

Er GPS teknologien præcis nok til brug i Road Pricing løsninger?

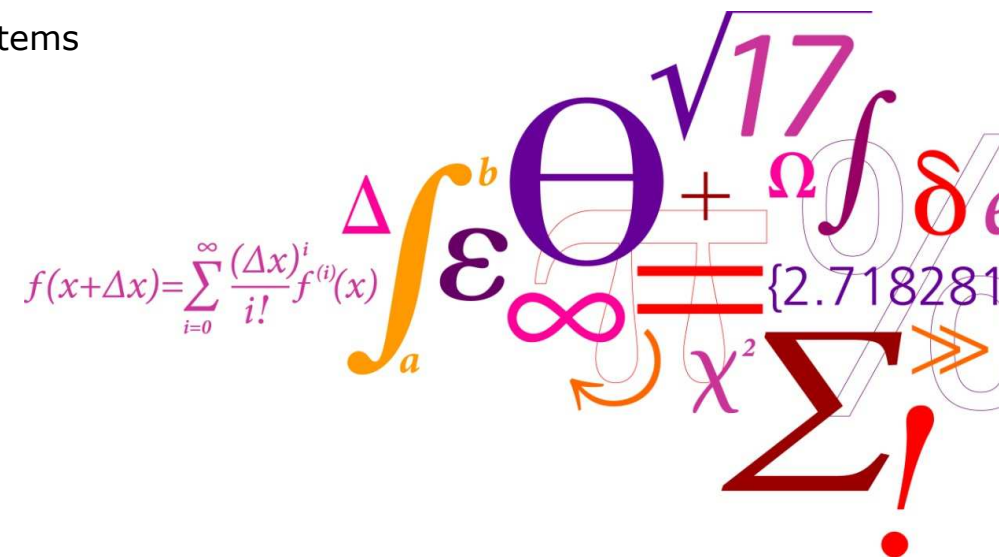
Martina Zabic

PhD Student

Logistics & Intelligent Transport Systems

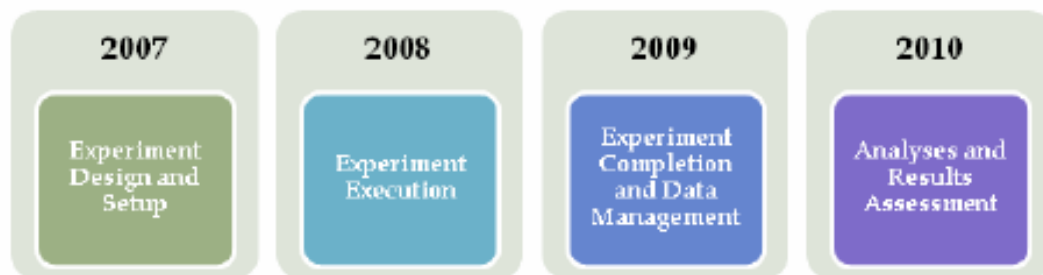
Department of Transport

Technical University of Denmark



Ph.d.-projekt ved DTU Transport

- **Teknisk kørselsafgiftsforsøg i samarbejde med Siemens**
 - Electronic Tolling Solutions (Østrig)
 - Power & Transportation Department (Danmark)



- **Formål:**
 - Hvad er de **teknologiske udfordringer** ved positioneringsfunktionen i GPS-baserede kørselsafgiftssystemer?
 - Hvad er **performance-niveauet** for eksisterende OBU teknologi?

