



# PROJEKT TRÆNGSEL

RESUMÉ

August 2004



## Indholdsfortegnelse

<b>1</b>	Baggrund og formål	3
<b>2</b>	Projektorganisation og -finansiering	3
<b>3</b>	Trængselsbegrebet	4
<b>4</b>	Metoder til opgørelse af trængsel	6
<b>5</b>	Afprøvning af metoder	7
<b>6</b>	Trængsel i hovedstadsområdet	8
<b>7</b>	Afledte effekter af trængsel	11
<b>8</b>	Marginale trængselsomkostninger	12
<b>9</b>	Løbende registrering af trængsel	13



## PROJEKT TRÆNGSEL

## 1 Baggrund og formål

De voksende trafikproblemer med længere og mere udbredte trafikføer, mærkbare forsinkelser mv. skaber stigende politisk og offentlig bevågenhed. Dette afspejler sig bl.a. i en lang række indslag i medierne. Fokus er således ikke længere kun på miljø og trafiksikkerhed, men i stigende omfang også på fremkommelighed og trængsel.

Gennem de seneste 20 år er vejtrafikken steget med ca. 70 %. Stigningen er især sket i Københavnsområdet og i andre større byer, hvor trafikanterne nu dagligt oplever trængsel og betydelige forsinkelser i myldretiderne. De stigende problemer medfører et behov for at kunne opgøre trængslens omfang og løbende følge dens udvikling.

Der foreligger imidlertid ikke nogen alment accepterede, entydige definitioner på begrebet "trængsel" eller operationelle metoder til at opgøre trængsel i et sammenhængende vejnet.

Dette projekt blev startet i 2000 med det formål at opstille en alment gyldig definition på begrebet trængsel og at identificere egnede parametre til opgørelse af trængslens omfang. Projektet forsøger endvidere at opgøre det samlede trængselsomfang i hovedstadsområdet.

Derudover søges følgende spørgsmål besvaret:

- Hvilke afledte effekter er der af trængsel?
- Hvad er de totale og marginale omkostninger forbundet med trængsel?
- Hvordan kan udviklingen i trængslen løbende vurderes?

Projektet er således et forskningsprojekt.

Projektet er afgrænset til at betragte trængsel for vejtrafik, det vil sige biler og busser. Der er indsamlet et meget omfattende datamateriale for Københavnsområdet, der er benyttet som "case" i projektet.

I denne resumérapport sammenfattes resultaterne af arbejdet. Detaljerede beskrivelser af metoder og resultater er endvidere afleveret i en hovedrapport, en dokumentationsrapport samt en række supplerende notater.

## 2 Projektorganisation og -finansiering

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem:

- Københavns Kommune
- Hovedstadens Udviklingsråd
- Økonomisk Institut, Københavns Universitet
- Vejdirektoratet
- Center for Trafik og Transportforskning, DTU
- COWI A/S

COWI har stået for ledelsen af projektet.

Ud over parternes egenfinansiering har projektet modtaget støtte fra Trafikministeriet og Transportrådet. Efter nedlæggelsen af Transportrådet overtog Trafikministeriet størstedelen af den manglende finansiering, hvorefter projektet kunne afsluttes.

### 3 Trængselsbegrebet

#### Definition

Et omfattende litteraturstudie af internationale kilder bekræftede, at der ikke foreligger en almen definition af trængsel og metoder til opgørelse af denne. Der blev i projektet lagt vægt på at finde en alment gyldig definition af begrebet, der tager udgangspunkt i trafikanternes påvirkning af hinanden i trafiksystemet – uden at sammenblende dette med trængslens årsager og konsekvenser i øvrigt.

I dette projekt er "trængsel" defineret således:

*"Trængsel er et udtryk for de gener, som trafikanterne påfører hinanden i form af nedsat bevægelsesfrihed, når de færdes i trafiksystemet"*

Den nedsatte bevægelsesfrihed gælder i såvel længde- som tværretningen og opgøres ved henholdsvis trafikantens (nedsatte) hastighed og (øgede) tæthed. Nedsat hastighed kan medføre bl.a. forsinkelser, mens øget tæthed kan medføre nedsat manøvre frihed, reduceret serviceniveau, øget utryghed mv.

#### Metoder til beskrivelse af trængsel

På baggrund af litteraturen blev der identificeret en lang række parametre til beskrivelse af trængsel. Baseret på en kvalitativ vurdering blev der søgt udvalgt en række parametre, som tilsammen:

- afspejler de gener, som trafikanterne faktisk oplever.
- i praksis lader sig opgøre uden urimeligt store omkostninger.
- er egnede til formidling, ikke alene blandt fagfolk, men også i offentligheden og blandt beslutningstagere.

