

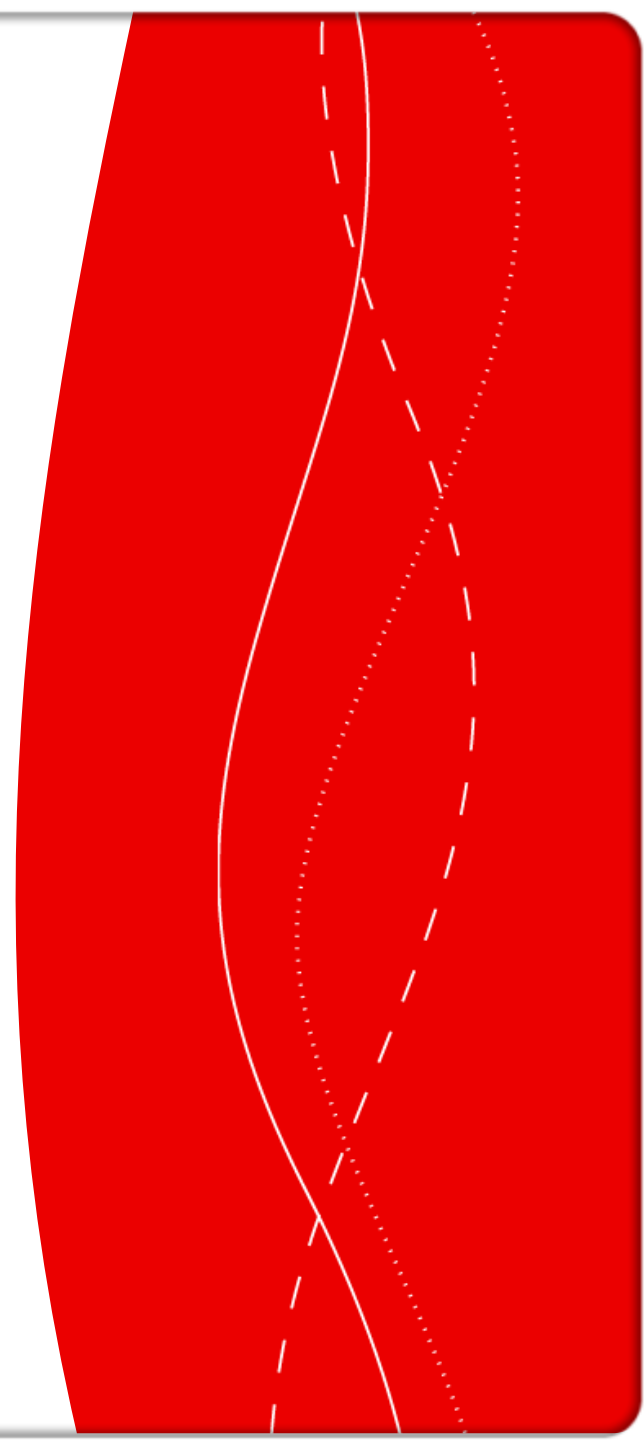


# **Kalibrering av restidsfunktioner –**

**Förslag till metodik och datainsamlingsupplägg**

Johan Olstam

*Clas Rydergren (LiU), Joakim Ekström (LiU),  
David Gundlegård (LiU), Erik Jenelius (KTH)*



# Agenda

- Bakgrund och Syfte till projektet
- Vad är en restidsfunktion och vad används den till
- Vad innebär kalibrering av en restidsfunktion
- Vilka kalibreringsmetoder/ansatser har använts internationellt
- Vilken data behövs och hur kan den samlas in?
- Förslag till kalibreringsmetodik och nästa steg

# Bakgrund till projektet

- Restidsfunktionerna som användes fram till 2015 härstammar från datainsamling genomförd på 70-talet
- Nya funktioner togs fram 2016 (Olstam et al) baserat på
  - Hastighetsflödessamband
  - Capcalberäkningar
  - ... med efterföljande grova påslag och justeringar
- 2016-funktionerna tillfredställande på kort sikt men de har relativt svag empirisk anknytning
- Nya restidsfunktioner behöver tas fram både för stadsmiljö och för landsbygden

# Syftet med projektet

Syftet med projektet är att undersöka hur restidsfunktionerna i det svenska Samperssystemet bör utformas och kalibreras.

