

Denne artikel er publiceret i det elektroniske tidsskrift

Artikler fra Trafikdage på Aalborg Universitet

(Proceedings from the Annual Transport Conference at Aalborg University)

ISSN 1603-9696

www.trafikdage.dk/artikelarkiv



Ny metode til opgørelse af forsinkelser og trængsel

Kasper Rosenstand (kar@vd.dk) og Lars Olsen (lao@trm.dk)

Vejdirektoratet og Transportministeriet

Abstrakt

I Trængselskommissionens konklusioner indgik, blandt meget andet, et forslag om at styrke metodegrundlaget for opgørelse af forsinkelser og trængsel, så de blev mere sammenlignelige på tværs af transportmidler i vejtrafikken. Denne artikel beskriver rammerne og nogle af de problemstillinger, der vil blive behandlet i et kommende projekt, der har til hensigt at give en fornyet gennemgang af trængselsbegrebet og operationalisering til brug for løbende monitorering af udviklingen i trængslen.

Formålet med artiklen og oplægget på Trafikdagene er tredelt. Det giver for det første mulighed for at præsentere projektet og de hidtidige overvejelser, men lige så vigtigt, er det en mulighed for projektdeltagerne til at få input og sparring til den videre proces. Det giver for det tredje mulighed for at præsentere, hvordan andre igangværende projekter omkring regularitet mv. spillere sammen med dette projekt.

Der er flere bevæggrunde for dette projekt. For det første anbefalede Trængselskommissionen at der bør ses nærmere på opgørelsen af forsinkelser og trængsel. For det andet har problemstillinger omkring trængsel et stort politisk fokus. For det tredje er der en stigende efterspørgsel efter data, der kan belyse det aktuelle omfang af trængsel og udviklingen over tid.

Det synes nu inden for rækkevidde at udvikle og monitorere indikatorer for trængsel, ligesom der er mulighed for at etablere en metode, som ikke afviger mellem biltrafik og bustrafik. Præsentationen og artiklen går i dybden med dette og andre relevante problemstillinger ved en ensartet metode til måling af trængsel.

Arbejdet skal resultere i en sammenlignelig opgørelse af forsinkelser på tværs af transportmidler. Endelig er det ambitionen at fastlægge en metode, så omfanget af forsinkelser kan følges år for år.

Ny metode til opgørelse af forsinkelser og trængsel

Denne artikel beskriver rammerne og nogle af de problemstillinger, der vil blive behandlet i et kommende projekt, der har til hensigt at give en fornyet gennemgang af trængselsbegrebet og operationalisering til brug for løbende monitorering af udviklingen i trængslen.

Det første afsnit i artiklen beskriver baggrunden og formålet med en ny metode til opgørelse af forsinkelser. Det andet afsnit opsummerer nogle af de danske kilder om trængsel, mens det tredje afsnit beskriver nogle af de centrale problemstillinger, der kan opstå i forsøget på at etablere et mere ensartet brug af trængselsbegrebet og i den løbende monitorering.

1. Baggrund og formål

Trængselskommissionen anbefalede i betænkningen "Mobilitet og fremkommelighed i hovedstaden" følgende:

At definitionen af trængselsbegrebet i vejtrafikken ændres, så der bliver fokus på en ensartet beskrivelse af trængsel for busser, biler, vare- og lastbiler og cykler.

At der udvikles et sæt af indikatorer for henholdsvis kombinerede rejser, højfrekvent kollektiv trafik, cykeltrafik, trængsel, mobilitet, tilgængelighed til arbejdspladser og luftforurening og CO₂-udslip. De skal anvendes til en løbende monitorering af udviklingen i kvaliteten af hovedstadens transportsystem samt til vurdering af forbedringstiltag.

Projektet skal ses som en opfølgning på ovenstående anbefalinger, samt ses i forlængelse af, at problemstillingen omkring trængsel har et stort politisk fokus, fordi der er store samfundsmæssige omkostninger forbundet med trængselsituationer, og fordi der kan være store omkostninger ved at løse trængselsproblemerne. Der er ligeledes konstateret en stigende efterspørgsel efter data, som belyser et aktuelt omfang af trængsel og udviklingen i trængsel over tid.

Det synes nu inden for rækkevidde at etablere en række faste indikatorer, som kan skabe grundlaget for en løbende monitorering af omfanget af trængsel. Til trods for, at nye målemetoder gør det muligt og mere overkommeligt at måle trængsel, eksisterer der stadig en række problemstillinger, som først skal afklares. Det drejer sig f.eks. om en fælles forståelse af, hvornår en trafikant er forsinket (0-punktsdiskussionen) og en afklaring af mulighederne for at opgørelsen af trængsel og forsinkelsestid ikke afviger mellem biltrafik og bustrafik.