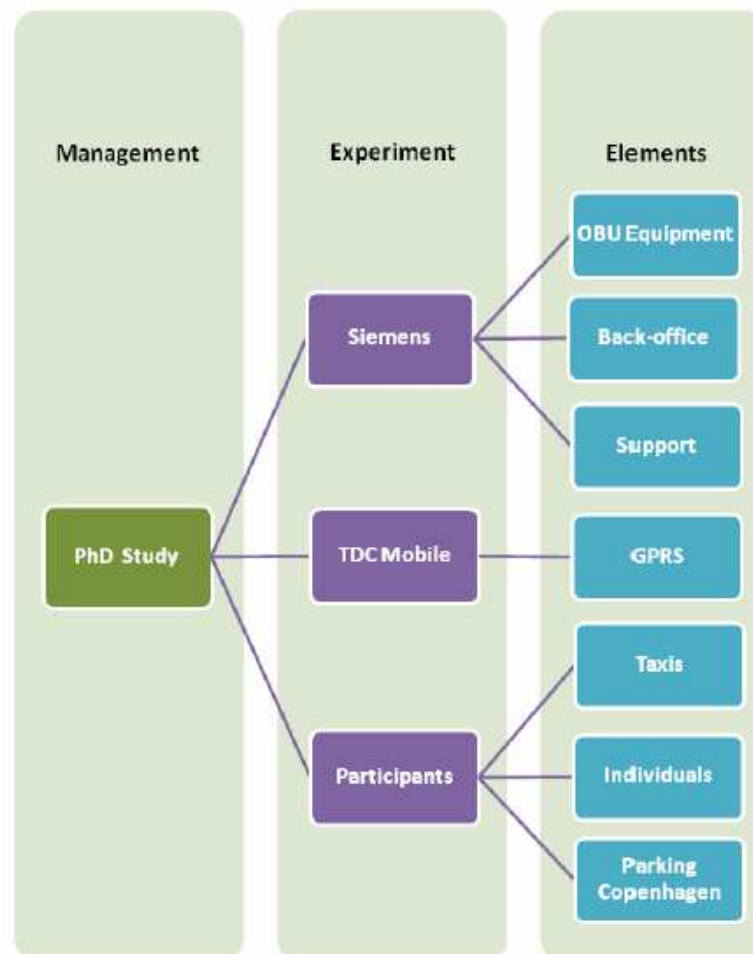
Kort resumé af forsøget

• Forsøgssetup

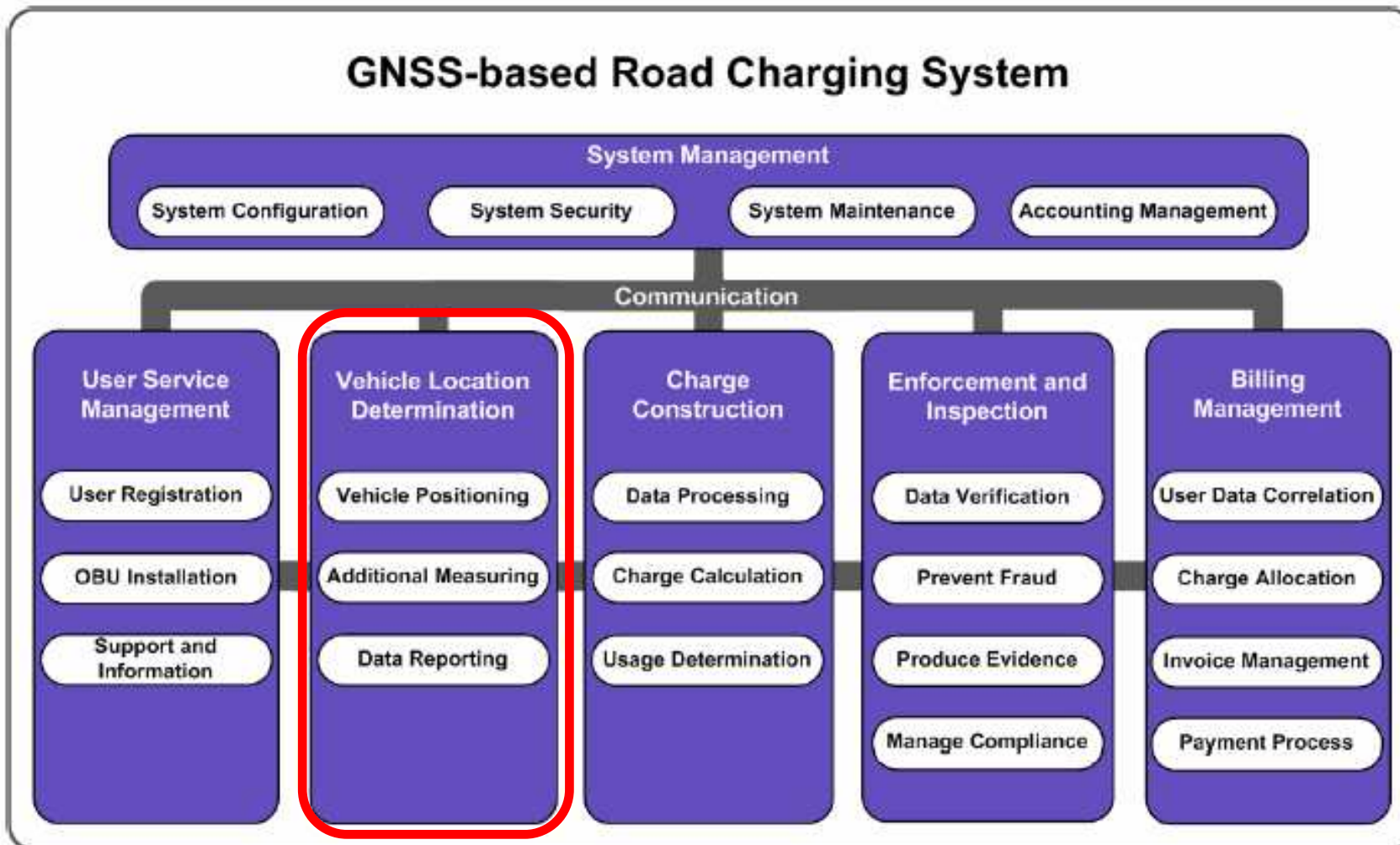
- 40 biler med state-of-the-art OBUs
- Både person- og erhvervsbiler
- GPS dataindsamling 1Hz (2007-2008)
- GPRS kommunikation (30 min)

• Performance analyser

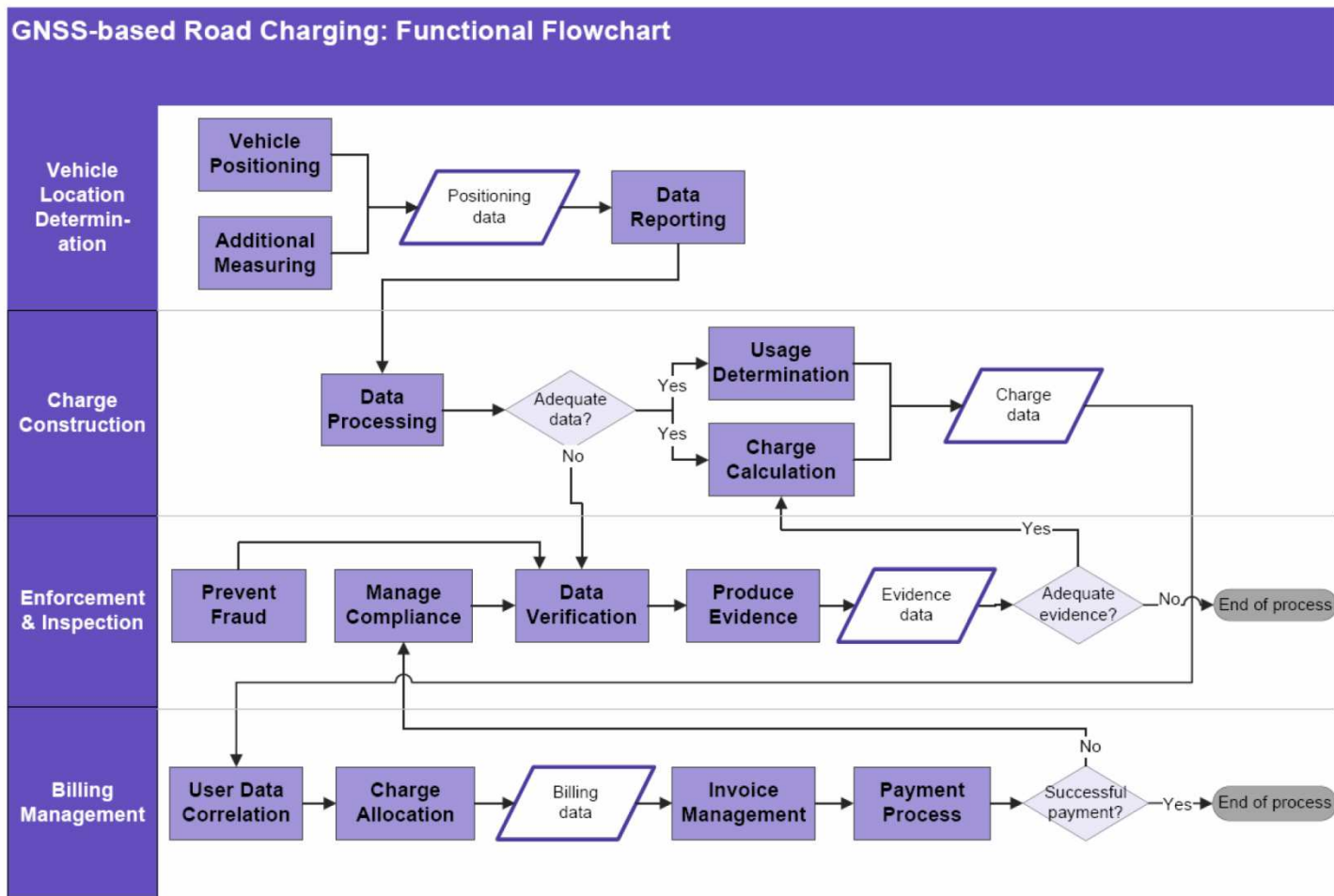
- GPS nøjagtighed, tilgængelighed, integritet og kontinuitet
- Data pålidelighed
- Betydning af udfald ift. bestemmelse af den kørte afstand



