



## 130 km/t på motorveje

Virkning på faktisk hastighed, uheld  
og miljøbelastning

Rapport 337  
2008

Vejdirektoratet  
Niels Juels Gade 13  
Postboks 9018  
1022 København K  
Telefon 7244 3333  
Telefax 3315 6335

**130 km/t på motorveje**  
**Virkning på faktisk hastighed, uheld og miljøbelastning**  
**Rapport 337**

Dato: Juni 2008  
Redaktion: Lars Klit Reiff, Inger Foldager, Tove Hels, Stig Hemdorff, Hans Lund i samarbejde med DTU Transport (Tidligere Danmarks TransportForskning)

Layout: Majbrit Honoré  
Grundkort: © Vejdirektoratet  
Foto: Pelle P, Peter A Petersen og Christoffer Askman  
Copyright: Vejdirektoratet  
ISBN: 978-87-7060-078-1  
ISSN: 1600-4396  
Udgiver: Vejdirektoratet

Eftertryk i uddrag er tilladt med kildeangivelse



# 130 km/t på motorveje

Virkning på faktisk hastighed, uheld  
og miljøbelastning

Rapport 337  
2008



Vejdirektoratet



# Indhold

<b>Sammenfatning</b>	5
Summary	9
<b>Baggrund</b>	11
Ændret hastighedsgrænse og ledsagende tiltag	12
<b>Hastighedsudviklingen</b>	15
Effektberegning	15
Resultater	15
Generelt om hastighedsudviklingen	19
Datagrundlaget	21
<b>Uheldsudviklingen</b>	23
Uheldsstatistikken	23
Datagrundlaget	25
<b>Miljøkonsekvenser</b>	27
Emissioner	27
Støjbelastning	28
<b>Sammenhæng mellem hastighedsudviklingen og uheldsantallet</b>	29
Sammenhæng over en længere periode	32
<b>Kilder</b>	34
<b>Bilag</b>	35



# Sammenfatning

Den 30. april 2004 blev den generelle hastighedsgrænse på motorvejene hævet fra 110 km/t til 130 km/t. På knap halvdelen af motorvejsnettet fastholdt man imidlertid hastighedsgrænsen på 110 km/t, nu angivet med hastighedstavler.

## Vurdering af korttidseffekten

I denne rapport vurderes korttidseffekten af den hævede hastighedsgrænse. Vurderingen gælder de faktisk kørte hastigheder; antallet af uheld og personskader samt miljøbelastningen. Endvidere beregnes sammenhængen mellem hastighedsændringerne og antallet af uheld og personskader.

Ændringen af hastighedsgrænsen blev ledsaget af en række tiltag, som normalt vil påvirke hastigheden i nedadgående retning. Det drejer sig bl.a. om en periode med et betydeligt højere antal hastighedskontroller på motorvejsnettet, skærpede straffe for overtrædelser, betydelig kampagneaktivitet samt skiltning af hastighedsgrænsen på 110-strækningerne. Der er derfor både foretaget en vurdering af konsekvenserne for de strækninger, hvor hastighedsgrænsen blev hævet til 130 km/t og for de strækninger, hvor den forblev 110 km/t.

Der er tale om en vurdering af korttidseffekten, hvilket vil sige effekten de første 16 måneder med den nye hastighedsgrænse. Herefter blev klippekortet indført, og dermed er det ikke længere muligt at analysere en hastigheds- eller uheldsudvikling, som med rimelig sikkerhed kan isoleres til alene at være en effekt af den nye hastighedsgrænse og de ledsagende tiltag. Vurderingen af sammenhængen mellem hastigheder og personskader er dog uafhængig af klippekortets indførelse, og derfor har det været muligt at inddrage perioden frem til september 2007 i denne analyse.

## Hastigheden steg på motorveje med 130 km/t og faldt på motorveje med 110 km/t

I de første fire måneder med den nye hastighedsgrænse var der overraskende store udsving i gennemsnitshastigheden på motorvejene. Ændringerne var særligt markante på de veje, hvor hastighedsgrænsen uændret var 110 km/t. Her faldt hastighederne betydeligt. På grund af den særlige situation de fire første måneder med 130 km/t behandles hastighederne i denne periode – her kaldet initialperioden – særskilt i rapporten.

De efterfølgende 12 måneder betragtes som den egentlige efterperiode, og resultaterne for denne periode kan opsummeres til følgende:

På de veje hvor hastighedsgrænsen på 130 km/t blev indført, viser beregningerne, at gennemsnitshastigheden steg med knap 1 km/t til ca. 121 km/t. På den halvdel af motorvejsnettet hvor hastighedsgrænsen forblev 110 km/t, viser beregningerne, at hastighederne faldt med ca. 3 km/t til ca. 116 km/t i københavnsområdet og til ca. 119 km/t på de øvrige motorveje. Beregningerne er foretaget på data fra Vejdirektoratets hastighedsbarometer, og



rummer derfor de samme usikkerheder mht. repræsentativitet mv. som barometeret.

### **Sammenhæng mellem hastigheden og uheld**

En opgørelse af antallet af personskader viser for 130-vejene, at der i efterperioden var 9 pct. flere personskader pr. år end i førperioden. På 110-vejene, inklusive motorveje i Stor-københavn, var der 40 pct. færre. Med udviklingen i antallet af personskader på øvrige veje uden for byzone som reference ligger udviklingen i personskader på 130-vejene 33 pct. højere og på 110-vejene 27 pct. lavere.

De konstaterede hastighedsændringer vedrører så stort et vejnet, at der har været et tilstrækkeligt datagrundlag til at bestemme sammenhængen mellem gennemsnitshastighed og antallet af uheld og personskader. Den statistiske analyse viser, at der i undersøgelsesperioden var en sammenhæng mellem hastighedsudviklingen og antallet af uheld og personskader. Fald i gennemsnitshastigheden har resulteret i færre uheld og personskader, og tilsvarende har stigende hastigheder medført flere uheld og personskader. Beregningerne viser, at hastighedsændringer på +/- 1 km/t har resulteret i ca. 10 procents stigning/fald i antallet af personskader. Denne sammenhæng er bestemt med stor statistisk sikkerhed for 110-vejene, mens resultaterne er mere usikre på 130-vejene. For denne del af undersøgelsen er der foretaget en udvidet analyse, med de senest tilgængelige uheldstal, som omfatter perioden frem til og med september 2007. Den udvidede analyse bekræfter de resultater, der er baseret på perioden frem til klippekortets indførelse.

### **Den lavere hastighed på 110-vejene giver færre emissioner**

Miljøbelastningen i form af emissionerne er illustreret ved ændringer i udledningen af CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>. På 130-vejene viser beregningerne, at udledningerne steg med ca. 1 pct. På 110-vejene, inklusive de københavnske motorveje, faldt CO<sub>2</sub> udledningen med 3-4 pct. og udledningen af NO<sub>x</sub> faldt med 4-5 pct.



Støjbelastningen langs motorvejene er afhængig af hastighedsniveauet, og falder med faldende hastigheder og omvendt. De konstaterede hastighedsændringer er dog i støjmæssig sammenhæng så beskedne, at der ikke har været grundlag for at beregne betydningen for støjbelastningen.

#### **Hastighedsudviklingen efter september 2005**

Resultaterne i undersøgelsen gælder for perioden fra 1. maj 2004 til 1. september 2005, hvor klippekortet blev indført. På 130-vejene er der imidlertid i perioden efter klippekortets indførelse sket en fortsat hastighedsstigning. Også på 110-vejene er hastighederne steget, men er dog fortsat lavere end før indførelsen af 130 km/t. Som nævnt er vurderingen, at det efter klippekortets indførelse ikke er muligt at isolere effekten af den ændrede hastighedsgrænse. Data efter dette tidspunkt indgår derfor ikke i denne undersøgelse – med undtagelse af beregningen af sammenhængen mellem hastigheder og personska-der, som er udvidet til en periode frem til september 2007.



## Summary

On 30 April 2004 the general speed limit on the Danish motorways was raised from 110 km/h to 130 km/h. On half of the motorway road network, however, the speed limit was kept at 110 km/h. but on these motorway stretches the speed limit was now stated with signposting.

### **Evaluation of short term effect**

In this publication the short term effect of the raised speed limit is evaluated. The evaluation concerns the actual driven mean speeds, the number of accidents and personal injuries and impacts on the environment. Furthermore, the statistical relations between changes in speed and the number of accidents and personal injuries are assessed.

The change in the speed limit was followed by a number of initiatives which normally would have a reducing effect on the mean speed. Among these initiatives were: a period with increased speed enforcement on the motorways, increasing of the penalties for speed violations, considerable amounts of campaign activity and signposting at the 110 km/h motorways. Therefore, the evaluation was carried out for both 130 km/h and 110 km/h motorways.

This evaluation concerns the short term effect, meaning the effect measured within the first 16 months with the new speed limit. After this period the penalty point system was introduced and thus it is no longer possible to separate the effect of the raised speed limit and the penalty point system.

The mean speeds increased on the 130-motorways and decreased on the 110-motorways. Surprisingly large fluctuations were found in mean speeds on the motorways during the first four months after the new speed limit was introduced. The changes in mean speeds were particularly striking on motorways where the speed limit remained at 110 km/h. Here the mean speed decreased considerably. Due to the special circumstances in the first four months with the speed limit, this period is discussed separately in this publication and referred to as the initial period.

The subsequent 12 months was considered the actual after period and the results from this period are as follows:

On the motorways where the speed limit was raised to 130 km/h the mean speed increased by about 1 km/h to 121 km/h. On half of the 110 km/h motorway network (Greater Copenhagen Area) mean speed decreased by 3 km/h to 116 km/h. On the other half of the 110 km/h motorway network mean speed decreased with 3 km/h to 119 km/h.

### **A statistical relation between speed and accidents**

130-motorways had 9 percent more personal injuries per year in the after period compared to the before period. Contrary to this, on the 110-motorways – including motorways

in the Greater Copenhagen Area – a decrease of 40 percent of personal injuries was recorded. Compared to the number of personal injuries on other roads outside urban areas the development in personal injuries was 33 percent higher on 130-motorways and 27 percent lower on 110-motorways.

The observed mean speed development allowed modelling a statistical relation between mean speed and number of accidents and personal injuries. Poisson regression analyses revealed quite firm statistical relations: A decline in mean speed was followed by fewer accidents and personal injuries and correspondingly increasing mean speeds were followed by more accidents and personal injuries. Calculations suggests that changes in mean speed of +/- 1 km/h resulted in about 10 percent increase/decrease in personal injuries. The relations between mean speed and number of accidents and personal injuries are more significant for 110-motorways than for 130-motorways.

#### **Reduced speed on 110-motorways gives lower amounts of emissions**

The environmental impact in terms of emissions is illustrated by changes of the released amounts of CO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub>. During the study period on 130-motorways the emissions were increased by about 1 percent. However, on the 110-motorways, inclusive motorways in the Greater Copenhagen Area the CO<sub>2</sub> emission was reduced by 3-4 percents and the emission of NO<sub>x</sub> dropped 4-5 percent.

The noise impact along motorways is directly related to the level of speed and it declines with decreasing speeds and vice versa. However, the noted changes in mean speed are so small that there is no basis for noise impact calculations.

#### **Development in mean speeds after September 2005**

The results of this study are valid for the period 1 May 2004 to 1 September 2005 when the penalty point system was introduced. After this period there has been a continuing increase in the mean speed on the 130-motorways. The same development is also seen for the 110-motorways though mean speed is still lower than prior to the introduction of the speed limit of 130 km/h.

## Baggrund

Formålet med denne rapport er at vurdere virkningen af, at den generelle hastighedsgrænse på motorvejene i 2004 blev hævet fra 110 km/t til 130 km/t. Der bliver set på påvirkning af de faktiske hastigheder, miljø og uheld. Endvidere bliver sammenhængen mellem hastighedsændringerne og uheldsudviklingen beskrevet. Både de motorvejsstrækninger, hvor der nu er 130 km/t (130-vejene) og de strækninger hvor der fortsat er 110 km/t (110-vejene), bliver undersøgt.

Undersøgelsen dækker perioden fra 1. maj 2004 og frem til 1. september 2005, hvor klippekortet blev indført. Der bliver sammenlignet med en førperiode, som starter 1. januar 2002 og strækker sig frem til 30. april 2004. Der er således tale om en forholdsvis kort periode, og resultaterne af de gennemførte analyser skal ses i sammenhæng hermed.

110-vejene er undersøgt selvom hastighedsgrænsen her er uændret. Det skyldes, at trafikken på disse veje på forhånd kunne forventes at ville blive påvirket af en række tiltag, som ledsagede den nye hastighedsgrænse. Og allerede kort efter 130 km/t trådte i kraft stod det klart, at hastighederne på 110-vejene var faldet betydeligt.

Der er ikke undersøgt andre veje end motorvejene, selvom der inden ikrafttræden var en vis debat om, hvorvidt stigende hastigheder på motorvejene ville have en afsmittende effekt. Da det imidlertid længe har været velkendt, at der i den undersøgte periode ikke har været tale om større hastighedsstigninger på motorvejsnettet – der er derimod konstateret et fald på 110-vejene – har vurderingen været, at en eventuel påvirkning på andre vejtyper ikke nødvendigvis ville indebære stigende hastigheder på disse veje. Samtidig er det vurderet, at en eventuel påvirkning ville være af så beskeden størrelse, at det ikke vil være muligt at isolere den fra andre forhold, som kan have påvirket hastighedsudviklingen.



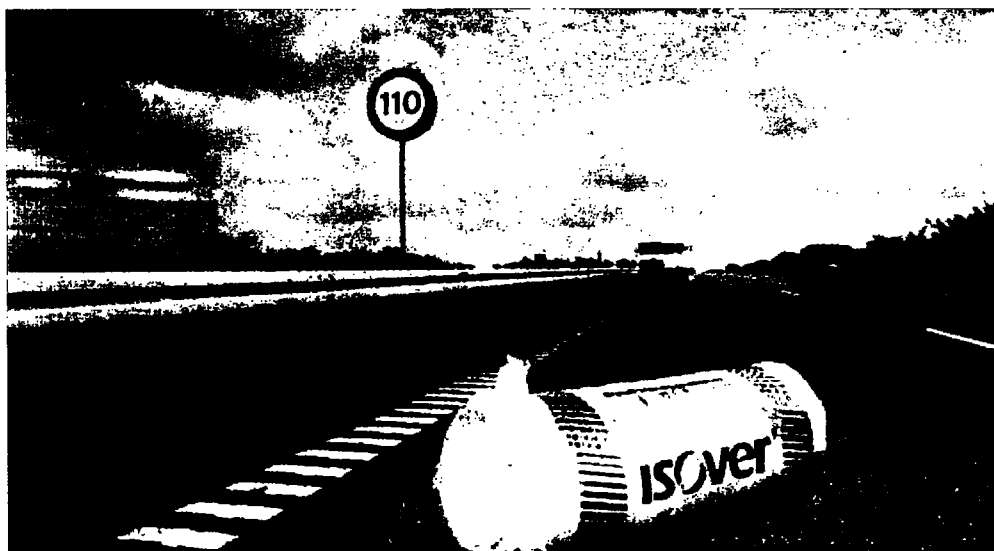
### **Ændret hastighedsgrænse og ledsagende tiltag**

Den 30. april 2004 blev den generelle hastighedsgrænse på motorvejene ændret fra 110 km/t til 130 km/t. På knap halvdelen af motorvejsstrækningerne er hastighedsgrænsen dog fortsat 110 km/t og enkelte steder lavere. På strækninger hvor der fortsat er 110 km/t blev der i forbindelse med de nye hastighedsgrænser opsat færdselstavler med "110 km/t". På strækninger hvor der i forvejen var en skiltet hastighedsgrænse på under 110 km/t skete der ingen ændringer, som var begrundet i den nye hastighedsgrænse.

Som grundlag for den endelige beslutning om hvor der skulle skiltes en hastighedsgrænse på 110 km/t, havde Vejdirektoratet foretaget en detaljeret gennemgang af hele motorvejsnettet (Gennemgang af motorvejsnettet – Inventering. Vejdirektoratet. Rapport 273, 2003).

