

NOTAT

Til Trængselskommissionen

Vedr. Definition af trængsel

Fra DTU Transport

21. december 2012

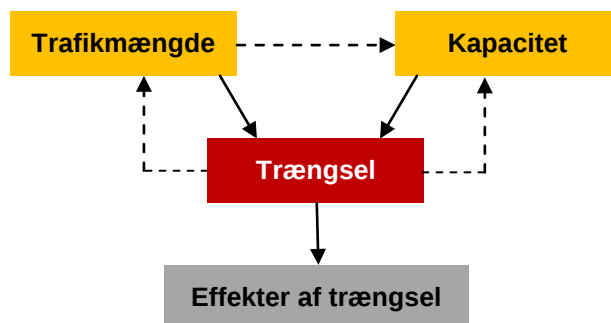
CAB, OAN

Dette notat er udarbejdet af DTU Transport med input fra Vejdirektoratet og Movia. Notatet kommer med anbefalinger til en definition af trængsel samt til fastlæggelse af niveauer af trængsel, ligesom der præsenteres en række indikatorer for opgørelse af trængsel på mere aggregeret niveau. Derudover peger notatet på forskelle i dagens praksis for opgørelse af trængsel på tværs af transportmidler. Disse kan harmoniseres og bringes i bedre overensstemmelse med trafikanternes værdisættelse af forsinkelser.

Definition af trængsel

Trængsel er grundlæggende et udtryk for en ubalance mellem efterspørgsel (trafikmængde) og udbud (kapacitet) af infrastruktur. Trængsel kan påvirkes dels af trafikanterne gennem ændringer i trafikmængden dels af infrastrukturudbydere gennem dimensioneringen af kapaciteten. Interaktionen mellem trafikmængder og infrastrukturens kapacitet er illustreret i nedenstående figur.

Figur 1 Årsager til og effekter af trængsel



I bund og grund besværer trafikanterne sig udelukkende med at rejse (eller transportere gods), fordi de derved kan gennemføre nogle aktiviteter, som er knyttet til en anden destination end hjemmet. Hvis trafikanternes nytte ved at komme til destinationen tages for givet, påvirkes trafikmængden af hvor mange trafikanter, der finder det "besværet værd" at foretage rejsen. I opfattelsen af dette besvær indgår en lang række faktorer, herunder rejsens pris, rejsetid og komforten samt den udbudte service for det pågældende transportmiddel og rute (herunder den aktuelle trængsel, jf. figurens stiplede pil fra Trængsel til Trafikmængde) sammenholdt med alternative transportmidler.

Tilsvarende påvirkes kapaciteten på det lange sigt via bl.a. infrastrukturudbygning men også på kortere sigt i håndteringen af eksempelvis vejvedligehold, ledningsarbejder, vejrlig og oprydning efter uheld eller andre hændelser. Den sidste faktor er årsagen til den stiplede pil mellem Trafikmængde og Kapacitet. Hvis trafikmængden overstiger kapaciteten, bliver trængslen så stor, at det også går ud over infrastrukturens kapacitet, hvilket er illustreret med den stiplede pil fra Trængsel til Kapacitet.

Selve trængslen resulterer i en lang række effekter for både trafikanter og omgivelser. For trafikanterne er et vigtigt element selvfølgelig selve tidstabt som følge af længere rejsetider, men også effekter som kørekø og usikkerhed om at nå destinationen til tiden, som følge af uforudsigelige variationer i rejsetiden. For omgivelserne er der blandt andet ændringer i luftforurening, støj og trafikuheld samt tæt trafiks påvirkning af oplevelsen af byrummet.

En definition af trængsel skal sikre en ensartet forståelse af, hvad der menes med trængsel, hvad enten det er i forbindelse med en vejudvidelse, busfremkommelighed, cykeltrafik, afgifter eller noget helt femte. Derfor bør en definition og opgørelse af trængsel være så konsistent som muligt på tværs af transportformer, ligesom den bør kunne relateres til trafikanternes værdisætning af de forsinkelser og andre gener, der er knyttet til trængsel.

Den anbefalede definition tydeliggør betydningen af henholdsvis trafikmængde og kapacitet, der begge kan variere over tid.

***Trængsel er et udtryk for trafikanternes nedsatte bevægelsesfrihed
som følge af interaktionen mellem trafikmængden og trafiksystemets kapacitet.***

Hermed får kapacitetssiden en større vægt end i definitionen fra Projekt Trængsel (2004)¹.

Med tydeliggørelsen af sammenhængen mellem trafikmængde og kapacitet understreges, at trængslen kan forbedres både ved at udvide kapaciteten gennem infrastrukturforbedringer (udbuddet) og ved at begrænse trafikmængden (efterspørgslen). Selv om man ideelt set kan ønske sig, at der aldrig er trængsel, er dette ikke det optimale i praksis, da det er alt for dyrt i forhold til fordelene. Infrastrukturen skal kun udbygges med henblik på at afhjælpe trængslen, hvis rejsetidsgevinsterne og andre gevinster står mål med investeringsomkostningerne som opgjort i samfundsøkonomiske analyser.