System arkitektur



Road Charging Process



Positioneringsforhold

- **Satellit tilgængelighed i København**

Forbedret 27% fra 2003-2008



(a) 2003



(b) 2008

Nøjagtighed i forhold til vejnettet

- **Positionsdensitet**

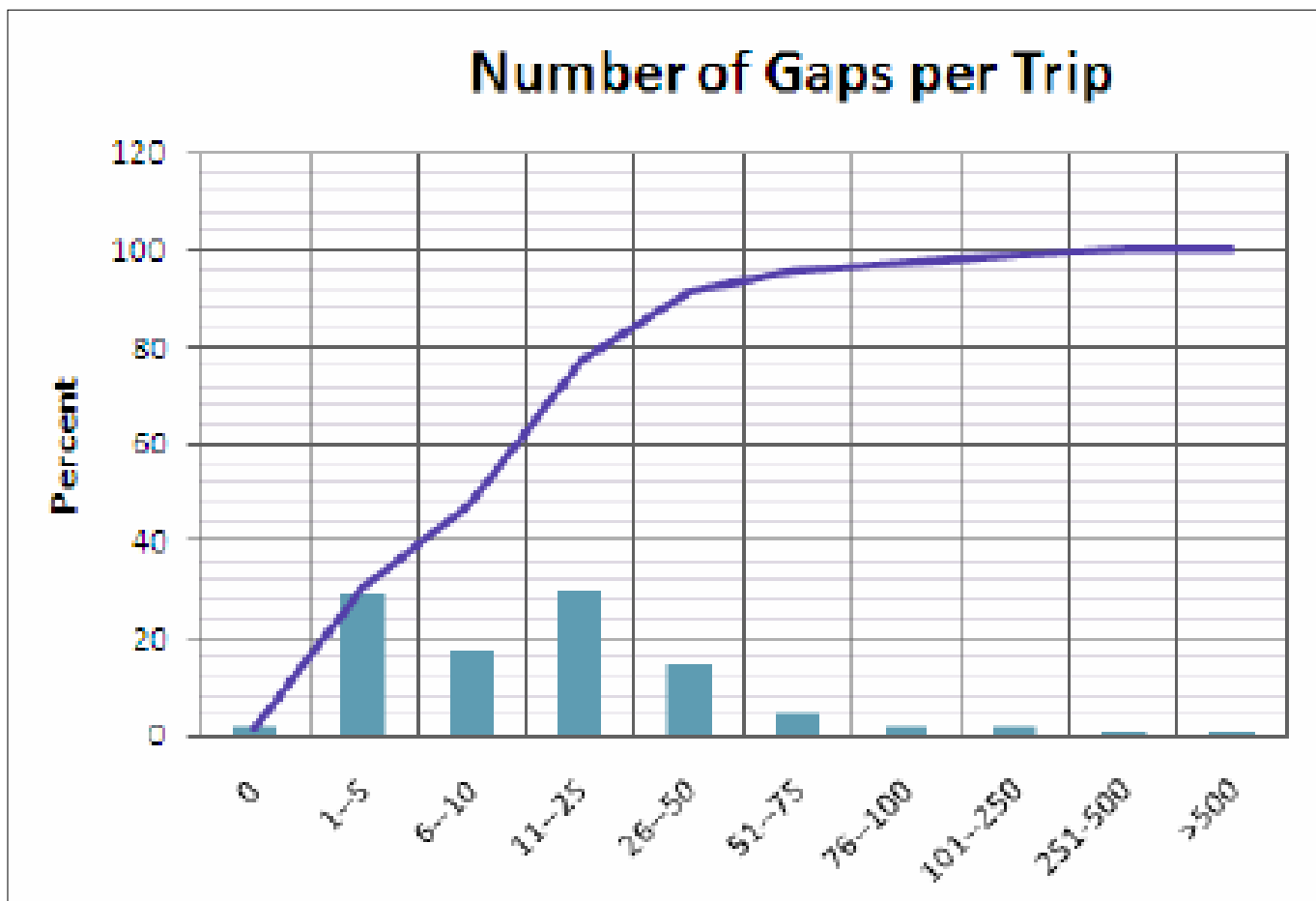
Indenfor 30 meter: 96,6%

Indenfor 100 meter: 99,9%



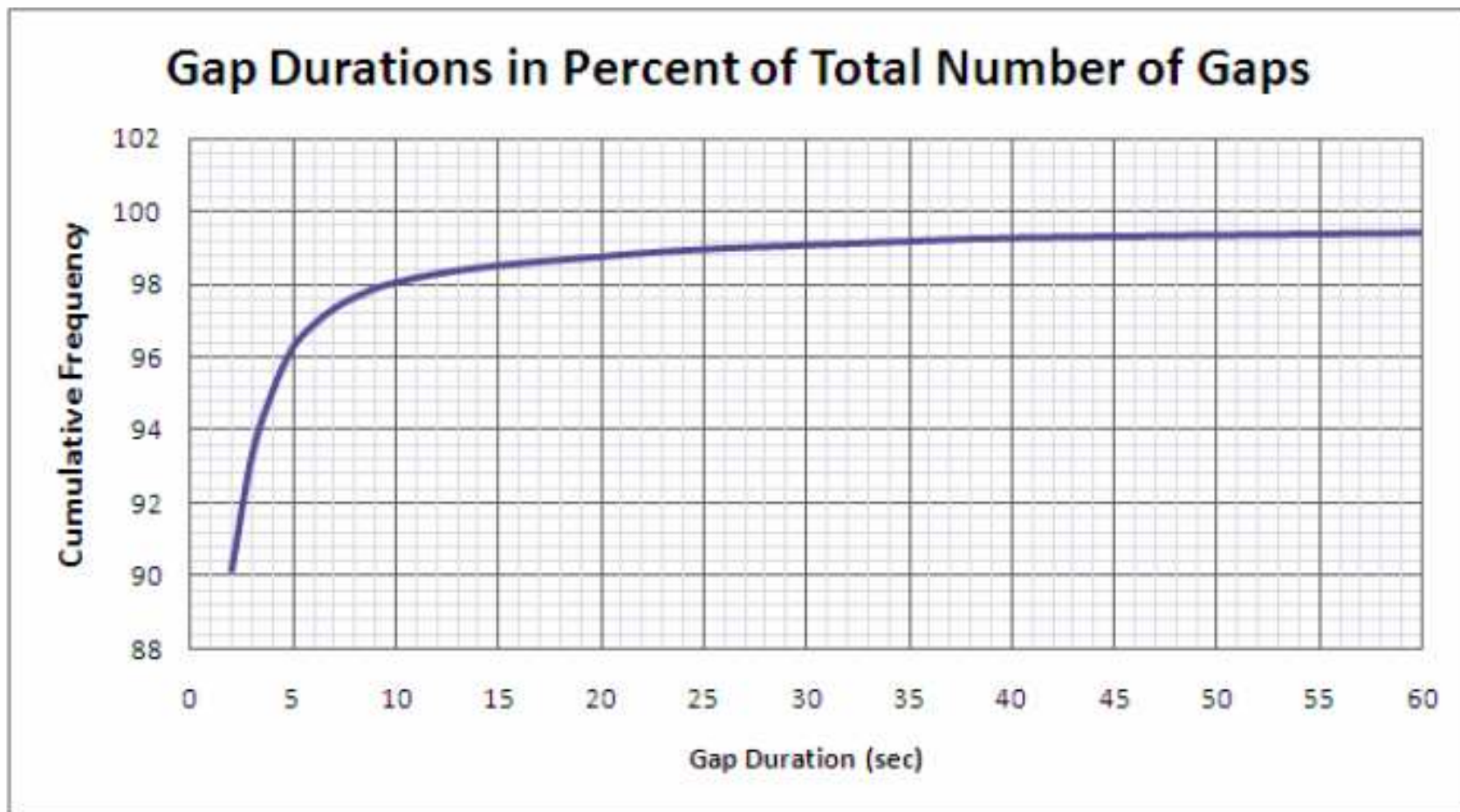
