

Passagerforsinkelsesmodellens anvendelighed i samfundsøkonomiske analyser

Mikkel Thorhauge



$$P(i|V) = \frac{\partial \ln G(e^V)}{\partial V_i}$$

$\int_a^b \epsilon \Theta^{\sqrt{17}} + \Omega \int \delta e^{i\pi} =$
 $\infty = \{2.7182818284\}$
 $\chi^2 \sum ! \gg \omega$

Dagsorden

- Formål & problemformulering
- Kort om passagerforsinkelsesmodellen
- Problemstillinger vedrørende prissættelse af forsinkelser
- Paradokser
- Valg af metode til prissættelse af forsinkelser
- Casestudie: S-togsnettet

Formål

- Udvikle en metode til at kombinere en samfundsøkonomisk analyse med den eksisterende passagerforsinkelsesmodel.
- Gøre metoden generel, således at den er mulig at benytte på alle jernbanestrækninger.

Problemformulering

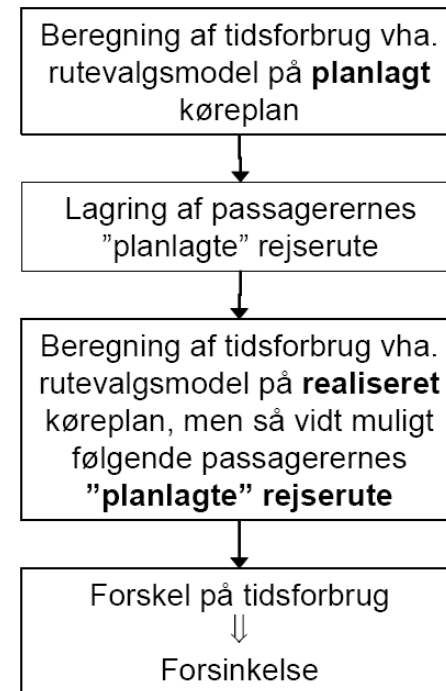
- Hvorledes kan passagerforsinkelsesmodellen anvendes i forbindelse med samfundsøkonomiske analyser, når der modelleres med forsinkelser?
- Hvorledes påvirker forsinkelser i en samfundsøkonomisk analyse forskellige cases?

Passagerforsinkelsesmodellen

- Nyeste version af passagerforsinkelsesmodellen er 3. generation
- Passagerforsinkelsesmodellen er udviklet med henblik på S-togsnettet
- OD-par fordeles på stations-niveau (dvs. ingen "zoner" i modellen)
- Modellen har ingen stokastiske fejlled

Passagerforsinkelsesmodellen - hvordan virker den?

- Anvender to trin.
- Trin 1: Der foretages "normalt" rutevalg i den planlagte køreplan, hvor sekvensen af stationer gemmes.
- Trin 2: Den lagrede rute følges i den realiserede køreplan således at sekvensen af stationer $S_i \rightarrow S_{i+1}$ følges.
- Passageren vil genoverveje sit rutevalg såfremt:
 - Passageren forsinkes mere end en fast grænseværdi (10 minutter).
 - det ikke er muligt at følge sekvensen af stationer fra trin 1.