Trafikken kan reguleres, så den anvendes som et middel til at styre trafikmængden både i tid og geografi (den stiplede pil fra Trængsel til Trafikmængde i Figur 1). Det kan eksempelvis være i form af generelle tiltag, der vanskeliggør trafikafviklingen, eller i form af signalregulering, der styrer, hvor køerne opstår og skaber mindst gene for den samlede trafikafvikling.

Niveauer af trængsel

Nedsat bevægelsesfrihed kan være alt mellem en kortvarig kørsel bag en langsommere trafikant og kørsel i en kø, der næsten ikke bevæger sig. Derfor fastlægges forskellige niveauer af trængsel, hvor

¹ Projekt Trængsel (2004) Resumé-rapport, <http://www.trm.dk/da/publikationer/2004/projekt+trængsel/>; *Trængsel er et udtryk for de gener, som trafikanterne påfører hinanden i form af nedsat bevægelsesfrihed, når de færdes i trafiksystemet.*

der siden Projekt Trængsel er brugt begreber som ubetydelig trængsel, begyndende trængsel, stor trængsel og kritisk trængsel.

Den valgte definition af trængsel knytter trafikanterne til et bestemt sted på infrastrukturen på et bestemt tidspunkt. Trafikantens perspektiv på trængsel vil i høj grad knytte sig til vedkommendes adfærd, altså hvor trafikanten er på hvilke tidspunkter. Én trafikant, der primært kører udenfor myldretiden, kan således have en opfattelse af, at der ikke er nogen særlig trængsel, mens andre trafikanter, der primært færdes samme sted i myldretiderne, oplever en hel del trængsel. Infrastrukturforvalterens perspektiv på trængsel vil i høj grad knytte sig til trængslen på en given strækning over tid, både over året og over en årrække. Infrastrukturforvalteren vil derfor primært fokusere på den samlede trafikafvikling på strækningsniveau.

I Projekt Trængsel² var fokus i høj grad på trafikantens perspektiv på trængsel og dermed på trafikanternes oplevede forsinkelser i trafiksystemet, mens Infrastrukturkommissionen³ havde større fokus på behovet for udvikling af kapaciteten og dermed på infrastrukturforvalterens perspektiv. Nedenfor beskrives tilgangen til trængsel og fastlæggelsen af niveauer for begge perspektiver.

Trafikantens perspektiv (efterspørgslen)

Projekt Trængsel fastlagde niveauerne af for trængsel ud fra en kombination af rejsehastighed og tæthed som angivet i Tabel 1.

Tabel 1 Niveauer af trængsel i trafikantens perspektiv		
	Rejsehastighed	Tæthed
Ubetydelig trængsel	Over eller lig acceptabel	Under eller lig acceptabel
Begyndende trængsel	Over eller lig acceptabel	Over acceptabel
Stor trængsel	Under acceptabel	Høj
Kritisk trængsel	Lav / stop-kør	Meget høj

Kilde: Projekt Trængsel (2004)

Hvor de to dimensioner fastlægges på følgende måde:

- **Rejsehastigheden** opgøres som den gennemsnitlige hastighed på en given strækning på et givent tidspunkt og kan omfatte både fri kørsel, køkørsel og stop ved kryds eller stoppesteder. Rejsehastigheden vil derfor på strækninger med kryds typisk være lavere end den skilte hastighed.
- **Tætheden**⁴ opgøres som antal køretøjer på en strækning af en given længde på et givent tidspunkt, eksempelvis 15 køretøjer/km per kørsør. Størrelsen anvendes primært på strækninger uden kryds.

Tætheden er vanskeligere at måle end trafikmængder, der måles som antal køretøjer, der passerer et snit pr. tidsenhed. Trafikmængden er dog generelt ikke et godt mål for trængslen, fordi trafikmæng-

² Projekt Trængsel (2004)

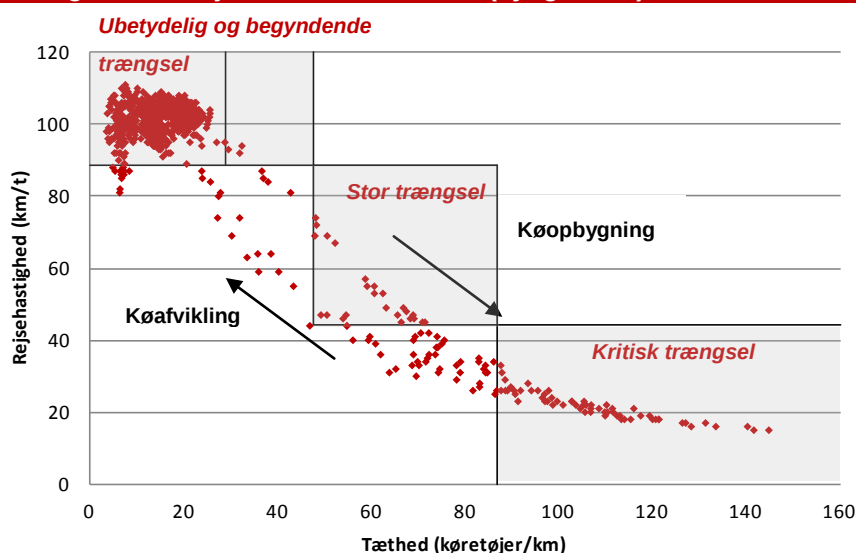
³ Infrastrukturkommissionen (2008) Betænkning <http://www.infrastrukturkommissionen.dk/graphics/Synkron-Library/ISK/PDF/Henvelender%20til%20IK/Januar%202008/Bet%E6nkning%20final%20kort.pdf>