Detta innefattar

- hur vägklassindelningen bör göras
- vilken typ av funktioner som ska användas
- hur de ska kalibreras
- vilken data som behöver samlas in för kalibreringen.

Två delsyften för att nå huvudsyftet är att

- beskriva state-of-practice med avseende på kalibrering av restidsfunktioner
- fånga upp användarnas erfarenheter av de nuvarande restidsfunktionerna i Sampers.

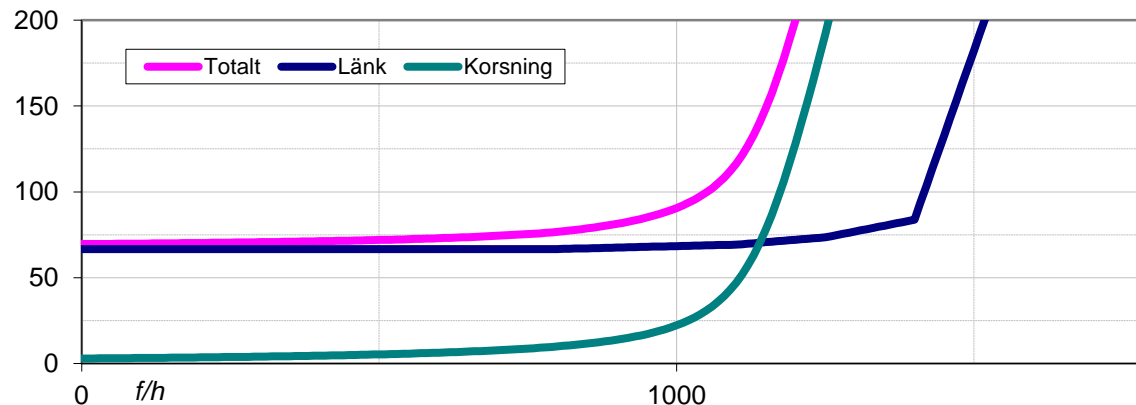
# Metod

- Litteraturstudie
- Workshop med användare för att fånga erfarenheter av nuvarande funktioner
- Workshop kring datainsamlingstekniker med experter från projektgruppen

# Vad är en restidsfunktion?

- Används för att beskriva trängseffekter på restid i statiska nätutläggningsmodeller
- Beskriver restid som funktion av resefterfrågan på en väglänk
  - OBS1!: resefterfrågan, dvs flödet på enskild länk kan vara större än kapaciteten
  - OBS2!: endast resefterfrågan/flöde på aktuell väglänk i en riktning

sekunder

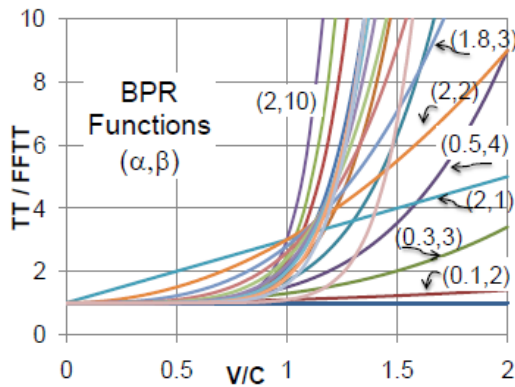


# Olika typer av restidsfunktioner

- (Styckvis) linjära
- Kroklinjiga
- Logaritmiska eller hyperboliska
- Köteoribaserade
- Trafiksignalsbaserade

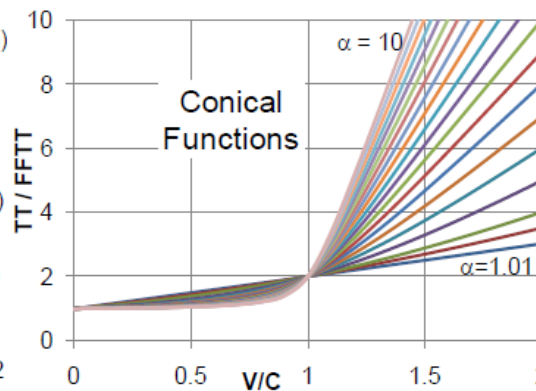
# Vanligast använda funktionsformer i litteraturen