På baggrund af inventeringen blev der på de strækninger, hvor hastighedsgrænsen skulle hæves til 130 km/t, i tiden op til 30. april 2004 gennemført en række vejtekniske foranstaltninger med det formål at tilpasse forholdene til den højere hastighedsgrænse. Der blev bl.a. opsat midterautoværn, rabatten i vejmidten blev forbedret, mange faste genstande blev fjernet eller afskærmet med autoværn, og eksisterende afskærmning blev i en række tilfælde forlænget. Også på enkelte 110-strækninger blev der efterfølgende opsat midterautoværn.





Inventeringen medførte også, at nogle få strækninger blev skiltet ned til 90 km/t. Dette var alene begrundet i konklusioner om vej- og trafikforholdene på strækningerne, og havde således ingen direkte sammenhæng med den nye hastighedsgrænse.

I forbindelse med vedtagelsen af den nye hastighedsgrænse blev der indført en række kompenserende foranstaltninger. Det drejer sig bl.a. om krav om brug af blinklys ved vognbaneskift på motorvej og krav om brug af havariblink ved pludselig opstået kødannelse på motorvej. Disse tiltag trådte i kraft i september 2003. Der blev også indført skærpede sanktioner for hastighedsovertrædelser med ikrafttræden 30. april 2004. Der blev indført en bestemmelse om, at det ved fastsættelsen af bødestørrelsen skal anses som en skærpende omstændighed, hvis hastigheden var over 140 km/t og en bestemmelse om betinget frakendelse af kørekort ved en hastighed på over 160 km/t. Disse ændringer gælder både for 130- og 110-vejene.

Hertil kommer det forhold, at der på 110-vejene, som en følge af ændringen af den generelle grænser til 130 km/t, blev opsat skilte med 110 km/t. Denne ændring kan også have påvirket trafikanternes hastighedsvalg.

Politiet indledte den 30. april 2004 en betydelig optrapning af kontrolaktiviteten på motorvejene – ikke mindst på de strækninger, hvor hastighedsgrænsen blev fastholdt på 110 km/t. Den øgede politiaktivitet var ledsaget af betydelige mediedækning, som i sig selv kan have påvirket trafikanternes oplevelse af politiets overvågningsindsats. Endelig blev der gennemført en betydelig kampagneaktivitet op til og efter 30. april.

Selvom der således ikke skete nogen ændring af hastighedsgrænsen på ca. halvdelen af motorvejsstrækningerne, blev der alligevel gennemført en række tiltag, som erfaringsmæssigt kan nedbringe hastigheden.





# Hastighedsudviklingen

Fra før- til efterperioden steg hastighederne på 130-strækningerne med 0,8 km/t til 121,2 km/t. På 110-strækningerne faldt hastighederne med 2,9 km/t til 116 km/t. I månederne lige efter ikrafttræden var faldet endnu større. På motorvejene i Storkøbenhavn er tendenserne de samme som på 110-strækningerne. Her faldt hastighederne med 3,7 km/t til 110,7 km/t, og igen med et større fald de første måneder. I det følgende vil de første fire måneder med 130 km/t blive betegnet "initialperioden".

Hastighedsændringen fra før- til efterperioden er beregnet med statistiskprogrammet "SAS". For hver af de tre perioder, før-, initial og efterperioden, er der estimeret en model. Et af elementerne i denne model er, at der kan være en trendudvikling i hastigheden fra måned til måned. Forskellen fra før- til efterperioden er beregnet ved at fremskrive modellen fra førperioden til den første måned i efterperioden. De beregnede hastighedseffekter gælder således for den første måned i den egentlige efterperiode – september 2004. Metoden er illustreret i figur 1 side 16.

I det følgende præsenteres resultaterne nærmere, og der gøres kort rede for beregningsmetoden, som er detaljeret beskrevet i bilag 4. Afslutningsvis præsenteres hastighedsstatistikken lidt bredere.

## Effektberegning

Beregningerne af ændringerne i gennemsnitshastigheden er foretaget med data fra Vejdirektoratets hastighedsbarometer, og omfatter data fra perioden januar 2002 til og med august 2005.

Til beregningerne er benyttet multipel lineær regression i statistikprogrammet SAS. Hastighedens udvikling over tid er beskrevet i tre perioder: før (januar 2002 til og med april 2004), initial (maj 2004 til og med august 2004) samt efter (september 2004 til og med august 2005). I beregningerne er der taget højde for sæsonudsving samt månedlig hastighedstilvækst eller -fald. Beregningerne er nærmere beskrevet i bilag.

## Resultater

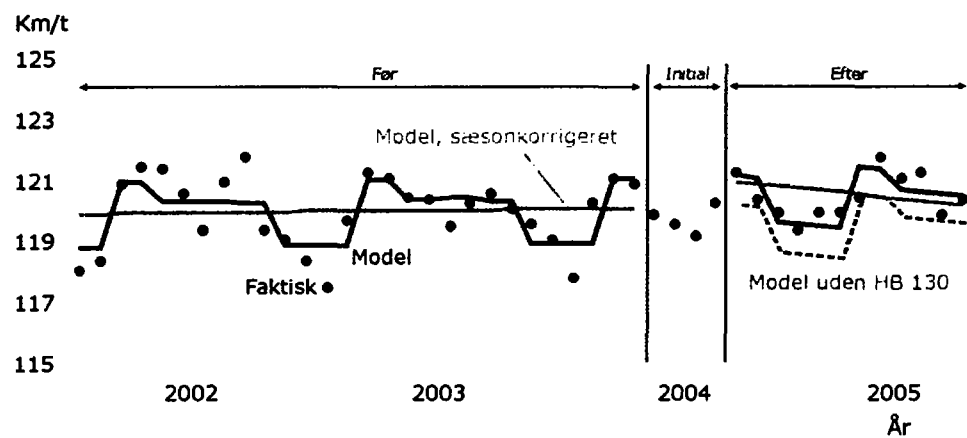
Hovedresultaterne fra modelberegningerne er vist tabel 1. De detaljerede resultater er vist i bilag 4.

	130 km/t	110 km/t	Københavns-området
Førmodel, fremskrevet til sept. 2004	120,4 km/t	118,9 km/t	114,4 km/t
Eftermodel, september 2004	121,2 km/t	116,0 km/t	110,7 km/t
Effekt	0,8 km/t	-2,9 km/t	-3,7 km/t

Tabel 1: Hovedresultater for hastighedsudviklingen, målt i km/t.

I det følgende gennemgås resultaterne mere detaljeret for hver af de tre vejtyper:

Vejte med 130 km/t: Der er ingen signifikant hastighedsændring de første fire måneder efter "130". I september 2004 ligger hastigheden 0,8 km/t højere end den ville have gjort, hvis udviklingen fra førperioden var fortsat. Der er ingen signifikante hastighedsstigninger eller -fald fra måned til måned i perioden frem til august 2005. Resultaterne er illustreret i figur 1.

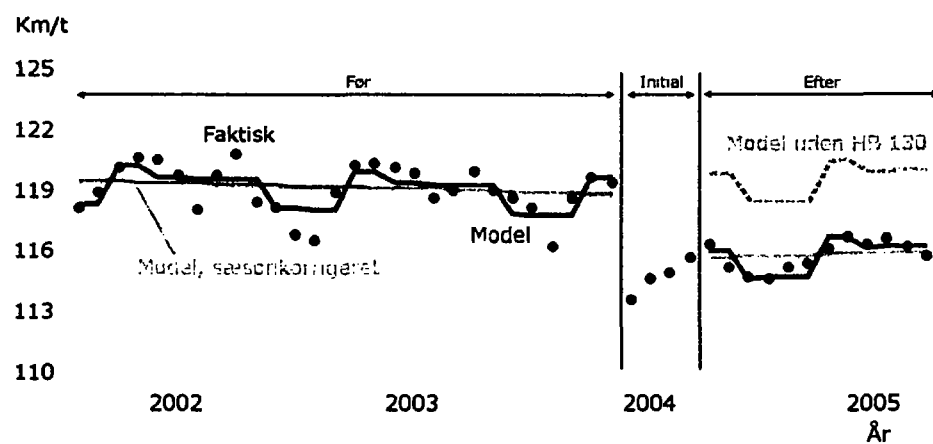


Figur 1: Observerede og modelberegnete hastigheder på motorveje med 130 km/t.



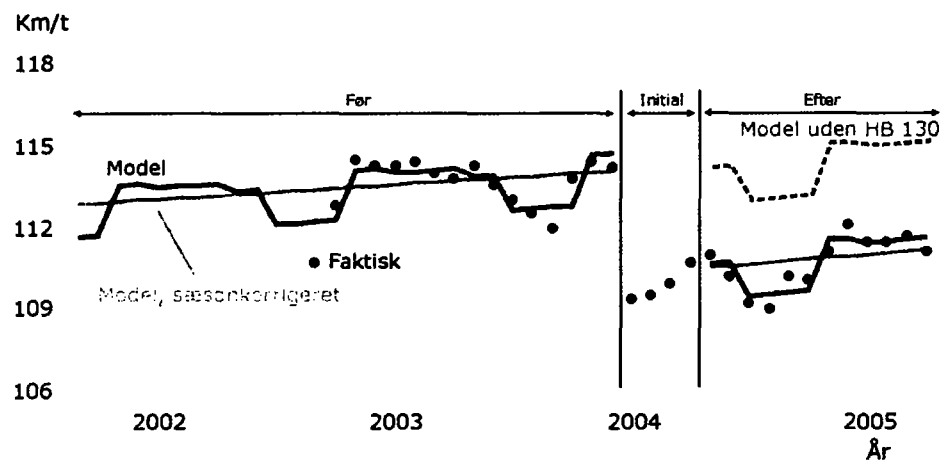


Veje med 110 km/t uden for Storkøbenhavn: De første fire måneder efter ændringen af den generelle hastighedsgrænse er gennemsnitshastigheden betydeligt lavere end i førperioden. I denne periode stiger hastigheden med 0,7 km/t pr. måned. I september 2004 ligger hastigheden 2,9 km/t lavere, end den ville have gjort, hvis udviklingen fra førperioden var fortsat. I efterperioden er der ingen signifikant udvikling i hastighederne over tid. Resultaterne er illustreret i figur 2.



Figur 2: Observerede og modelberegnete hastigheder på motorveje med 110 km/t, uden for Storkøbenhavn.

Storkøbenhavn (110 km/t): I de fire første måneder efter indførelsen af 130 km/t ligger hastigheden markant lavere end før. I september 2004 ligger hastigheden 3,7 km/t lavere end den ville have gjort, hvis udviklingen fra førperioden var fortsat. Hverken i før- eller efterperioden er der en signifikant udvikling i hastighederne over tid (hældningen er ikke signifikant). I initialperioden stiger hastighederne med godt 0,4 km/t hver måned. Tallene viser i øvrigt, at hastighederne i Storkøbenhavn er lavere end i resten af landet – selv når man som her ser bort fra de mest trafikerede perioder. Resultaterne er illustreret i figur 3.

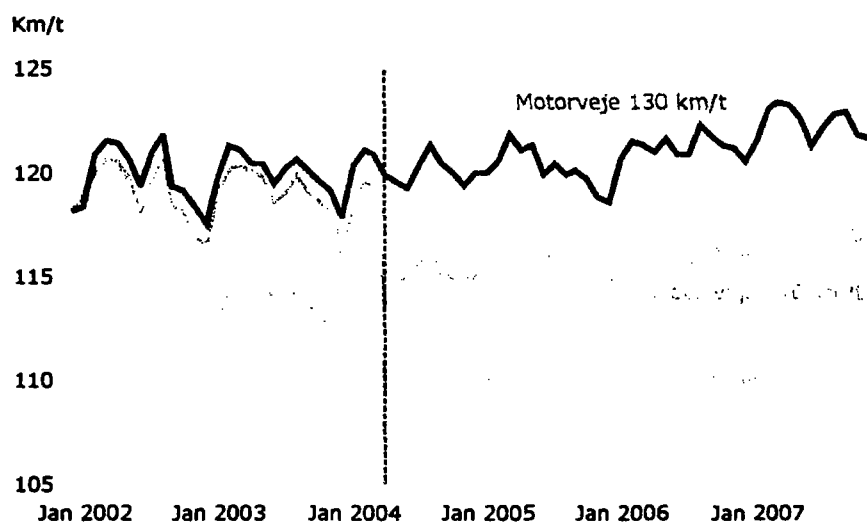


Figur 3: Observerede og modelberegnede hastigheder på motorveje i Storkøbenhavn. Der er ingen data fra 2002.



### Generelt om hastighedsudviklingen

Hastighedsbarometeret er Vejdirektoratets officielle hastighedsstatistik, som viser hastighedsudviklingen siden 2002 for syv forskellige vejtyper. Barometerets hastighedsværdier for de tre motorvejstyper er vist i figur 4. Hastighedsbarometeret viser gennemsnitshastigheden for person- og varebiler for perioder, hvor der ikke er længerevarende kødannelse eller usædvanlig langsom kørsel. Beregningsmetoden er nærmere beskrevet i dokumentet "Hastighedsbarometer", som findes på Vejdirektoratets hjemmeside.

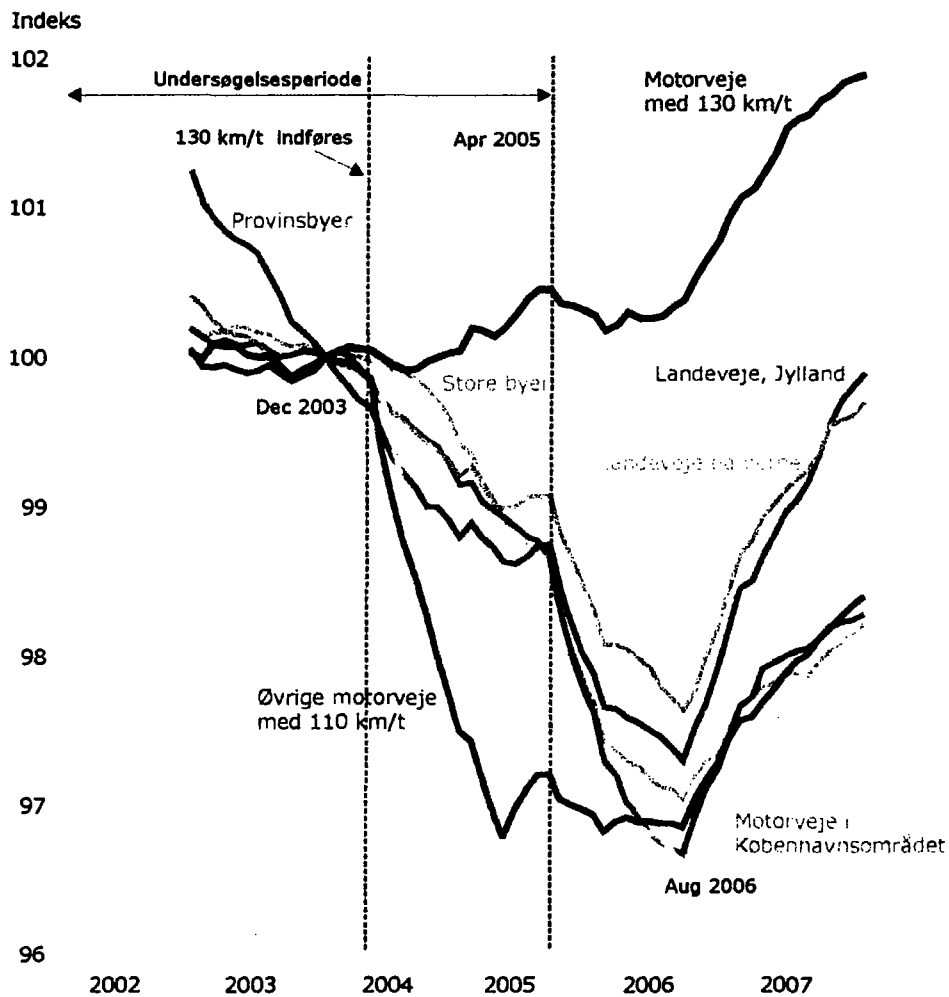


Figur 4: Hastighedsudviklingen på motorvejene uden perioder med meget tæt trafik eller usædvanligt lav hastighed, jf. hastighedsbarometeret.