Tilsammen skal parametrene kunne beskrive følgende væsentlige dimensioner, som er knyttet til begrebet trængsel:

- **Omfang**  
Beskriver hvor meget trængslen påvirker den enkelte trafikant.
- **Varighed**  
Beskriver den tid, som systemet er påvirket af trængsel.
- **Udstrækning**  
Beskriver hvor lang en strækning eller hvor mange biler, personer eller hvor meget gods, der påvirkes af trængsel.
- **Variation**  
Beskriver forskelle i trængslen over tid, f.eks. fra dag til dag.

For biltrafikken blev følgende parametre udvalgt:

- **Trængselsniveau**, opdelt på ubetydelig, begyndende, stor og kritisk trængsel. De fire trængselsniveauer er defineret ved samhørende værdier af rejsehastighed og tæthed (for bygader dog alene på grundlag af rejsehastighed). Tætheden sættes i forhold til den maksimale tæthed ( $T_{\max}$  – den maksimale tæthed som i praksis opnås på strækningen), og rejsehastigheden sættes i forhold til free-flow rejsehastigheden ( $V_{\text{free}}$  – den rejsehastighed som opnås, når der ikke er trængsel på strækningen).

De fire niveauer kan beskrives således:

**Ubetydelig trængsel:**

Tætheden er ubetydelig ( $\leq 20\%$  af  $T_{max}$ ), og rejsehastigheden er ikke væsentligt nedsat ( $\geq 80\%$  af  $V_{free}$ ) – trafikanterne oplever ingen væsentlige gener.

**Begyndende trængsel:**

Tætheden er til gene for trafikanterne ( $> 20\%$  af  $T_{max}$ ), men rejsehastigheden er stadig ikke væsentligt nedsat ( $\geq 80\%$  af  $V_{free}$ ).

**Stor trængsel:**

Nu er tætheden høj ( $\geq 33\%$  af  $T_{max}$ ) og rejsehastigheden er mærkbart nedsat ( $< 80\%$  af  $V_{free}$ ) – trafikanterne oplever både generende tæthed og forsinkelse.

**Kritisk trængsel:**

Trafikken afvikles ved "stop-and-go". Tætheden er meget høj ( $\geq 60\%$  af  $T_{max}$ ) og rejsehastigheden er stærkt nedsat ( $\leq 40\%$  af  $V_{free}$ ) – trafiktilstanden er ustabil, og rejsetiden er uforudsigelig.

Rejsehastighed opgøres i km/t.  
Tæthed opgøres i biler pr. km vejspor.

- **Rejsehastighedsindeks**, dvs. rejsehastigheden (km/t) i forhold til free-flow rejsehastighed (km/t). Rejsehastighedsindekset kan opgøres på grundlag af hastighedsmålinger eller -beregninger. Denne parameter giver en mere nøjagtig beskrivelse af fremkommeligheden på den enkelte strækning end de ovennævnte trængselsniveauer, men lader sig til gengæld ikke illustrere på en lige så enkel måde for et større vejnet og udtrykker ikke direkte de oplevede gener.
- **Samlet forsinkelse**, opgjort for alle strækninger og køretøjer under betragtning (timer eller kr.). Forsinkelsen opgøres i forhold til free-flow og kan opdeles på trængselsniveau.
- **Vejtrængsel**, dvs. den samlede vejlængde med trængsel (km). Vejtrængslen opgøres mest hensigtsmæssigt fordelt på trængselsniveau.
- **Biltrængsel**, dvs. det samlede antal vognkm ved trængsel. Biltrængslen opgøres mest hensigtsmæssigt fordelt på trængselsniveau.

For bustrafikken er følgende parametre valgt:

- **Rejsehastighedsindeks**, dvs. rejsehastigheden (km/t) i forhold til free-flow rejsehastighed (km/t) (ekskl. ophold ved stoppesteder). Dette indeks kan illustreres på kort.
- **Samlet forsinkelse**, opgjort for alle linier og alle afgange under betragtning (timer eller kr.). Forsinkelsen kan opgøres for busser og for passagerer, og kan opdeles på de tre relevante trængselsniveauer.
- **Trængselsafgange**, dvs. antal afgange, hvor rejsetid overstiger free-flow rejsehastigheden eller køreplantiden.