Der er mange interessenter i formuleringen af sådanne indikatorer, som gerne skal have stor udbredelse efter projektet. Her er oplægget på trafikdagene første mulighed for at inddrage interessenterne, ligesom der ønskes en løbende inddragelse undervejs i projektet, så indikatorerne for trængsel får en bred forankring.

2. Danske kilder om trængsel

Der er tidligere gennemført vurderinger af trængsel vedrørende definition, fastlæggelse af trængselsindikatorer, opdeling i niveauer for trængsel og konkrete beregninger af trængselsomfanget. De væsentligste foreliggende kilder er:

1. Projekt Trængsel (2004)
2. Infrastrukturkommissionen (2008)
3. Trængselskommissionens arbejde vedr. definition af trængsel - DTU Transport (2012/2013)

Foruden ovenstående tre kilder vil projektet bygge videre på tidligere og igangværende studier af rejsetidsvariation.

Projekt Trængsel (2004)

I Projekt Trængsel blev trængsel defineret som "Trængsel er et udtryk for de gener som trafikanterne påfører hinanden i form af nedsat bevægelsesfrihed når de færdes i trafiksystemet".

For at gøre definitionen operationel blev der fastlagt to indikatorer, rejsehastighed og trafiktæthed, og indikatorerne blev relateret til trafikale situationer opdelt i fire niveauer af trængsel, se tabel 1.

Tabel 1 | Trængselsniveauer i henhold til Projekt Trængsel (2004)

Trængselsniveau	Rejsehastighed	Trafiktæthed
Ubetydelig	≥ 80 % af fri hastighed	≤ 20 % af maksimal tæthed
Begyndende	≥ 80 % af fri hastighed	> 20 % af maksimal tæthed
Stor	< 80 % af fri hastighed	≥ 33 % af maksimal tæthed
Kritisk	≤ 40 % af fri hastighed	≥ 60 % af maksimal tæthed

Infrastrukturkommissionen (2008)

Infrastrukturkommissionens opgave var at analysere de fremtidige infrastrukturbehov og foreslå strategier for de langsigtede udfordringer. Der var tale om prognoser frem til 2030 af trafikafvikling, og det ville i denne forbindelse være vanskeligt at arbejde med indikatorerne fra Projekt Trængsel, specielt fordi det i mange tilfælde ville kræve en trafikmodelberegning at estimere hastigheden ved en fremtidig prognosticeret trafik. I stedet blev belastningsgraden valgt som indikator, hvor belastningsgraden er andelen af trafik i forhold til vejens kapacitet, se tabel 2. Trængslen er således opgjort på en anden måde end ved Projekt Trængsel, men der blev brugt de samme betegnelser for niveauer af trængsel, dvs. ubetydelig, begyndende, stor og kritisk trængsel.

Tabel 2 | Trængselsniveau i henhold til Infrastrukturkommissionen (2008)

Trængselsniveau	Belastningsgrad
Ubetydelig	< 70 %
Begyndende	≥ 70 % og < 80 %
Stor	≥ 80 % og < 95 %
Kritisk	≥ 95 %

Trængselskommissionen – DTU Transport (2012/2013)

I forbindelse med Trængselskommissionen udarbejdede DTU Transport et notat med definition af trængsel. Her blev det besluttet at betone kapacitetsaspektet i forbindelse med trængsel, hvilket ikke var nævnt i Projekt Trængsels definition. Den anbefalede definition lyder: "Trængsel er et udtryk for trafikanternes nedsatte bevægelsesfrihed som følge af interaktionen mellem trafikmængden og trafiksystemets kapacitet".

Ved DTU Transports arbejde anbefales det ved fastlæggelse af trængselsniveauet set i trafikantperspektiv kun at bruge rejsehastigheden. Årsagen til ikke også at anvende tætheden som indikator er, at tætheden har vist sig vanskelig at forholde sig til og vanskelig at måle. DTU Transport anvender de samme niveaubetegnelser og hastighedsintervaller for trængsel som ved Projekt Trængsel, men da forskellen mellem ubetydelig og begyndende trængsel ved Projekt Trængsels niveaudeling alene var en forskel i trafikætheden, udgår begyndende trængsel ved at DTU Transport ikke anvender denne indikator, se tabel 3.