På motorveje med 130 km/t ses der ingen markant ændring af hastigheden omkring indførelsen af den nye hastighedsgrænse. Derimod har hastighederne været stigende fra 2006. Hastighederne fra juni 2006 og frem er således de højest registrerede, i de pågældende måneder, siden 2002, hvor hastighedsbarometerets data begynder.

På de motorveje hvor der uændret var 110 km/t, inklusive de københavnske motorveje, skete der et betydeligt fald i hastighederne på det tidspunkt, hvor den nye hastighedsgrænse blev indført. Hastighederne faldt igen i september 2005, hvor klippekortet blev indført. Som på motorvejene med 130 km/t skete der en stigning i hastighederne i løbet af 2006, men hastighedsniveauet var fortsat lavere end før indførelsen af 130 km/t.

I figur 5 er hastighedsudviklingen på alle vejtyper fra hastighedsbarometeret illustreret. Hastighederne er indekseret med basisværdi 100 i december 2003. Den i figuren angivne hastighed for hver måned er beregnet som et rullende gennemsnit over de seneste 12 måneder. Herved udglattes sæsonvariationerne noget. Figuren viser for det første et markant forskelligt forløb mellem motorveje og øvrige vejtyper. For det andet viser figuren, at der fra 2006 og frem er tale om en relativt ensartet stigning i hastighederne på alle vejtyperne.



Figur 5: Alle vejtyper fra hastighedsbarometeret. Rullende gennemsnitshastighed over 12 måneder. Hastighederne er indekseret (december 2003 = 100).

Note: 2002 indgår i beregningerne, men da der er tale om rullende gennemsnit over 12 måneder, optræder der ingen værdier i figuren for januar 2003

På grund af de tydelige hastighedsændringer ved indførelsen af klippekortet er hastighederne fra september 2005 og frem ikke anvendt i kvantificeringen af effekten af den nye hastighedsgrænse. Det skyldes, at det ikke vil være muligt at skelne den ene effekt fra den anden.



### **Datagrundlaget**

Hastighedsdata i denne undersøgelse stammer fra Vejdirektoratets hastighedsbarometer, som er baseret på målinger fra permanente målestationer fordelt over vejnettet i hele landet. En udskiftning af måleudstyret i starten af 2004 har imidlertid vanskeliggjort brugen af data, og begrænset mulighederne for detaljeret anvendelse af de indsamlede data.

I starten af 2004 blev samtlige målestationer på motorvejsnettet uden for Storkøbenhavn udskiftet til apparater med større præcision. Udskiftningen af målestationerne skete få måneder før den nye hastighedsgrænse trådte i kraft, og derfor har der været anvendt betydelige ressourcer på at undersøge, om udskiftningen har påvirket muligheden for at vurdere hastighedsudviklingen før/efter den nye hastighedsgrænse trådte i kraft.

Konklusionen på undersøgelserne er, at de registrerede gennemsnitshastigheder for person- og varebiler (køretøjer under 5,8 meter) kun blev påvirket i ubetydeligt omfang, da måleudstyret blev udskiftet. Derfor er data velegnede til at vurdere udviklingen i gennemsnitshastighederne for de berørte køretøjer. Denne konklusion bestyrkes af det forhold, at hastighedsudviklingen på 110-strækningerne nærmest er identisk med udviklingen på de københavnske motorveje, hvor der som nævnt ikke blev foretaget udskiftninger af måleudstyret.

En række andre hastighedsmål blev imidlertid påvirket af udstyrsskiftet. Det drejer sig bl.a. om hastighederne for køretøjer over 5,8 meter. På baggrund heraf er evalueringen begrænset til alene at vedrøre gennemsnitshastigheden for person- og varebiler.

I bilag 3 er der en nærmere beskrivelse af udskiftningen af måleudstyret og konsekvenserne for anvendelse af hastighedsdata.





# Uhedsudviklingen

Efter indførelsen af 130 km/t er antallet af ulykker og personskader steget på 130-vejene og faldet på 110-vejene. Også på de øvrige veje uden for byzone har der været en nedgang i antal uheld og personskader, men udviklingen har ikke været lige så markant som på 110-vejene.

## Uhedsstatistikken

Der er i hele perioden fra maj 2002 til og med august 2005 sket 887 uheld med personskade på det analyserede vejnet. Heraf er 56 pct. sket på motorveje med 110 km/t (inklusive Storkøbenhavn) og 44 pct. på motorveje med 130 km/t.

For at kunne sammenholde udviklingen på motorvejene med de generelle tendenser, er antal uheld og personskader på det øvrige vejnet medtaget i nedenstående tabeller. Uheldene på motorvejene udgør ca. 5 pct. af alle uheld i Danmark.

I tabel 2 og 3 er uheldene opdelt på perioderne før/efter. Førperioden strækker sig over to år, men for sammenlignelighedens skyld viser tabellerne det gennemsnitlige antal uheld/personskader pr. år. Efterperioden er på et år, og det er således de faktiske tal, der vises i tabellen. Uheld og personskader i initialperioden, maj-august 2004, indgår ikke i tabellerne.

Periode	I alt	Motorvej		Øvrige veje	
		130 km/t	110 km/t	Landzone	Byzone
Før	6.745	112	168	2.485	3.980
Efter	5.734	128	120	2.053	3.433
Ændring i %	-15 %	14 %	-29 %	-17 %	-14 %

Tabel 2: Personskadeuheld, pr. år, før/efter 130 km/t, efter vejtype  
Uheld der er registreret på motorvejsstrækninger eller på vejdele, som er udeladt af undersøgelsen (fx sideanlæg), indgår ikke i tabellen.

På 130-vejene er antallet af personskadeuheld pr. år steget med 14 pct., mens det er faldet med 29 pct. på 110-vejene. På landets øvrige veje er der i samme periode sket et fald på 14-17 pct. 130-vejene er således de eneste, hvor der har været en stigning i antallet af uheld med personskade.

I tabel 3 er antallet af personskader fordelt efter samme princip som i tabel 2.

	130-veje			110-veje			Øvrige veje, landzone		
	Før	Efter	Ændring	Før	Efter	Ændring	Før	Efter	Ændring
Dræbte	13	18	38 %	23	23	0 %	289	206	-29 %
Alvorligt tilskadekomne	71	77	8 %	111	57	-49 %	1.542	1.304	-15 %
Let tilskadekomne	99	105	6 %	147	88	-40 %	1.839	1.507	-18 %
I alt	184	200	9 %	280	168	-40 %	3.669	3.017	-18 %

Tabel 3: Personskader pr. år før/efter 130 km/t, efter hastighedsgrænse og skadens alvorlighed.

Antallet af alvorligt tilskadekomne pr. år er næsten halveret på 110-strækningerne og også antallet af lette tilskadekomster er faldet betydeligt. Antallet af dræbte er 23 både før og efter. På strækninger med 130 km/t er der samlet tale om en stigning på 9 pct., fra før til efter, med en særlig stor stigning i antallet af dræbte. De procentvise udsving på antallet af dræbte skal ses på baggrund af de små talstørrelser.

Før indførelsen af den nye hastighedsgrænse var der betydeligt flere uheld og personskader på de strækninger, hvor hastighedsgrænsen fortsat er 110 km/t i forhold til 130-strækningerne. I efterperioden sker der færre personskader på 110-strækningerne i forhold til 130-strækningerne.

For at konstatere om der er tale om statistisk signifikante forskelle mellem udviklingen på de forskellige vejtyper, er der foretaget en statistisk test – en såkaldt  $\chi^2$ -test – på antallet af personskader. Princippet i testen er, at udviklingen på motorvejene er sammenlignet med udviklingen på det øvrige vejnet uden for byzone. Antallet af personskader på de øvrige veje er betydeligt højere end på motorvejsstrækningerne. Derfor får de øvrige veje en "normerende" funktion i testen, således at udviklingen på motorvejene i praksis bliver sammenlignet med udviklingen på de øvrige veje. Forud for analysen er det konstateret, at udviklingen på motorvejene i førperioden følger udviklingen på de øvrige veje uden for by.

Testen viser en særdeles klar forskel på udviklingen i antal personskader på de tre vejtyper: På 130-strækningerne skete der 33 pct. flere personskader i efterperioden og på 110-strækningerne 27 pct. færre, når der sammenlignes med udviklingen på de øvrige veje uden for by. Testen er nærmere beskrevet i bilag 5, hvor resultaterne fra tilsvarende tests af uheldsudviklingen og andre skadesparametre ligeledes er gengivet.

Udviklingen i trafikens fordeling på vejnettet kan ikke forklare de store ændringer i antallet af uheld og personskader. I den betragtede periode har der været nogen stigning i trafikken på motorvejsnettet, men stigningen har været nogenlunde ens på 130-vejene og på 110-vejene. I 2002 foregik 34,3 pct. af motorvejstrafikken (på det undersøgte vejnet) på 130-vejene, og i 2005 var andelen steget til 34,7 pct. Den beskedne ændring er jævnt fordelt over perioden.

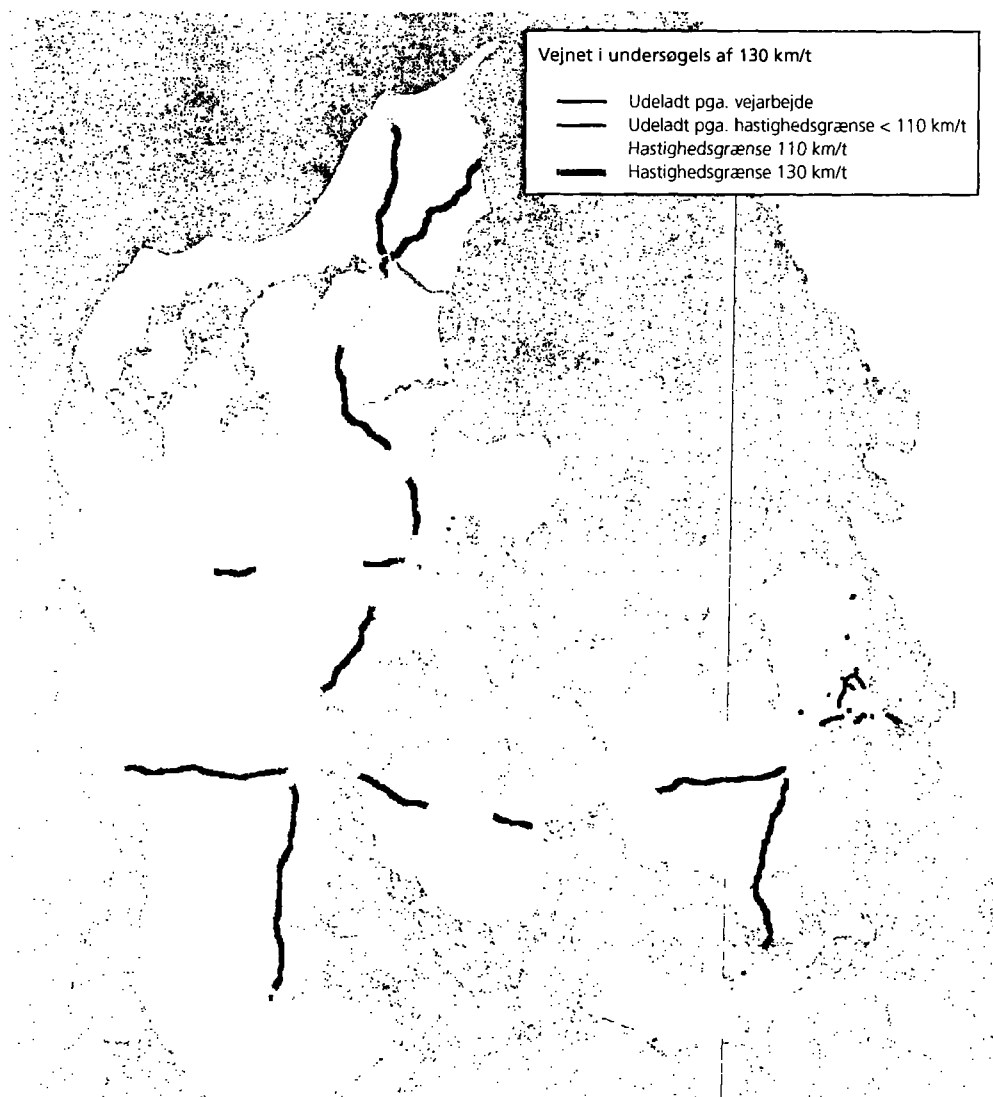
### **Datagrundlaget**

Uheldsudviklingen er belyst for 130-vejene samt for 110-vejene under et (dvs. inklusive motorveje med 110 km/t i Storkøbenhavn).

De motorvejsstrækninger der indgår i analysen fremgår af figur 6, side 26.

Uheldsanalysen er foretaget for perioden maj 2002 til august 2005, begge måneder inklusive. Førperioden er uændret: maj 2002 til og med april 2004. Efterperioden er fra maj 2004 til og med august 2005 og indeholder i modsætning til tabel 2 og 3 således også de fire måneder, der i hastighedsafsnittet blev betegnet som "initialperioden".





Figur 6: Motorvejsnettet i undersøgelsesperioden. Kun strækninger markeret med mørk samt lys orange indgår i analysen af uheldsudviklingen.

Hastighedsgrænsen på 130 km/t gælder på ca. halvdelen af motorvejsnettet. Trafikken er imidlertid anderledes fordelt, idet 34-35 pct. af trafikarbejdet foregår på 130-vejene, ca. 42 pct. på 110-vejene og 23-24 pct. på de københavnske motorveje. Der har ikke været betydelig udvikling i trafikens fordeling på vejnettet over den betragtede periode.

# Miljøkonsekvenser

Miljøpåvirkningen fra biltrafikken er afhængig af hastighedsniveauet. Generelt er sammenhængen, at stigende hastigheder giver flere emissioner og højere støjniveau.

Miljøbelastningen i form af emissionerne er illustreret ved ændringer i udledningen af CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>. Hastighedsstigningen på 130-vejene har i efterperioden resulteret i en stigning på ca. 1 pct. i udledningerne af CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>. På 110-vejene, inklusive de københavnske motorveje, er der et fald på 3-4 pct. i CO<sub>2</sub> og 4-5 pct. NO<sub>x</sub>.

De konstaterede hastighedsændringer har ikke medført betydelige ændringer i støjniveauet langs motorvejene.

## Emissioner

I tabel 4 er betydningen af de ændrede hastigheder for emissionerne af CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> vist.

	130-veje	110-veje	København
Førhastighed, km/t	120,4	118,9	114,4
Efterhastighed, km/t	121,2	116,0	110,7
Trafik 2004, mio. km	3.493	4.195	2.491
CO <sub>2</sub> -før, g/km	214	211	201
CO <sub>2</sub> -efter, g/km	216	204	194
CO <sub>2</sub> , før, tons	748.847	885.426	500.723
CO <sub>2</sub> , efter, tons	755.666	857.271	482.697
Ændring	0,9%	-3,3%	-3,7%
NO <sub>x</sub> -før, g/km	1,36	1,34	1,25
NO <sub>x</sub> -efter, g/km	1,38	1,28	1,19
NO <sub>x</sub> , før, tons	4.761	5.604	3.119
NO <sub>x</sub> , efter, tons	4.817	5.371	2.965
Ændring	1,2%	-4,3%	-5,2%

Tabel 4: Hastighedsændringernes betydning for udledningen af CO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub>.

Beregningerne af betydningen for emissionerne er foretaget efter samme principper som i DTF's notat (130 km/t på motorvejene - konsekvenser af ændret hastighedsgrænse, DTF, notat 4, 2002), og emissionsfaktorerne (emissioner pr. kørt kilometer) er beregnet af DMU ud fra baggrundsdata fra modellen COPERT IV.

Til belysning af hastighedsændringernes betydning for emissionerne er der anvendt en model, som beskriver sammenhængen mellem hastighed og emissioner. Dette skyldes, at det i praksis ikke er muligt at måle de faktiske emissioner fra vejtrafikken på samme måde, som hastigheder og uheld kan registreres.

I modellen anvendes hastighederne, som de fremgår af tabel 1 side 15.