Passagerforsinkelsesmodellen

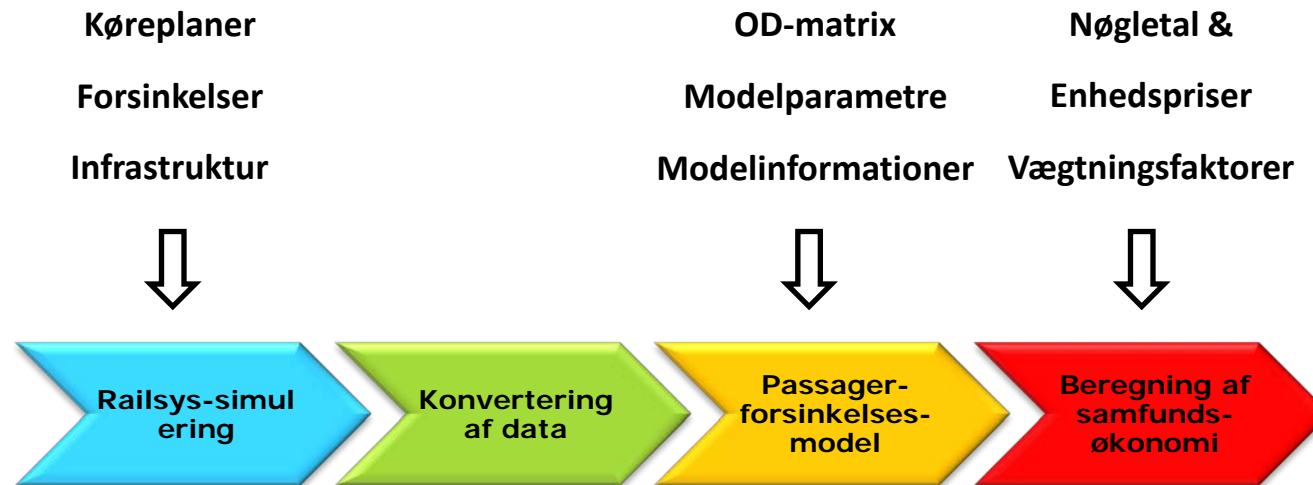
- hvordan virker den?

- Antag en passager der rejser fra Ny ellebjerg til Husum
 - Rute 1: via Dybbelsbro
 - Rute 2: via Ringbanen
- Antag at toget forsinkes ved Sydhavn st.
 - Ifølge 3. generations passagerforsinkelsesmodellen vil passageren ikke have kendskab til den fremtidige forsinkelse og vil således stadigvæk vælge rute 1 i den realiserede rejse
- Fordele: Forsinkelser underestimeres ikke
- Ulemper: Forsinkelser overestimeres formentlig en anelse idet passagerer ikke antages at have nogen som helst information overhovedet



Togforsinkelser

- For at kunne modellere passagerforsinkelser er det nødvendigt at kende togforsinkelserne.
- Kan findes ved:
 - Kendskab til de realiserede køreplaner (analysen anvendes evaluerende)
 - Estimering/simulering, fx vha. RailSys



Prissættelse af forsinkelse

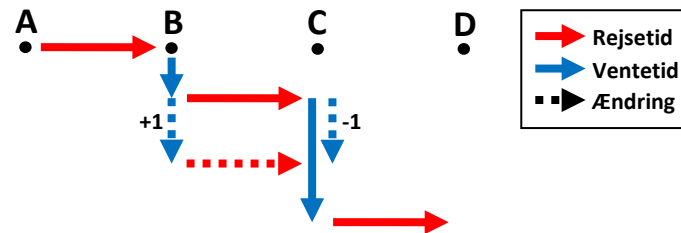
- Hvordan skal forsinkelser prissættes?

Starttid [min. (efter hel)]	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Planlagt køreplan	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	White	White	White
Realiseret køreplan	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Green	White	White

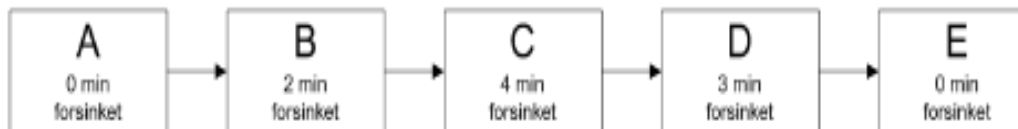
Betegnelse	Prissat første ventetid	Prissat køretid	Forsinkelse	Samlet prissætning
Planlagt	3 min · 185/60 kr./min = 9,25 kr.	10 min · (93/60) kr./min = 15,50 kr.	0,00 kr.	24,75 kr.
Realiseret	3 min · 185/60 kr./min = 9,25 kr.	10 min · (93/60) kr./min = 15,50 kr.	1 min · (185/60) kr./min = 3,08 kr.	27,83 kr.