Tabel 3 | Trængselsniveau i trafikantperspektiv i henhold til DTU's notat for Trængselskommissionen

Trængselsniveau	Rejsehastighed
Ubetydelig	≥ 80 % af fri hastighed
Stor	< 80 % og ≥ 40 % af fri hastighed
Kritisk	≤ 40 % af fri hastighed

Vejdirektoratet har i tidens løb opgjort og formidlet omfanget af trængsel ud fra både rejsehastighed og belastningsgrad. Resultatet bliver i nogle tilfælde forskelligt, når de to opgørelsesmetoder relateres til de fastlagte trængselsniveauer. Blandt andet beskrives denne problemstilling i nedenstående.

3. Centrale problemstillinger

Der er en række problemstillinger i forsøget på at etablere et mere ensartet brug af trængselsbegrebet og i den løbende monitorering af indikatorer for trængsel. Nedenfor gennemgås nogle af de centrale problemstillinger. Der er typisk tale om forhold, der taler for og imod forskellige måder at opgøre trængsel på.

Behov for én fælles fastlæggelse af trængselsniveau for given trafik situation

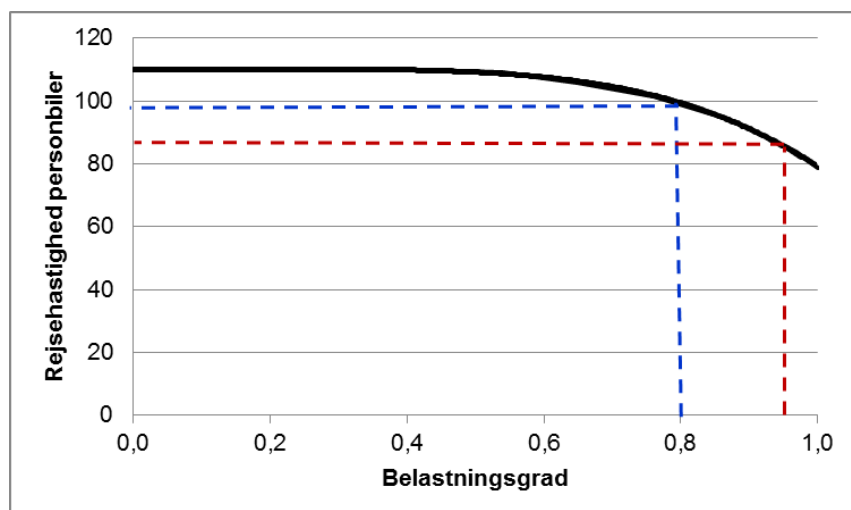
Ved de tidligere trængselsanalyser er omfanget af trængsel opgjort på forskellig måde. Det kan give anledning til inkonsistens i trængselsopgørelser. Problemet kan illustreres ved en standard speed-flowkurve for motorvejstrafik med fri hastighed på 110 km/t, se figur 1. Ved opgørelse ud fra belastningsgrader (den vandrette akse) og Infrastrukturkommissionens trængselsniveauer svarer intervallet af belastningsgrader mellem 0,8 og 0,95 til stor trængsel, og rejsehastigheden aflæst på den lodrette akse falder over dette interval fra ca. 98 km/t til ca. 88 km/t, hvis den fri hastighed er 110 km/t.

Ved opgørelse ud fra hastigheder og Projekt Trængsels niveauer for hastigheder skal hastigheden ved stor trængsel være under 80 % af den fri hastighed, dvs. under 88 km/t. For at dette er tilfældet, vil belastningsgraden være over ca. 95 % med udgangspunkt i standard speed-flowkurven. En belastningsgrad på over 95 % svarer imidlertid til kritisk trængsel i henhold til Infrastrukturkommissionen. Der er således ikke overensstemmelse mellem de to måder at opgøre trængselsniveauet på.

Endvidere skal det påpeges, at ved at anvende Projekt Trængsels rubricering af trængselsniveauer ud fra samhörørende intervaller af rejsehastighed og trafikæthed påviste DTU Transport, at der kan forekomme trafiksituationer som falder uden for rubrikkerne, dvs. som ikke kan karakteriseres ved ubetydelig, begyndende, stor eller kritisk trængsel.

Der er således behov for én generel fastlæggelse af trængselsniveau, som alle trafikale situationer kan relateres til. Hvis det vælges at opgøre trængsel på flere forskellige måder, bør definition og benævnelser være forskellige.