Kontinuitet – forekomst af udfald

- Gennemsnitligt 22 udfald per tur

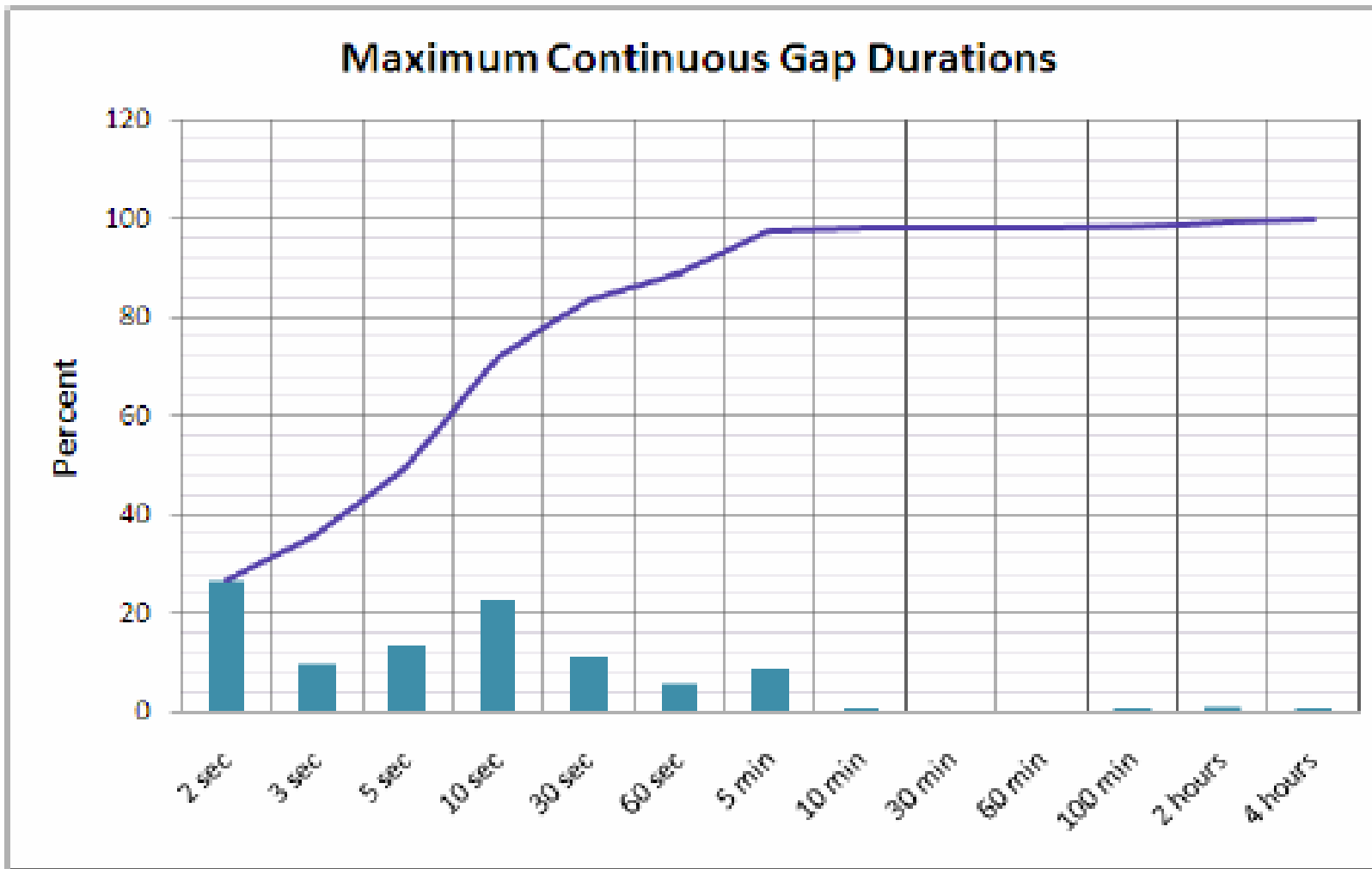


Kontinuitet

- 99 % af alle udfald er under 25 sek



Kontinuitet



Data pålidelighed

- **Tekniske udfordringer**

- Software- og hardwarefejl (On/off virkende OBUs)
- Installations- og konfigurationsfejl (server nedbrud mv.)
- Kommunikationsfejl og nedbrud