Der er lagt vægt på, at parametrene for bil- og bustrafikken i vidt omfang er sammenlignelige, således at trængslen for biltrafikken og bustrafikken i et givet område kan sammenlignes.



#### 4 Metoder til opgørelse af trængsel

Det næste skridt i projektet har været at udvikle simple metoder til at opgøre trængsel for bil- og bustrafik, både på strækings- og på netniveau.

Metoderne er baseret på en opgørelse af rejsehastighed og tæthed – sidstnævnte dog kun på veje i åbent land, idet opgørelsen af tæthed i byer giver en række praktiske problemer. Signalkryds på strækninger bevirker bl.a., at trafikken ikke afvikles tilfældigt, men i grupper bestemt af signalgruppeplanen. En beregning af tætheden baseret på gennemsnitlige hastigheder og intensiteter afspejler derfor ikke den oplevede gene.

Hvis rejsehastigheden, trafikintensiteten og kapaciteten kendes, kan de øvrige parametre principielt beregnes, dog kun op til en vis trafikal belastningsgrad.

På motorvejsstrækninger kan bilernes rejsehastighed fastsættes på grundlag af målte strækingsmiddelhastigheder, idet der ikke indgår ventetider i kryds. Tætheden kan beregnes på grundlag af målinger af trafikintensitet og hastighed.

På indfaldsveje og bygader kan bilernes rejsehastighed opgøres som en funktion af målte snithastigheder på strækninger og den målte eller beregnede forsinkelse i signalregulerede kryds.

Trængsel for bustrafik på indfaldsveje og bygader kan, som for biltrafikken, opgøres ved rejsehastigheden (rejsetiden) – givet ved en køre- og en stoptid. Sidstnævnte er i dette projekt afgrænset til forsinkelsen i kryds og ved ind- og udkørsel fra busstoppesteder. I dette projekt medregnes opholdstiden ved stoppesteder således ikke i beregning af bussernes rejsehastighed.



*Erfaringer fra projektet viser, at de teoretiske beregningsmodeller har deres begrænsninger, når kapacitetsgrænsen på strækninger og kryds overskrides. Beregningsmodellerne forudsætter desuden fri trafikafvikling, hvilket ikke er tilfældet i situationer med f.eks. tilbagestuvende trafik gennem efter hinanden følgende signalregulerede kryds.*



## 5 Afprøvning af metoder

De valgte metoder og parametre til opgørelse samt grænseværdier for niveauerne af trængsel blev afprøvet i praksis på tre forsøgsstrækninger i Københavnsområdet, inden det endelige valg blev foretaget.

Forsøgsstrækningerne var:

- **Motorvej**  
Motorring 3 – mellem Jægersborg og Køge Bugt Motorvejen
- **Indfaldsvej**  
Ring 2 – Ellebjergvej og P. Knudsens Gade
- **Bygade**  
Vesterbrogade – mellem Platanvej og Helgolandsgade

På disse strækninger blev der i uge 20, 2001, indsamlet et meget omfattende datamateriale ved en række forskellige metoder. For biltrafikken drejede det sig om data fra Vejdirektoratets TRIM-system, automatiske tællinger ved tælleplader og permanente tællestationer, manuelle tællinger, nummerskrivningsanalyser og gennemkørsler med målebil. For bussernes vedkommende blev der benyttet håndholdte terminaler, der blev gennemført nummerskrivningsanalyser, og der blev foretaget udtræk fra HUR's PassagerTælleSystem (PTS).

For at kunne sammenligne den beregnede og den oplevede trængsel – herunder vurdere de foreslåede grænseværdier for rejsehastighed og tæthed – gennemførtes supplerende en mindre spørgeskemaundersøgelse blandt trafikanter, der færdedes på teststrækningerne i forsøgsperioden. Der blev bl.a. spurgt om den oplevede forsinkelse og utryghed.

Der er indsamlet data ved forskellige metoder, dels for at kunne sammenligne og korrigere de enkelte kilder, dels for at kunne opstille og kontrollere relativt simple sammenhænge mellem rejsehastighed og indsamlede data i form af bl.a. trafikintensitet, snithastighed, køre- og stoptid mv. Dette er særlig vigtigt for beregningen af trængsel på indfaldsveje og bygader, idet datagrundlaget her generelt er – og må forventes fortsat at være – sparsomt.