Samme problemstilling opstår andre steder

- Rejser med 2 (eller flere) skift:



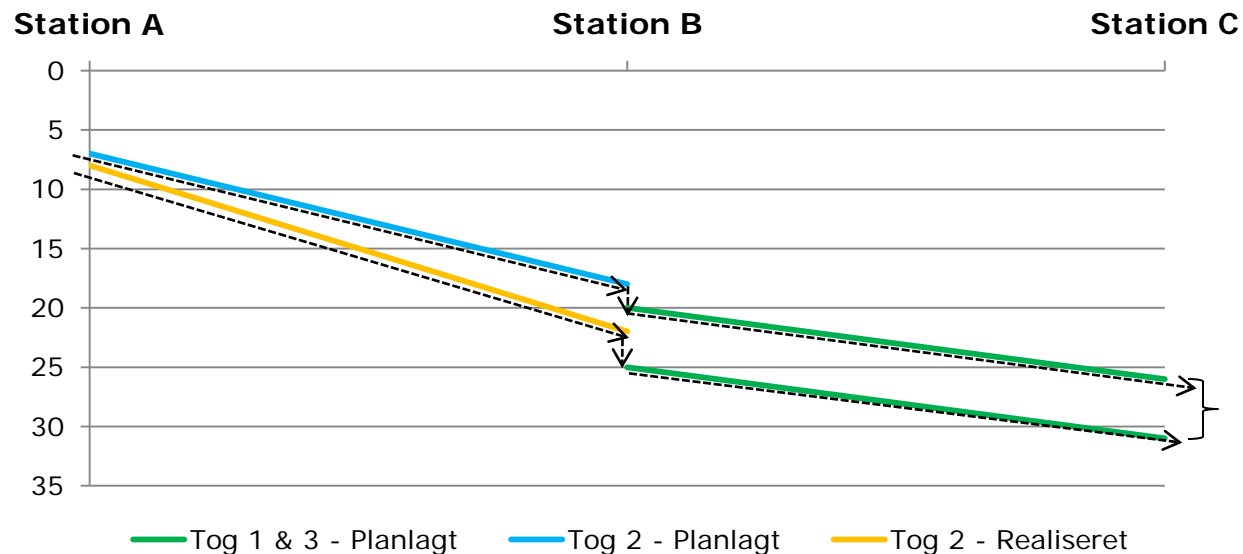
- Rejser uden skift:



- Bemærk: at en (tog)forsinkelse kan være ubetydelig for nogle passagerer, men en gene for andre.

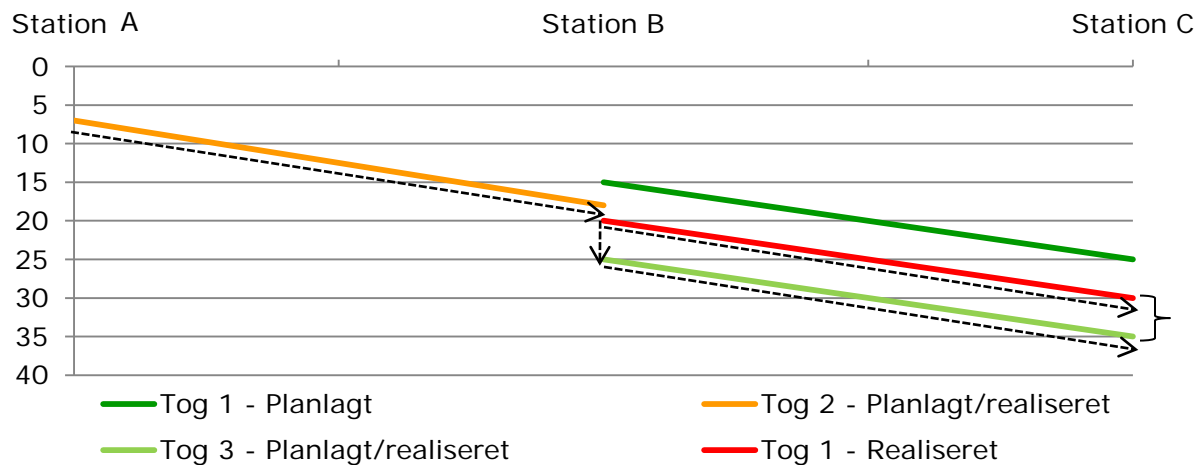
Fiktivt eksempel

- Hvordan håndteres forsinkelser hvis de opstår som ventetid?
- Hvordan håndteres forsinkelser hvis de opstår som første ventetid?