Figur 1 | Speed-flowkurve for motorvejstrafik ved fri hastighed på 110 km/t



Fastlæggelse af referencegrundlag for trængselsopgørelse

Det er ved at anvende rejsehastigheden som indikator for trængsel nødvendigt, at fastlægge et udgangspunkt som hastigheden i aktuelle trafiksituationer relateres til. Denne problemstilling er også aktuel for bustrafikken. En sådan referencehastighed kan typisk være den hastighed som trafikken afvikles med ved lav trafikbelastning af vejnettet eller den højst tilladte hastighed benævnt som den fri hastighed. I Danmark er den fri hastighed i mange tilfælde blevet fastlagt som middelrejsehastigheden aften og nat mellem kl. 18 og kl. 06.

Ved en referencehastighed som aften- og nathastigheden kan man imidlertid få indikeret trængsel i forholdsvist svagt belastede trafiksituationer. Dette gælder især for bygader med komplekse trafikale situationer, hvor der især i dagtimerne også forekommer gang- og cykeltrafik, parkering, busstop mv. Her vil bilernes hastighed ofte være lav også uden for spidsbelastning, f.eks. midt på dagen. For at belyse trængslen i myldretider kunne det for sådanne gader være hensigtsmæssigt i stedet at lade den fri hastighed repræsentere hastigheden mellem morgen- og eftermiddagsmyldretiden, f.eks. kl. 10-14.

Man skal ligeledes fastsætte hvilke køretøjstyper, der skal indgå i hastighedsmålinger. Der er specielt på motorveje ved fri trafikafvikling en stor forskel i hastighed for hhv. person-/varebiler og lastbiler/busser/biler med påhæng. Sammensætningen af køretøjstyper til hastighedsmålinger vil derfor have indflydelse på en aktuel middelhastighed eller en beregnet referencehastighed.

Ved brug af belastningsgrad som indikator for trængsel refereres en trafikbelastning til en beregnet kapacitet, hvilket normalt ikke vil give anledning til tvivl, men det kræves at datagrundlaget for beregningen foreligger.

Fastlæggelse af målgruppe og fokus for trængselsopgørelse

Valget af trængselsindikatorer afhænger af hvilken målgruppe man fokuserer på, f.eks. trafikanter, transporterhvervet eller vejbestyrelse. Men også hvilke elementer i trafikanternes oplevelse af "vejservice" man lægger vægt på, kan medføre behov for forskellige indikatorer.

Ud fra et trafikant- og buspassagerperspektiv bør vælges rejsehastighed og eventuelt variation i rejsehastighed til at fokusere på trafikanters og erhvervslivets fremkommelighed. Trafikanter oplever af trængsel påvirkes imidlertid også af hvor meget trafik der færdes samtidigt på vejen. Tæt trafik medfører at trafikanter skal være særlig forudseende med hensyn til valg af vognbane, og det kan medføre stress og ubehag ved f.eks. svingmanøvrer. Denne mere komfortmæssige faktor beskrives bedst ved trafiktætheden i form af antal køretøjer pr. sporkilometer.

Ud fra et vejmyndighedssynspunkt kunne belastningsgraden eller kapacitetsudnyttelsen være særlig hensigtsmæssig til beskrivelse af et trængselsniveau. Denne indikator angiver umiddelbart, hvor nær en trafikal situation er på kapacitetsgrænsen og dermed hvor meget restkapacitet der er. Indikatoren er derfor særlig egnet til brug i vej- og trafikplanlægningen. Til gengæld kræves det at der er foretaget en beregning af kapaciteten.

Brug af trængselsdefinition og indikatorer bør ligeledes overvejes i relation til veje uden for og i byområde. Således fravalgte Projekt Trængsel at anvende trafiktæthedsindikatoren for byveje, fordi dette ikke gav mening ved krydstilfarter. Belastningsgraden kan ligeledes være vanskelig at opgøre i byområde, hvor det ofte er kryds, der afgør trafikens fremkommelighed og graden af trængsel. Årsagen er, at belastningsgraden i krydstilfarter afhænger af de øvrige trafikstrømme i krydset eller af signalprogrammer.

Politikere på lands- eller kommunalt niveau kunne i princippet have interesse i trængselsopgørelse ud fra både hastigheder og belastningsgrader, men typisk i mere aggregeret form. Nøgletal baseret på hastigheder viser vej- og bustrafikkens fremkommelighed, og nøgletal baseret på belastningsgrad indikerer et samfundsmæssigt behov for udbygning af infrastrukturen.