Der er på denne baggrund opstillet en generel sammenhæng mellem trafikintensiteten (kapacitetsudnyttelsen) og bilernes snithastighed (ift. free-flow hastigheden) på indfaldsveje og bygader. Derved kan køretiden beregnes. Tillægges stop-tiderne i de signalregulerede kryds, som kan beregnes på baggrund af vejreglerne, fås den samlede rejsetid og -hastighed.

På motorvejene er der ikke opstillet en sammenhæng mellem trafikintensiteten og hastigheden, idet TRIM-systemet allerede løbende registrerer sammenhørende værdier af disse. Sådanne sammenhænge vil dog relativt enkelt kunne uddrages og overføres til motorveje uden for Københavnsområdet.

For busser er der opstillet en foreløbig sammenhæng mellem bilers og bussers rejsehastighed. Derved kan bl.a. effekten af øget biltrafik på bussers fremkommelighed umiddelbart vurderes.

Afprøvningen viste, at de opstillede parametre mv. er egnede til beskrivelse af trængsel.

## 6 Trængsel i hovedstadsområdet



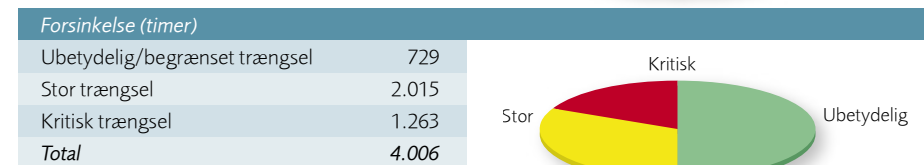
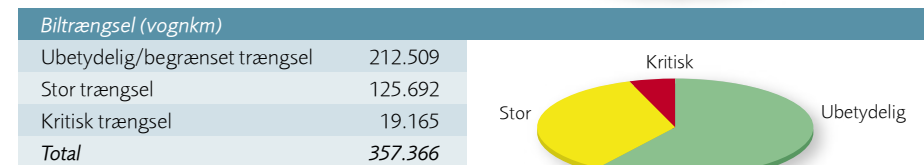
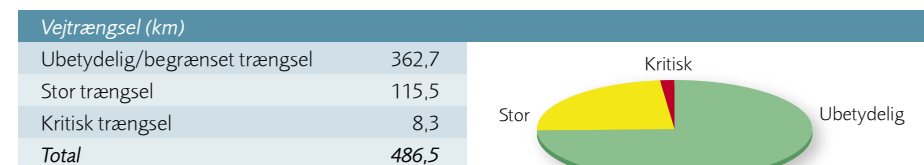
Trængselsniveau for biltrafikken i en morgentime i Københavns Kommune. For hver strækning er trængselsniveauet vist for den mest belastede trafikretning. Forsinkelserne er generelt størst i City, på Ring 2 og på de større indfaldsveje.

Efter at have defineret parametrene til opgørelse af trængsel og afprøvet forskellige metoder til opgørelse, blev der foretaget en opgørelse af det samlede trængselsomfang for en del af vejene i Københavnsområdet, bestående af Kommunevejene i Københavns Kommune, motorvejene dækket af Vejdirektoratets TRIM-system samt busruterne i HUR's A-busnet og på Ring 3. Derefter blev der foretaget en opregning af trængslen for biltrafikken i hele hovedstadsområdet.

Beregningerne er gennemført for morgenspidstimen i 2001 og viser bl.a., at en stor del af vejnettet i København ikke påvirkes mærkbart af trængsel i morgenspidsten, dvs. ikke oplever forsinkelser på over 20 % af free-flow rejseliden.

Der forekommer således kun kritisk trængsel på 2 % af vejnettet. Kritisk trængsel omfatter 5 % af trafikken, som belastes af hele 32 % af forsinkelserne. Samlet set er forsinkelser opgjort til at udgøre 29 % af den samlede rejsetid i morgenspidstimen i Københavns Kommune.

*Trængsel i morgenspidstimer 2001, Kommuneveje i Københavns Kommune.*



Også for motorvejene gælder, at kun en mindre del af vejnettet påvirkes af kritisk trængsel i morgenspidstimen. Andelen (11 %) er dog større end i Københavns Kommune. Det samme gælder for den påvirkede trafik (13 %) og forsinkelserne (51 %). Som for biltrafik på Kommuneveje i Københavns Kommune gælder, at en væsentlig større del af vejnettet og trafikken påvirkes af stor trængsel end af kritisk trængsel.