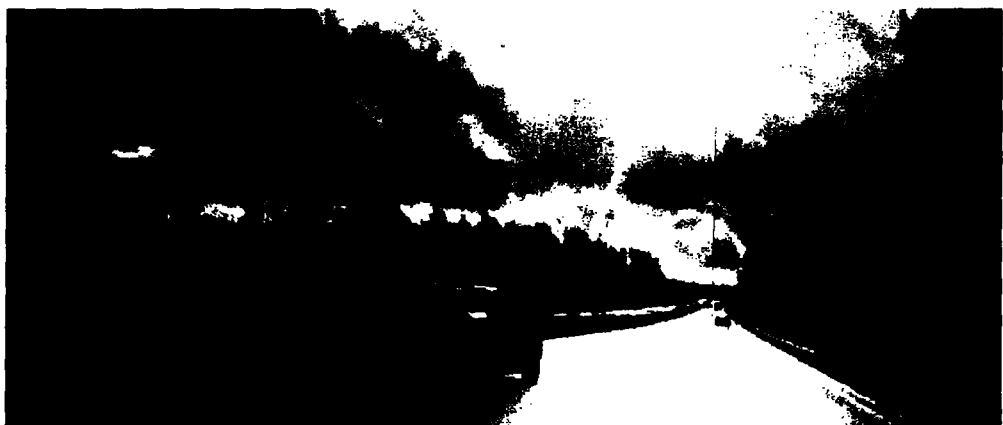
Trafikarbejdet (kørte kilometer) er beregnet ud fra automatiske trafiktællinger på motorvejene, som er ganget med længden af de enkelte motorvejsstrækninger. Trafikken i 2004 benyttes som grundlag for både før- og efterberegningerne. Dermed er den beregnede forskel uafhængig af eventuelle ændringer i trafikmængde.

### **Støjbelastning**

I det omtalte notat fra DTF foretog man en vurdering af den forventede ændring af støjbelastningen langs motorvejene som følge af de forventede hastighedsstigninger.

Der var imidlertid kun tale om et skøn, idet man kun kunne beregne ændringen i støjbelastning for heltallige ændringer af støjudsendelsen (målt i dB). Man har derfor gennemført beregningerne ved en forøgelse af støjudsendelsen på 1 dB – svarende til en forøgelse af gennemsnitshastigheden for person- og varebiler fra 119 km/t til 137 km/t. Ud fra denne beregning har man efterfølgende interpoleret stigningen i støjbelastningen ved mindre hastighedsstigninger. Man konkluderede på den baggrund, at selv ved en hastighedsstigning til 130 km/t (den højeste værdi af de tre der blev undersøgt i notatet) ville "hastighedsforøgelsens støjmessige konsekvenser under de givne forudsætninger være meget begrænsede". Ved en hastighedsstigning på én km/t (svarende til niveauet i den her undersøgte efterperiode) vurderede man, at støjbelastningstallet ville stige med 2 pct. Denne beregning vedrørte dog ca. 80 pct. af motorvejsnettet. For de ca. 50 pct. som rent faktisk blev omfattet af 130 km/t, vil der sandsynligvis være tale om en mindre stigning, idet der er tale om motorvejene i de tyndest befolkede områder af landet.

På 110-vejene, herunder især motorvejene i Storkøbenhavn, er der betydeligt flere støjbelastede boliger. På disse veje er der som tidligere nævnt sket et fald i hastighederne. Under samme forudsætninger som i DTF's notat vil der på disse veje være tale om begrænsede støjmessige gevinster ved det konstaterede fald i hastigheder.



## Sammenhæng mellem hastighedsudviklingen og uhedsantallet

I dette kapitel beregnes sammenhængen mellem de konstaterede ændringer i hastighederne og antallet af personskader. Den statistiske model beregner en sammenhæng, som i runde tal viser, at en ændring i gennemsnitshastigheden på motorvejene på 1 km/t, op eller ned, resulterer i en tilsvarende ændring på mere end 10 pct. i antallet af personskader. Resultatet er knap så sikkert for 130-vejene som for 110-vejene, og resultatet gælder kun inden for det undersøgte hastighedsinterval og i den undersøgte periode.

For 110-vejene er der i dette afsnit benyttet et gennemsnit af hastighederne på de københavnske veje og de øvrige 110-veje. Udviklingstendenserne på de to vejtyper har været meget ensartet, hvorfor det er datamæssigt forsvarligt på denne måde at opnå et større datagrundlag.

Den statistiske model er beskrevet i bilag 1 og udtrykker uheld som en eksponentiel funktion af hastigheden. De konstanter og koefficienter som indgår i funktionen, dvs. resultaterne af modelberegningerne, fremgår af nedenstående tabel for antallet af personskader. I bilag 6 er resultaterne fra tilsvarende modeller for antallet af uheld, og for andre skadesmål, vist.

	130-veje		110-veje	
	estimat	signifikans	estimat	signifikans
Hastighed	0,11	p=0,06	0,13	p<0,0001
Grundværdi	-10,30	p=0,13	-11,80	p<0,0001
Marts-april	-0,04	p<0,0001	-0,44	p=0,0002
Maj-aug.	0,41		-0,20	
Sept.-okt.	0,14		-0,46	
Nov.-feb.	0		0	

Tabel 5: Modelestimer, sammenhængen mellem hastighed og antallet af personskader.

Signifikansen er udtrykt ved "p-værdien". Jo lavere p-værdi, desto sikrere er estimatet. En p-værdi på 0,05 betyder, at der er 5 % sandsynlighed for, at sammenhængen mellem variablerne er tilfældig (frem for systematisk). Er p-værdien mindre end dette, betegner man normalt sammenhængen som signifikant. For 130-vejene er p-værdien 0,06, og den ligger således lige på kanten af det almindeligt anvendte signifikansniveau.

For månedstyperne udtrykker p-værdien betydningen af at inddrage variabelen "periode" i modellen.

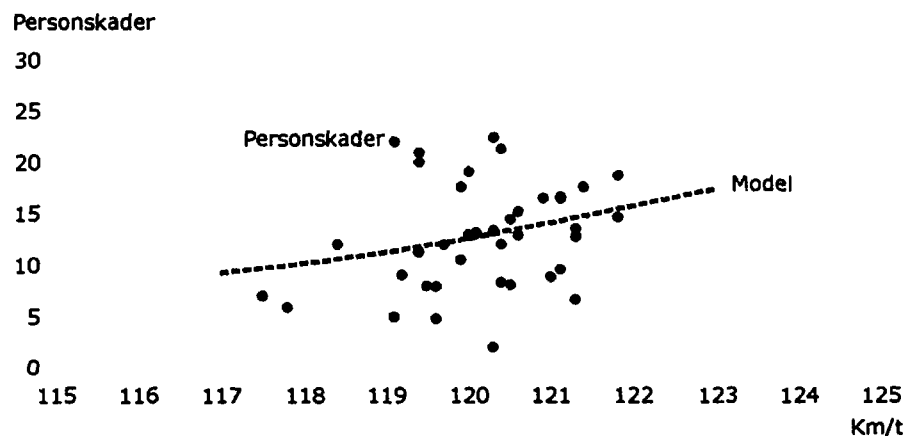
"Estimat" er den parameter i modellen, som direkte udtrykker sammenhængen mellem hastigheden og antallet af personskader. Et estimat på 0,11 svarer til, at antallet af personskader stiger med ca. 11 pct. hver gang hastigheden øges med én km/t.

På 130-vejene er der ikke tale om en klart signifikant sammenhæng, med den benyttede model, hvor antallet af personskader både afhænger af hastigheden og af sæson. På 110-vejene er der tale om en klart signifikant sammenhæng mellem hastigheden og antallet af personskader.

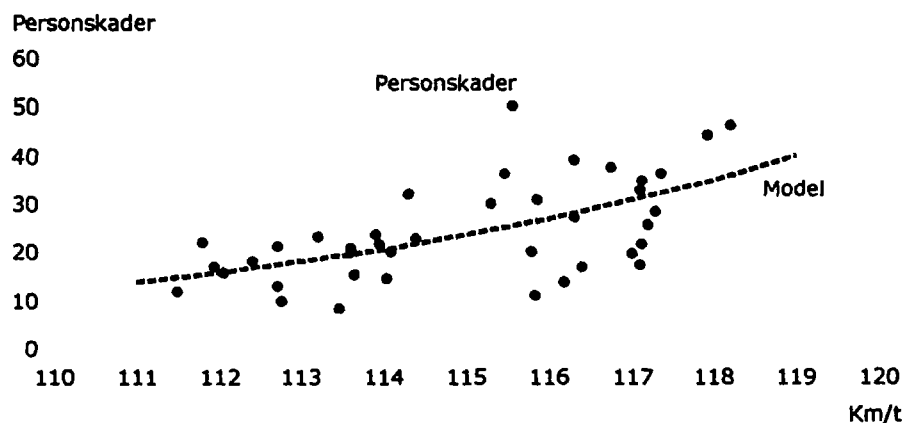
For antallet af dræbte findes der ingen signifikante resultater (se bilag 6), hvilket formentlig hænger sammen med de, statistisk set, små tal. Heller ikke det samlede antal materiel- og personskadeuheld kan beskrives tilfredsstillende med modellen. Årsagen antages at være den mere tilfældige variation i antallet af registrerede materielskadeuheld.

Modellerne beskriver derimod antal personskader, det samlede antal af dræbte og alvorligt tilskadede samt antallet af personskadeuheld tilfredsstillende.

I de to følgende figurer er sammenhængen mellem hastighed og antal personskader illustreret for perioden fra april 2002 til august 2005. Figurerne viser dels den modelmæssige sammenhæng og dels det faktiske antal personskader (sæsonkorrigeret) i forhold til gennemsnitshastigheden.



Figur 7: Motorveje med 130 km/t. Sammenhængen mellem gennemsnitshastighed og antal personskade. Sæsonkorrigerede månedsdata.



Figur 8: Motorveje med 110 km/t inkl. Storkøbenhavn. Sammenhængen mellem gennemsnitshastighed og antal personskader. Sæsonkorrigerede månedsdata.

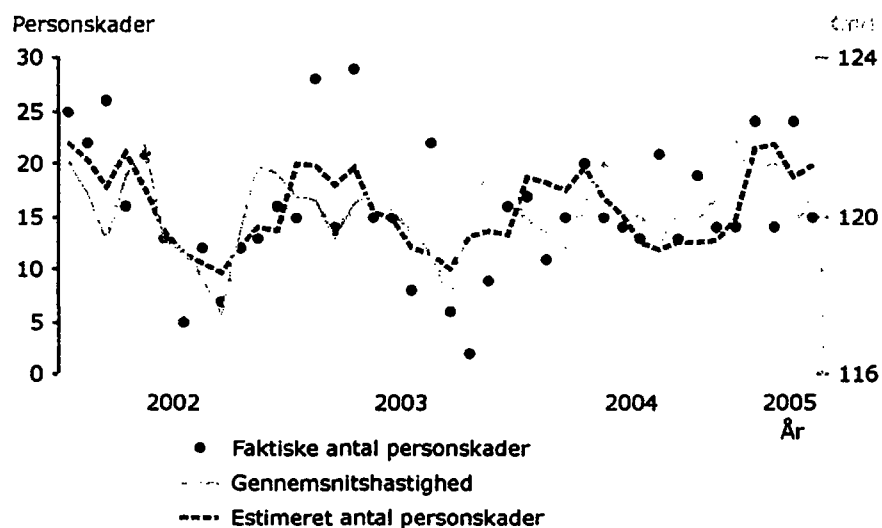




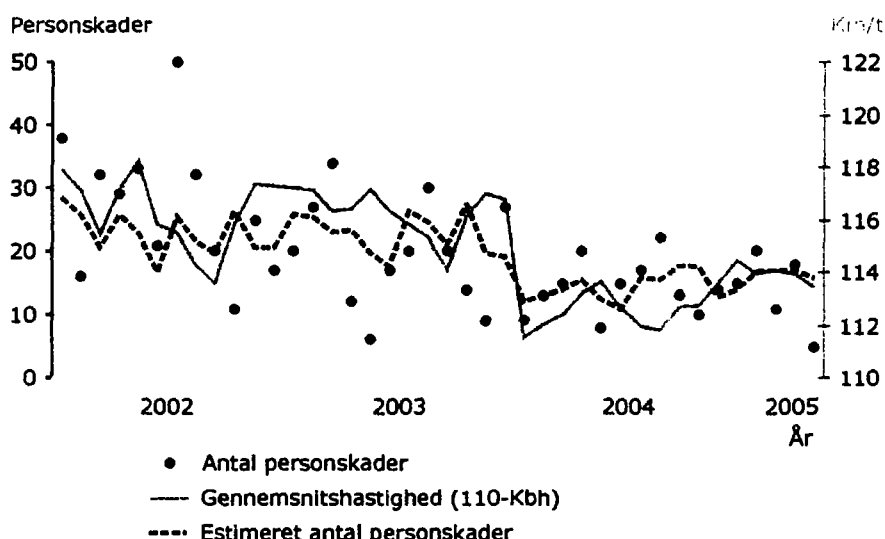
For 130-strækningerne viser modellen, at en hastighedsstigning på 1 km/t (fra 120 km/t til 121 km/t) resulterer i en stigning i antallet af personskader på ca. 11 pct. Et tilsvarende fald på 1 km/t reducerer antallet af personskader med ca. 10 pct. På 110-strækningerne svarer en ændring på  $\pm 1$  km/t (fra 115 km/t) til en ændring i antallet af personskader på henholdsvis +14 pct. og -12 pct.

Sammenhængen mellem antallet af dræbte og gennemsnitshastigheden er ikke signifikant, og der er derfor ikke grundlag for en konklusion om hastighedens betydning for antallet af dræbte. Den manglende signifikans skal ses i lyset af, at antallet af dræbte måles i, statistisk set, små tal.

I de to følgende figurer er modellerne for antal personskader vist sammen med det faktiske antal personskader.



Figur 9: Motorveje med 130 km/t. Faktisk og estimeret antal personskader samt gennemsnitshastigheden.



Figur 10: Motorveje med 110 km/t inkl. Storkøbenhavn. Faktisk og estimeret antal personskader samt gennemsnitshastigheden.

Modelberegningen af sammenhængen mellem hastigheden og antallet af personskader kan anvendes på de konstaterede hastighedsændringer:

Af tabel 1 på side 15 fremgår, at hastighederne på 130-vejene i efterperioden ligger 0,8 km/t højere end i førperioden, hvor niveauet var ca. 120 km/t. Modelberegningerne viser, at denne stigning har medført 9 pct. flere personskader, svarende til en stigning på ca. 16 personskader om året, når der tages udgangspunkt i antallet af personskader pr. år i førperioden, jf. tabel 3.

Tilsvarende beregninger for 110-vejene viser et fald i hastigheden på 3,3 km/t (gennemsnit for motorvejene i Storkøbenhavn og øvrige 110-veje) og et deraf følgende fald i antal personskader på 35 pct. – svarende til ca. 100 færre personskader pr. år.

Beregningerne er vist i bilag 6.

De anførte værdier er som nævnt modelberegningen af hastighedsændringernes betydning for antallet af personskader. De svarer i øvrigt nogenlunde overens med de konstaterede ændringer i antallet af personskader, jf. tabel 3.

### Sammenhæng over en længere periode

I beregningerne af sammenhængen mellem hastighed og eksempelvis antallet af personskader indgår der ingen forklaringer på hvorfor hastighederne ændrer sig (eksempelvis ændrede hastighedsgrænser, øget politikontrol eller klippekort). Det har derfor været muligt at supplere ovenstående med beregninger for en længere periode end for de øvrige resultater i denne rapport. Resultatet af beregninger på antallet af personskader i perioden fra januar 2002 til september 2007 fremgår af bilag 7.

For 110-vejene bliver resultaterne stort set de samme, når data analyseres for en længere periode. Estimatet for sammenhængen mellem hastighed og antal personskader er fortsat 0,13, i en model hvor "sæson" indgår, og resultatet er fortsat bestemt med meget stor sikkerhed.

Resultatet fra 130-vejene er ikke signifikant når beregningerne gennemføres på samme periode som i resten af rapporten (jf. tabel 5). Når perioden udvides bliver resultatet ikke mere sikkert: Estimatet for sammenhængen mellem hastighed og antal personskader falder fra 0,11 til 0,04. Og samtidig stiger p-værdien fra 0,06 til 0,15 således at resultatet langt fra er signifikant.

