

Passagerforsinkelser på jernbaner i Roskilde Amt

Sten Hansen, Atkins Danmark A/S

sten.hansen@atkinsglobal.com

Ulrik Djupdræt, Roskilde Amt, Plan&Trafik

tfvuld@ra.dk

0. Abstract

Køproblemer på vejnettet i Hovedstadsområdet er belyst gennem Vejdirektoratets undersøgelser af trafikken i myldretiderne på det storkøbenhavnske motorvejsnet. Køernes størrelse udtrykkes i et antal timer forsinkelse for trafikanterne og anvendes bl.a. som værktøj i trafikplanlægningen. For jernbanetrafik er tilsvarende danske undersøgelser derimod sjældne. Med to jernbanestrækninger i Roskilde Amt som case præsenterer dette paper den daglige forsinkelse i myldretiden for togrejsende. Dette benævnes passagerforsinkelse. Desuden diskuteres de metodiske problemstillinger.

1. Indledning

Roskilde Amt og trafikken

Roskilde Amt har i de seneste år nøje fulgt trafikudviklingen i amtet. Udover indhentning af data er der også gennemført analyser af trafikken i amtet. Formålet med at beskrive ændringer og problemer i trafikken er at give et bedre grundlag for trafikdebatten, samt at varetage Roskilde Amts interesser på trafikområdet. Interessevaretagelsen dækker de trafikale områder hvor amtet ikke selv varetager udviklingen, og er især rettet mod centrale myndigheder på trafikområdet.

Som den trafikale indgangsport til Hovedstadsområdet gennemskæres Roskilde Amt af nogle af landets mest belastede trafikkorridorer. Den trafikale belastning på baner og veje i amtet er meget stor, hvilket ofte resulterer i forsinkelser både for amtets borgere og dem der pendler til/gennem amtet fra naboamterne.

Roskilde Amt udgiver årligt et trafikregnskab, hvis formål er at beskrive de forskellige trafikformer grundigt - på samme vilkår og for alle dele af amtet, og dermed anskueliggøre de trafikale problemer som næsten er dagligdag i amtet. Det årlige trafikregnskab følges op af tre årlige trafikbarometre, som tager den aktuelle puls på trafikudviklingen og samtidig beskriver aktuelle trafikale emner. Det tredje ben i trafikudgivelserne fra Roskilde Amt er analyser af trafikforhold i amtet. I denne serie er udgivet en analyse med titlen "Pendling og rejsemønstre". Alle udgivelser og baggrundsrapporter er tilgængelige på <http://www.ra.dk/>

I Trafikregnskab 2000 [2] var en central historie de store forsinkelser for bilisterne på Holbæk- og Køgebugtmotorvejen, men der fandtes på det tidspunkt desværre ikke tal for forsinkelserne på bane.

Ved udarbejdelsen af Trafikregnskab 2001 [3] var det derfor et stort ønske at beskrive forsinkelserne på banerne på samme måde som forsinkelserne på vej. Derfor bad Roskilde Amt Atkins Danmark om at undersøge passagerforsinkelser på strækningen København-Roskilde og på Køgebugtbanen.

Amtets overordnede formål med at undersøge passagerforsinkelserne er at få beskrevet de to hovedtransportformer med de samme parametre. Analysen har til formål at anslå størrelsesordenen af baneforsinkelserne samt at vurdere disse i forhold til forsinkelserne på motorvejene.

Forsinkelser på vej og bane

Det er forholdsvis enkelt at observere en kø på vejnettet. Køen giver udslag i langsom og ujævn kørsel og virkemidlerne til at fjerne køen er ofte udbygning af infrastrukturen. Køens størrelse kvantificeres almindeligvis ved at måle den aktuelle hastighed og sammenligne med den maksimalt mulige, når trafikken ikke er tæt – dvs. uden for myldretiderne. Dette er f.eks. gjort i rapporten "Grundlag for trafik- og miljøplan for hovedstadsområdet" [1] .

Det er mere vanskeligt at observere en kø på en jernbanestrækning. Togtrafik afvikles efter en køreplan, dvs. det er på forhånd reguleret, hvor mange tog, der må være i et givet tidsrum. Med andre ord køerne er delvist planlagt på forhånd og kan ikke observeres umiddelbart ud fra en faldende gennemsnitshastighed. På tæt trafikerede strækninger og stationer kan der dog forekomme køfænomener som forsinkelser i forhold til den planlagte køreplan.