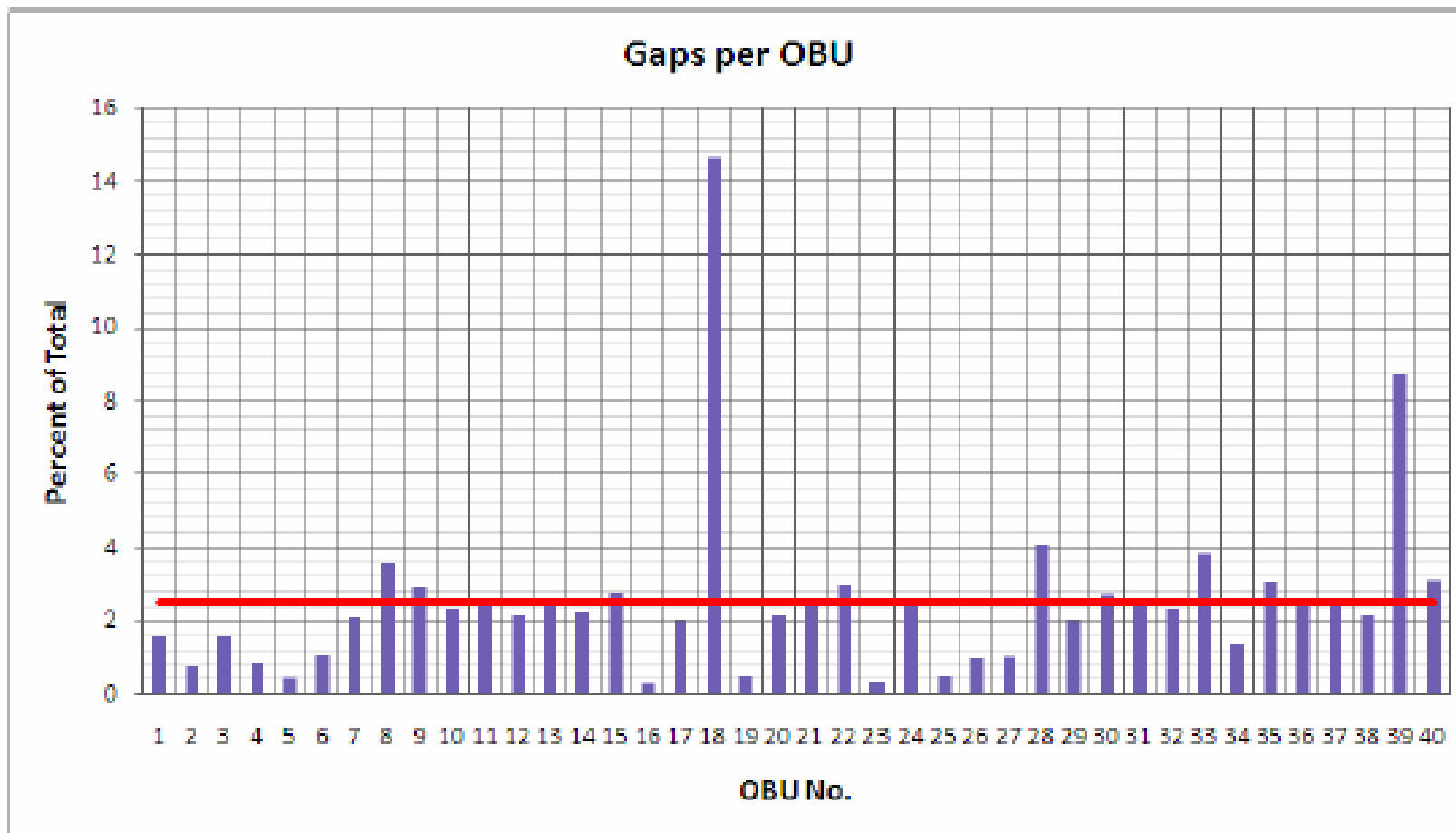
- **Konsekvens**

- Mange korte ture
- Flere ture i én
- Overlappende ture
- Ukorrekt tur-information
- Store udfald (> 10 min)