I alle tilfælde er der, som det fremgår af bilag 6 og 7, refereret til en model som inkluderer sæsonens betydning for hastighed/ulykker. En model hvor årstiden ikke inkluderes giver for 130-vejene en signifikant sammenhæng mellem hastighed og antal personskader på 0,07, når der ses på hele perioden fra januar 2002 til september 2007.

Selvom modellen hvor sæson ikke inddrages antyder, at der også på 130-vejene er en betydelig sammenhæng mellem hastigheden og antallet af personskader, er der lagt mest vægt på modellen som inkluderer sæson. Det skyldes, at "sæson" i de aller fleste modeller har vist sig at være signifikant – "sæson" kan således forklare en betydelig del af udsvingene i antallet af personskader.

## Kilder

Oversigt over anvendte kilder

Danmarks TransportForskning, notat 4, 130 km/t på motorvejene – konsekvenser af ændret hastighedsgrænse, oktober 2002

Gennemgang af motorvejsnettet – Inventering. Vejdirektoratet. Rapport 273, 2003

Betænkning afgivet af Retsudvalget den 22. maj 2003: Betænkning over Forslag til lov om ændring af færdselsloven (Motorvejshastighed, skærpet håndhævelse af hastighedsgrænserne og andre initiativer til forbedring af færdselssikkerheden).

Hastighed og uheld på motorvejene – i forbindelse med ændring af hastighedsgrænsen til 130 km/t, VD-notat, marts 2004.

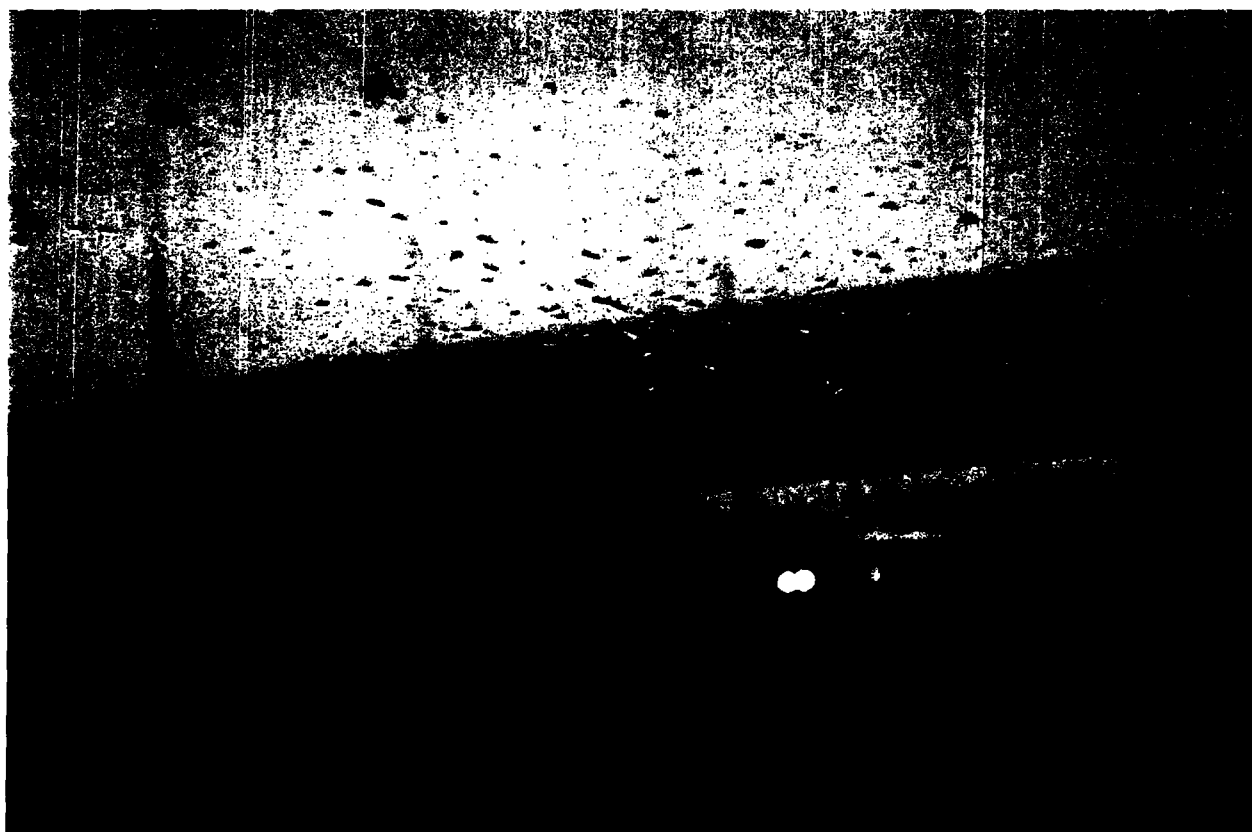
Vejdirektoratets hastighedsbarometer, [www.vejdirektoratet.dk](http://www.vejdirektoratet.dk)

# Bilag

- Bilag 1 Metode
- Bilag 2 Oprindelige forventninger til effekt af den ændrede hastighedsgrænse
- Bilag 3 Udskiftning af udstyr til hastighedsmålinger
- Bilag 4 Model til beregning af hastighedseffekter
- Bilag 5  $\chi^2$  (Chi i anden) test af uheldsdata
- Bilag 6 Sammenhæng mellem hastighed og uheld
- Bilag 7 Sammenhæng mellem hastighed og personskader over en udvidet periode

# Bilag – 130 km/t på motorvejene

Bilag 1	Metode .....	2
Bilag 2	Oprindelige forventninger til effekt af den ændrede hastighedsgrænse .....	6
Bilag 3	Udskiftning af udstyr til hastighedsmålinger .....	8
Bilag 4	Model til beregning af hastighedseffekter .....	14
Bilag 5	$\chi^2$ (Chi i anden) test af uheldsdata .....	19
Bilag 6	Sammenhæng mellem hastighed og uheld .....	21



## Bilag 1 Metode

### Den undersøgte periode

Effektundersøgelsen af "130 km/t" dækker perioden fra maj 2004 til august 2005. Der sammenlignes med en førperiode, som begynder med maj 2002 og slutter med april 2004. Efterperioden er i visse af opgørelserne opdelt i en initialperiode (maj til august 2004) samt en egentlig efterperiode fra september 2004 til og med august 2005.

Indførelsen af klippekortet d. 1. september 2005 indebar en betydelig ændring af motorvejshastighederne. For at undgå sammenblanding af forskellige effekter er hele perioden efter klippekortets indførelse udeladt.

Fra tidligere undersøgelser af hastighedsudviklingen efter 1. maj 2004 (offentliggjort på Vejdirektoratets hjemmeside) ved man, at der var særlig store hastighedsændringer i månederne lige efter indførelsen af 130 km/t. Dette er baggrunden for at undersøge initialperioden særskilt. Initialperioden benyttes alene i undersøgelsen af hastighedsudviklingen. I belysningen af uheldsudviklingen er initialperioden udeladt på grund af dens atypiske uheldsdata, og der ses på en efterperiode på 12 måneder, nemlig fra september 2004 til og med august 2005. Miljøpåvirkningerne er alene belyst i forhold til hastighedsniveauet i den egentlige efterperiode (september 2004 til august 2005).

I undersøgelsen er data delt op i fire sæsoner. Opdelingen er blandt andet begrundet i på forhånd kendte sæsonudsving i hastighederne samt i den opdeling i før-, initial- og efterperiode, som der i øvrigt arbejdes med. De fire sæsoner er defineret som:

Forår: marts og april

Sommer: maj, juni, juli og august

Efterår: september og oktober

Vinter: november, december, januar og februar

Førperioden (maj 2002 til april 2004) omfatter 24 måneder og to af hver sæson.

Initialperioden (maj 2004 til august 2004) omfatter én sæson.

Efterperioden (september 2004 til august 2005) omfatter 12 måneder.

Den nye hastighedsgrænse trådte i kraft d. 30. april 2004. Af praktiske årsager er der dog i alle beregninger og betragtninger i øvrigt foretaget en opdeling ved 1. maj 2004, således at d. 30. april i praksis regnes med til førperioden. Det vurderes at være uden betydning for resultaterne, at en enkelt dag således er flyttet fra initialperioden til førperioden.

### Det undersøgte vejnet

Til undersøgelsen af hastighedsudviklingen og miljøpåvirkningen er data fra motorvejsnettet opdelt i tre grupper: Motorveje med 130 km/t, motorveje i Københavnsområdet med 110 km/t samt øvrige strækninger med 110 km/t. I vurderingen af uheldsudviklingen er motorveje med 110 km/t, herunder motorveje i Storkøbenhavn, behandlet som én gruppe.

Uheld på frakørselsramper er medregnet i undersøgelsen, mens uheld på tilkørselsramper og sideanlæg er udeladt. Samme afgrænsning er foretaget ved beregning af vejnettets længde. Udeladelsen skyldes, at hastigheden her ikke forventes at være påvirket af den ændrede hastighedsgrænse.

Strækninger med en hastighedsgrænse på under 110 km/t indgår ikke i undersøgelsen. Ligeledes er strækninger med store og langvarige vejarbejder udeladt. Det drejer sig primært om Motorring 3 og dele af Køge Bugt Motorvejen, begge i Københavnsområdet. Endelig indgår motorvejsstrækninger, som er nyåbnede i løbet af den undersøgte periode ikke i opgørelserne.

Opdelingen mellem de københavnske 110-strækninger og øvrige strækninger med 110 km/t skyldes primært, at hastighedsniveauet afviger en del mellem de to vejtyper, hvorfor man også kunne forvente, at tiltagene i forbindelse med den nye hastighedsgrænse ville påvirke hastighedsudviklingen forskelligt.

### **Køretøjer omfattet af undersøgelsen**

Alle opgørelser af gennemsnitshastigheder i dette notat vedrører person- og varebiler.

130 km/t har siden d. 30. april 2004 været den generelle hastighedsgrænse på motorvejene. Lovændringen indebærer ikke andre ændringer i hastighedsbestemmelserne. Dermed blev de køretøjsbestemte hastighedsgrænser, som eksempelvis gælder for lastbiler, busser og vogntog (herunder personbil med påhængsvogn), ikke ændret. I praksis betyder det, at den nye hastighedsgrænse kun gælder for person- og varebiler samt motorcykler.

Alle opgørelser af gennemsnitshastigheder i notatet er foretaget på data fra Vejdirektoratets automatiske målestationer på motorvejsnettet. De målte køretøjer opdeles i længdeklasser, og afgrænsningen på under 5,8 meter anvendes standardmæssigt i Vejdirektoratet som mål for person- og varebiler. Der er ikke tale om en præcis afgrænsning af person- og varebiler, men der vurderes, at fejlprocenten er meget lille. Langt de fleste person- og varebiler vil være under 5,8 meter. Tilsvarende vil der kun være få lastbiler og busser, som har en længde på under 5,8 meter.

### **Uheldsudviklingen**

Til belysning af uheldsudviklingen ses der på strækninger med 130 km/t samt strækninger med 110 km/t (inklusive motorveje i Storkøbenhavn). De københavnske motorveje er slået sammen med de øvrige motorveje med 110 km/t, idet der dermed opnås et betydeligt større datagrundlag. Da undersøgelsen af hastighedsudviklingen har vist, at udviklingstendenserne på de to vejtyper er meget ens, vurderes sammenlægningen ikke at have stor betydning for resultaterne.

Uheldsudviklingen på motorvejene sammenlignes med udviklingen på alle andre veje uden for byzone. Udviklingen beskrives generelt, og der laves en sammenligning, som dokumenterer eventuelle forskelle i udviklingen mellem de tre undersøgte vejtyper.

### **Miljøpåvirkningen**

Miljøpåvirkningen, som følge af ændring af hastighedsgrænserne, er tidligere beregnet (DTF's notat 2002). Her er miljøpåvirkningen beregnet i form af støj og emissioner med udgangspunkt i de dengang forventede hastighedsændringer. Beregningerne vedrører motorveje i åbent land svarende til ca. 80 % af motorvejsnettet.

I nærværende notat foretages der for emissionernes vedkommende beregninger efter de samme metoder, men med anvendelse af de faktisk konstaterede ændringer i gennemsnitshastigheden. I beregningerne opdeles vejnettet i 130 km/t-strækninger, 110 km/t-strækninger i Storkøbenhavn samt øvrige strækninger med 110 km/t.

Beregningerne af ændringen i emissioner er baseret på gennemsnitlige emissionsfaktorer, som udtrykker mængden af emissioner pr. kørt kilometer ved en given gennemsnitshastighed. Beregningerne er foretaget af



seniorrådgiver Morten Winther, Danmarks Miljøundersøgelser. Emissionsfaktorerne er beregnet med emissionsmodellen 'COPERT III', som er en internationalt anerkendt model.

### Hastighedens udvikling over tid

Data til at belyse hastighedens udvikling over tid kommer fra Vejdirektoratets automatiske målestationer på motorvejsnettet som beskrevet ovenfor. Data er gennemsnitshastigheden for person- og varebiler på månedsbasis. Hastighedsbarometeret beskriver på månedsbasis udviklingen i gennemsnitshastigheden for person- og varebiler for perioder, hvor der er et tilnærmelsesvis frit hastighedsvalg. Perioder med egentlig kødannelse samt perioder hvor hastighederne er usædvanligt lave, indgår således ikke i beregningen af gennemsnitshastigheden. Hastighedsbarometeret publiceres på Vejdirektoratets hjemmeside, hvor man også kan se en nærmere beskrivelse af afgrænsningerne og beregningsmetoden i øvrigt.

Hastighedens udvikling over tid er dels overordnet beskrevet, dels modelleret med en strukturel statistisk model, en lineær multipel regressionsmodel. Proceduren GENMOD i SAS er anvendt.

I beskrivelsen af hastighedens udvikling over tid er hastigheden den afhængige variabel. Den uafhængige variabel er tiden beskrevet ved fire forskellige variable: en generel ændring i de tre undersøgte perioder (før, initial og efter), sæsonvariationen, initialeffekt efter indførelse af 130 km/t og endelig en efter-effekt i perioden efter initialperioden. Hastighedsmodellen ser ud som følger:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7 + \beta_8 x_8 + \varepsilon,$$

hvor  $y$  er den afhængige variabel,  $x_1 \dots x_8$  angiver de uafhængige variable nævnt ovenfor,  $\beta_0$  er en konstant og  $\beta_1 \dots \beta_8$  er koefficienter, som skalerer de uafhængige variable.  $\varepsilon$  er den del af variationen i hastighed, som der ikke redegøres for af de uafhængige variable.

$x_1, x_2$  og  $x_3$  betegner sæsoneffekterne.  $x_1$  antager værdien 1 i månederne marts og april og ellers 0.  $x_2$  antager værdien 1 i månederne maj, juni, juli og august og ellers 0.  $x_3$  antager værdien 1 i månederne november, december, januar og februar og ellers 0. For september måned gælder, at  $x_1 = x_2 = x_3 = 0$ .

$x_4$  betegner initialeffekten af indførelsen af 130 km/t.  $x_4$  antager værdien 1 i månederne maj-august 2004 og ellers 0.

$x_5$  betegner efter-effekten af indførelsen af 130 km/t.  $x_5$  antager værdien 1 i perioden september 2004 til og med august 2005. I øvrige måneder antager  $x_5$  værdien 0.

$x_6, x_7$  og  $x_8$  betegner tendenserne i hastigheder delt op i tre forskellige perioder:

$x_6$  betegner udviklingen i hastighed i 'før-perioden' og antager værdien for månedens nummer efter måned 1 i undersøgelsen (maj 2002). Dette gælder for månederne maj 2002 til april 2004. I andre måneder antager  $x_6$  værdien 0.

$x_7$  betegner udviklingen i hastighed i 'initialperioden' og antager værdien for månedens nummer efter måned 1 i undersøgelsen (maj 2002). Dette gælder for månederne maj 2004 til august 2004. I andre måneder antager  $x_7$  værdien 0.

$x_8$  betegner udviklingen i hastighed i 'efterperioden' og antager værdien for månedens nummer efter måned 1 i undersøgelsen (maj 2002). Dette gælder for månederne september 2004 til august 2005. I andre måneder antager  $x_8$  værdien 0.