Jernbanen er kendetegnet ved et komplekst samspil mellem infrastruktur og trafik. Der findes flere virkemidler til at mindske forsinkelser, og et af disse er at udbygge infrastrukturen. Det har især effekt overfor de såkaldte sekundære forsinkelser, såsom forsinkelser fra et tog, som forplanter sig til andre tog pga. tæt trafik på jernbanen, og derved genererer en dominoeffekt. Men kapacitetsudbygninger kan ikke fjerne alle typer togforsinkelser.

Passagerforsinkelsen er generelt produktet af antal rejsende og togets forsinkelse. Der findes flere måder at beregne passagerforsinkelser, afhængig af tilgængelige data og ressourcer.

Metoden med at observere forsinkelsen på et bestemt punkt på rejsen, der anvendes til at måle bilisters forsinkelse, er generelt ikke velegnet til beregning af togrejsendes forsinkelser. Årsagen er, at selvom et tog er forsinket på en bestemt station, vil ikke alle passagerer opleve en forsinkelse af deres rejse, fordi toget senere kan nå at indhente forsinkelsen. Men metoden kan anvendes på visse strækninger til at bestemme størrelsesorden af passagerforsinkelser.

Formål

Formålet med dette paper er at præsentere to undersøgelser af passagerforsinkelser, der er udarbejdet til Roskilde Amts Trafikregnskab 2001. I undersøgelserne er der anvendt to forskellige metoder, der beskrives nedenfor. Undersøgelserne [4] og [5] findes tilgængelig på <http://www.ra.dk/tf/vej/statistik/analyse/index.htm>

Undersøgelserne er gennemført med velvillig bistand fra DSB, DSB S-tog og Banestyrelsen.

2. Passager- og togforsinkelser

Banestyrelsen og DSB råder over et meget righoldigt materiale for *togforsinkelser*. Der måles forsinkelser på hver eneste togafgang og disse registreres i en database kaldet RDS. I den officielle statistik registreres et tog imidlertid kun som forsinket hvis forsinkelsen er større end 5 minutter (2,5 minut på S-banen).

I denne undersøgelse anvendes derimod den forsinkelse, som de togrejsende rent faktisk *oplever*. Dvs. også forsinkelser på under 5 minutter indgår i beregningerne, således at de afspejler de reelle forsinkelser ift. køreplanen.

Der findes forskellige typer data over *antallet af passagerer*. I InterCity- og Regionaltog tæller DSB i hvert tog antallet af passagerer på udvalgte tværsnit. Eksempelvis kunne man i et tog fra København til Kalundborg tælle i tre tværsnit: København-Roskilde; Roskilde-Holbæk og Holbæk-Kalundborg.

Tællingerne angiver belægningen på de pågældende delstrækninger, og da der tælles på hver togafgang, er der et godt datagrundlag for variationen i togets passagertal over året. Til gengæld er materialet ikke velegnet til at bestemme, hvor mange afstigere der er på mellemliggende stationer fra det enkelte tog. Antallet af afstigere kan findes i andre statistikker, typisk på døgnniveau og på forskellige tider af året, men det er ikke tilgængeligt for hvert enkelt tog. For S-tog gennemføres ca. hver 2. måned nogle tværsnitstillinger af alle tog, der passerer udvalgte stationer.

Én dag om året gennemføres en totaltælling af alle togrejser i Hovedstadsområdet, den såkaldte Østtælling. Tællingen indeholder alle afstigere og påstigere på hver station opdelt i 20 minutters intervaller. På stationer med lav frekvens vil man ud fra denne tælling kunne bestemme afstigerantallet fra hvert tog den pågældende tæledag og for de øvrige stationer giver tællingen en relativ god fordelingsnøgle over døgnet. Til gengæld gennemføres Østtællingen kun én dag om året. Tællingen anvendes bl.a. til analyser på S-banen, hvor variationen i rejsemønstret er relativt regelmæssigt.

Beregningsmetoder

Som nævnt er passagerforsinkelsen produktet af togets forsinkelse og antallet af passagerer i toget. Der er 2 metoder til at beregne passagerforsinkelser, her benævnt:

- tværsnitsmetoden
- afstigermetoden

Tværsnitsmetoden består i at man på ét tværsnit sammenholder passagertal og togforsinkelse (anvender man flere tværsnit dobbeltregner man nogle af forsinkelserne). Afstigermetoden består i at man på hver station sammenholder antallet af afstigere fra toget med dets forsinkelse. Ideelt set kræver denne metode at man for hvert tog – udover forsinkelserne ved hver station – også kender antallet af afstigere fra hvert enkelt tog. Jf. ovenfor er disse kildedata imidlertid sjældent til rådighed.

