meget holdbare veje kunne bygges efter videnskabens store fremskridt i 1960'erne. Nu kunne tungere køretøjer tillades. Her ses to dybe vejkonstruktioner fra slutningen af 1970'erne, hvor der under det øverste asfaltlag lå yderligere asfaltblandinger oven på gruslag. Foto: Burchardt og Schönberg 2006



Udviklingen af størrelsen på lastbiler leveret af Volvo. Kurven angiver den største totale vægt, som et vogntog kunne have. Kurven er omtrentlig, men viser en klar tendens: Lastbiler bliver bygget i stadig større udgaver.

En påhængsvogn var en metode til at få en lastbil til at trække næsten dobbelt så meget gods, som den måtte alene. Antallet af anhængere oversteg først 1.000 i begyndelsen af 1930'erne. Især da lastbilerne fik trykluft, kunne anhængerne blive bremset. Foto: Dansk Veteranbil Klub

Forbedret køretøjsteknologi og kørselsøkonomi

Med forbedrede veje måtte der køres med tungere og derved mere transportøkonomiske køretøjer. På trods af statsstøtte og kraftige restriktioner mod lastbilkørsel, faldt andelen af transporteret gods på jernbanerne, for lastbilerne var fleksible, hurtige, havde høj præcision og kunne køre ofte. Allerede i 1952 opnåede lastbilerne at køre mere end halvdelen af landets gods og 15 år senere mere end 80%.

Det kan ikke undre, at der blev udført et stigende lobby-arbejde for at bringe de tilladte kørselsvægte op. I 1975 argumenterede danske vognmænd for, at akseltrykket skulle sættes op til 10 tons. Det ville give en årlig besparelse på 200 mio. kr. Vejfolk påstod, at det ville koste 1-1½ mia. at udbygge vejene til denne vægt. I 1977 blev den nye vægtgrænse indført sammen med en øget afgift.

Mange nye teknologier blev vigtige i for lastbilernes udvikling efter 1950. Der var allerede i slutningen af 1920'erne kommet trykluft til bremses, hvorved det traditionelle køretøj med fire hjul og et lad kunne udvides med en ekstra påhængsvogn. Vægten kunne bedre fordeles, hvorved større køretøjer kunne tillades. Kombinationen af påhængsvogne og hjul er i øvrigt blevet varieret i stor udstrækning. Ikke mindst sættevogne er blevet populære, hvor selve vognen kan kobles af, så chauffør og trækker ikke skal vente på af- og pålæsning.

Affjedringen har også haft sin udvikling, ikke mindst med luftaffjedring fra omkring 1960. I korthed er det større hastighed og mindre egenvægt i forhold til nettovægten, som er steget støt gennem tiden. Der har til stadighed været en udvikling mod større og større vogntog. Selvom der i 1940'erne og 1980'erne var stilstand, er der ikke noget, som tyder på, at udviklingen mod endnu større og kraftigere køretøjer vil stoppe.



FAKTA: Restriktioner mod køretøjer

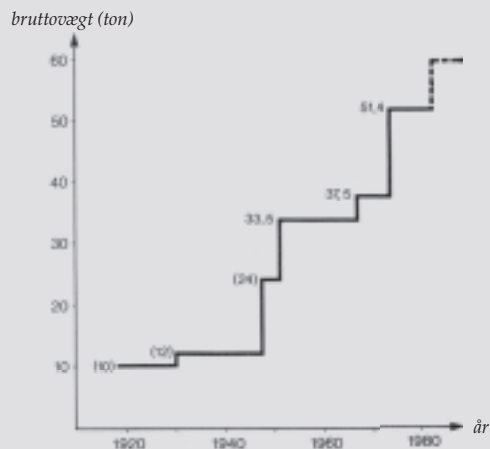
Der er fortsat restriktioner på motorkøretøjer. Der er gennem årene givet lempelser, men også en lang række nye regler og begrænsninger har måttet indføres. Reglerne er blevet mange og komplicerede.