Beregninger baseret på data fra HUR's PassagerTælleSystem (PTS) for udvalgte busruter i morgenspidstimeren viser, at 5-10 % af afgangene afvikles ved kritisk trængsel. Forsinkelserne på disse afgange udgør 30-40 % af de totale forsinkelser for bustrafikken på disse ruter. Dette gælder både for busser og passagerer.

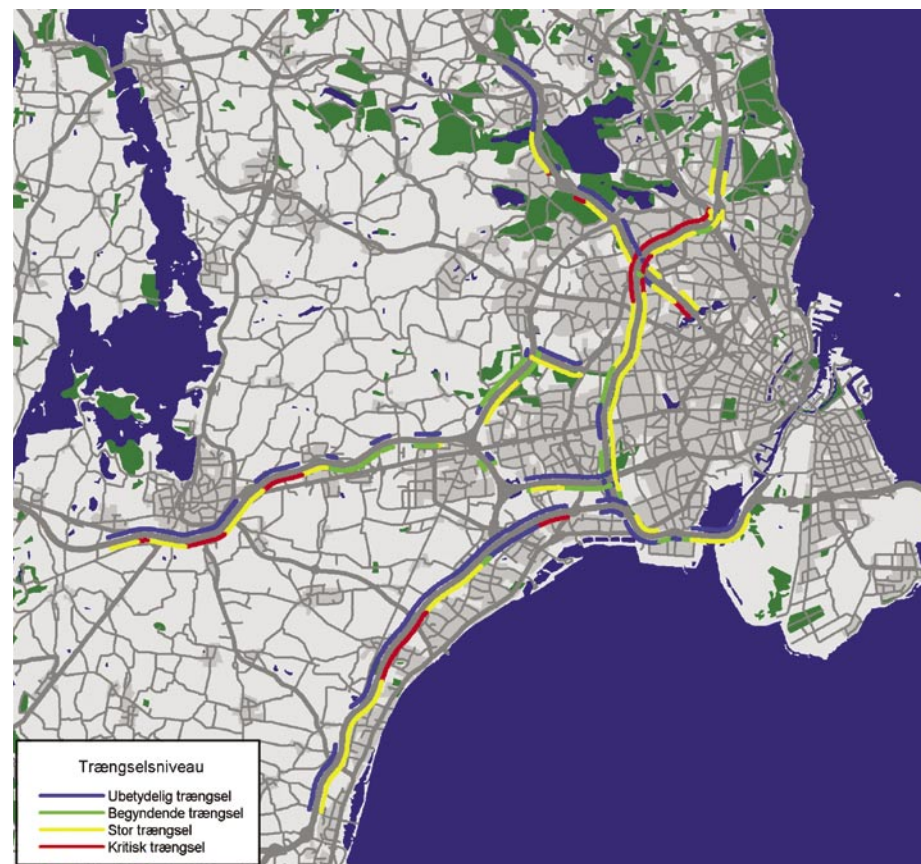
Sammenlignes trængselsopgørelsen for biltrafik i Københavns Kommune og på motorveje i hovedstadsområdet ses, at forsinkelserne er af omtrent samme størrelsesorden, mens trafikarbejdet er ca. dobbelt så stort på motorvejene.

Gennemsnitsforsinkelsen for biltrafik på motorveje er ca. 25 sekunder pr. passagerkm i morgenspidstimeren. For biltrafik på Kommuneveje og bustrafik på de betragtede ruter er forsinkelserne ca. 50 sekunder pr. passagerkm.

Morgenspidstimer 2001	Længde (km)	Trafikarbejde (km)	Forsinkelse (timer)
Biltrafik, Københavns Kommunes vejnet	240	357.000	4.000
Biltrafik, TRIM-motorveje	120	670.000	3.500
Bustrafik, A-bus og Ring 3	100	218.000	3.000

For biltrafik er angivet vognkm og køretøjstimer (én times spidsperiode).

For bustrafik er angivet passagerkm og passagertimer (2 timers spidsperiode).



Trængselsniveauer på motorveje i Vejdirektoratets TRIM-system, hverdagsmorgenmyldretime i september-november 2002. Det ses, at forsinkelserne er størst i indadgående retning samt på ringvejene.

### Opregning af resultaterne

Til brug for opregning af trængslen – såvel geografisk som tidsmæssigt – er der foretaget en række analyser af data indsamlet i AKTA projektet.

