

Cykelkapacitet

Ny metod för beräkning av cykelkapacitet



Projektgrupp:
Joakim Ax, TrV
Morteza Ghoreishi, TrV
Svante Berg, MOVEA
Per Strömgren, MOVEA

Syfte samt mål

- Syfte är uppdaterade samband för ökad hållbar och tillgänglig cykling.
- Målet för projektet är att ta fram grundvärden samt rekommendationer för "METKAP" samt "VGU" för ökad hållbar cykling. Främst med fokus kapacitet, tidsfördröjning och dimensionerande färdhastighet.



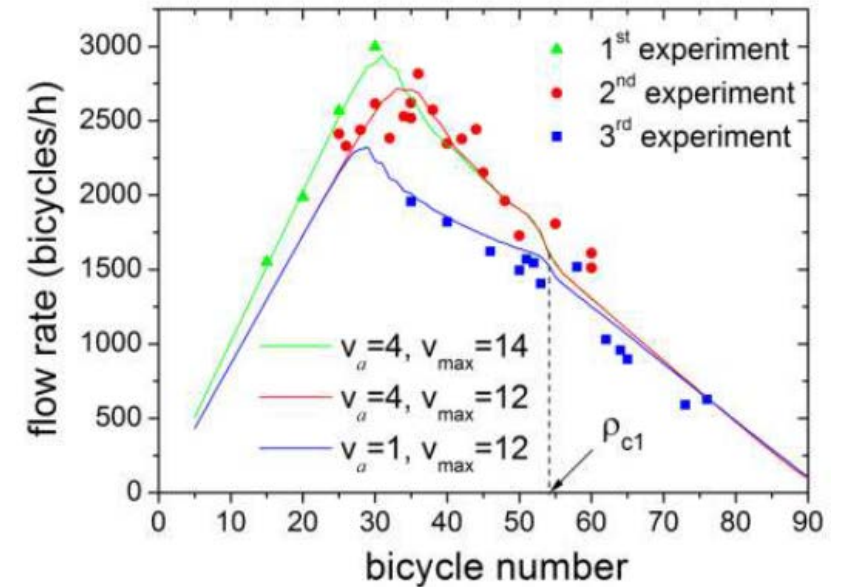
Bakgrund

- Inom området kapacitet för cykel har inget betydande gjorts som förändrat grundvärden sedan TV131 kom 1977 där underlaget härstammar däremot från 1975
- I projektet "METKAP" kapacitetsmanual för kapacitet har identifierats ett antal kunskapsluckor för cykling som ex:
 - Väjningsbeteende, tidluckor i korsning,
 - Kapacitet på länk
 - Hastighet kopplat till flöde



Projektaktiviteter

- Litteraturstudie
- Nuvarande kapacitetsmodell
- Empiriska studier
- Modell
- Sammanfattande analys / modell
- Slutrapport
- Slutseminarium med TrV
- Start 2016-08-01 slutdatum 2017-12-30



Metod

- Litteraturstudie
- Fältmätning
- Analys
- Modellansats



Nuvarande kapacitetsmodell

Modellen från TV131 för blandtrafik kan ses i Ekvation 1.

$$K = \frac{P_c}{P_t \cdot \left(1 + \frac{1}{P_E}\right) + P_b + P_c^2} \cdot K_E \quad (1)$$

Där:

K_E = gatans ekvivalenta kapacitet (pe/h)

P_E = ekvivalensförhållande mellan personbilar och lastbilar

P_t = andel tunga fordon

P_b = andel personbilar

P_c = andel cyklar

Tabell 2 Ekvivalensvärde för cyklar

| | | | |
|------------------------|-------|----------|-------|
| Cykelflöde (cyklar/h) | < 300 | 300-1000 | >1000 |
| Ekvivalensvärde, P_c | 0,33 | 0,20 | 0,15 |

Litteraturstudie

- Avgränsning har varit länder från OECD (väst) samt främst de som har liknande begrepp som vår siktklass.
- ”... det skiljer en hel del mellan olika länder vad gäller såväl minimibredd som kapacitet på cykelbanor”

Tabell 2.2. Kapacitet för olika länder (Hummer et al 2006).

| Land | År | Körfältsbredd (m) | Kapacitet (cyklar/h/kf) |
|----------------|------|-------------------|-------------------------|
| Davis, Ca | 1975 | 1,2 | 3600 |
| Sverige | 1977 | 1,2 | 1500 |
| Nederländerna | 1991 | 0,78 | 3000-3500 |
| Kina | 1993 | 1,0 | 1800-2100 |
| Kanada | 1994 | 1,25 | 5000 |
| USA (HCM 2000) | 1994 | 1-2,5 | 500-2350 |
| Nederländerna | 1995 | 1,0 | 3200 |
| Tyskland | 1998 | 1,0 | 3200 |
| Tyskland | 2001 | 0,78 | 3000-3500 |