Totalvægt

Nye regler er især blevet indført i sammenhæng med, at store dele af vejnettet har opnået en ny og højere standard. Fra 1939 skulle broer på de største veje kunne klare kørsel med en 50 tons blokvogn. Broer bygget efter 1965 skulle klare en vægt på 100 tons, og i 2002 blev vægten hævet yderligere til 150 tons for ét køretøj.

I 1977 blev den maksimale vægt for et vogntog hævet til 44 tons, og i dag er den maksimale vægt nået op på 46 tons.

Man kan tillade kørsel med endda meget tunge køretøjer, hvis disse køretøjer følger særlige veje. Der blev således allerede i 1950'erne etableret særlige regler for eksportvognmænd med gods til udlandet på særligt holdbare landeveje.



Den maksimale vægt for køretøjer er stadig blevet hævet over tid i takt med at veje og køretøjer er blevet konstrueret bedre. Kurven viser udviklingen i Sverige. De fleste andre vesteuropæiske lande har haft en tilsvarende udvikling.

Akseltryk

Grænsen på 6 tons holdt indtil 1947, da der på landeveje kunne gives tilladelse til at køre med 7 tons. I 1955 blev det de generelle regler for alle veje. Samme år blev tvillingehjul tilladt, hvorved en akselvægt godt måtte være 8 tons. I 1977 blev vægtgrænsen hævet til 10 tons.

Der har været og er i øvrigt en række særregler afhængig af antal aksler, boggietryk osv. I 1977 måtte en 2-akslet boogie laste op til 16 tons, en 3-akslet 22 tons (hvis den



Transport af transformere, hvor blokvognen i alt vejer 280 tons.
Foto: Torben Rafn & Co.

indbyrdes akselafstand var på 1 meter eller større) osv. Der kan være behov for særtransporter, f.eks. for at få flyttet nogle af de mange nye store tekniske enheder. Transformatorstationer til kraftværker hørte i midten af 1900-tallet til nogle af de største transportere, mens vindmøller blev særlig store i begyndelsen af dette århundrede.

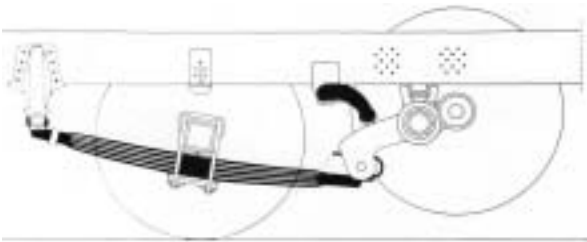
Oprindeligt kunne politi og myndigheder i fællesskab give tilladelse til særtransporter, men da antallet steg, blev reglerne formaliseret i 1977 med "det blå vejnet", hvor tunge køretøjer må køre.



Efter 2. Verdenskrig blev de skrappe restriktioner mod tunge køretøjer lempet noget. Det viste sig ved tøbrud, hvor vejene var svage, at man havde været for optimistisk. Selv mange landeveje kunne ikke bære køretøjerne, som her i 1955.

Foto: Det kgl. Bibliotek

Flere aksler kan fordele vægten på flere hjul og formindske slitagen på en vej. En metode var at anbringe to aksler tæt på hinanden, en såkaldt bogie. Denne bogie, hvor den ene aksel kan løftes op, når der ikke er læs, kaldes "nordisk", da det var svenske Scania og Volvo, som introduerede typen.



Internationale regler og standardisering

Et af de vigtigste møder for verdens vejfolk blev afholdt i München i 1934. Dette års vejkongres ønskede at opstille internationale regler for vejtrafikken, men der viste sig store forskelle mellem landene. På flere områder var Danmark bagefter udviklingen i de øvrige lande. Endnu havde man den rigide regel om, at en lastbil kun måtte have en totalvægt på 8 tons – helt uafhængig af, hvor mange aksler vægten var fordelt på. De fleste af de lande, man normalt sammenlignede sig med, havde i stedet indført varierende vægt efter antallet af aksler. Således måtte et vogntog i England have en totalvægt på mere end 22 tons.

Tilsvarende var der en del lande, hvor den tilladte hastighed var meget højere end i Danmark. For lastbiler under 3 tons var hastigheden fri i flere lande, og i Italien kunne man endda køre med fri hastighed med et køretøj på op til 6½ tons.