Hvilken metode, der bør anvendes, afhænger af flere forhold: Dels strækningens rejsemønster, dvs. mange eller få afstigere undervejs samt variationen over ugen og året; dels hvilke passagerdata, der er tilgængelige samt naturligvis undersøgelsesressourcer. Afstigermetoden er mere præcis end tværsnitsmetoden, men også mere data- og tidskrævende.

Tværsnitsmetoden er mest egnet til analyser på en strækning hvor belægningen er relativ konstant, dvs. med få af- og påstigere undervejs. Dette er f.eks. tilfældet på strækningen København-Roskilde, hvor denne metode er anvendt.

På S-banestrækninger falder passagerbelægningen relativt meget jo længere man kommer ud i korridoren, og her er det nødvendigt at anvende afstigermetoden. Dette er gjort i undersøgelsen af Køgebugtbanen præsenteret nedenfor.

I begge tilfælde er undersøgelsen begrænset til at se på myldretiden, dvs. kl. 6-9 om morgenen og kl. 15-18 om eftermiddagen.

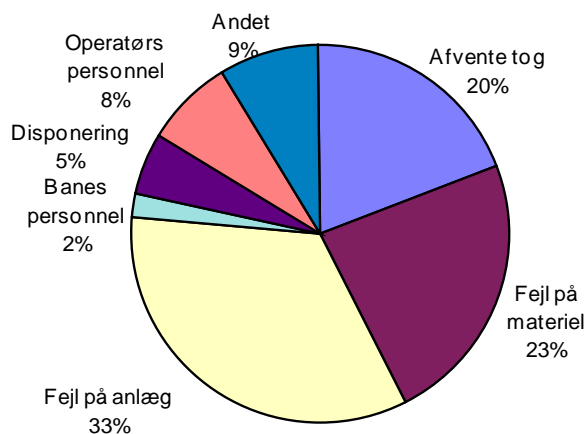
Retningsvise statistikker over passagerforsinkelser giver ofte et helt andet billede end togforsinkelser, fordi togforsinkelserne ikke bliver vægtet med antallet af rejsende. Fordelingen af rejsende til og fra København er meget uens fordelt på retninger, og det betyder, at den retning med de største *togforsinkelser* ikke nødvendigvis har de største *passagerforsinkelser*. Passagerforsinkelser vil derfor typisk give anledning til en anden prioritering af kritiske strækninger end togforsinkelsesstatistikker.

Årsager til togforsinkelser

Som nævnt tidligere er der andre årsager til forsinkelser end manglende kapacitet på skinnerne. Kapacitetsforholdene påvirker mest de sekundære (afledte) forsinkelser, hvorimod årsagerne til de primære forsinkelser kan være betjeningsfejl, fejl på togmateriellet og fejl på

infrastrukturen (anlæg). Et eksempel på fordelingen er vist i nedenstående figur. Tallene stammer fra tog København-Roskilde i begge retninger, der er mere end 5 minutter forsinkede. **Fejl! Ukendt argument for parameter.** viser, at de tre største årsager til forsinkelse skyldes fejl på anlæg (33%), fejl på materiel (23%) og afvente andre tog (20%).

Figur **Fejl! Ukendt argument for parameter.**: Fordeling af årsager til



forsinkelser

3. Passagerforsinkelser København-Roskilde

I dette afsnit gennemgås beregninger af passagerforsinkelser for togrejsende på strækningen København-Roskilde (excl. S-togsrejsende København-Høje Taastrup). [4]

Metode og data

Til beregning af passagerforsinkelser er valgt en tværsnitsmetode. Togforsinkelser er opgjort i Valby i retning mod København, og i retning mod Roskilde er togenes forsinkelse i Høje Taastrup benyttet.

Passagertallet er bestemt ud fra togpersonalets tællinger i de pågældende tog (de såkaldte TRAP-tal). Hver tælling dækker hele strækningen København-Roskilde og tager ikke hensyn til, at der står rejsende af og på undervejs. Ændringer i passagertallet undervejs udgør dog så lille en del af det samlede passagertal, at der kan ses bort fra dette. Den valgte tværsnitsmetode er tilstrækkelig til at vurdere størrelsesordenen af passagerforsinkelser i myldretiden.

Passagerforsinkelsen beregnes for hvert enkelt InterCity- og Regionaltog i morgen- og eftermiddagsmyldretiden¹.