I AKTA blev 400 biler fulgt ved hjælp af GPS over 16 uger fordelt på to år med henblik på at vurdere effekterne af Road Pricing. Forsøget muliggjorde et stort antal observationer af faktiske rejsehastigheder i nettet. På grundlag af disse observationer er der foretaget en tilnærmet beregning af trængslen i vejnettet i hovedstadsområdet, idet den gennemsnitligt observerede hastighed uden for myldretiderne er anvendt som et udtryk for free-flow hastigheden. Selvom dette er en tilnærmelse, vurderes analyserne at give et godt grundlag for opregningerne. Endvidere er de indhøstede erfaringer fra analyserne værdifulde for vurdering af, hvordan GPS-data fremover kan anvendes til at følge udviklingen i trængsel over tid.

Resultater fra AKTA projektet viser, at beregningen af trængsel i morgenspidstimen i Københavns Kommune kun omfatter en mindre del af den samlede trængsel i hovedstadsområdet. Dette gælder såvel geografisk som tidsmæssigt.

Forsinkelse (timer)	Morgenspidstime	Dagniveau
Københavns Kommune	4.006	38.234
Københavns Amt, Københavns og Frederiksberg Kommuner	8.952	75.942
Hovedstadsområdet	10.787	96.634

*Opregninger baseret på resultater fra det københavnske AKTA Road Pricing projekt viser, at forsinkelsen i Københavns Kommune udgør mindre end 40 % af den totale forsinkelse i morgenspidstimen i hovedstadsområdet. Forsinkelsen i morgenspidstimen i Københavns Kommune udgør endvidere kun 5 % af den totale forsinkelse pr. døgn i hovedstadsområdet.*

Analyserne viser desuden, at der er stor og endda kritisk trængsel i en stor del af regionen – ikke kun i centralkommunerne og på motorvejene. En stor del af trængslen ligger uden for morgen- og eftermiddagsmyldretiderne. Der er desuden stor variation i, hvornår myldretiden ligger. Syd og vest for København ligger myldretiderne tidligt, mens de ligger sent mod nord. Generelt er eftermiddagsmyldretiden længere end morgenmyldretiden, og den samlede forsinkelse er større.

Forsøget gav god dækning af det overordnede vejnet i hele hovedstadsområdet, og det indsamlede datamateriale giver et unikt detaljeret billede af hastighederne i vejnettet. Det vurderes, at en permanent flåde på ca. 100 biler udstyret med GPS vil kunne give et tilstrækkeligt datagrundlag for at følge udviklingen i hastigheder og trængsel over tid i hovedstadsområdet.

## 7 Afledte effekter af trængsel

Opgørelsen af det samlede trængselsomfang beskrevet ovenfor inkluderer kun de direkte målelige effekter af trængslen – det vil sige den trængsel, der direkte kan observeres på vejnettet. Opgørelsen tager ikke hensyn til, at nogle trafikanter kan have ændret adfærd på grund af trængslen – f.eks. ved at ændre rute, destination, rejsetidspunkt eller transportmiddel, samt at nogle trafikanter måske helt har undladt at rejse som følge af trængslen. En sådan ændring i adfærden reducerer den observerede trængsel på vejnettet, men den indebærer en afledt "omkostning" for trafikanterne.

For at belyse disse afledte effekter af trængslen er der gennemført en modellering af trafikken ved hjælp af en eksisterende trafikmodel, Ørestadstrafikmodellen (OTM). Rejsetider og trængsel i basissituationen er her korigeret til at stemme med de observerede rejsetider og trængsel fra AKTA GPS-eksperimentet.

Det ekstra tidsforbrug som følge af ændret rutevalg er meget beskedent på trods af, at sivetrafik fra f.eks. motorvejene til alternative veje forekommer i et meget betydeligt omfang. Det udgør således under 1 % af tidsomkostningerne ved de direkte effekter af trængsel. Den væsentligste konsekvens af sivetrafik er således lokal miljøbelastning, hvilket dog ikke er forsøgt kvantificeret i trængselsprojektet.

Analyserne viser, at trafikanterne ikke i væsentligt omfang vælger at skifte transportmiddel eller destination, eller vælger at aflyse turen.

Også de øvrige afledte tidseffekter af trængsel er vurderet for henholdsvis bolig-arbejdsstedstrafik, studerende, erhvervstrafik og fritidstrafik. De direkte effekter er også her dominerende, om end de afledte effekter har en vis størrelse for f.eks. studerende og anden trafik, f.eks. fritidsture.

Fordelingen af effekter af trængsel i forskellige perioder viser ikke de store forskelle, dog er effekten af reduktionen i antallet af ture betydeligt større uden for morgen- og eftermiddagsmyldretiderne, idet en del fritidsture her aflyses som følge af trængsel.