### Hastighed, uheld og personskader

Hastighedens eventuelle sammenhæng med antallet af uheld og personskader er modelleret med Poisson-regression, idet uheldene antages at være Poissonfordelte. Proceduren GENMOD i SAS er anvendt. Modellerne er konstrueret med følgende variable som afhængige variable hver for sig: Antal personskader, antal dræbte og alvorligt tilskadekomne, antal dræbte, antal personskadeuheld og antal material- og personskadeuheld. Som uafhængige variable bruges gennemsnitshastigheden for hver måned og sæsoner. Modellerne

med inddragelse af sæsonvariation er dem, der giver bedste forklaring på antallet af uheld og personskader, og det er derfor den, der præsenteres i bilag 6.

Antallet af personskader, antal dræbte og alvorligt tilskadekomne, antal dræbte, antal personskadeuheld og antal materiel- og personskadeuheld udgør altså Y-variablen. De kan beskrives som afhængige af gennemsnitshastighed og sæsoner på følgende formelle måde:

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \varepsilon,$$

hvor  $\ln$  betegner den naturlige logaritme,  $y$  er den afhængige variabel,  $x_1 \dots x_4$  angiver de uafhængige variable nævnt ovenfor,  $\beta_0$  er en konstant og  $\beta_1 \dots \beta_4$  er koefficienter som skalerer de uafhængige variable.

$x_1$  er gennemsnitshastigheden for hver måned. Dette er en kontinuert variabel, som kan antage alle værdier.  $\beta_1$  er koefficienten, som skalerer gennemsnitshastigheden.

$x_2$  repræsenterer efterårssæsonen. Hvis efterårssæsonen er aktuel, antager  $x_2$  værdien 1, ellers antager  $x_2$  værdien 0.  $\beta_2$  er koefficienten, som skalerer bidraget til modellen fra efterårssæsonen.

$x_3$  repræsenterer forårssæsonen. Hvis forårssæsonen er aktuel, antager  $x_3$  værdien 1 ellers antager  $x_3$  værdien 0.  $\beta_3$  er koefficienten, som skalerer bidraget til modellen fra forårssæsonen.

$x_4$  repræsenterer sommersæsonen. Hvis sommersæsonen er aktuel, antager  $x_4$  værdien 1 ellers antager  $x_4$  værdien 0.  $\beta_4$  er koefficienten, som skalerer bidraget til modellen fra sommersæsonen.

Vintersæsonen er referencesæsonen. Her antager både  $x_2$ ,  $x_3$  og  $x_4$  værdien 0. Den koefficient, som skalerer vintersæsonens bidrag til modellen, er indeholdt i  $\beta_0$ .

$\varepsilon$  er den del af variationen i den afhængige variabel, som der ikke redegøres for af de uafhængige variable.

For både modellen for hastighedsudviklingen og for hastigheds-uheldsmodellen gælder det, at kontinuerede variable skales med en enkelt koefficient. Det vil sige, at den aktuelle værdi af den uafhængige variabel ganges med en koefficient der er ens uanset størrelsen af den uafhængige variabel. Binære variable, for eksempel initialeffekten af 130 km/t, kan antage værdien 1 eller 0. Koefficienten antager altid den givne værdi, men selve variabelen antager værdien 1 i visse måneder (jf. ovenfor) og 0 i andre. Dermed forsvinder det samlede led i visse måneder (den uafhængige variabel antager værdien 0) og bliver lig med værdien af koefficienten i andre (den uafhængige variabel antager værdien 1). Variable som er indplacert på en semikvantitativ skala som for eksempel sæsoneffekter, bliver tildelt en koefficient for hvert niveau af variabelen. Ét af niveauerne sættes til referenceniveauet (for hastighedsudviklingsmodellen og hastigheds-uheldsmodellen er henholdsvis efterår og vinter referenceniveauet) og bliver tildelt koefficienten 0, og de andre placeres herudfra.

## Bilag 2 Oprindelige forventninger til effekt af den ændrede hastighedsgrænse

Danmarks TransportForskning (DTF) udgav i oktober 2002 et notat (DTF, notat 4, 130 km/t på motorvejene – konsekvenser af ændret hastighedsgrænse, oktober 2002). Notatet vurderede konsekvenserne af at hæve hastighedsgrænsen til 130 km/t. På dette tidspunkt vidste man ikke nøjagtigt, hvilke motorvejsstrækninger der ville blive omfattet af den nye hastighedsgrænse. DTF antog, at det primært ville gælde motorvejene i åbent land – defineret som de motorveje, som ikke ligger umiddelbart i nærheden af de store byer. Desuden forudså man, at Sund og Bælts motorveje ikke ville blive omfattet. På den baggrund forventede man, at den nye hastighedsgrænse ville omfatte ca. 80 pct. af motorvejsnettet. Forventningerne til virkningerne blev alene belyst for denne del af motorvejsnettet.

Man foretog konsekvensberegninger for en forventet stigning i gennemsnitshastigheden på henholdsvis 1, 6 og 11 km/t, hvor man vurderede en stigning på ca. 6 km/t som det mest sandsynlige.

Ved en hastighedsstigning på 6 km/t forventede man en stigning i antallet af dræbte på 5 om året (19 pct.) og en stigning på 24 alvorligt tilskadekomne om året (24 pct.). Samlet forventede man, at antallet af personskader ville stige med 43 om året. Ved en hastighedsstigning på 1 km/t forventede man en stigning på i alt 9 personskader om året.

For miljøbelastningen forventede man, ved en hastighedsstigning på 6 km/t, en stigning i støjbelastningstallet på 9 pct. og en stigning i støjniveauet på 0,4 db. Ved en hastighedsstigning på 1 km/t beregnede man en stigning i støjbelastningstallet på 2 pct. og en stigning i støjniveauet på 0,1 db.

Udledningen af NO<sub>x</sub> forventedes at stige med 13 pct. og udledningen af CO<sub>2</sub> med 10 pct. ved en hastighedsstigning på 6 km/t. Ved 1 km/t ville NO<sub>x</sub> stige med 6,7 pct. og CO<sub>2</sub> med 2 pct.

Vejdirektoratet udgav ingen publikationer til belysning af forventningerne til effekten af at hæve hastighedsgrænsen, inden loven blev vedtaget. Men man var inddraget i besvarelsen af en række folketingsspørgsmål mv. Vejdirektoratets forventninger kan således aflæses i Retsudvalgets betænkning fra maj 2003 (med tilhørende bilag). Heraf fremgår bl.a., at Vejdirektoratet forventede en stigning i gennemsnitshastigheden på 6 km/t på 130-strækningerne. Som konsekvens heraf forventede man, at antallet af dræbte ville stige med 2-3 pr. år og antallet af personskader med 7-15. Udledningen af CO<sub>2</sub> forventede man ville stige med 0,5 pct. og udledningen af NO<sub>x</sub> med 0,6 pct. Ændringen i emissioner blev beregnet i forhold til de samlede emissioner fra transportsektoren. For så vidt angår støj skønnede Vejdirektoratet, at ca. 1.200 boliger og fritidshuse med et støjniveau på over 55 dB, heraf ca. 140 med over 65 dB, ville få forøget deres støjniveau ca. 1 dB. Herudover ville ca. 200 boliger få forøget deres støjniveau med ca. 1 dB fra under 55 dB til over 55 dB.

Betænkningen blev til på et tidspunkt, hvor fordelingen af veje med 130 km/t stort set var kendt, og Vejdirektoratets forventninger vedrørte således stort set det vejnet, hvor der siden blev 130 km/t. Der blev ikke taget højde for eventuelle hastighedsændringer på de vejstrækninger, hvor hastighedsgrænsen ikke ville blive hævet.

I marts 2004 udgav Vejdirektoratet et notat, hvor man beskrev, hvilke aktiviteter man ville igangsætte for at følge op på de forestående ændringer i hastighedsgrænserne (Hastighed og uheld på motorvejene – i forbindelse med ændring af hastighedsgrænsen til 130 km/t, VD-notat, marts 2004). I dette notat forventede man en "målelig" hastighedsstigning på de strækninger, hvor hastighedsgrænsen ville blive hævet til 130 km/t. Endvidere skrev man, at hastighederne allerede kunne være begyndt at stige fra december 2001, hvor regeringen offentliggjorde sin målsætning om at hæve hastighedsgrænsen. I givet fald ville dette forekomme på

hele motorvejsnettet.

Om de strækninger hvor der fortsat ville være 110 km/t, skrev man, at der muligvis kunne ske et fald i hastighederne på disse strækninger. Dette begrundes bl.a. med, at trafikanterne kunne opfatte de reviderede hastighedsgrænser som mere rimelige, at der som noget nyt ville blive skiltet med "110 km/t", at sanktionerne for overtrædelser ville blive hævet, samt at der ville komme øget politikontrol.

Forventningerne til uheldsudviklingen var, at der ville komme flere uheld på 130-vejene. Og færre uheld på 110-strækningerne, hvor hastigheden forventedes at falde. Den forbedrede vejstandard på 130-strækningerne ville i et vist omfang modsvare de øgede hastigheder. Der blev ikke sat tal på forventningerne. Man gjorde videre opmærksom på, at det ville blive vanskeligt at vurdere effekterne – bl.a. fordi de vejtekniske forbedringer blev igangsat i løbet af 2003.

## Bilag 3 Udskiftning af udstyr til hastighedsmålinger

Alle hastighedsmålestationer på motorvejene uden for København blev udskiftet i vinteren 2004 til mere nøjagtigt udstyr. Udskiftningen af målestationerne skete få måneder før de nye hastighedsgrænser trådte i kraft, og derfor er det blevet undersøgt, om udskiftningen har påvirket muligheden for at vurdere hastighedsudviklingen før og efter den nye hastighedsgrænse trådte i kraft.

En sammenligning af målinger med det tidligere og det nye måleudstyr viser, at de registrerede gennemsnitshastigheder for person- og varebiler kun blev påvirket i ubetydeligt omfang, og disse hastigheder anvendes derfor ved vurdering af virkningen af den nye hastighedsgrænse mv.

Opgørelser af antal køretøjer med en hastighed over et givet niveau (eksempelvis antal køretøjer der overskrider hastighedsgrænsen) samt beregningen af hastighedsspredningen kan derimod være blevet påvirket betydeligt af udskiftningen af udstyr. Ligeledes kan gennemsnitshastighederne for køretøjer over 5,8 meter være blevet påvirket. Denne påvirkning er specifik for det enkelte målested.

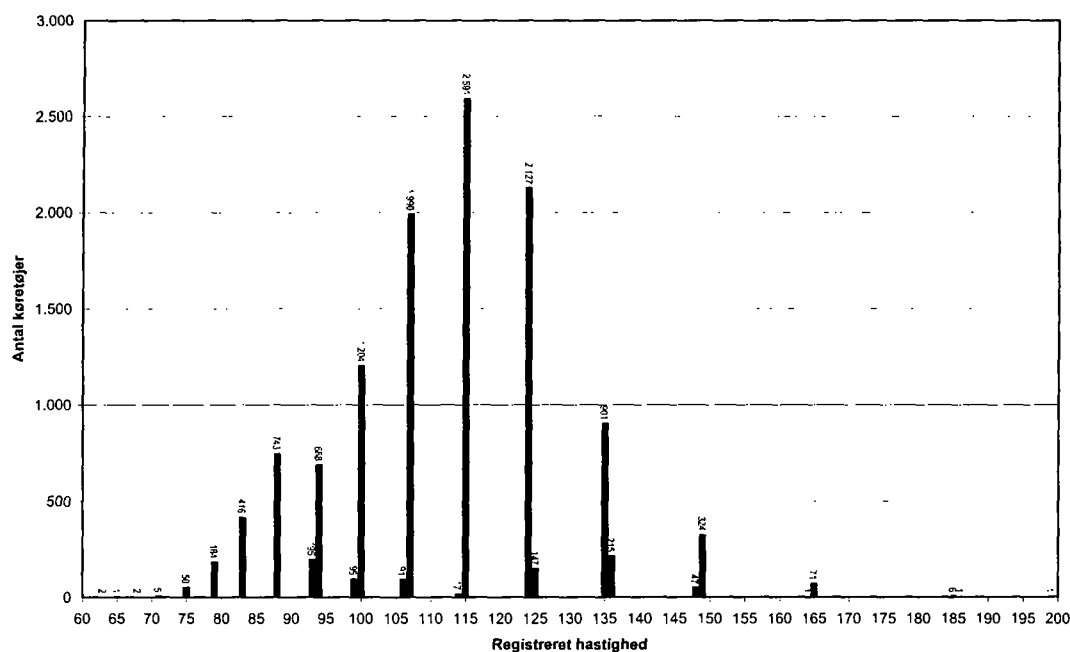
### Målestationer på motorvejsnettet blev udskiftet i vinteren 2004

Der var blevet konstateret betydelige mangler ved de gamle målestationer, og derfor blev samtlige målestationer på motorvejsnettet udskiftet i vinteren 2004. Udskiftningen omfattede ikke målestationerne i det stor-københavnske TRIM-net, som benyttes til data for trafikmeldinger, og som er af et andet fabrikat end de øvrige målestationer på motorvejsnettet.

### Fejlen på det oprindelige måleudstyr væsentligst for hastighed

Udstyret af mærket "Marksman 660" var sådan indrettet, at de målte hastigheder samlede sig om bestemte værdier. Afstanden mellem disse værdier vokser med stigende hastighed. Det har betydet, at der på mange målestationer ikke har været registreringer i hastighedsintervallet 150 til 160 km/t, selvom der både var registreringer i intervallet 140-150 og 160-180. Det antages, at skævheden i målingerne resulterer i en vis systematisk fejl på grupperingen i hastighedsklasser samt i mindre grad på de beregnede gennemsnitshastigheder.

Figur 1: Eksempel på målinger af enkeltkøretøjer med Vejdirektoratets hidtidige måleudstyr: Antal registreringer ved hver enkelt hele værdi af hastighed i km/t, motorvej med fire spor



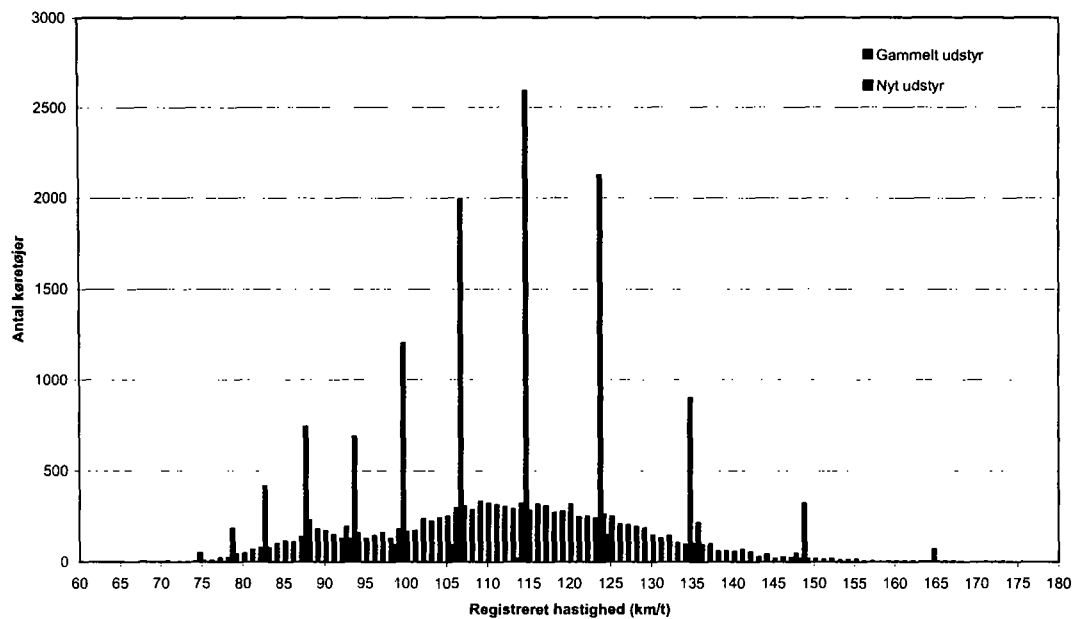
#### Det oprindelige udstyr giver en mindre væsentlig fejl for inddeling i længdeklasser

Ved måling af hastigheder inddeles køretøjerne i længdeklasser og ved denne inddeling findes en tilsvarende fejl på det oprindelige udstyr. Gruppen af køretøjer op til 5,8 meter indeholder mange køretøjer, og fejlen får derfor relativt lille betydning for denne gruppe. En relativt større andel af målingerne er fejlbehæftede for køretøjer, som er længere end 5,8 meter. Fejlen ved inddeling i længdeklasser har derfor størst betydning for gennemsnitshastigheden for køretøjer over 5,8 meter.