Bureau of Public Roads (BPR) kroklinjära funktion



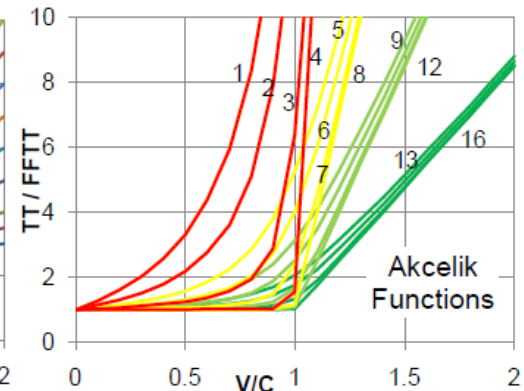
$$t(q) = t_{fri} \cdot \left( 1 + \alpha \cdot \left( \frac{q}{K} \right)^\beta \right)$$

Spieß koniska funktion



$$t(q) = t_{fri} \cdot \left( 2 + \left( \alpha^2 \cdot \left( 1 - \frac{q}{K} \right)^2 + \beta^2 \right)^{\frac{1}{2}} - \alpha \cdot \left( 1 - \frac{q}{K} \right) - \beta \right)$$

Akceliks köteoretiska funktion



$$t(q) = t_{fri} + 0.25 \cdot T \cdot \left( z + \sqrt{z^2 + 8J_A \cdot \frac{x}{T \cdot K}} \right)$$

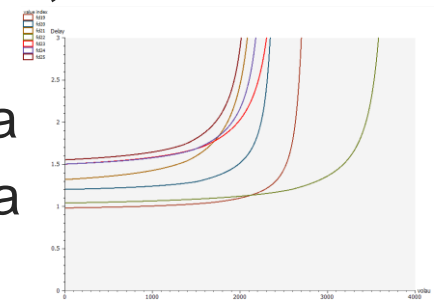
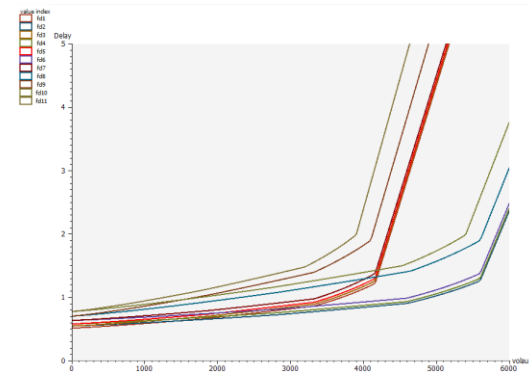
Cetin et al (2011)



# Nuvarande restidsfunktioner i Sampers

$$t(q, L) = t_{fri, länk}(L) + d_{länk}(q, L) + h \cdot L \cdot (t_{fri, korsning} + d_{korsning}(q))$$

- Länkestiden ( $t_{fri, länk}(L) + d_{länk}(q, L)$ ) beräknas enligt TrV styckvis linjära hastighets-flödessamband
- Korsningsfördröjningen ( $t_{fri, korsning} + d_{korsning}(q)$ ) beräknas
  - enligt Akceliks funktion för vägar med plankorsninga
  - enligt schablonpåslag för landsvägar och motorväga



# Vad innebär kalibrering av restidsfunktioner?

Restidsfunktioner innehåller normalt sett tre typer av parametrar som behöver bestämmas:

- Friflödesrestid,  $t_{fri}$
- Kapacitet,  $K$
- Fördröjningsparamet(er/rar),  $\alpha, \beta, J_A$

för varje relevant kombination av

- Vägtyp
- Hastighetsgräns
- Antal körfält
- ...

# Vad är en bra restidsfunktion?

- Restidsfunktionen ska
  - dels fånga restidsförlängning pga flödesnivån på enskilda länkar
  - dels ge korrekta länk/rutt-flöden och restider
- För konsumentsöverskottsberäkningen är det viktigt att:
  - Fördelning av OD-efterfrågan på väglänkar är korrekt
  - Förändring av restiden vid förändring av efterfrågat flöde är korrekt
  - Förändring av länkrestiden vid förändring av länkens egenskaper är korrekt.
- "Trafiktekniskt" korrekt funktion ger inte per automatik bra resultat vid tillämpning i statisk jämviktsmodell

# Erfarenheter av nuvarande restidsfunktioner i Sampers

- Det är svårt att tolka attributet vägmiljö/vägfunktion
- Det behövs restidsfunktioner eller riktlinjer för hur restiden på ramper ska modelleras.
- Det behövs riktlinjer för hur skift mellan centroider och nätverken ska modelleras.
- Det behövs kodningsriktlinjer och beskrivning av de olika restidsfunktionerna
- Problem med smitvägar
- Problem med tung trafik.