Økonomi (i %)	Pendlere	Studerende	Erhverv	Andet	Varebil	Lastbil	Samlet
Uændrede bilture	85,1	69,3	97,6	84,6	100	100	94,3
Ændret destination	8,2	7,4	0,9	6,6	-	-	2,7
Ændret transportmiddelvalg	7,4	20,5	0,2	4,3	-	-	2,1
Færre ture mv.	-0,8	2,8	1,4	4,5	-	-	1
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

De største effekter af trængsel findes for vejtrafikken. Derudover sker der en overflytning til den kollektive trafik. Uændrede bilture udgør også den største del af de samlede effekter af trængsel, når besparelser i antal kørte km i forbindelse med bl.a. rutevalg inkluderes.

Betragtes de samlede økonomiske effekter af trængsel fordelt på turformål ses, at erhvervstrafikken pga. de høje tidsværdier vægter højest. I alt påfører trængsel således erhvervslivet ekstra tidsomkostninger på 4,1 mia. kr. om året, heraf 2,5 mia. kr. for erhvervstrafikken i personbil.

Modelberegningerne viser, at størstedelen af konsekvenserne af trængsel er inkluderet i beregningerne af de direkte, målelige effekter. Dette gælder både, når effekterne opgøres i tid (timers forsinkelse) og økonomi (kr.). Det ses endvidere, at størstedelen af effekterne findes for vejtrafikken og især den erhvervsrelaterede trafik.

Resultaterne kan fortolkes således, at bilisterne i vidt omfang har gene af trængsel, men at niveauet endnu ikke er så højt, at det giver anledning til i nævneværdigt omfang at skifte transportmiddel, destination eller aflyse turen.

Der bør dog ikke ses bort fra de afledte effekter inkl. ændringer af rutevalg. Det skyldes, at disse effekter stiger, hvis trængslen fremover øges. Samtidig medfører ændringer i rutevalg, at der forekommer sivetrafik fra større, stærkt trafikerede til mindre veje. Dette kan bl.a. have betydelige lokale trafikafviklings-, trafiksikkerheds- og miljøeffekter. Endelig skal det bemærkes, at modelberegningerne viser, at der også er mærkbar trængsel uden for myldretiderne.

Effekter, mio. kr. pr. år	Døgnfordeling			Total
	Morgen	Eftermiddag	Uden for myldretid	
Bolig arbejdsstedstrafik	-272	-403	-306	-982
Studerende	-5	-7	-5	-18
Erhvervstrafik	-665	-988	-899	-2.552
Fritidstrafik	-55	-79	-470	-604
Lastbiler	-198	-252	-201	-651
Varebiler	-239	-336	-323	-899
<b>Total</b>	<b>-1.434</b>	<b>-2.066</b>	<b>-2.205</b>	<b>-5.705</b>

Trængsel medfører i alt ekstra tidsomkostninger på 5,7 mia. kr. om året i hovedstadsområdet, svarende til 120.000 persontimer forsinkelse pr. dag. Og dette tal skal tages som et konservativt skøn pga. beregningsforudsætningerne, der bl.a. ikke inkluderer ændrede turmønstre for vare- og lastbiler.

## 8 Marginale trængselsomkostninger

Ved beregning af marginale trængselsomkostninger udregnes de omkostninger, en trafikant påfører andre trafikanter ved at køre én kilometer på en given strækning. Derimod medtages trafikantens egne omkostninger ikke. De marginale omkostninger omfatter i denne forbindelse længere rejsetider, samt større variation i rejsetiden på selve strækningen, mens de totale omkostninger for trafikanter, der vælger andre ruter, transportmidler eller et andet rejsetidspunkt er medtaget i afsnit 7 om afledte effekter af trængsel. De trafikale effekter sammenholdes med luftforurening og uheldseffekter.

De fleste trafikanter er opmærksomme på, at det tager længere tid at gennemføre en rejse, når der er trængsel, end når der ikke er trængsel. Ved trængsel er der imidlertid også større variation i rejsetiden. Begge effekter medtages i den i projektet udviklede metode til værdisætning af trængsel. På baggrund af længden af og variationen i rejsetid samt trafikanternes aversion imod at komme for sent udregnes en optimal planlagt rejsetid, der dels omfatter selve rejsetiden, dels den ekstra tid de fleste trafikanter afsætter til en rejse, når der er trængsel.