#### Sammenligning af måleudstyr

Målinger udført med det oprindelige og det nye udstyr viser, at det nye udstyr giver et langt mere realistisk billede af hastighederne. Med det nye udstyr er der en nogenlunde jævn fordeling af de registrerede hastigheder, mens der med det gamle udstyr er betydelige huller i registreringerne, og som konsekvens heraf, et meget stort antal registreringer ved nogle enkelte værdier.

Figur 2: Målinger af enkeltkøretøjer med hhv. det nye og det gamle udstyr: Antal registreringer ved hver enkelt hele værdi af hastighed i km/t.

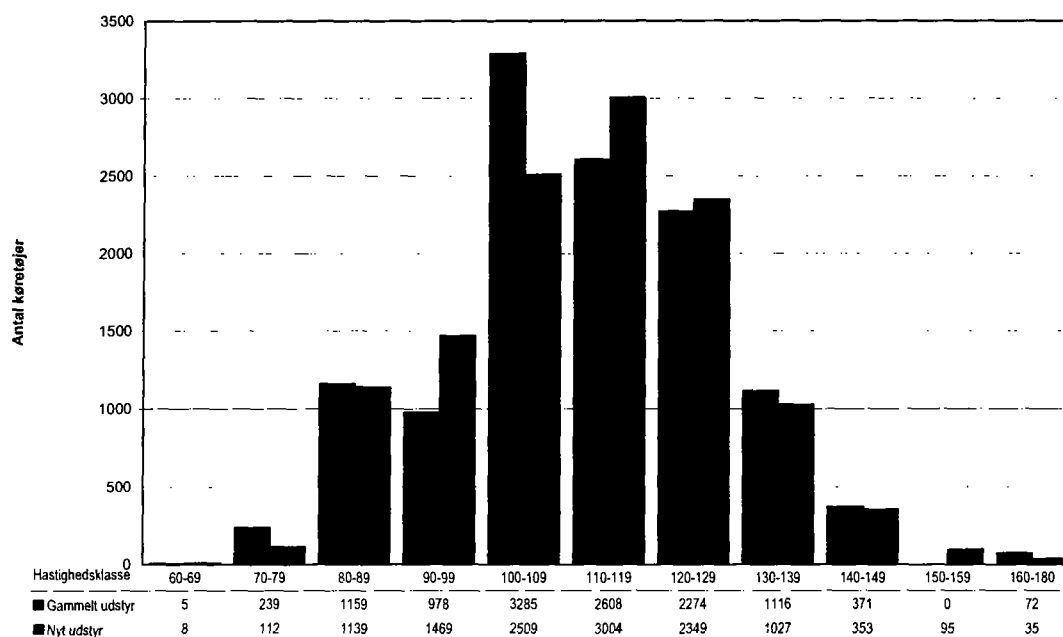


Gennemsnitshastigheden af de målte biler er, når man ser på enkeltbilsmålingerne, 111,8 km/t både med det gamle udstyr og med det nye udstyr.

Den store afstand mellem registreringerne med det gamle udstyr, kan få betydning for placeringen i hastighedsklasser. I nedenstående

figur 3 er vist, hvordan de samme målinger bliver placeret i de klasser, som standardmæssigt anvendes på Vejdirektoratets permanente målestationer.

Figur 3: Målingerne opdelt i hastighedsklasser med hhv. det nye og det gamle udstyr: Antal registreringer i hver hastighedsklasse.



Det ses tydeligt af figuren, at der er betydelige forskelle på placeringen i hastighedsklasser. Med det gamle udstyr er der eksempelvis for mange registreringer i klassen 100-109, mens der i klassen 150-159 km/t slet ikke er nogen registreringer.

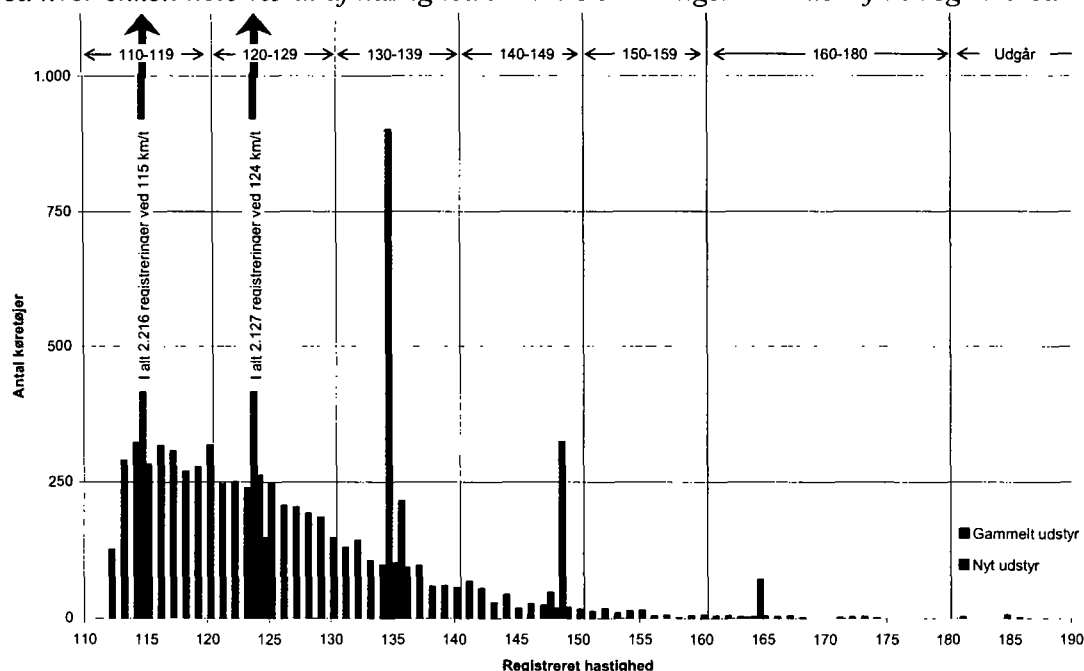
Når gennemsnitshastigheden beregnes på baggrund af de grupperede data, bestemmes den til 112,3 km/t med det nye udstyr og 112,0 km/t med det gamle. På trods af at de faktiske middelhastigheder (som kan bestemmes med enkeltbilsmålinger) er ens for de to typer af måleudstyr, opstår der en mindre forskel, når målingerne grupperes. Af kapacitetsmæssige årsager foretages alle Vejdirektoratets permanente hastighedsregistreringer kun med grupperede data.

#### Sammenligning af registrering af høje hastigheder

Problemet med det gamle udstyr er størst ved de høje hastigheder. For at belyse fejls betydning for placeringen af køretøjerne i hastighedsklasser ved de højere hastigheder, er der lavet en nærmere opgørelse af den hurtigste halvdel af de målte køretøjer.



Figur 4: Målinger af enkeltkøretøjer med hhv. det nye og det gamle udstyr: Antal registreringer ved hver enkelt hele værdi af hastighed i km/t. Den hurtigste halvdel af de registrerede køretøjer



Målefejls betydning for placeringen i hastighedsklasser ses tydeligst i intervallet 150-159 km/t. Ved disse høje hastigheder er der så stor afstand mellem de punkter, hvor det gamle måleudstyr kan registre hastigheder, at der slet ikke foretages registreringer i intervallet. Med det nye udstyr er der registreret 95 køretøjer i dette interval. Det må formodes, at disse registreringer er blevet "spredt" til klasserne "150-159" og "160-180", men det kan ikke afgøres, hvordan de er blevet fordelt.

### Metode til sammenligning af nyt og gammelt udstyr

De gennemgaaede målinger blev udført på Holbækmotorvejen, vest for Roskilde. Stedet var valgt, fordi der i 2003 her blev udført forsøg med automatisk mønstergenkendelse (identifikation af køretøjstype) ved måling med traditionelle spoler (Køretøjsklassifikation – Marktest af apparatur til mønstergenkendelse. Notat 93, VD 2003).

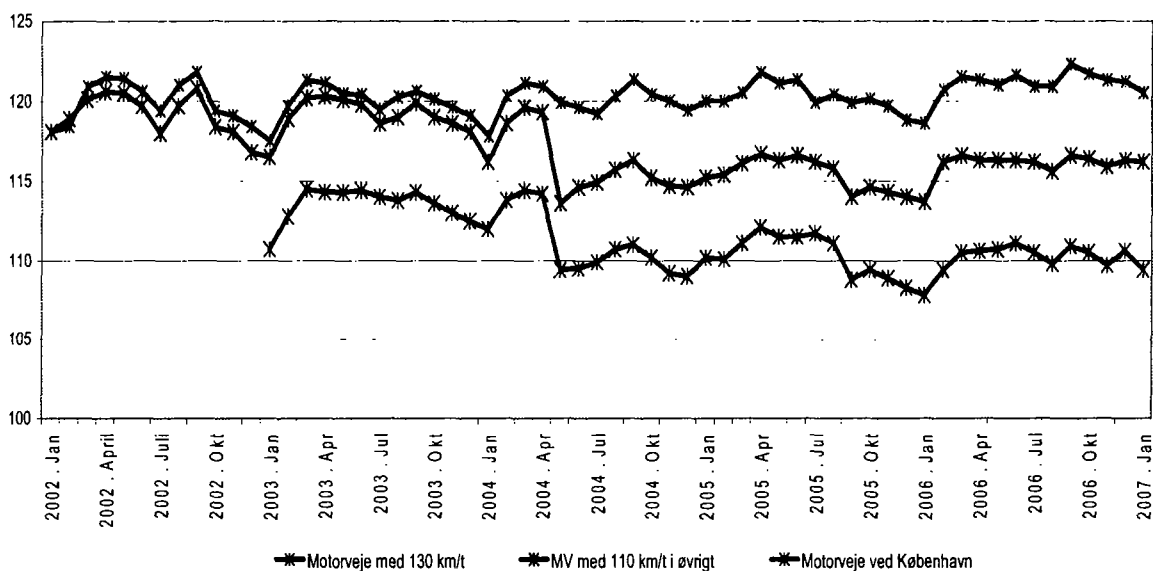
Til brug for testen af udstyret med den nye detektorspole blev de to udstyrsversioner sat op ved spoler, som var fræsset ned med kort afstand. Der blev udført målinger med det nye udstyr placeret før og efter det gamle. Formålet med ombytningen af udstyret var at sikre, at forskelle i resultater kan henføres til hhv. eventuelle forskelle i de nedfræsedte spoler og til forskelle på målingerne med de to udstyrstyper.

Der blev både lagret enkeltbilsmålinger og grupperede målinger (tjemålinger). Med den valgte opstilling blev der genereret fire datasæt pr. opstilling: Et med enkeltbilsmålinger for hvert af måleapparaterne og et med tjemålinger for hvert af måleapparaterne.

### Sammenligning af 110-strækningerne med de københavnske motorveje

Hastighedsudviklingen viser ikke tegn på afvigelser på de motorveje, hvor der blev udskiftet måleudstyr i vinteren 2004.

Barometerhastigheder på motorveje, 2003-2007.



De københavnske motorveje og de øvrige 110-veje har forskelligt hastighedsniveau, mens hastighedsudviklingen på de to vejtyper er nærmest identisk med en forskel på ca. 5 km/t. Dette gælder også i perioden, hvor måleudstyret blev udskiftet, hvilket bestyrker vurderingen af, at gennemsnitshastigheder målt med det nye og det gamle udstyr er sammenlignelige.

## Bilag 4 Model til beregning af hastighedseffekter

Ved beregningen af hastighedseffekterne er der anvendt statistisk modellering. Dermed kan der sættes tal på hastighedens afhængighed af fx årstider og udvikling over tid, ligesom hastighedsændringer omkring indførelsen af den generelle hastighedsgrænse kan beregnes. Det fremgår umiddelbart af figur 4 i notatet, at hastighederne på 130-vejene har udviklet sig anderledes end hastigheder på 110-vejene og de københavnske motorveje. Derimod ligner de to sidstnævnte vejtyper hinanden, på nær en niveauforskydning (hastigheden på de københavnske motorveje er lavere end på øvrige motorveje med 110 km/t). Figuren viser også op- og nedadgående bevægelser (månedsvariation) i hastighederne.

Til beregningerne er benyttet multipel lineær regression i statistikprogrammet SAS. Hastigheden er beskrevet ved de månedlige gennemsnitsværdier for hastighederne på henholdsvis 130-vejene og 110-vejene i og uden for Storkøbenhavn, således som de er beregnet i Vejdirektoratets hastighedsbarometer. Til sidst i bilaget er der vist et kommenteret uddrag af en statistisk modellering.

Til den statistiske modellering har mange modeller været diskuteret. I notatet er nedenstående variabler medtaget i beregningen. Variablerne i eksemplet er vist med versaler.

**Tiden** er beskrevet på fire forskellige måder:

1. En **sæsonvariation** (SAISON)
2. en **initialeffekt** (INIT\_HB130) af indførelsen af 130 km/t
3. en **efter-effekt** (HB130) i perioden efter initialperioden
4. samt en **generel ændring** (månedlig tilvækst) i de tre undersøgte perioder, før, initial og efter

**Sæsonvariationen** rummer fire klassevariabler svarende til de fire sæsoner:

- FORÅR, månederne marts og april
- SOMMER, månederne maj-august
- EFTERÅR, månederne september og oktober
- VINTER, månederne november-februar

Sæsonvariationen beskrives i modellen i forhold til variabelværdien: EFTERÅR.

**Initialeffekten** rummer to klassevariabler:

- MED initialeffekt, for månederne maj-august 2004
- UDEN, som reference, før og efter initialperioden

**Efter-effekten** rummer to klassevariabler:

- EFTER, som efter initialperioden beskriver virkningen af 130 km/t
- FØR, som reference før initialperioden

De tre **generelle ændringer** rummer hver sin kontinuerte variabel:

- TREND1, førperioden, fra januar 2002 til og med april 2004
- TREND2A, initialperioden fra maj 2004 til og med august 2004
- TREND2B, efterperioden, fra september 2004 til og med august 2005

De generelle ændringer er beregnet ud fra tre talrækker (1,2, etc.) for den periode, som skal beskrives og er 0 for øvrige måneder. Effekten på hastigheden fås ved at multiplicere trend-værdien med nummeret på måneden siden indførelsen af den pågældende trend (se eksemplet nedenfor). Denne beregningsmåde medfører, at de øvrige beregnede effekter eventuelt skal korrigeres ved periodeskift.

Af hensyn til en sammenligning på tværs af vejtyperne er alle de her beskrevne variabler medtaget i beregningerne uanset, om de er signifikante eller ej.

I udskriften af resultaterne fra den statistiske modellering er kommentarer vist med rød skriftfarve i fed kursiv.

Modellering af hastigheder, sæson, HB130 og trend.

*Titel*

Model hast\_M110 = saison trend1 trend2a trend2b Init\_hb130 HB130.

*Den benyttede model*

The GENMOD Procedure

*Procedurenavn i SAS*

Model Information

Data Set WORK.Q

Distribution Normal

*Der benyttes en normalfordeling i modellen.*

Link Function Identity

Dependent Variable hast\_M110

*Den afhængige variable, her hastighed på Motorveje med 110 km/t (ekskl. København).*

Number of Observations Read 44

Number of Observations Used 44

*Antal observationer, der benyttes.*

Class Level Information

Class	Levels	Values
maaned	12	1 2 3 4 5 6 7 8 10 11 12 99
saison	4	Forår Sommer Vinter X_Efterår
Init_HB130	2	Med Uden
HB130	2	Efter Før
aar	4	2002 2003 2004 2005

*SAISON*

*INIT\_HB130*

*HB130*

*År, benyttes ikke.*

Criteria For Assessing Goodness Of Fit

Criterion	DF	Value	Value/DF
Deviance	35	19.8250	0.5664
Scaled Deviance	35	44.0000	1.2571
Pearson Chi-Square	35	19.8250	0.5664
Scaled Pearson X2	35	44.0000	1.2571
Log Likelihood		-44.8939	

Algorithm converged.