Køreplan [min.]	Første ventetid (station A)	Ventetid (station B)	Køretid, grøn linje (station B-C)	Køretid, blå (gul) linje (station A-B)	Køretid, total (station A-B + B-C)	Totalt tidsforbrug
Planlagt	3	2	6	11	17	22
Realiseret	4	4	6	13	19	27
Difference	+1	+2	0	+2	+2	+5

Fiktivt eksempel – negativ forsinkelse



- Er vunden tid noget værd?
- I så fald; hvor meget?
- Afhænger dette af størrelsen af den vundne tid?
- Afhænger dette af passagerens efterfølgende planer?

Hvordan kan forsinkelser prissættes?

Overordnet set to metoder:

Planlagt rejsetid vs. Realiseret rejsetid

(små variationer mht. problemstillinger såsom "flyttet tid", fx fra ventetid til køretid)

Paradokser

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Planlagt	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Realiseret	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

	Første ventetid [min]	Køretid [min]	Samlet tid [min]	Prissat første ventetid [kr.]	Prissat køretid [kr.]	Prissat rejse [kr.]
Planlagt	6	18	24	$6 \text{ min} \cdot 185/60 \text{ kr./min} = 18,52$	$18 \text{ min} \cdot (93/60) \text{ kr./min} = 27,78$	46,30
Realiseret	8	15	23	$8 \text{ min} \cdot 185/60 \text{ kr./min} = 24,69$	$15 \text{ min} \cdot (93/60) \text{ kr./min} = 23,15$	47,84

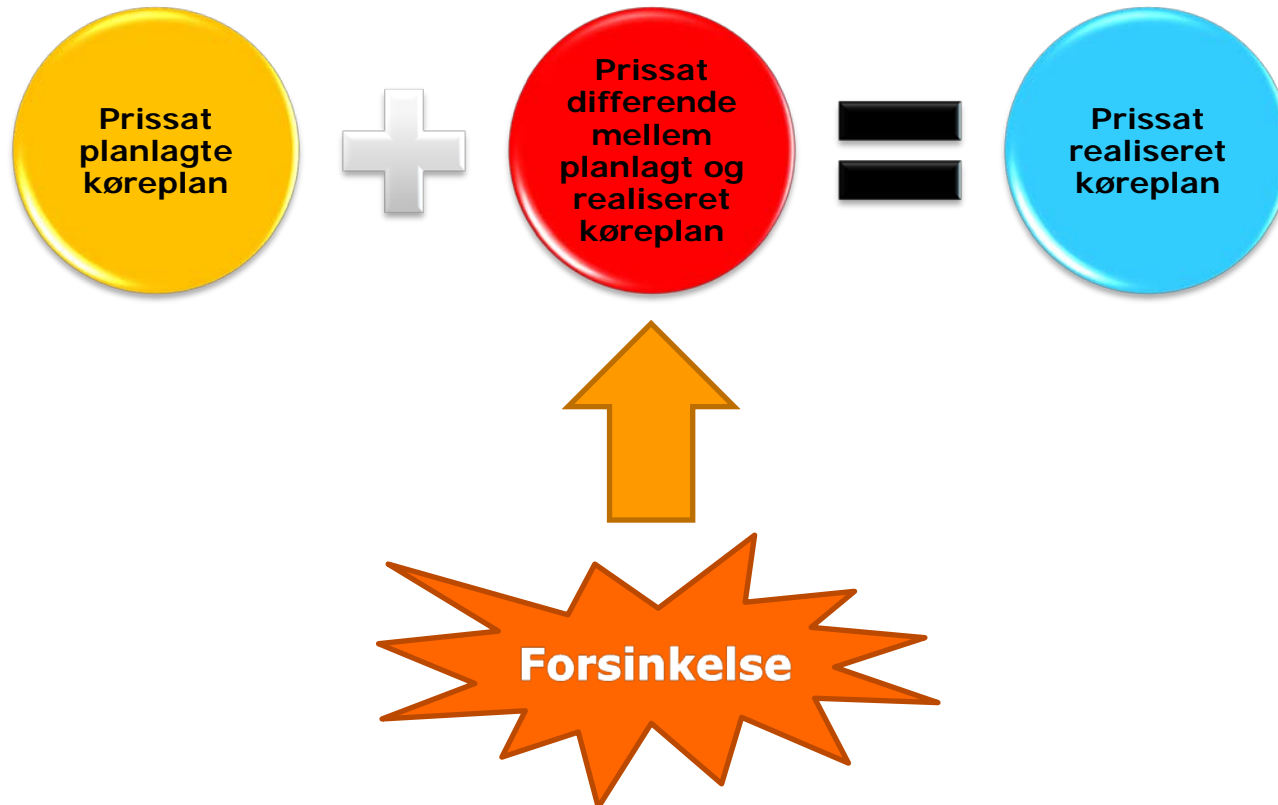
- En passager kan planlægge en rejse af varighed X og omkostning Y
- Den realiserede rejse viser sig at have varighed X-1 og omkostning Y+1