Danmark

- Överslagsregel som innebär att en bredd på 2 – 2,5 med enkelriktad cykeltrafik ger en kapacitet 3000 cyklister/timme.
- 2,5 meter bred cykelbana beräknas ha kapacitet på 3250 cyklar/timme.
- För en 2-fältig cykelbana, antas att varje körfält kan avveckla 1500 cyklar/timme.
- 3-fältig cykelbana avveckla omkring 4500 cyklar/timme.
- "spreadsheet"



Bildkälla: Analyse af adfærd og kapacitet, Skallebæk 2015

Nederländerna

- 1,50 m vid låga flöden (< 50 cyk/h)
- 4,50 m vid höga flöden (> 350 cyk/h).
- Design Manual for Bicycle Traffic, CROW 2016)

Tabell 2.6 Bredder för separerad cykelbana, V16 (CROW, 2016)

| Enkelriktad | | Dubbelriktad | |
|----------------|-----------|----------------|-----------|
| Flöde maxtimme | Bredd (m) | Flöde maxtimme | Bredd (m) |
| 0-150 | 2,0 | 0-50 | 2,5 |
| 150-750 | 2,5-3,0 | 50-150 | 2,5-3,0 |
| > 750 | 3,5-4,0 | 150-350 | 3,5-4,0 |
| | | >350 | 4,5 |

Sverige

- Trafikverket en dimensionerande bredd på 1,8 meter (två standardcykelbredder á 0,75 m + 0,3 m marginal) för att två mötande cyklister ska kunna passera varandra
- Typsektioner för vägar med gång- och cykeltrafik anges dubbelriktad gång-cykelbana till > 2,5 m och i TRVR anges cykelfält till 1,50 - 1,75 m bredd (1,75 vid flöden \geq 150 cyklar /Dh)

- GCM-handboken

| | Bredd, litet flöde (m) | Bredd, stort flöde (m) |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| Enkelriktad cykelbana | 1,60 | 2,00 |
| Dubbelriktad cykelbana | 2,25 | >2,50 |