Stedfæstelse af trængsel

Man skal være opmærksom på at trængselsopgørelse baseret på rejsetid eller rejsehastighed vil identificere de delstrækninger på vejnettet, hvor trafikanter rent faktisk bliver påvirket af trængslen. Dette er også netop relevant i trafikantperspektiv. Omvendt viser en sådan opgørelse ikke umiddelbart, hvilke vejelementer der optræder som flaskehalse i vejnettet. Det samme gør sig gældende ved brug af trafiktæthed som indikator. Her vil den største trafiktæthed være hvor kødannelsen finder sted og ikke hvor flaskehalsen er. Baseret på de udpegede steder med lav hastighed og kødannelse vil det dog normalt være relativt let at fastlægge flaskehalsens placering.

Ved belastningsgrad som indikator vises derimod selve flaskehalsene. Dette er særlig relevant for vejmyndigheden.

Mulighed for at prognosticere trængsel

Det vil være en fordel, hvis trængselsmålet giver mulighed for kortlægning af trængsel i en fremtidig trafiksituation, således der kan skabes en vurdering af en grad af trængsel i forbindelse med en prognose for trafikken. Ved at beregne trængsel ud fra belastningsgrad er dette umiddelbart muligt, dog forudsat at kapaciteten kendes eller beregnes. I tilfælde hvor kapaciteten ikke ændres, vil belastningsgradens udvikling følge trafikudviklingen. Man skal dog være opmærksom på, at i tilfælde hvor kapaciteten afhænger af anden trafik eller andre trafikstrømme, som f.eks. i bygader og i kryds, vil en almindelig fremskrivning af belastningsgraden ofte ikke svare til den fremtidige situation.

Ved brug af belastningsgraden som indikator, kan man ligeledes opnå en tidlig indikation om forestående trængsel som følge af prognosticeret trafikstigning.

Ved rejsehastighed som trængselsindikator, kan en fremtidig trængsel ikke umiddelbart beregnes. Der skal gøres brug af en trafikmodel eller gennemføres en specifik beregning for delstrækninger og vejkryds ved den fremtidige trafik. Især i forbindelse med strækninger eller kryds, der nu eller fremover er overbelastede, vil det være vanskeligt umiddelbart at fastsætte et trængselsmål baseret på rejsehastighed eller rejsetid for en fremtidig prognosticeret trafikbelastning.

Man opnår normalt heller ikke ved rejsehastigheden som indikator et tidligt varsel om trængsel ved fortsat stigende trafik. Årsagen er, at hastigheden på strækning og ventetiden i kryds som regel ikke ændres ret meget ved stigende trafik indtil forholdsvis tæt på kapacitetsgrænsen. Fra lidt under kapacitetsgrænsen og ved overbelastning vil der derimod med yderligere stigende trafik optræde en meget stærkt øget rejsetid ved både strækning og kryds.

Ved at gennemføre beregninger i en trafikmodel kan man for en prognosticeret trafik opnå mål for rejsetider og rejsehastigheder mellem punkter i modellen. De hidtil anvendte trafikmodeller har imidlertid ikke afbildet situationer med overbelastning på en tilfredsstillende måde, men forbedring af trafikmodeller på dette punkt søges for tiden udviklet og implementeret. Derfor kan brug af trafikmodeller til trængselsberegning ud fra rejsehastigheder blive særlig relevant fremover.

Trængselsmålets relevans

Ved at anvende trængselsdefinitionen fra Projekt Trængsel kunne der i princippet være trængsel blot ved at to trafikanter befandt sig samtidigt på den samme vej ved at den ene har påvirket den andens hastighed. En sådan situation vil mange nok ikke betragte som trængsel. DTU Transports definition kommer formodentlig tættere på hvad der normalt forstås ved trængsel, idet der her indgår relationen mellem aktuell trafikmængde og kapacitet. Derved antydes det, at trængsel er knyttet til situationer, hvor der er et uhenigtsmæssigt forhold mellem trafik og kapacitet.

Som udgangspunkt for valg af trængselsindikatorer bør man også gøre sig klart, hvor tæt en relation der er mellem en målt og en oplevet trængsel. Selv om en oplevet trængsel er subjektiv og trafikanters vurdering af hvad der anses som trængsel, er forskellig, vil det være en fordel, hvis man som bruger af trængselsbegrebet kan genkende en trafikal situation i relation til et beregnet trængselsniveau.