Der er flere grunde til at Valby hhv. Høje Taastrup er valgt som målestationer. Den primære grund er, at strækningen København-Hvidovre-Høje Taastrup udgør en flaskehals i jernbanenettet. Derfor er det valgt at registre togforsinkelsen *efter* passage af flaskehalsen. Målestationerne er derfor ikke ens i de to retninger.

I retning mod København H er togforsinkelserne registreret ved ankomst til – eller passage af – Valby, og togene indhenter normalt ikke forsinkelserne inden København H. Der er ganske vist en målestation mellem Valby og København H, men denne målestation måler kun forsinkelsen ca. 1,5 km før stationen og ikke ved selve ankomsten til perron. Imellem disse to punkter opstår ofte yderlige forsinkelser pga. den begrænsede kapacitet på København H. Omfanget heraf er dog ikke undersøgt, og derfor er Valby valgt som målepunkt.

I retning mod Roskilde er togenes forsinkelse registreret ved ankomsten til Høje Taastrup. Denne togforsinkelse vil være stort set uændret i Roskilde. Men i denne retning kan man derimod *ikke* antage, at togforsinkelser påvirker alle passagerer i toget, fordi togene kan nå at indhente forsinkelser efter Roskilde. Dvs. rejsende til det øvrige Sjælland (og Jylland/Fyn) behøver altså ikke at være forsinkede ved rejsens slutmål, blot fordi toget var forsinket i Høje Taastrup

Passagerforsinkelsen på en gennemsnitshverdag er beregnet ud fra data for 14 hverdage i januar 2001. De 14 dage omfatter alle tirsdage-torsdage i måneden. Mandage og fredage er udeladt, da disse dage har andre rejsemønstre. For togrejsende, der benytter regional- og intercitytog, er passagerforsinkelserne opgjort i tidsrummet 6-9 og 15-18 på strækningen København H-Roskilde.

Resultater

Baseret på den valgte tværsnitsanalyse udgør de togrejsendes forsinkelser morgen og eftermiddag i alt 640 timer på en almindelig hverdag. De rejsende i dette tidsrum er primært pendlere. Passagerforsinkelsen opdelt på retninger er vist i Tabel 1. Tallene i retning mod Roskilde er korrigeret således, at de *kun* omfatter rejser indtil Roskilde, da forsinkelser for rejser længere væk ikke kan opgøres præcist med den valgte metode. Rejser til og med Roskilde er skønnet at udgøre 1/3 af de samlede antal rejsende mod Roskilde.

¹ Enkelte IC-togafgange kan kun benyttes til og fra Roskilde station med tillæg. Lyntog mv. indgår ikke i beregningerne.

Derfor er den beregnede passagerforsinkelse i retning *mod* Roskilde korrigeret til 189 timer pr. dag i stedet for 567 timer pr. dag. Den korrigerede passagerforsinkelse for begge retninger tilsammen udgør ca. 640 passagertimer pr. dag.

Passagerforsinkelse (timer/dag)	Mod København H	Mod Roskilde (Ikke korrigeret i parentes)	I alt (Ikke korrigeret i parentes)
Morgen	332	60 (179)	392 (511)
Eftermiddag	121	129 (388)	250 (509)
I alt	453	189 (567)	642 (1020)

Tabel 1: Passagerforsinkelse København-Roskilde, hverdags gennemsnit

De beregnede ca. 640 timer må betragtes som et minimumsniveau. Det virkelige tidstab afhænger af hvor mange togforsinkelser, der indhentes efter Roskilde, og vil således ligge et sted mellem 640-1020 timer. Men da det vil være meget ressourcekrævende at beregne passagerforsinkelse for rejsende til resten af Sjælland/Fyn og Jylland er de ikke medtaget i beregningen af det korrigerede tal. Denne undersøgelse omfatter altså *ikke* forsinkelser for rejsende, der rejser længere væk end Roskilde (i retning fra København).

Forsinkelser for rejsende, hvis tog bliver aflyst er heller ikke medregnet. Disse kan være meget betydelige, men er vanskelige at beregne fordi man ikke umiddelbart har oplysning om, hvilket tog de rejsende benytter i stedet for det aflyste tog.

4. Passagerforsinkelser København-Køge

Metode og data

Passagerforsinkelserne på Køgebugtbanen [5] er beregnet ved hjælp af en afstigermetoden. Der er anvendt data for togforsinkelser fra januar 2001, hvorimod passagertallene stammer fra Østtællingen. Passagerforsinkelsen er beregnet ud fra data for togforsinkelser i 22 hverdage i januar 2001. Hverdage er defineret som mandag til fredag. Passagerforsinkelserne er opgjort i tidsrummene kl. 6-9 og 15-18.