Paradokser

Tre typer af paradokser:

1. En rejse der gennemføres hurtigere end den planlagte rejse prissætte højere i samfundsøkonomisk sammenhæng end den planlagte rejse.
2. En rejse der gennemføres langsommere end den planlagte rejse prissætte lavere i samfundsøkonomisk sammenhæng end den planlagte rejse.
3. En rejse der gennemføres på samme tid som den planlagte rejse prissættes højere eller lavere i samfundsøkonomisk sammenhæng end den planlagte rejse.

Valg af prissætning



Valg af prissætning

Passagerens ankomst til slutdestinationen afgør hvorledes prissætningen foretages.

1. Ankommer rettidigt til slutdestination.
 - Rejsen prissættes ud fra den planlagte køreplan uanset hvorledes rejsen er foretaget
2. Ankommer forsinket til slutdestinationen.
 - Differencen prissættes som forsinkelse
3. Ankommer før tid til slutdestinationen (negativ forsinkelse).
 - Differencen prissættes som skjult ventetid
4. Kan ikke gennemføre rejsen.
 - Genen fastsættes ud fra den planlagte rejse ud fra skaleringsfaktorer

Prissætning: tidligere ankomsttid

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Planlagt	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	White
Realiseret	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	White	White

	Første ventetid [min]	Køretid [min]	Samlet tid [min]	Prissat første ventetid [kr.]	Prissat køretid [kr.]	Prissat rejse [kr.]
Planlagt	6	18	24	6 min · 185/60 kr./min = 18,52	18 min · (93/60) kr./min = 27,78	46,30
Realiseret	8	15	23	8 min · 185/60 kr./min = 24,69	15 min · (93/60) kr./min = 23,15	47,84

Planlagt rejsetid – negativ forsinkelse = 46,30 kr - 1 min · (74/60) kr./min = 45,06 kr.

Negativ forsinkelse

Casestudier

- **Case 1: S-togsnettet**

- Køreplaner for 2005-2009 er undersøgt
- Hverdage i uge 10 er undersøgt indtil kl. 19:00