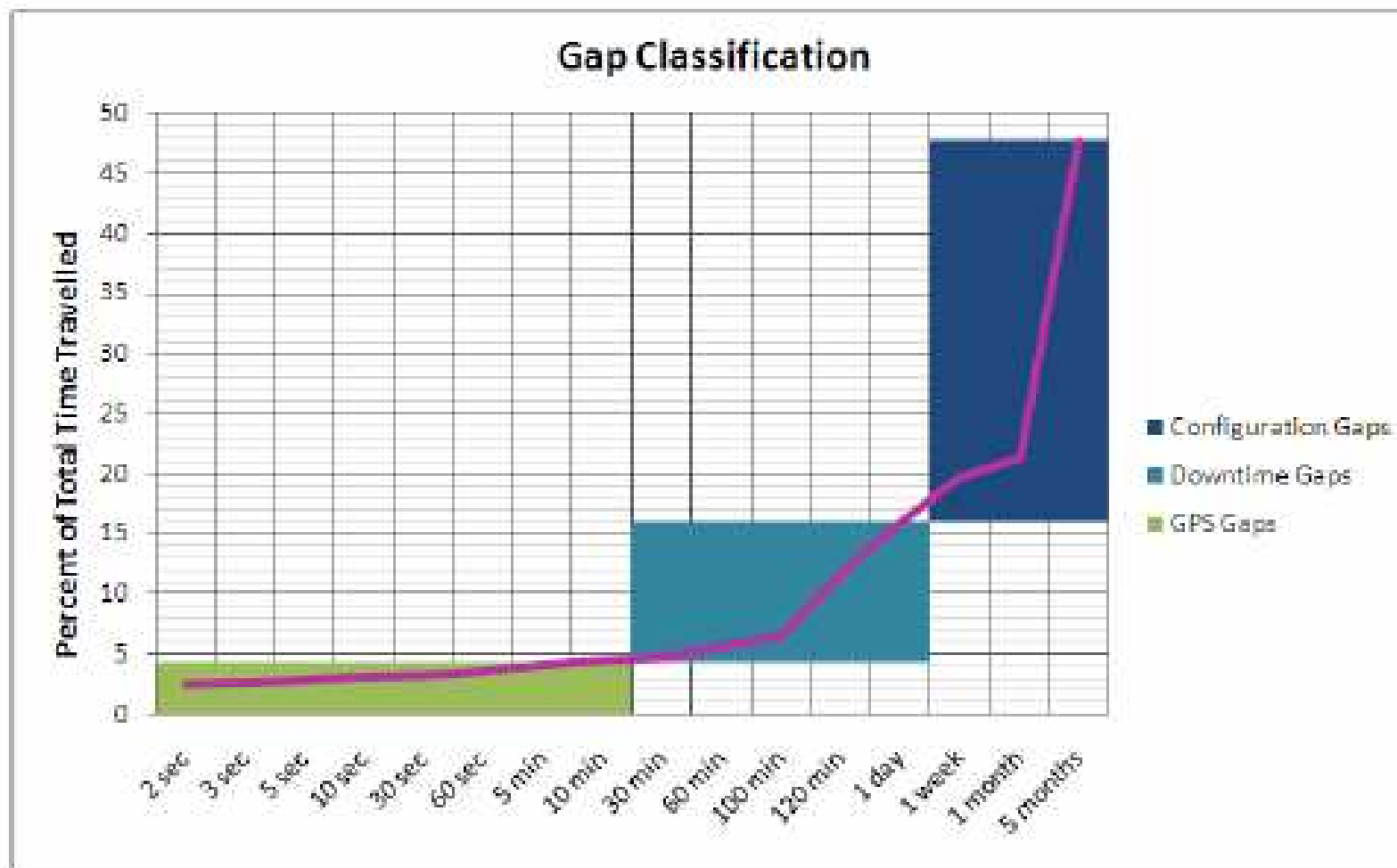


Data pålidelighed

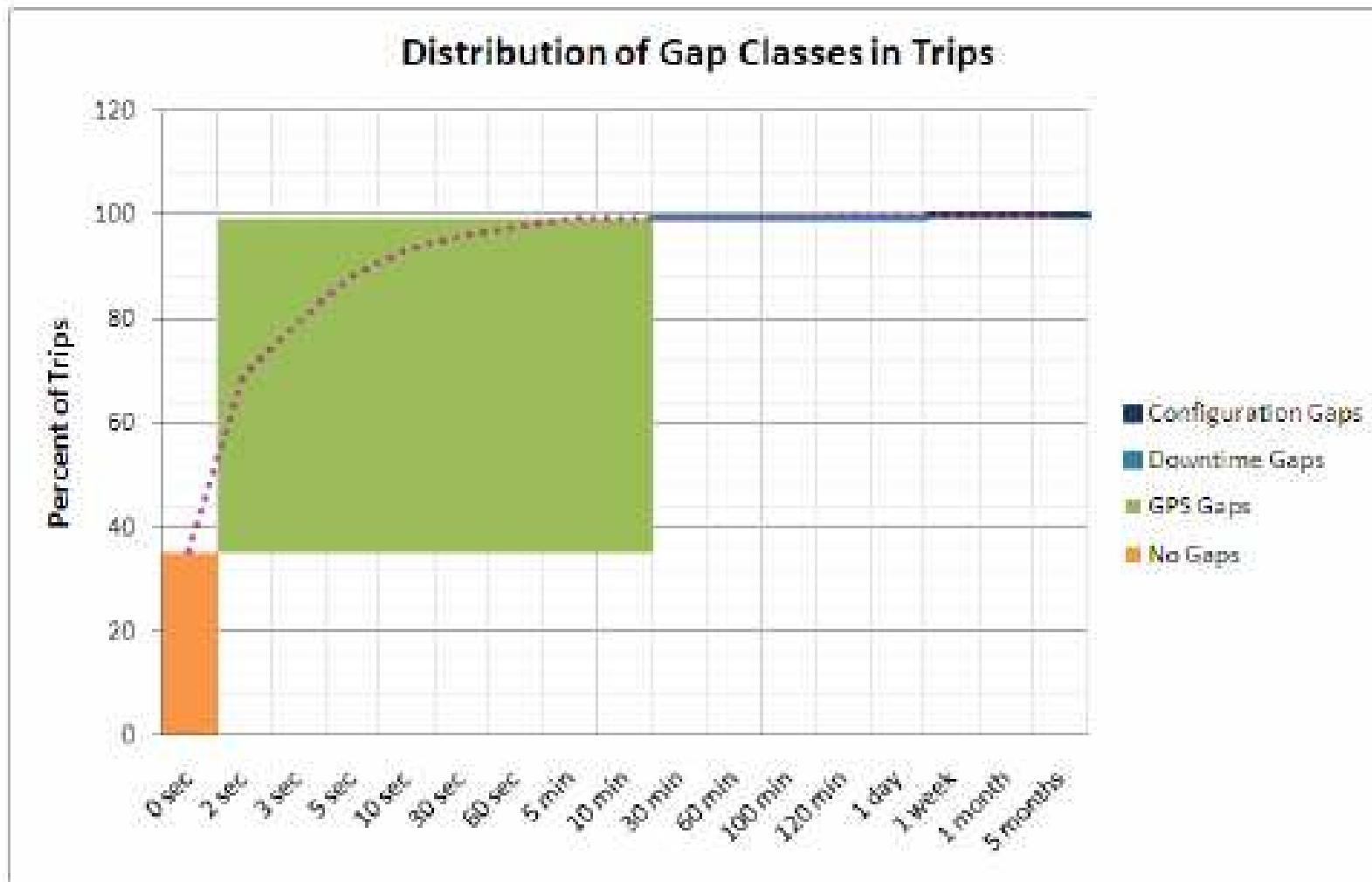
- Udfaldsvariation ml. enheder



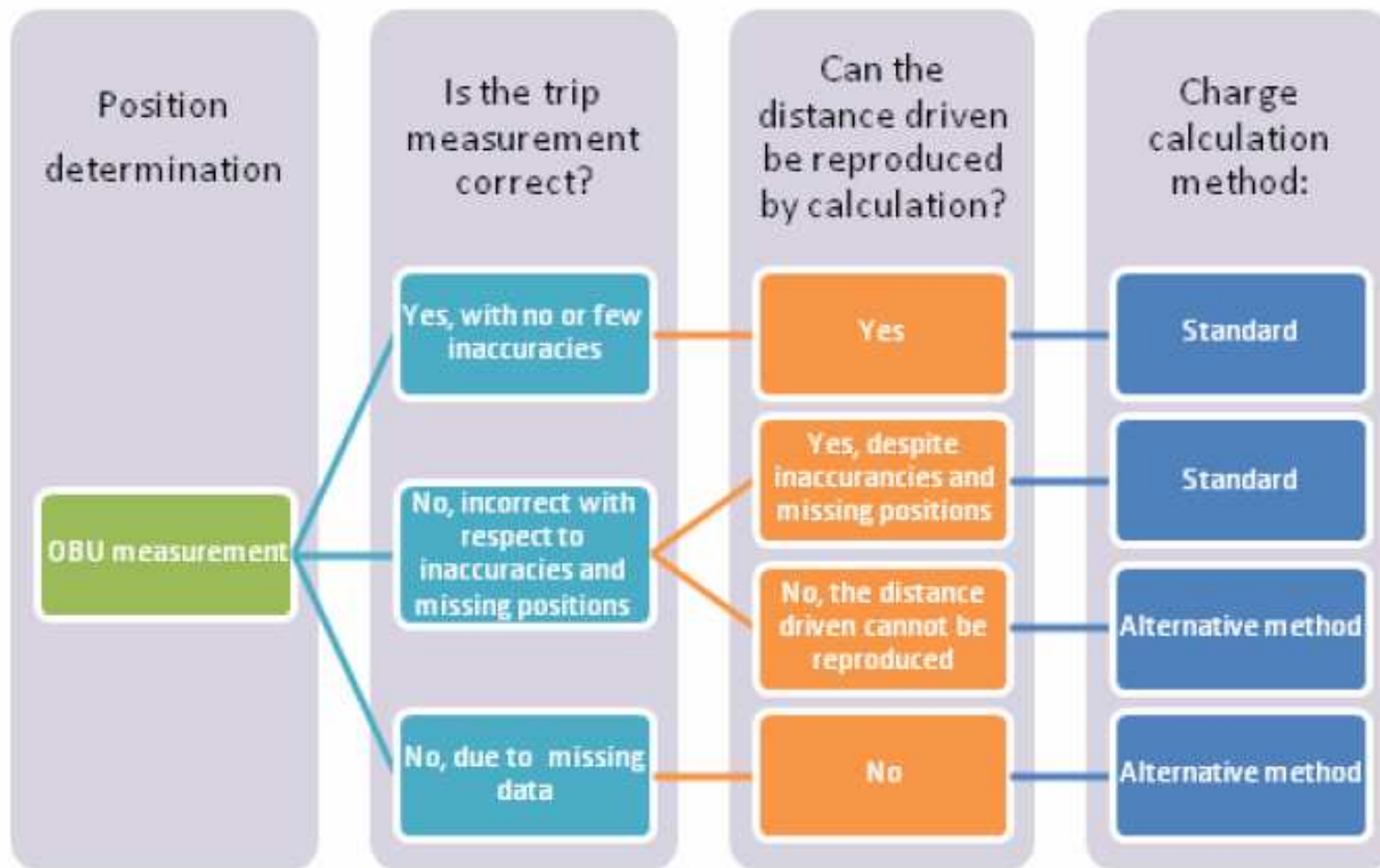
Tilgængelighed



Kontinuitet

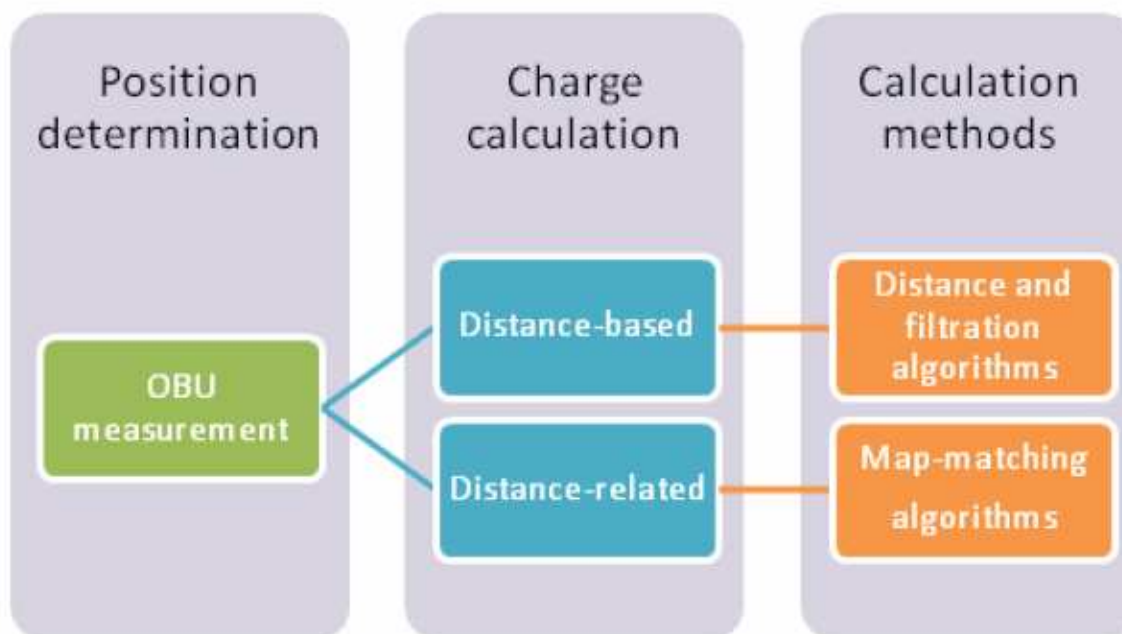


Afgiftsberegning



Afgiftsberegning

- Bestemmelse af den kørte afstand



Performance Analyse

- **Udfaldsindflydelse på bestemmelsen af den kørte afstand**