Østtællingen gennemføres på en torsdag i november, der er repræsentativ for året. Fra denne undersøgelse kan bestemmes det faktiske antal afstigere på hver station i 20-minutters intervaller. Tællingen registrer således ikke præcis hvert enkelt togs afstigere, men på mange stationer er der kun to standsende tog pr. 20 minutters interval. Det må beregningsmæssigt antages, at afstigerne er fordelt ligeligt på togafgangene i 20-minutters intervallet. Antagelsen er ikke kritisk i denne undersøgelse.

Det er valgt at basere undersøgelsen på passagertal for Østtællingen, selvom det kun omfatter en enkelt dag. Årsagen er dels, at der er detaljeret oplysninger på hver enkel station, dels at passagertallet ikke varierer særligt meget fra dag til dag. Variationen i passagertal over året er velbeskrevet på S-banen, så i denne undersøgelse kan man uden problemer anvende Østtællingens passagertal som repræsentant for januar måned.

Undersøgelsen omfatter følgende rejsende på Køgebugtbanen:

- Fra København medtages alle passagerer, der stiger *af* på strækningen Sydhavnen-Køge.
- Mod København medtages alle passagerer, der stiger *på* fra Køge til Sydhavnen og som også stiger *af* inden Nordhavn station.

For rejsende, der fortsætter med toget efter Østerport er forsinkelsen altså ikke opgjort. Ca. 12% af passagererne fortsætter med toget længere mod nord end Østerport (i myldretiden)

Resultater

Det samlede tidstab for de togrejsende på Køgebugtbanen morgen og eftermiddag er beregnet til i alt 809 timer på en gennemsnitlig hverdag.

Passagerforsinkelsen er i Tabel 2 fordelt på retninger. Den omfatter kun forsinkelsen, der opleves når der stiges af S-toget. Der er ikke taget højde for afstigere, som fortsætter rejsen med andre tog eller busser. Ligeledes er afstigere, der står af efter Østerport ikke inkluderet i beregningerne.

Passagerforsinkelse (timer/dag)	Mod København	Mod Køge
Morgen	316	75
Eftermiddag	108	310
I alt	424	385

Tabel 2: Passagerforsinkelse København-Køge, hverdags gennemsnit.

Tidstab for de togrejsende kan reelt være højere, da der er mangler i vores data. Disse mangler kunne være udbedret ved at anvende et gennemsnitstal for eksisterende data på de steder, hvor der ikke er data. Denne bearbejdning ville give et større tal for passagerforsinkelse. Men det ville have krævet et større manuelt databehandling, og er derfor ikke gennemført. Desuden er forsinkelser for rejsende, hvis tog bliver aflyst heller ikke medregnet. På Køgebugtbanen forventes de ikke at være betydelige, da der sjældent er mere end 10 minutter mellem togene. Men det er ikke undersøgt nærmere.

5. Konklusion og perspektiver

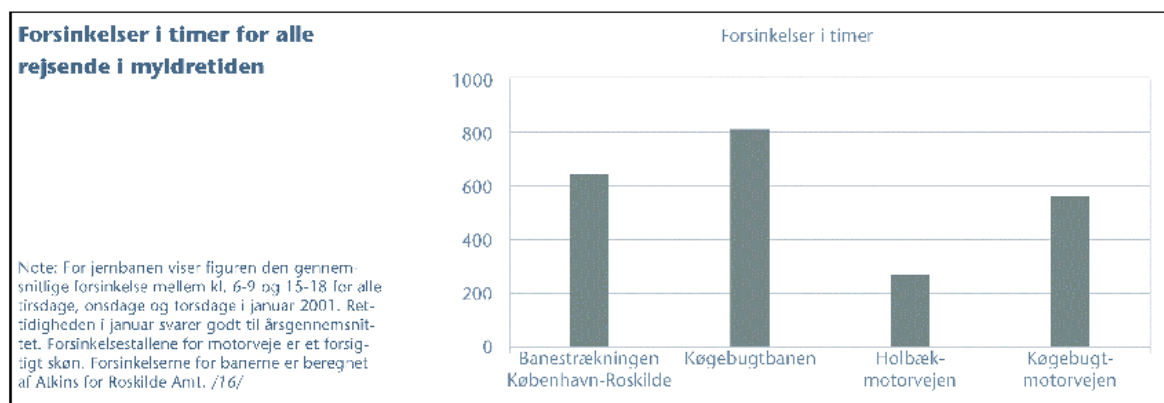
Der er gennemført beregninger af passagerforsinkelser på to af de mest trafikerede jernbanestrækninger i Hovedstadsområdet, nemlig København-Roskilde hhv. S-banen København-Køge. Beregningerne er gennemført i myldretiden på repræsentative hverdage. Beregningerne viser, at passagerforsinkelserne er ganske betydelige.