⁴ Tætheden udregnes som trafikmængden i en given tidsperiode delt med hastigheden.

derne falder, når der opstår kø og dermed høj trængsel, mens tætheden fortsætter med at stige. Et eksempel på sammenhængen mellem rejsehastighed og tæthed ses i Figur 2, der desuden viser de forskellige niveauer af trængsel for Helsingørsmotorvejen for perioden mandag d. 24.- fredag d. 28. september 2012. I eksemplet er den maksimalt målte tæthed 145 biler per km, hvilket svarer til en tæthed på 73 biler per km per kørespor. Det betyder, at bilerne holder i kø med knap 14 meter fra forende til næste forende i hvert af de to spor.

Som det fremgår af Figur 2, er tilgangen i dette perspektiv meget detaljeret med observationer af rejsehastighed på en given strækning i konkrete tidsintervaller. Tilgangen muliggør en opgørelse af hvor meget trængslen afhjælpes på forskellige niveauer ved et givet tiltag. Det er således muligt at opgøre i hvilket omfang perioden med kritisk trængsel kortes ned eller helt forsvinder.

Figur 2 Observeret relation mellem rejsehastighed og tæthed for Helsingørsmotorvejen nord for Gl. Holte (sydgående)



I Projekt Trængsel blev tærsklerne mellem de forskellige trængselsniveauer i første omgang beskrevet ud fra normative begreber om acceptabel rejsehastighed og tæthed. I projektet blev disse omsat til operationelle mål⁵ for tærsklerne for henholdsvis rejsehastighed og tæthed, men de kan i princippet variere for vejtyper og områder i landet. Disse er ligeledes indtegnet i Figur 3. Det er værd at bemærke, at en stor del af observationerne ikke opfylder begge kriterier og dermed falder udenfor de fastlagte niveauer. **Det anbefales, at niveauerne af trængsel tager direkte udgangspunkt i mere objektivt målelige kriterier baseret på selve trafikafviklingen.**

Af figur 2 fremgår, at der er et klar dynamisk udviklingsforløb mellem tætheden og rejsehastigheden i forbindelsen med spidsbelastningsperioden, når vi kommer under 80% af den skiltene hastighed. Men en entydig funktionel sammenhæng mellem tæthed og rejsehastighed kræver information om, hvorvidt

⁵ For rejsehastighed går tærsklerne ved 80% og 40% af den frie rejsehastighed, men tærsklerne for tæthed går ved 20%, 33% og 60% af den maksimale tæthed. Kilde: Projekt Trængsel (2004).

trafikken er under køopbygning eller køafvikling. På grund af den klare dynamiske sammenhæng kan *fortegnet for ændringen* af tætheden klarlægge denne entydige sammenhæng

Infrastrukturforvalterens perspektiv (udbuddet)

Mens trafikantens perspektiv var dominerende i Projekt Trængsel, var infrastrukturforvalterens perspektiv i fokus i Infrastrukturkommissionens arbejde. Her bruges de samme begreber i form af ubetydelig, begyndende, stor og kritisk trængsel, men der ligger et andet og mere aggregeret kriterium til grund, idet der tages udgangspunkt i kapacitetsudnyttelsen i 100. største time.

Tabel 2 Niveauer af trængsel i planlægningens perspektiv Kapacitetsudnyttelse i 100. største time	
Ubetydelig trængsel	Under 70%
Begyndende trængsel	70-80%
Stor trængsel	80-95%
Kritisk trængsel	Over 95%

Kilde: Vejdirektoratet og Infrastrukturkommissionen (2008) ⁶

Begreberne og dermed niveauerne fastlægges på følgende måde:

- **Kapacitetsudnyttelsen** opgøres som den aktuelle trafiks andel af strækningens kapacitet. En strækning med en kapacitet på 2200 personbiler har således en kapacitetsudnyttelse på 80%, hvis den aktuelle trafik er på 1760 personbiler.
- **100. største time** benyttes ofte af Vejdirektoratet til dimensionering af ny infrastruktur. Trafikken i 100. største time (i løbet af et år) skal repræsentere en situation med relativt intensiv belastning af strækningen uden at opgørelsen påvirkes af hændelser eller ekstreme myldretider.