Efter 2. verdenskrig blev det snart åbenbart, at den internationale vejtrafik ville få en kraftig stigning. Det var derfor naturligt, at De Forenede Nationer ville etablere en international standard for kørsel på veje. Ved en kongres i Genève i 1949 blev internationale standarder foreslået. Reglerne omfattede især bredde og akseltryk for køretøjer. Det maksimale akseltryk i Danmark på 6 tons lå i den nederste ende. Kun Norge og Sverige lå lavere, men der kunne der dog godt gives dispensation. Nogle af landene havde veje, som tillod en standard på op til 16 tons. Mødet anbefalede, at man skulle arbejde på at få en europæisk standard på 8 tons akseltryk.

Inden for EU er der også blevet arbejdet med at få etableret fælles europæiske standarder. I 1984 blev der vedtaget et direktiv for belastninger og dimensioner af tunge transportkøretøjer. Disse regler skulle være i kraft i medlemslandene to år senere. Den største ændring var en beslutning om, at medlemslandene fra 1992 skulle tillade en akselvægt på 11,5 tons. Der var dog også ønsket om at få øget vægtgrænserne yderligere, og man begyndte at arbejde på, at køretøjer af særlige vejvenlige konstruktioner gerne må have vægten øget. Man vidste, at luftaffjedrede køretøjer var forholdsvis nænsomme mod vejene, og man begyndte at undersøge, om der fandtes andre nænsomme ophængssystemer.

Det er siden blevet tilladt at have køretøjer med en vægt på 19 tons på en bogie for 4-akslede lastbiler, og fra 2003 kom nye regler for 4-akslede lastbiler med to styrende aksler og en afstand mellem forreste og bagerste aksel på minimum 5 meter.

Afslutning

Der har igennem de sidste 100 års historie været en løbende "terrorbalance" mellem vognmændene på den ene side, som har ønsket tilladelse til at køre med større og derved mere rationelle køretøjer, og på den anden side vejmyndighederne, som har ønsket at beskytte deres veje mod den tunge og derved den allermest ødelæggende trafik. Til stadighed har politikerne måttet befordre udviklingen på en sådan måde, at de i en vis udstrækning har skullet følge erhvervslivets ønsker, men på den anden side heller ikke har skullet lade sig presse til at skulle bevilge for store bevillinger til at forøge vejenes bæreevne.

Samtidig har videnskabsfolk og teknikere udviklet nye og større køretøjer. Meget tyder altså på, at vi også i fremtiden vil se en lang række komplicerede regler, der skal tøjle den nye teknologi. Og samtidig vil vi se fortsatte tekniske forbedringer for både vejenes bæreevne og køretøjernes affjedring.



Litteratur

Burchardt, Jørgen og Mette Schönberg: *Lige ud ad landevejen. Med hestevogn og bil på amternes veje 1868-2006*. 2006

Burchardt, Jørgen: *Why economical driving of motor vehicles is always prohibited. The technology of roads and means of transport in interaction with the public investments in traffic from 1890-2006*. Paper. Fourth international conference on the history of transport, traffic and mobility 2006.

Kuenen, Tom: How Interstate Design Has Evolved Since 1956. I: *Better Roads Magazine* maj 2006

Schmitto, F.: *Automobilets historie*. Kbh. 1938.

Vejlaboratoriet (udg.): *Meddelelser fra Vejlaboratoriet*. Nr. 3, 1930.

Weingroff, Richard F.: Essential to the National Interest. I: *Public Roads* marts/april 2006.



Med dette trafikskilt kan de generelle vægtregler sættes ud af kraft, hvis en del af vejen eller en bro er for svag til den tunge trafik.

Med en 16 liters motor på 660 hk kan et vogntog være på op til 70 tons. Det kan blive aktuelt, når/hvis modulvogntog på 25,5 m og 60 tons bliver tilladt på de danske veje mod de aktuelle 18,75 m og 48 tons. To modulvogntog vil kunne erstatte tre almindelige lastbiler. Foto: Volvo