For strækningen København-Roskilde er passagerforsinkelserne i myldretiden beregnet til mindst 640 timer pr hverdag. Det reelle tal ligger i intervallet 640-1020 timer. For S-bane strækningen København-Køge er det beregnede tal 809 timer på en hverdag.

De 2 tal er beregnet med forskellige metoder og er derfor ikke direkte sammenlignelige, men tallene giver dog en god indikation af størrelsesordenen. Det højere tal på Køgebugtbanen skyldes ikke at togene her er mere forsinkede, men at der indgår flere rejsende i beregningerne. Begge tal er relativt konservative, da beregningerne blandt andet ikke medtager forsinkelser for de rejsende, hvis tog bliver aflyst.

Beregningerne omfatter ikke tidsrummet udenfor morgen- og eftermiddagsmyldretiderne. Årsagen hertil er dels ønsket om at sammenligne med vejtrafikken, dels at forsinkelser udenfor myldretiden i højere grad skyldes andre forhold end infrastrukturens kapacitet.

Hvor store er passagerforsinkelserne sammenlignet med vejtrafikanter ?



Figur 2 Forsinkelser på vej- og bane i Roskilde Amt pr hverdag som de blev vist i Trafikregnskab 2001. Den samlede årlige forsinkelse er på ca. 600.000 timer

Dette fremgår af Figur 2. På Holbækmotorvejen udgør forsinkelsen ca. 270 køretøjstimer pr. hverdag og på Køgebugtmotorvejen ca. 560 køretøjstimer. Dvs. groft taget er forsinkelserne for tog- og bilrejsende i samme størrelsesorden i Køgebugt korridoren, mens forsinkelserne for togrejsende er betydeligt større i Roskilde korridoren. Det skal dog understreges, at der er tale om meget forsigtige skøn over vejtrafikanternes forsinkelser.

Resultaterne af denne undersøgelse viser, at der er behov for at se på alle trafikmidler, når de rejsendes forsinkelser anvendes til planlægningsformål.

Undersøgelsen afslører også at der er behov for en diskussion af et mål for transportkvalitet. De omtalte forsinkelser for vejtrafikanter er f.eks. målt i forhold til en hastighed på 100 km/t. Denne hastighed afspejler imidlertid et valgt serviceniveau og valget bør diskuteres i sammenhæng med standarden for bus- og togrejsende.

Passagerforsinkelser er opgjort som rejsens forsinkelse i forhold til *køreplanen*. Vi har her medregnet også mindre forsinkelser, der normalt ikke medtages i DSB og Banestyrelsens statistik over forsinkede tog (eksempelvis regnes tog København-Roskilde for rettidige, hvis forsinkelsen er under 5 min). Men for togrejsende findes også en anden type "forsinkelse", nemlig en forlængelse af den *planlagte* rejsetid. Den er ikke synlig fordi den kun observeres ved selve køreplanlægningen. Dette fænomen medfører, at visse tog *planlægges* med en lavere rejsehastighed end den, der fysisk er mulig, fordi strækningen er meget tæt trafikeret.

Med disse undersøgelser er der givet et bud på en metode til at beregne forsinkelser for togrejsende og et godt udgangspunkt for en metodeudvikling, der kan inddrage forsinkelser for alle trafikanter i planlægningen.

6. Referencer:

- [1] "*Grundlag for trafik- og miljøplan for hovedstadsområdet*", Trafikministeriet 2000
- [2] "*Trafikregnskab 2000*", Roskilde Amt 2000
- [3] "*Trafikregnskab 2001*", Roskilde Amt 2001
- [4] "*Trafikanalyse for Roskilde Amt. Analyse af forsinkelser for passagerer på jernbanen mellem København H og Roskilde*", Atkins Danmark 2001
- [5] "*Trafikanalyse for Roskilde Amt. Analyse af forsinkelser for passagerer på Køgebugtbanen*", Atkins Danmark 2002