Årsagen til Vejdirektoratets valg af kapacitetsudnyttelsen som kriterium for trængselsniveauerne er dels, at rejsehastigheder specielt tidligere har været vanskelige at måle dels, at rejsehastigheder ikke isoleret set kan prognosticeres uden eksempelvis en trafikmodel.

For det anvendte eksempel med Helsingørsmotorvejen nord for Gl. Holte (Figur 3) kan kapacitetsudnyttelsen i 100. største time opgøres til lige over 90%⁷, hvorfor strækningen beskrives som påvirket af stor trængsel. Af eksemplet fremgår, at opgørelsen er mere aggregeret idet en strækning generelt har ét niveau af trængsel.

I planlægningsperspektivet er det vigtigt at kunne udpege problemets lokalisering præcist. De største hastighedsnedsættelser og tidstab forekommer inden en flaskehals og ikke i selve flaskehalsen på en strækning. Derfor er det nødvendigt at infrastrukturens kapacitet indgår i opgørelserne både af den aktuelle trafiksituation og på længere sigt.

⁶ Se Vejdirektoratets præsentation 'Trængsel i hovedstadsområdet' fra andet møde i Trængselskommissionen.

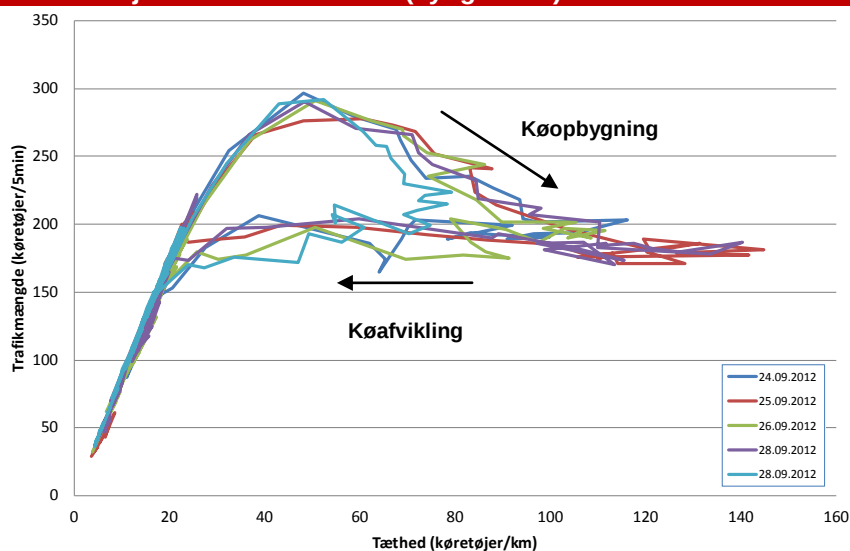
⁷ ÅDT per retning er 62.700 i 2011 (kilde: Vejdirektoratets strømkort). Kapacitetsudnyttelsen i 100. største time, hvis strækningen anses domineret af pendling, er derfor $12,7\% \text{ af } 31.350 = 3.981 \text{ køretøjer}$. Dette sættes i forhold til en maksimal kapacitet på 4.400 køretøjer per time svarende til en udnyttelse på 90,5%.

Observationer af trafikafvikling

Grundlaget for begge perspektiver er sammenhængen mellem trafikmængder og kapacitet. Med til illustrationen af denne sammenhæng hører rejsehastigheden og dermed tætheden. I del følgende illustreres de grundlæggende sammenhænge mellem disse begreber for eksemplet med Helsingørsmotorvejen i Figur 2.

I Figur 3 er vist sammenhængen mellem trafikmængder og tæthed. Observationerne for de fem dage er vist hver for sig, så dag-til-dag variationerne tydeliggøres. Således er trafikken tættest tirsdag og torsdag og mindst tæt fredag. Trods disse variationer, følger trafikafviklingen alle dage det samme mønster og skifter status ved nogenlunde de samme tærskler.

Figur 3 Sammenhæng mellem trafikmængder og tæthed for Helsingørsmotorvejen nord for Gl. Holte (sydgående)



Således begynder køopbygningen, når tætheden kommer over ca. 40 køretøjer/km for de to spor. I Figur 2 svarer det til, at trafikken bevæger sig ud af skyen af observationer i øverste højre hjørne. Trafikken bevæger sig ud af den stabile situation og dynamikkerne for køopbygning og -afvikling tager over. Det fremgår af Figur 2, at dette på eksempelstrækningen sker omkring 90 km/t, hvilket nogenlunde svarer til tærsklen på 80% af den frie rejsehastighed da hastighedsbegrænsningen på 110 km/t.