 - Simulation
 - Forskellige scenarier af GPS udfald i ture
 - Analyse af både distance-baseret og distance-relateret metode

- **Distance-baseret**

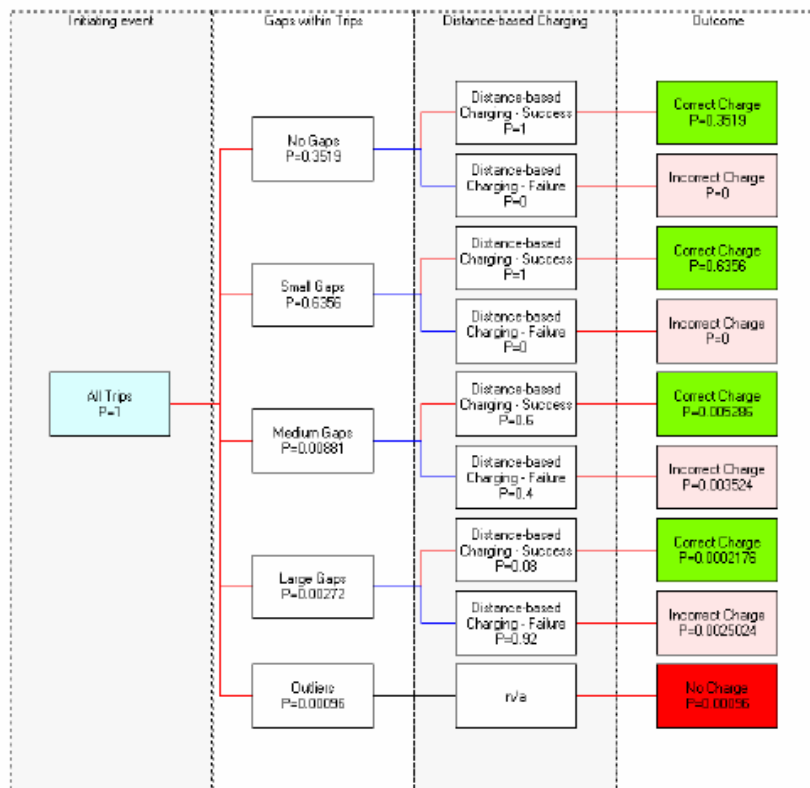
	S1	S5	S10	S25	M1	M5	M10	L1	L5
1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	40%	4%	0%	0%	8%	0%	0%	4%	0%
-1%	60%	96%	100%	100%	84%	56%	32%	12%	0%
Outside	0%	0%	0%	0%	8%	44%	68%	84%	100%