På den baggrund udregnes de marginale trængselsomkostninger. Beregningerne er forholdsvis datatunge, hvorfor der kun er gennemført beregninger på udvalgte delstrækninger på motorvejene samt på de to delstrækninger på Kommuneveje i Københavns Kommune, hvor der blev samlet data ind i forbindelse med afprøvningen af metoder i projektets første fase. Tallene viser, at de marginale omkostninger er meget små for lave trafikniveauer, hvilket svarer til teorien. Derimod stiger omkostningerne hurtigt, når trafikniveauet kommer over et vist niveau. For motorveje når de marginale omkostninger op til 2 kr./km på de mest belastede delstrækninger, mens de på Vesterbrogade og Ellebjergvej kan komme helt op på henholdsvis 4 og 8 kr./km.

Beregningerne viser, at de marginale omkostninger på grund af forøget og varierende rejsetid er betydeligt større end for uheld og luftforurening.



## 9 Løbende registrering af trængsel

I dette projekt er der opstillet en generel definition af begrebet trængsel og foretaget en første opgørelse af det samlede trængselsomfang i hovedstadsområdet. Trængslen udvikler sig imidlertid hurtigt som følge af vejtrafikkens fortsatte vækst. Der er derfor behov for løbende at kunne følge udviklingen i trængsel.

De metoder, der er anvendt i projektet, er relativt ressourcekrævende, og der vil af den grund næppe være mulighed for at foretage detaljerede opgørelser af det samlede omfang regelmæssigt – f.eks. årligt.

Der er derfor søgt opstillet nogle enklere mål, som gør det muligt at følge udviklingen i trængsel over tid, baseret på nogle mere overordnede metoder og ved anvendelse af trafikdata, som allerede indsamles til andre formål.

For motorvejene i hovedstadsområdet indsamler TRIM-systemet meget detaljerede trafikdata, som muliggør en løbende registrering af, hvordan trængslen udvikler sig. Tilsvarende giver HUR's PTS-system – der er under stadig udbygning – mulighed for en relativt detaljeret løbende opgørelse af trængslen for busstrafikken. Derimod findes der ikke enkle metoder til løbende opgørelse af trængslen for biltrafikken på de øvrige veje.

Det er valgt at fokusere på indikatorer, som beskriver udviklingen i den samlede forsinkelse. De grundlæggende parametre til beregning af forsinkelse er hastighed og trafikintensitet.

Disse kan principielt måles:

- *I snit*, hvor snithastigheder efterfølgende kan søges opregnet til strækningshastigheder. Registreringer i snit kan bl.a. omfatte manuelle trafiktællinger eller maskinelle tællinger (flytbare eller permanente). Visse maskinelle tællestationer kan måle både intensitet og hastighed.
- *Mellem to snit*, hvor hastigheden på strækningen mellem de to snit måles direkte. Her kan anvendes nummerskrivningsanalyse – manuelle eller automatiske med nummerpladegenkendelse. Der kan også anvendes systemer baseret på elektroniske nummerplader.
- *I køretøjer*, der bevæger sig i trafikken. Der kan enten være tale om en "målebil", som foretager registreringer af kørslen, mens den færdes i trafikken. Alternativt kan en flåde af biler udstyres med GPS samt en computer, der logger kørslen.

Der findes allerede en lang række målinger af trafikken i snit, og på enkelte strækninger foretages der løbende registrering af rejsehastigheder på strækninger. Københavns Kommune og Vejdirektoratet gennemfører således kørsler med "målebil", og i AKTA projektet blev der gennemført omfattende målinger ved en bilflåde udstyret med GPS.

På sigt er stikprøvemålinger baseret på en bilflåde udstyret med GPS formentlig den mest kosteffektive metode til belysning af trængsel i hovedstadsområdet. Selv med en mindre flåde af biler, vil det være muligt at etablere et relativt detaljeret overblik over rejsesetider/trængsel på det overordnede vejnet.

Etablering af et sådant system vil imidlertid tage tid. Indtil da vil udviklingen i trængslen kunne følges ved en kombination af forskellige metoder. På dele af vejnettet kan de teoretiske beregninger, som er gennemført i dette projekt, opdateres alene på grundlag af informationer om trafikens vækst.

På andre dele af nettet kan de eksisterende systemer for direkte måling af trafik og hastigheder udnyttes. Og endelig kan der på udvalgte strækninger foretages måling med en "flydende bil". Herved vil udviklingen i trængslen kunne vurderes for en del af det samlede vejnet, og denne udvikling kan derefter søges opregnet til det samlede net.