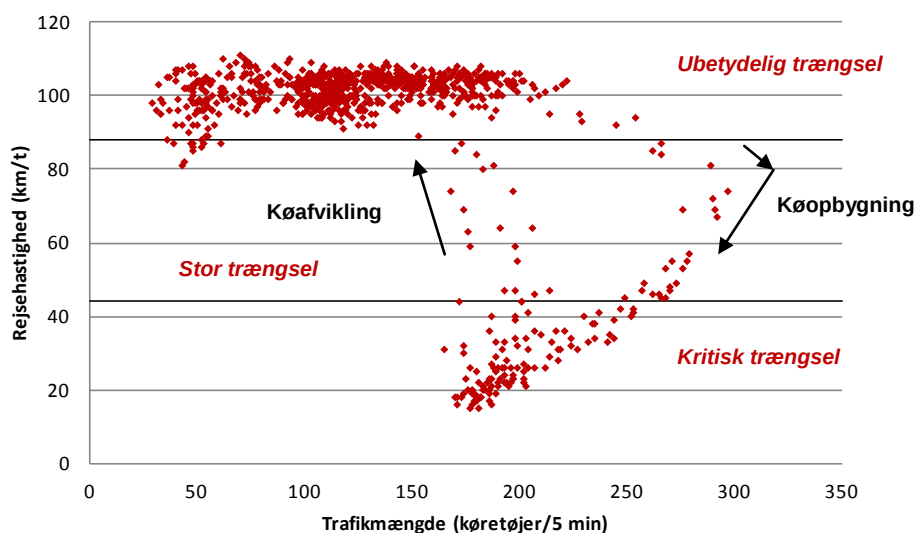
Figur 3 viser, at tætheden i den værste myldretid ligger over 60-70 køretøjer/km for to spor. Figuren viser endvidere, at køen her afvikles nogenlunde konstant med ca. 200 køretøjer/5 min fra en tæthed på ca. 150 køretøjer/km indtil den igen er under ca. 20 køretøjer/km. Af Figur 2 fremgår, at en tæthed på 60-70 køretøjer/km nogenlunde svarer til tærsklen på 40% af den frie rejsehastighed (hvilket svarer til 44 km/t i eksemplet). En fastholdelse af de tærskler afspejler derfor den oprindelige tanke om, at kritisk trængsel beskriver situationer med køkørsel.

Mens tætheden og ændringen heri er en god indikator for skiftene mellem forskellige tilstande eller faser, viser praksis siden 2004, at tæthed er et svært begreb at forholde sig til og frem for alt vanskeligt at måle. **Det anbefales derfor, at trængsniveauerne i trafikantperspektivet fastlægges ud fra**

rejsehastigheder. Derved opnås dels, at principperne bliver ens for motorveje og for strækninger med kryds dels, at alle observationer kan knyttes til et konkret niveau af trængsel, jf. alle de observationer, der i Figur 2 ligger uden for kategorierne. Ved at fastlægge niveauerne alene baseret på rejsehastighed er det desuden muligt at udnytte GPS-målinger som en god datakilde til trængselsopgørelser. Endelig betyder det, at trængselsniveauerne kan illustreres i de meget udbredte speed-flow kurver (se Figur 4 nedenfor).

Baseres trængselsniveauerne alene på rejsehastigheder, udgår kategorien begyndende trængsel i dette perspektiv.

Figur 4 Sammenhæng mellem trafikmængder og rejsehastighed for Helsingørmotorvejen nord for Gl. Holte (sydgående)



Note: Denne sammenhæng er repræsenteret ved den stiplede pil til højre i Figur 1.

Der er en fordel ved at fastholde de kendte tærskler for rejsehastighed, men det objektive grundlag kan styrkes ved at undersøge observationer dels for forskellige typer motorvejsstrækninger, dels for strækninger med kryds. På denne måde kan betydningen af henholdsvis lastbilandel og antal kørespor undersøges nærmere, inden de endelige tærskler fastsættes.

Indikatorer for trængsel

Rejsehastighed, tæthed og trafikmængder i forhold til kapacitet er konkrete indikatorer for trængslen på en given strækning, men der blev i forbindelse med Projekt Trængsel⁸ beskrevet en række trængselsindikatorer, der på forskellig vis beskriver trængslen på et mere aggregeret niveau.

Blandt de generelle indikatorer er:

- **Samlet forsinkelse** opgjort for alle strækninger og køretøjer. Forsinkelsen opgøres som timer og opgøres ofte fordelt på trængselsniveauerne.

⁸ Projekt Trængsel (2004).

- **Trængselstid** beskriver den tid (timer per dag) trafikken i nettet svarer til et bestemt niveau af trængsel.
- **Vejtrængsel** beskriver den samlede vejlængde med trængsel eksempelvis i myldretiden eller i 100. største time. Vejtrængslen opgøres ofte fordelt på trængselsniveauerne.

Derudover blev der formuleret en række transportmiddelspecifikke indikatorer. For biler:

- **Biltrængsel** beskriver det samlede antal køretøjskilometre med trængsel eksempelvis i myldretiden eller for et helt år. Biltrængslen opgøres ofte fordelt på trængselsniveauerne.

Og for busser:

- **Trængselsafgange** beskriver antal afgange ved stor eller kritisk trængsel.
- **Bustrængsel** beskriver den samlede rutelængde for alle trængselsafgange.

Det er desuden muligt at formulere en indikator for cykeltrængsel parallelt til biltrængsel:

- **Cykeltrængsel** beskriver det samlede antal kilometre med trængsel eksempelvis i myldretiden eller for et helt år. Cykeltrængsel kan med fordel opgøres fordelt på trængselsniveauer.