Analysis Of Parameter Estimates

Parameter	DF	Estimate <sup>1</sup>	Standard Error	Wald 95% Confidence Limits <sup>2</sup>	Chi-Square	Pr > ChiSq	
Intercept	1	119.7724	0.3938	119.0005 120.5443	92491.1	<.0001	<i>Grundværdi *</i>
saison Forår	1	0.5299	0.3852	-0.2251 1.2849	1.89	0.1689	<i>FORÅR</i>
saison Sommer	1	-0.0304	0.3941	-0.8029 0.7421	0.01	0.9385	<i>SOMMER</i>
saison Vinter	1	-1.4043	0.3360	-2.0628 -0.7458	17.47	<.0001	<i>VINTER *</i>
saison X_Efterår	0	0.0000	0.0000	0.0000 0.0000	.	.	

<sup>1</sup> Estimer/effector, der benyttes ved beregning af model-hastigheder

<sup>2</sup> Konfidensgrænser for estimerne.

The GENMOD Procedure

Analysis Of Parameter Estimates

Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald 95% Confidence Limits	Chi-Square	Pr > ChiSq	
trend1	1	-0.0249	0.0159	-0.0560 0.0062	2.46	0.1165	<i>TREND1</i>
trend2a	1	0.6600	0.3002	0.0716 1.2484	4.83	0.0279	<i>TREND2A *</i>
trend2b	1	0.0241	0.0673	-0.1079 0.1560	0.13	0.7207	<i>TREND2B</i>
Init_HB130 Med	1	-6.6920	0.8766	-8.4101 -4.9739	58.28	<.0001	<i>INIT_HB130 *</i>
Init_HB130 Uden	0	0.0000	0.0000	0.0000 0.0000	.	.	
HB130 Efter	1	-3.7806	0.5570	-4.8724 -2.6888	46.06	<.0001	<i>HB130 *</i>
HB130 Før	0	0.0000	0.0000	0.0000 0.0000	.	.	
Scale	1	0.6712	0.0716	0.5447 0.8272			

NOTE: The scale parameter was estimated by maximum likelihood.

LR Statistics For Type 3 Analysis

*Test af, hvilke variabler  
Der er signifikante.*

Source	DF	Chi-Square	Pr > ChiSq	
saizon	3	33.53	<.0001	<i>SAISON *</i>
trend1	1	2.40	0.1215	<i>TREND1</i>
trend2a	1	4.59	0.0322	<i>TREND2A *</i>
trend2b	1	0.13	0.7209	<i>TREND2B</i>
Init_HB130	1	37.12	<.0001	<i>INIT_HB130 *</i>
HB130	1	31.52	<.0001	<i>HB130</i>

*For hver måned kan model-hastigheden beregnes ud fra de estimer, der er vist ovenfor.*

*Eksempelvis kan der for december 2004 beregnes følgende modelhastighed:*

*= grundværdi + SAISON (her VINTER) + HB130 + TREND2B (4. måned efter indførelse af TREND2B) =>*

$$119,7724 - 1,4043 - 3,7806 + 4 * 0,0241 =>$$

$$114,6839 => 114,7 \text{ km/t.}$$

*Den målte barometerhastighed er i december 2004 => 114,6 km/t. En god overensstemmelse mellem observation og model.*

## Bilag 5 $\chi^2$ (Chi i anden) test af uheldsdata

For at vurdere hvad der ville være sket på motorvejene, såfremt der ikke var indført 130 km/t, er der i undersøgelsen af motorvejenes uheld og personskader sammenlignet med uheld og personskader på øvrige veje uden for byzone (herefter kaldet landeveje). Derudover er der foretaget en egentlig statistisk modellering. Den statistiske modellering er beskrevet i bilag 6.

### Beregningsmetode

For at afgøre om antallet af uheld eller personskader har udviklet sig anderledes på motorvejene end på andre veje, er der foretaget  $\chi^2$  (chi i anden) test.

Dette er en test for uafhængighed. Testen illustreres ved nedenstående eksempel:

På motorveje med 130 km/t (MV130) er antallet af personskadeuheld i førperioden 225, og i efterperioden er der 128 personskadeuheld.

På øvrige veje i landzone er antallene tilsvarende 4.970 i førperioden og 2.053 i efterperioden. Med disse tal opstilles følgende tabel:

	Observeret		
	Før	Efter	I alt
Landeveje	4.970	2.053	7.023
MV130	225	128	353
I alt	5.195	2.181	7.376

Ud fra marginalerne (sum af rækker og søjler) beregnes for hver enkelt celle en forventningsværdi:

	Forventet		
	Før	Efter	I alt
Landeveje	4.946,4	2.076,6	7.023
MV130	248,6	104,4	353
I alt	5.195	2.181	7.376

For landeveje i førperioden beregnes tallet eksempelvis som:  $7.023 \cdot 5.195 / 7.376 = 4.946,4$ .

Og for de enkelte celler beregnes cellebidraget til  $\chi^2$  værdien ved at kvadrere forskellen mellem observeret og forventet værdi, divideret med forventningsværdien.

	Chi i anden, cellebidrag		
	Før	Efter	I alt
Landeveje	0,11	0,27	0,38
MV130	2,24	5,35	7,59
I alt	2,36	5,61	7,97

Store cellebidrag er her markeret med grøn farve for celler, hvor den observerede værdi er lavere end forventningsværdien. Røde celler har observerede værdier, der er højere end forventningsværdien.

Såfremt summen i nederste højre hjørne er stor, betyder det, at udviklingen på MV130 og landeveje ikke er ens. Dette afgøres ved et tabelopslag. I eksemplet er testsandsynligheden 0,5 %. Dette udtrykker sandsynligheden for, at fordelingerne ved en tilfældighed er blevet så forskellige. Normalt vælges et sandsynlighedsniveau på 5 % og man siger så, at forskellen er signifikant, hvis sandsynligheden ikke er over 5 %.



For de enkelte celle anses værdien af cellebidraget til  $\chi^2$  at være markant afvigende, såfremt den er større end 2. Det fremgår af tabellen, at det er MV130, der i efterperioden har afvigende værdier. Især med for mange personskadeuheld i efterperioden.

Da vi nu har set, at de to fordelinger er forskellige, kan udviklingen på landeveje benyttes til at beregne effekten af indførelsen af 130 km/t på antallet af personskader på MV130.

Antallet af personskadeuheld på landeveje er i efterperioden 41,3 % af personskadeuheldene i førperioden. Hvis samme ændring skulle være sket på MV130, skulle der i efterperioden have kun været 93 personskadeuheld. Da der imidlertid er sket 128 personskadeuheld i efterperioden, betyder det, at indførelsen af 130 km/t på MV130 har øget antallet af personskadeuheld på denne vejtype med 33 personskadeuheld, svarende til 38 % ( $128/93 \cdot 100 - 100$ ).

## Resultater af test

Det samlede testresultat er vist i tabellen nedenfor. Uanset om der er fundet en signifikant forskel i udvikling, er der for hver gruppe beregnet en effekt – forskel mellem observeret antal og forventet antal, dels udtrykt om et antal, dels som procent.

Testet gruppe	Vejtype	$\chi^2$ -testniveau.	Forventet antal i efterperioden	Observeret antal i efterperioden	Effekt i #	Effekt i %
Alle uheld	MV130	1%	208	255	47	22%
	MV110	28%	333	358	25	7%
Personskadeuheld	MV130	0%	93	128	35	38%
	MV110	18%	139	120	-19	-14%
Materielskadeuheld	MV130	48%	117	127	10	8%
	MV110	4%	199	238	39	20%
Personskader	MV130	0%	151	200	49	33%
	MV110	0%	230	168	-62	-27%
Dræbte	MV130	3%	9	18	9	94%
	MV110	18%	16	23	7	43%
Alvorlig skade	MV130	9%	60	77	17	28%
	MV110	0%	94	57	-37	-39%
Let skade	MV130	4%	82	105	23	29%
	MV110	1%	120	88	-32	-27%

I tabellen nedenfor er alene effekterne opgjort for hver testet gruppe og for hver vejtype. Signifikante effekter er vist med fede typer. Bemærk, at for alle grupper er der på MV130 tale om flere uheld/skader end forventet.

	<b>MV130</b>	<b>MV110</b>
Alle uheld	<b>22%</b>	7%
Personskadeuheld	<b>38%</b>	-14%
Materielskadeuheld	8%	<b>20%</b>
Personskader	<b>33%</b>	<b>-27%</b>
Dræbte	<b>94%</b>	43%
Alvorlig skade	28%	<b>-39%</b>
Let skade	<b>29%</b>	<b>-27%</b>

## Bilag 6 Sammenhæng mellem hastighed og uheld

Sammenhængen mellem hastighed og uheld er påvist ved modellering som beskrevet i bilag 1. Det er undersøgt, om der er en statistisk signifikant sammenhæng mellem hastighed og antallet af uheld/personskader. Analyserne er foretaget på sammenhørende x- og y-værdier (se nedenfor) måned for måned fra og med maj 2002 til og med august 2005. I undersøgelserne er vejene delt op i 130 km/t-veje og 110 km/t-veje inklusiv de københavnske motorveje.

Formålet med undersøgelserne er at klarlægge eventuelle sammenhænge mellem på den ene side de afhængige variable (en ad gangen):

Antallet af personskader

Antallet af dræbte og alvorligt tilskadekomne

Antallet af personskadeuheld

Antallet af person- og materielskadeuheld

Og på den anden side de uafhængige variable:

Hastighed

Sæson

For at vurdere signifikans er der brugt type3-analyse; det vil sige, at der i modeller med mere end en uafhængig variabel er korrigeret for virkningerne af de andre uafhængige variable. I de tilfælde, hvor både hastighed og sæson falder signifikant ud er hastigheden således signifikant, også når man trækker effekten af sæsonvariationen fra.

I de følgende to tabeller er resultaterne for alle modeller vist.

P-værdien for de enkelte variable (signifikansen) er sat i parentes, hvis den er større end 0.05. Dette anses sædvanligvis for signifikansgrænsen. I et materiale som dette hvor den naturlige variation er stor, kan der være tale om at omtale P-værdier op til 0.10 som signifikante.

Model	N	Variabel	Estimat	Signifikans
y: antal personskader x: hastighed	40	Intercept	-8.12	P = 0.0002
		Hast_110	0.10	P < 0.0001
y: antal personskader x: hastighed, sæson	40	Intercept	-11.80	P < 0.0001
		Hast_110	0.13	P < 0.0001
		Sæson	Efterår: -0.46	P = 0.0002
			Forår: -0.44	
			Sommer: -0.20	
Vinter: ref.				
y: antal dræbte+alvorligt tilskadekomne x: hastighed	40	Intercept	-8.92	P = 0.005
		Hast_110	0.10	P = 0.0005
y: antal dræbte+alvorligt tilskadekomne x: hastighed, sæson	40	Intercept	-12.27	P = 0.0003
		Hast_110	0.13	P < 0.0001
		Sæson	Efterår: -0.42	P = 0.01
			Forår: -0.44	
			Sommer: -0.04	
Vinter: ref.				
y: antal personskadeuheld x: hastighed	40	Intercept	-4.78	(P = 0.08)
		Hast_110	0.06	P = 0.007
y: antal personskadeuheld x: hastighed, sæson	40	Intercept	-6.96	P = 0.02
		Hast_110	0.08	P = 0.001
		Sæson	Efterår: -0.17	(P = 0.11)
			Forår: -0.36	
			Sommer: -0.06	
Vinter: ref.				
y: antal personskadeuheld + materielskadeuheld x: hastighed	40	Intercept	2.86	P = 0.03
		Hast_110	0.01	(P = 0.43)
y: antal personskadeuheld + materielskadeuheld x: hastighed, sæson	40	Intercept	2.31	(P = 0.10)
		Hast_110	0.01	(P = 0.26)
		Sæson	Efterår: 0.03	(P = 0.18)
			Forår: -0.14	
			Sommer: -0.01	
Vinter: ref.				

Modeller for 110 km/t-strækninger og de storkøbenhavnske motorveje.

Model	N	Variabel	Estimat	Signifikans
y: antal personskader x: hastighed	40	Intercept	-12.86	P = 0.01
		Hast_130	0.13	P = 0.002
y: antal personskader x: hastighed, sæson	40	Intercept	-10.30	(P = 0.13)
		Hast_130	0.11	(P = 0.06)
		Sæson	Efterår: 0.14	P < 0.0001
			Forår: -0.04	
			Sommer: 0.41	
Vinter: ref.				
y: antal dræbte og alvorligt tilskadekomne x: hastighed	40	Intercept	-21.00	P = 0.007
		Hast_130	0.19	P = 0.003
y: antal dræbte og alvorligt tilskadekomne x: hastighed, sæson	40	Intercept	-28.67	P = 0.006
		Hast_130	0.25	P = 0.0031
		Sæson	Efterår: -0.03	P = 0.0004
			Forår: -0.51	
			Sommer: 0.29	
Vinter: ref.				
y: antal personskadeuheld x: hastighed	40	Intercept	-12.64	(P = 0.05)
		Hast_130	0.12	P = 0.02
y: antal personskadeuheld x: hastighed, sæson	40	Intercept	-11.17	(P = 0.20)
		Hast_130	0.11	(P = 0.13)
		Sæson	Efterår: 0.18	P = 0.03
			Forår: -0.09	
			Sommer: 0.30	
Vinter: ref.				
y: antal person- og materielskadeuheld x: hastighed	40	Intercept	2.40	(P = 0.39)
		Hast_130	0.01	(P = 0.58)
y: antal person- og materielskadeuheld x: hastighed, sæson	40	Intercept	-1.42	(P = 0.70)
		Hast_130	0.04	(P = 0.15)
		Sæson	Efterår: -0.01	(P = 0.11)
			Forår: -0.19	
			Sommer: -0.05	
Vinter: ref.				

Modeller for 130 km/t-strækninger.

## Bilag 7

### Sammenhæng mellem hastighed og personskader over en udvidet periode

Sammenhængen mellem hastighed og antallet af personskader kan modelleres uafhængigt af tiltag, der kan påvirke de faktiske hastigheder. Derfor har det været muligt at udvide dataperioden for denne analyse, således at den strækker sig ud over det tidspunkt, hvor klippekortet blev indført.

Nedenstående tabeller viser resultaterne for modeller, der beskriver sammenhængen mellem gennemsnitshastigheden og antallet af personskader. Der er benyttet månedsdata for perioden 1. januar 2002 til 30. september 2007. Både for 110- og 130-vejene er der, som i bilag 6, vist resultater for to modeller, hvor den ene kun inddrager hastighederne som forklarende variabel mens den anden model også indeholder "sæson" som forklarende variabel. I rapporten er der primært refereret til modellen som indeholder "sæson", idet denne parameter i alle tilfælde er stærkt signifikant.

Model	N	Variabel	Estimat	Signifikans
y: antal personskader	69	Intercept	-9.85	P < 0.0001
x: hastighed		Hast_110	0.11	P < 0.0001
y: antal personskader	69	Intercept	-11.53	P < 0.0001
x: hastighed, sæson		Hast_110	0.13	P < 0.0001
		Sæson	Efterår: -0.11	P = 0.003
			Forår: -0.26	
			Sommer: 0.05	
Vinter: ref.				

Modeller for 110 km/t-strækninger og de storkøbenhavnske motorveje.

Model	N	Variabel	Estimat	Signifikans
y: antal personskader	69	Intercept	-5.60	(P = 0.06)
x: hastighed		Hast_130	0.07	P = 0.005
y: antal personskader	69	Intercept	-2.73	(P = 0.45)
x: hastighed, sæson		Hast_130	0.04	(P = 0.15)
		Sæson	Efterår: 0.17	P < 0.0001
			Forår: 0.003	
			Sommer: 0.37	
Vinter: ref.				

Modeller for 130 km/t-strækninger.