# Kalibreringsansatser i litteraturen

Kalibrering baserat på kurvanpassning av restidsfunktion mot

1. punktmätningar av medelhastighet och flöde
2. restidsdata från t.ex. floating car eller restidskameror
3. Kalibrering baserat på metoder och beräkningar från kapacitetsmanualer som t.ex. HCM
4. Kalibrering av kapacitet och/eller parametrar baserat på trafikmodellberäkningar (t.ex. med mikrosimulering) av representativa vägar eller korsningar
5. Kalibrering baserat på optimeringsmetoder för att minimera skillnaden mellan nätutläggningsberäknade flöden och restider och uppmätta flöden och restider

# Vilken data behövs för kalibrering av restidsfunktioner?

Beror på kalibreringsansats men önskvärt är

- Länkflöden
- OD-restider
- Länkrestider/Sträckrestider

# Tankar kring datainsamlingstekniker

- Punktmätningar med Slang/radar/induktiva slingor ger dålig restidsskattning
- Dyrt att mäta restider (t.ex. med bluetooth) och flöden (t.ex. med slang) i stor skala.
- Restidsdata köps in för andra ändamål
  - men aggregerad inköpt data innehåller både mätningar och fusion med historisk data när antalet observationer är få
  - inköp av "rådata" är dyrare men kan ge mer information
- Finns möjlighet att extrahera flöden från trafiksignalsdetektorer men kräver detektormappning och det finns vissa frågetecken kring kvalitét

# Förslag till kalibreringsansats

Förslag till övergripande procedur

1. Bestäm friflödesrestiden
2. Bestäm kapaciteten
3. Bestäm fördröjningsparametrarna



## Förslag till kalibreringsansats (forts)

- Viktigt att beakta överensstämmelsen mellan modellberäknade och uppmätta flöden och restider
- Fokus på att minimera skillnaden mellan de modellberäknade och uppmätta flödena och restiderna
  - Bra med fokus på de resultat som används i den samhällsekonomiska kalkylen
  - Risk för överkalibrering och sämre koppling mellan restidsfunktionerna och fysiska storheter som kapacitet
  - Finns lösningsmetoder men de långa exekveringstiderna i Sampers kan vara ett problem

# Förslag till datainsamlingsansats

kombinera

- restidsmätningar (t.ex. ramavtalsinköpta från Inrix/Tomtom/etc. och Bluetoothmätningar från t.ex. BlipTrack)
- länkflödesobservationer

För motorvägsnätet bör radardata från MCS-systemet ge bra möjligheter för skattning av restider via restidspredikteringen i MMS.

# Slutsatser

- De vanligaste restidsfunktionerna är BPR, Akcelik och Spiess
- Det finns få riktlinjer om hur kalibrering av restidsfunktioner bör göras
- Restidsfunktioner som ger en bra beskrivning av trafikföringen ger nödvändigtvis inte en bra överensstämmelse av modellberäknade och uppmätta flöden och restider, eller tvärtom.
- Tidigare kalibreringsförsök i Sverige har i huvudsak fokuserat på en bra beskrivning av trafikföringen på enskilda länkar
- Kalibreringen bör ta hänsyn till överensstämmelse mellan modellberäknade och uppmätta flöden och restider
- Den restidsdata som nu köps in för Stockholm och Göteborg bör användas i kalibreringen

# Förslag till nästa steg

Nästa steg bör vara att:

- bearbeta och matcha restidsdata och tillgängliga länkflödesobservationer mot Sampers nätverksbeskrivning
- genomföra en variationsanalys av restider på länk och OD-nivå
- undersöka och testa kalibrering av restidsfunktionsparametrar baserat på optimeringsmetoder för Stockholm och/eller Göteborg