En opgørelse af cykeltrængsel forudsætter dog en fastlæggelse af kriterier for, hvornår der er trængsel for cyklister. Hvis kriterierne skal formuleres parallelt til biler og busser, bør de relatere til rejsehastigheden, hvor det dog er noget sværere at fastlægge en fri rejsehastighed for cykel, da de enkelte cyklister har meget forskellige maksimale hastigheder. Det giver eksempelvis ikke mening at medregne forsinkelsestid for en cyklist, som udelukkende kører langsomt, fordi lysten eller konditionen ikke er til at cykle den fastlagte frie rejsehastighed.

Opgørelse af forsinkelser

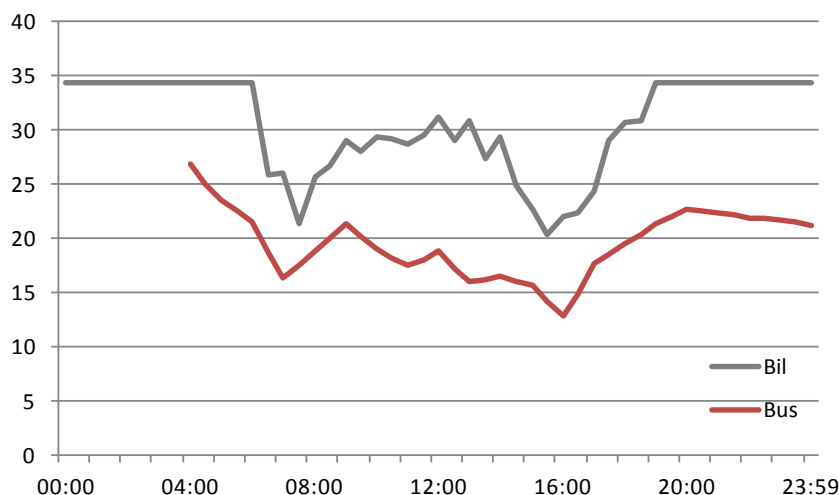


Mens rejsehastigheden på frie strækninger som motorveje og landeveje med få kryds oftest sættes lig den skilte hastighed, omfatter rejsehastigheden på strækninger med kryds også krydsforsinkelsen. I dette tilfælde kan den frie rejsehastighed beregnes ud fra den skilte hastighed og krydsenes indretning med vognbaner og grøntider, men i de fleste tilfælde fastlægges den frie rejsehastighed ved at måle hastigheden på et udvalgt tidspunkt med meget begrænset trafik, typisk om natten⁹. Hvis den målte hastighed ligger over hastighedsbegrænsningen, justeres den typisk ned til selve begrænsningen, så der ikke regnes forsinkelser som følge af trængsel for trafikanter, der kører over hastighedsbegrænsningen.

⁹ Grøntiderne i kryds varierer ofte over døgnet, og den frie rejsehastighed vil derfor også variere. I praksis vurderes det dog, at denne unøjagtighed er relativt lille i forhold til omkostningerne ved at skulle beregne de frie rejsehastigheder for hver tidsperiode.

Til at illustrere betydningen af rejsehastighed i forhold til skiltet hastighed anvendes et eksempel for den del af Ring 2, der går fra Grøndal Centret til Peter Bangs Vej via Hulgårdsvej, Sallingvej, Rebildvej og Grøndals Parkvej. Strækningen er opgjort til ca. 3 km og har skilte hastigheder på henholdsvis 50 og 60 km/t.

Figur 5 Rejsehastigheder for bil og bus på Ring 2 mellem Grøndal Centret og Peter Bangs Vej



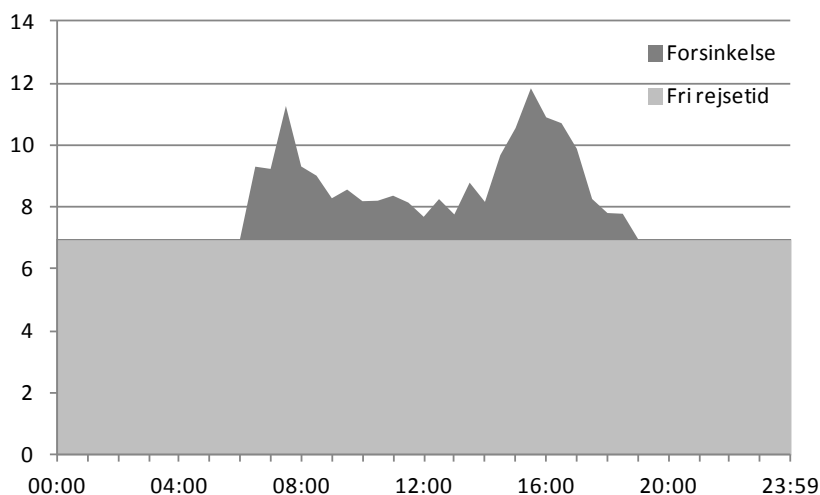
Kilde: Rejsetidsmålinger fra Vejdirektoratet og Movia