- **Case 2: Opgradering af Sydbanen**

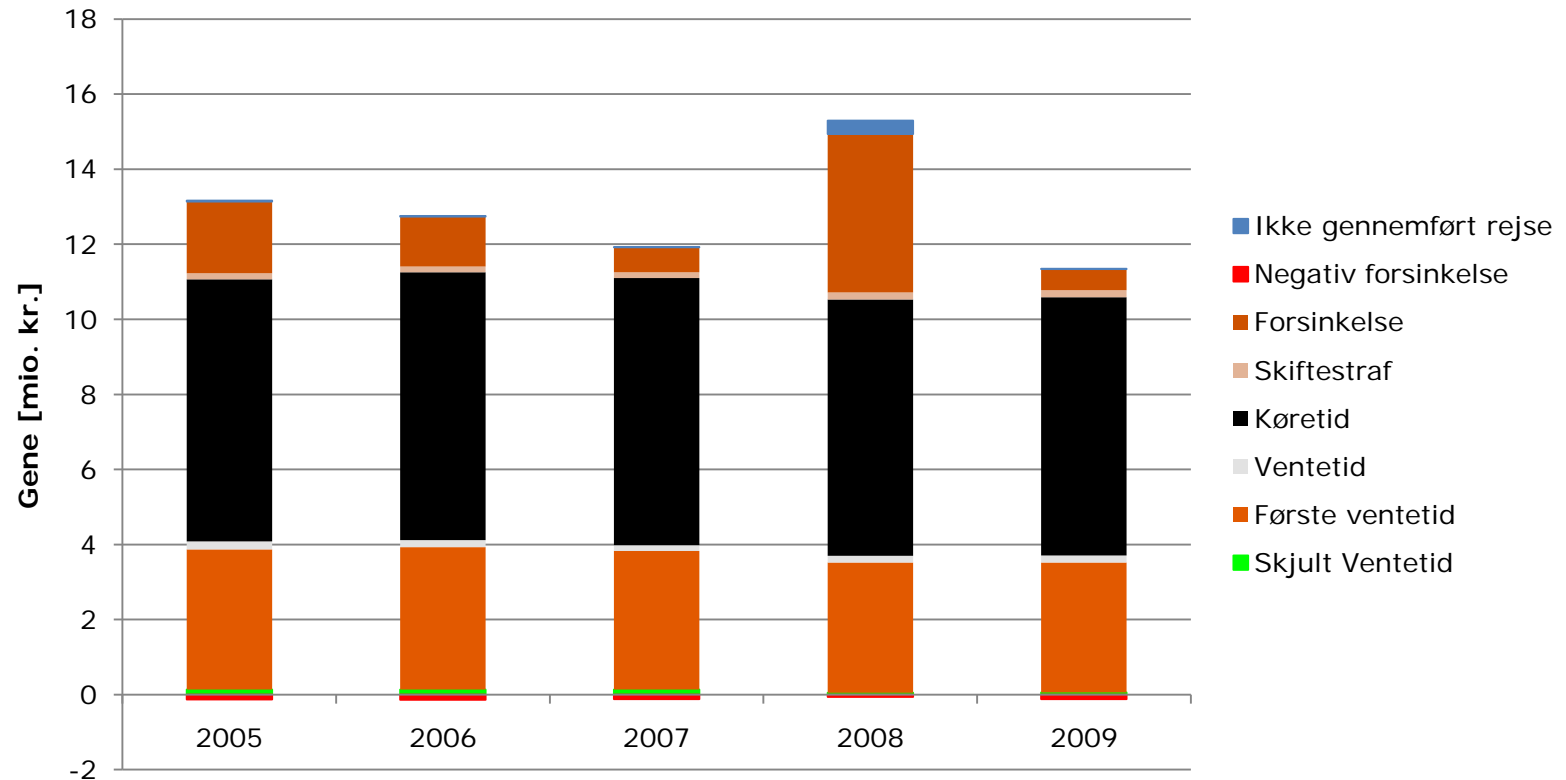
- Sydbanen er banestrækningen mellem Ringsted og Rødby
- Sydbanen er i dag dobbeltsporet mellem Ringsted og Vordingborg og enkeltsporet mellem Vordingborg og Rødby
- En udbygning til dobbeltspor mellem Vordingborg og Rødby samt hastighedsopgraderinger undersøges
- Forskellige køreplaner undersøges

Tog- og passagerforsinkelser



- Tog- og passagerforsinkelser følger generelt den samme tendens.
- Dette var forventet, om end det ikke kan betragtes som en selvfølge.

Tidsøkonomisk omkostning



Opsummering

- Det er muligt at anvende passagerforsinkelsesmodellen til at inkludere forsinkelser i samfundøkonomiske analyser.
- Den realiserede rejse er prissat ud fra den planlagte rejse +/- differencen (alt afhængig af om passageren ankommer før eller senere end planlagt til endedestinationen).
- Forsinkelser er defineret ud fra forskellen mellem den planlagte og realiserede ankomsttid.
- De samfundsøkonomiske effekter fra negative forsinkelser og ikke-gennemførte rejser er ikke markante.