Ved hastigheden som trængselsindikator, kan der indikeres stor trængsel i situationer, hvor der køres langsomt af andre årsager end en stor trafikintensitet. Det kan f.eks. være ved kørsel mod samordningsretningen for signalanlæg, hvor der på bygader køres langsomt af hensyn til parkerende biler, fodgængerovergange og cyklister på kørebanen, og hvor der på en landevej køres efter landbrugskøretøjer. Endvidere kan hastighedsdata repræsentere situationer med vejarbejde eller hændelser.

Måling af trafik

Der er de senere år sket betydelige fremskridt med hensyn til måling af trafikafvikling. Tidligere var man næsten udelukkende henvist til måleudstyr anbragt i vejsiden til måling af trafikken over et snit. I dag er det også muligt at måle rejsetider og rutevalg ved GPS i køretøjer, Bluetooth-detektorer og kamera til nummerpladegenkendelse. Den teknologiske udvikling gør, at f.eks. rejsehastigheden er mulig at anvende som

indikator, fordi den kan måles. Ved at kombinere målte hastigheder over en delstrækning med målte værdier for trafikintensitet, kan også trafiktætheden estimeres.

En udfordring ved måling af trængselsindikatorer er at sikre, at trafiksituationerne der måles på, er kendte og repræsentative og for eksempel ikke er stærkt præget af vejarbejde eller hændelser, såfremt det er trængslen i forbindelse med vejens normale tilstand der ønskes kortlagt. Hvis man skal være sikker på at målingerne altid er repræsentative for trafiksituationerne, bør der rådes over vejarbejdsplaner og logning af kendte større hændelser således at målinger i tilknytning til dette kan sorteres fra.

Mulighed for at præsentere og følge udviklingen i trængselsomfang (aggregering af trængsel)

Der er en stor interesse i at kunne se og følge udviklingen i omfanget af trængsel. Det er særlig vigtigt, at der anvendes en entydig terminologi, således at det undgås at man får forskellige bud på trængsel for den samme trafik.

Ud over de omtalte indikatorer, kan det således også være aktuelt at supplere definitionen af trængslen og trængselsniveauer med nogle måle- og beregningsforudsætninger, f.eks. hvilke timer og trafikstrømme beregningen gælder.

Aggregering af trængslen og nøgletal for trængsel bør også vurderes, f.eks. om det vil være relevant at opgøre en samlet trafikantforsinkelse i køretøjstimer for en given periode og vejstrækning, en trængselstid f.eks. i timer pr. hverdag med trængsel over et givet niveau eller hvor mange køretøjskilometre der, over en given periode, tilbagelægges under trafikale forhold med et givet niveau for trængsel.

Rejsetidens forudsigelighed

Der er erfaring for at situationer med stor trængsel også giver meget varierende rejsetider og dermed høj grad af uforudsigelighed i rejsetiderne. En rejsetid, der er vanskelig at forudsige, medfører at trafikanter nødsages til at indregne ekstra tid til rejsen for at være sikre på at nå frem til fastlagt tid. Hermed bidrager variationen i rejsetid til dårlig fremkommelighed næsten på samme måde som en aktuel lav rejsehastighed.

Variation i rejsehastighed og rejsetidens forudsigelighed bør således også tænkes med i problemstillingen om trængsel. Denne problemstilling omfatter ligeledes bustrafikken.

Trængsel i bustrafikken

Forsinkelser på vejnettet har betydning for passagerne i bustrafikken. Her er den ventede forsinkelsestid imidlertid ofte lagt ind i køreplanerne, således at den køreplanlagte rejsetid er længere i perioder med forventet trængsel. Bussen kan altså godt køre planmæssigt, samtidig med at passagererne "taber" tid på grund af trængsel, set i forhold til perioder uden trængsel. Det komplicerer en opgørelse af forsinkelserne i bustrafikken.

Beregninger fra Trængselskommissionen viste, at trængslen i bustrafikken svarede til ca. 12 pct. af den samlede opgjorte forsinkelse i biltrafikken, når sidstnævnte er opregnet fra køretøjstimer til persontimer. Det betyder, at bustrafikken står for en markant højere del af forsinkelserne sammenlignet med dets transportarbejde, idet det samlede transportarbejde med bus svarer til ca. 5,5 pct. ift. transportarbejdet med bil i 2012. Buspassagererne rammes derfor relativt hårdere af trængsel end billisterne, da busser fortrinsvis kører i trængselsbelastede områder, hvor efterspørgsel eftertransport er stor. Det er derfor relevant at bustrafikken ligeledes behandles.