Den fri rejsehastighed opgjort som den højeste hastighed målt over døgnet er i dette tilfælde knap 35 km/t for bil og 27 km/t for bus, mens rejsehastigheden i myldretiderne falder til ca. 20 km/t for bil og ca. 13 km/t for bus. Eksemplet viser, at selvom niveauerne er forskellige så følges hastighederne for bil og bus ad, idet begge transportformer påvirkes af trængslen på vejen. Desuden ses, at krydsforsinkelser har stor betydning for rejsehastigheden i byområder, og at der med de tidligere fastlagte tærskler er stor trængsel i perioderne 6.30-9.00 og 14.30-17.30, mens der ikke på denne strækning er kritisk trængsel.

Til vurdering af infrastrukturprojekter og andre initiativer på transportområdet er rejsetidsbesparelser ofte den største gevinst ved projekterne. Rejsetidsbesparelserne opdeles i sparet rejsetid ved henholdsvis fri rejsetid og forsinkelse, men som eksemplerne i de to nedenstående figurer viser, er praksis for, hvad der regnes som forsinkelse forskellig for bil og bus. For bil medregnes al rejsetid ved hastigheder under den fri rejsehastighed som forsinkelse, mens der for bus kun medregnes rejsetid ud over den køreplanlagte tid, som er justeret i forhold til den forventede trængsel.

For eksemplet med Ring 2 betyder det, at det lysegrå område i begge tilfælde er fri rejsetid, mens det mørkegrå område er forsinkelse. Her er forsinkelsen i eksemplet for bil (Figur 6) væsentligt større end forsinkelsen i eksemplet for bus (Figur 7) selvom Figur 5 viste, at rejsehastigheden er lavere for bus end for bil.

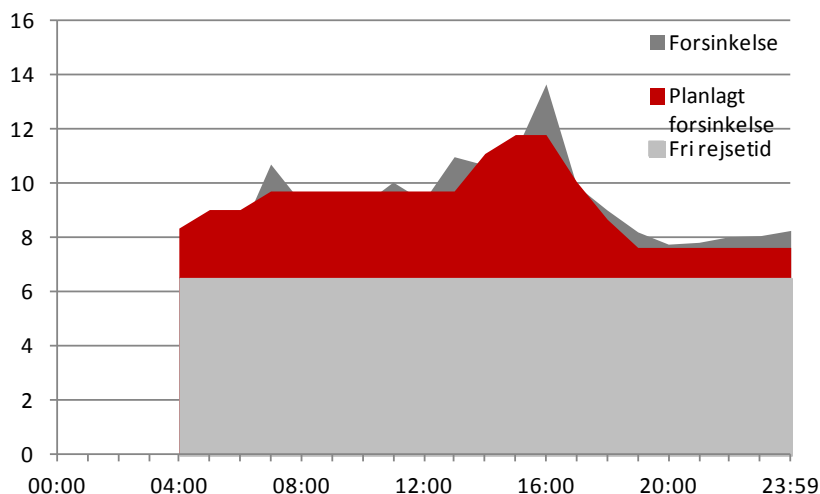
Figur 6 Rejsetider (i min.) med bil mellem Grøndal Centret og Peter Bangs Vej



Kilde: Rejsetidsmålinger fra Vejdirektoratet

På Figur 7 optræder nemlig også den køreplanlagte forsinkelse (det bordeaux felt), som beskriver det slæk, der lægges ind i køreplanen som følge af trængsel. Denne tid kan anses som en forudset forsinkelse. Movia fastlægger dette slæk ud fra et større antal rejsetidsmålinger på de enkelte buslinier, og praksis er, at køreplantiden fastlægges, så 70% af de målte rejsetider er hurtigere end den fastlagte køreplantid, mens 30% er langsommere. Dette slæk stemmer helt overens med både teori og praksis, når der tages udgangspunkt i internationale erfaringer med trafikanters vurdering af forsinkelser (se næste afsnit).

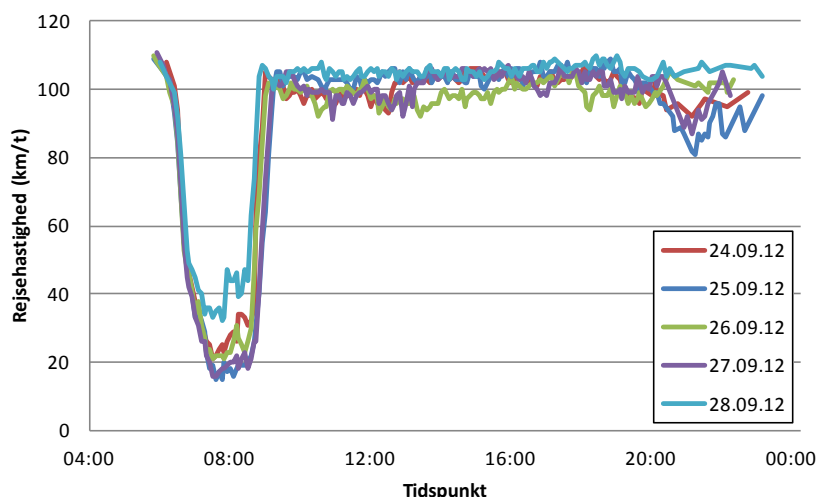
Figur 7 Rejsetider (i min.) med linie 21 mellem Grøndal Centret og Peter Bangs Vej