- **Distance-relateret**

	S1	S5	S10	S25	M1	M5	M10	L1	L5
1%	0%	0%	0%	4%	8%	0%	4%	0%	0%
0%	100%	96%	96%	84%	76%	40%	12%	28%	0%
-1%	0%	0%	0%	4%	0%	8%	12%	4%	0%
Outside	0%	4%	4%	8%	16%	52%	72%	68%	100%

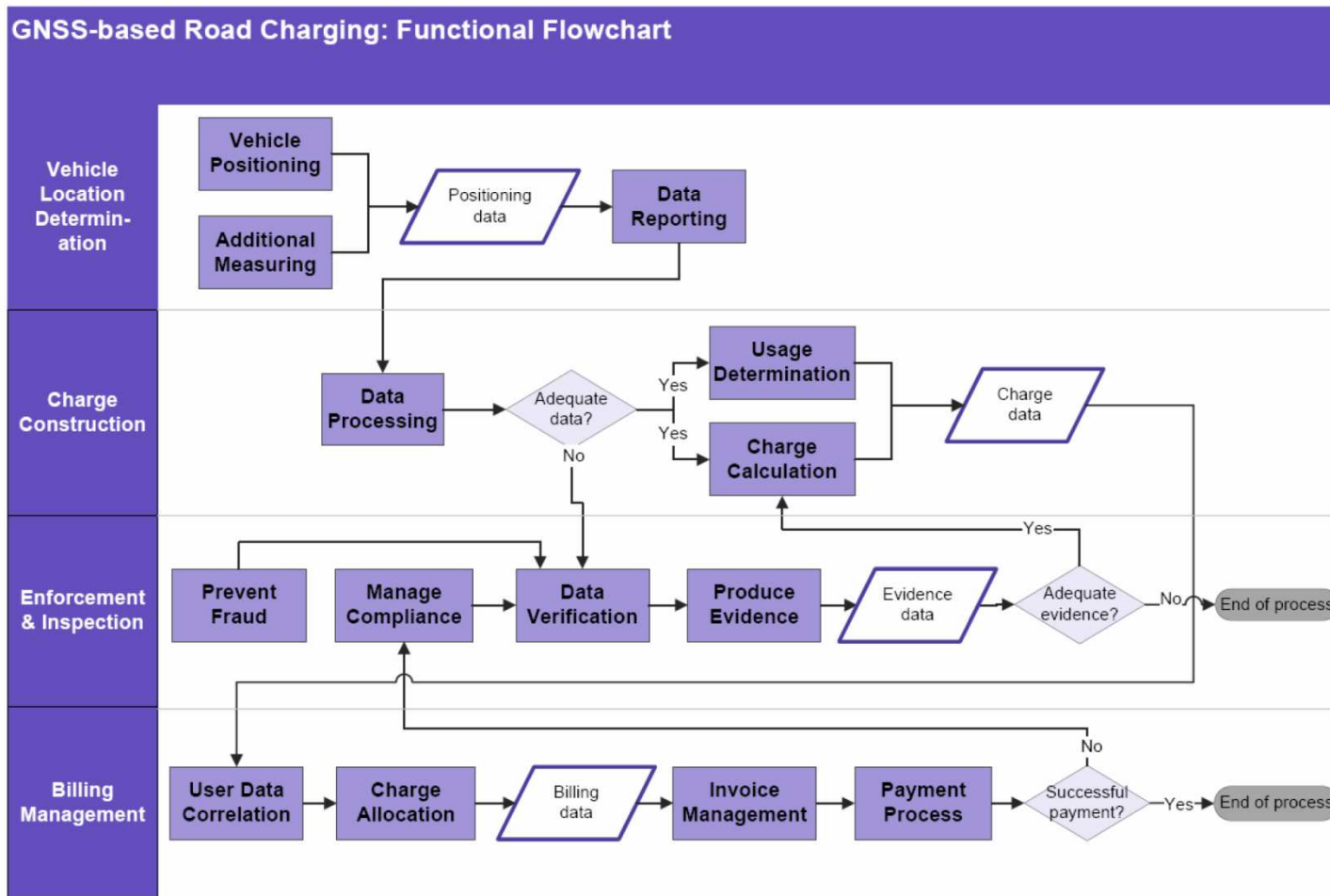
Performance Analyse

• Resultat - Simulation



	Distance-based	Distance-related
Correct charge	99,30%	96,72%
Incorrect charge	0,60%	3,18%
No charge	0,10%	0,10%

Road Charging Process



Konklusion og perspektivering

- **Positionsbestemmelse performance**

- Satellittilgængeligheden er forbedret (27 %)
- Positionsøjagtigheden lever op til performancekravet
- Fleste udfald i data er små GPS udfald (99 % under 25 sek)
- Lav men betydelig forekomst af store udfald (> 10 min) grundet fejl
- Muligt at opnå stor procentdel af korrekt afgiftsberegning for begge beregningsmetoder

- **Data pålidelighed**

- Stadig tekniske udfordringer der skal løses
- Forekomst af ukorrekte informationer
- Data validering vigtig før afgiftsberegningen
- Performancevariation ml. OBU enheder
- Valideringssystem vil være nødvendigt

Konklusion og perspektivering

- **Udfordringen er at:**

- Hindre store kontinuerte udfald (stor betydning)
- Minimere forekomsten af GPS udfald (forekommer ofte)
- Forhindre nedbrud grundet systemfejl
- Indarbejde datavalideringsprocesser
- Sikre systemdriftssikkerhed, på trods af fejl
- Implementere redundante systemer, procedurer og komponenter for at sikre at grundlaget for afgiften er pålideligt og giver fair resultater på trods af forekomsten af fejl

Spørgsmål?



mz@transport.dtu.dk

Zabic, M. *GNSS-based Road Charging Systems*. PhD Thesis, Department of Transport, Technical University of Denmark. 2011