Kilde: Rejsetidsmålinger fra Movia for perioden 1. oktober – 31. december 2010

Samlet viser eksemplet for Ring 2, at der er væsentlige forskelle på, hvordan forsinkelserne opgøres for transportformerne. Det anbefales derfor, at der udarbejdes en mere ensartet opgørelsesmetode, eksempelvis ved at introducere forudsete forsinkelser for biltrafikken.

Figur 8 Variation i rejsehastigheder over en uge på Helsingørsmotorvejen nord for Gl. Holte (sydgående)



Figur 8 viser dag-til-dag variationen i rejsehastigheder på Helsingørsmotorvejen over fem hverdage. Selvom der er mindre variationer fra dag til dag, er hastighedsreduktionen i myldretiden så ensartet, at stedkendte bilister hurtigt kan forudse forsinkelsen i myldretiden sammenholdt med udenfor myldretiden. Mens rejsehastigheden udenfor myldretiden ligger på omkring 100 km/t varierer hastigheden i den værste myldretid mellem 20 og 40 km/t.

Vejdirektoratet har tidligere anvendt forskellige mål for variationen i rejsetid, eksempelvis forskellen mellem rejsetiderne for den 5% højeste rejsetid (95% fraktilen) og middelrejsetiden (50% fraktilen). Hvis forskellen er stor, er der en stor variation og en høj grad af uforudseelighed i rejsetiden. **Det anbefales, at der arbejdes videre med at fastlægge en metode til at skelne mellem forudsete og uforudsete forsinkelser for biler.** Diskussionen af forudsete og uforudsete forsinkelser afspejles i værdisætningen nedenfor.

Værdisætning af trængsel

Movias opdeling af forsinkelser i forudsete forsinkelser (de køreplanlagte) og uforudsete forsinkelser stemmer som nævnt fint overens med danske og internationale tidsværdistudier. Det danske DATIV¹⁰ studie viste, at danskerne tillagde fri rejsetid og forudsete forsinkelser samme timepris. Trafikanterne forventer således ikke at kunne rejse med samme hastighed i myldretiden som om natten. Siden har internationale tidsværdistudier vist, at trafikanterne til gengæld tillægger uforudsete forsinkelser en

¹⁰ The Danish Value of Time Study,

http://www.transport.dtu.dk/upload/institutter/dtu%20transport/pdf_dtf/rapporter/the%20danish%20value%20of%20time%20study_250208.pdf

timepris, der er 2-4 gange højere end timeprisen for fri rejsetid. Denne forskel lægger op til en tilgang til værdisætning, der er anderledes end den nuværende danske praksis (se boks).

Ved en samfundsøkonomisk vurdering af eksempelvis infrastrukturprojekter beregnes gevinsterne på følgende måde:

- For et vejprojekt medregnes besparelserne i den fri rejsetid (det lysegrå felt i Figur 5) med den normale tidsværdi, mens besparelser i forsinkelsestiden (det mørkegrå felt) regnes med en tidsværdi, der er 50% højere.
- For et busprojekt medregnes besparelserne i den køreplanlagte tid (de lysegrå og bordeaux felter i Figur 6) med den normale tidsværdi, mens besparelser i forsinkelsestiden (det mørkegrå felt) regnes med en tidsværdi, der er 100% højere.

I den danske praksis er tillægget højere for busforsinkelser end for bil, til gengæld medregnes kun den uforudsete del af forsinkelserne for bus. Hvis der foretages en opdeling af forsinkelse i forudsete og uforudsete forsinkelser for både biler og busser (samt eventuelt for cykler), **anbefales det, at denne opdeling afspejles i de tidsværdier, der benyttes til værdisætning af tidsbesparelser i de samfundsøkonomiske analyser.**

Opgørelse af ændret adfærd

Forsinkelser er den mest synlige effekt af trængsel og de direkte målinger af forsinkelser på strækninger fanger den største del af trængselseffekterne. Trængsel kan dog også få trafikanterne til at ændre adfærd og dermed skabe nogle mindre synlige effekter af trængsel. De typiske reaktioner kan omfatte ændringer af rute, destination, transportmiddel og rejsetidspunkt ligesom nogle trafikanter helt undlader at gennemføre rejsen. Opgørelser fra Projekt Trængsel¹¹ peger på, at disse adfærdsændringer har et omfang, der svarer til yderligere 15% udover de omkostninger, der knyttes til forsinkelserne på selve nettet.

¹¹ Trængselsprojektet – modellering af trængsel, CTT notat, 2005