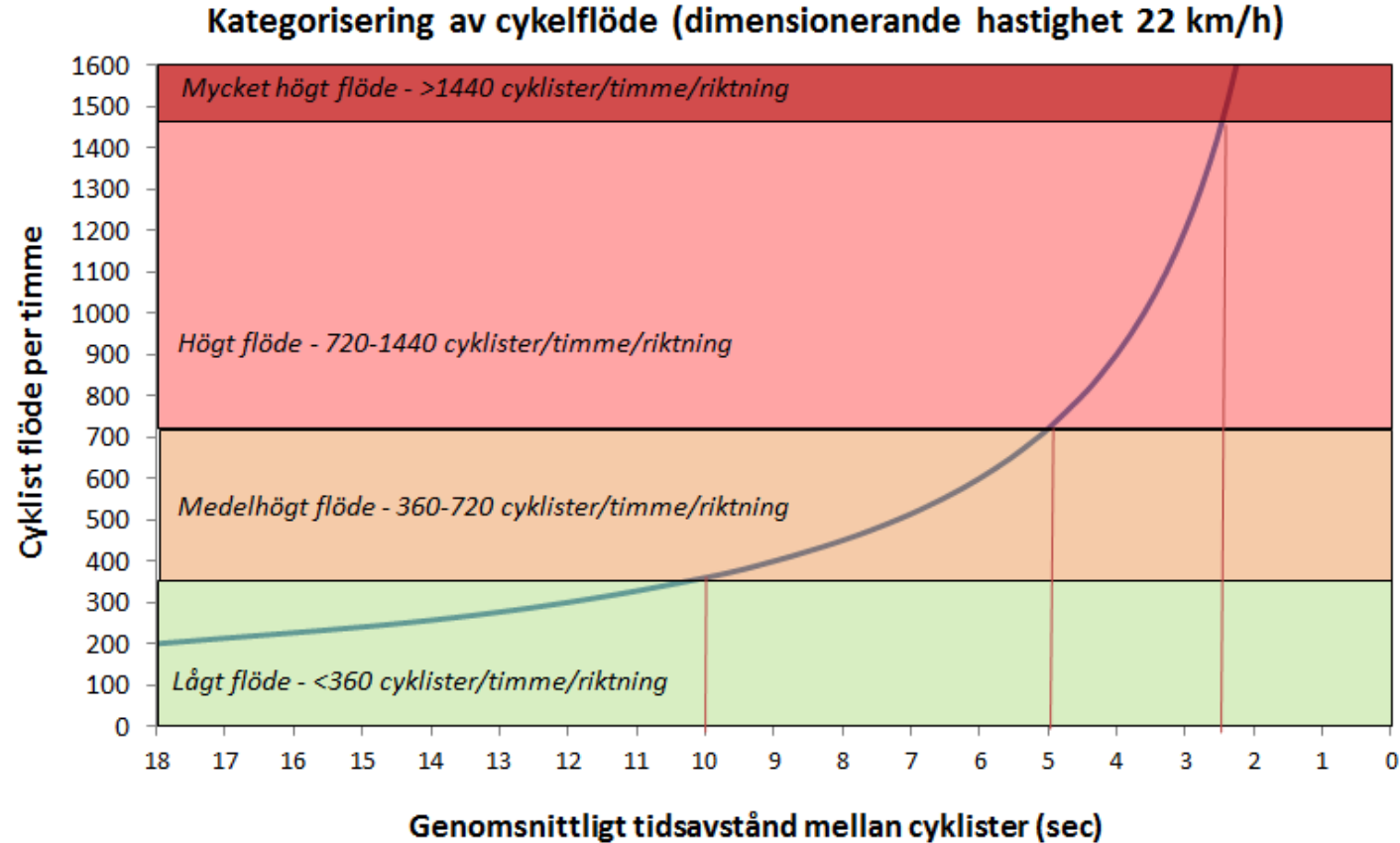
- Göteborg stad

| | Bredd, minsta godkända mått (m) | Bredd, rekommenderat mått (m) |
|------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Enkelriktad cykelbana | 1,20 | 2,00 |
| Dubbelriktad cykelbana | 2,00 | 2,30–2,50 |

- Stockholm stad

| | Bredd, standard (m) | Bredd, Framkomlighet (m) |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Enkelriktad cykelbana | 1,5 | 2,25 |
| Dubbelriktad cykelbana | 2,5 | 3,25 |

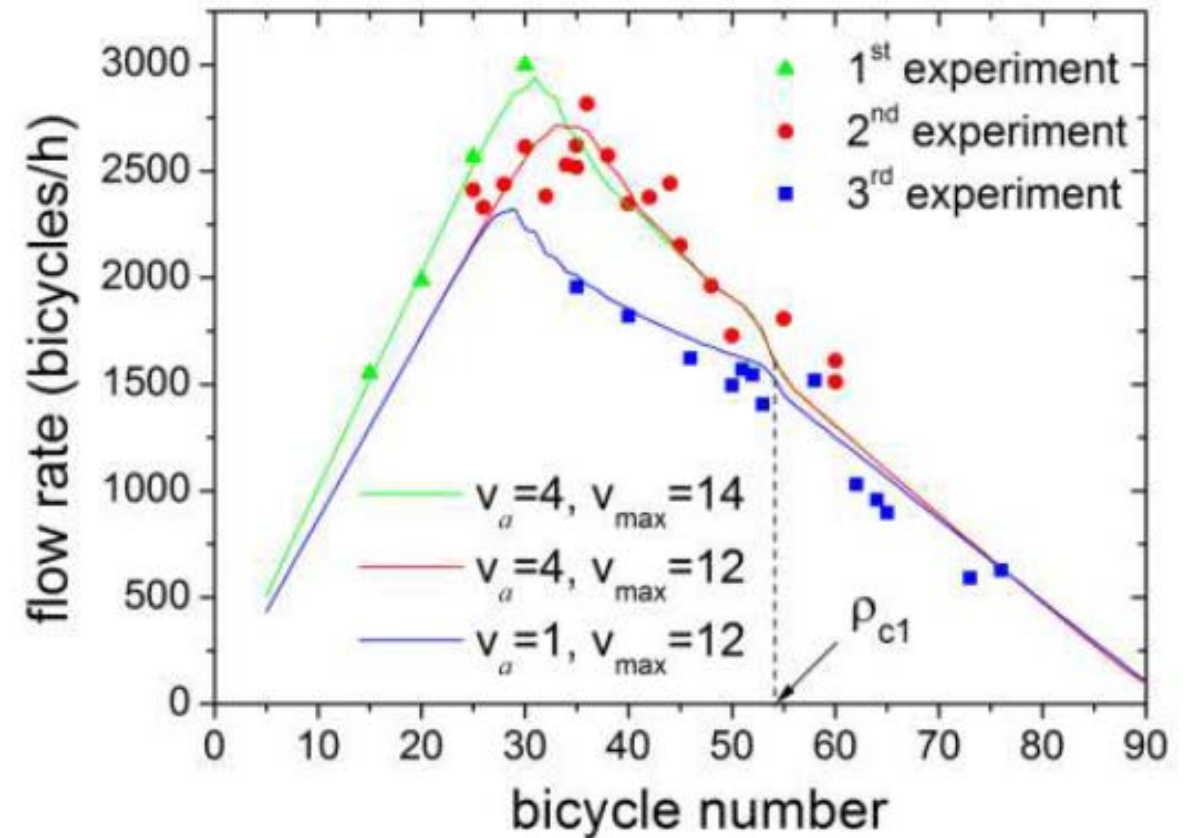
Kapacitetsmanual Cykeltrafikanläggningar (ej publ)



Definition av flödeskategorier utifrån genomsnittliga tidsavstånd mellan cyklister, inbromsningsförmåga, reaktionstid och dimensionerande hastighet.

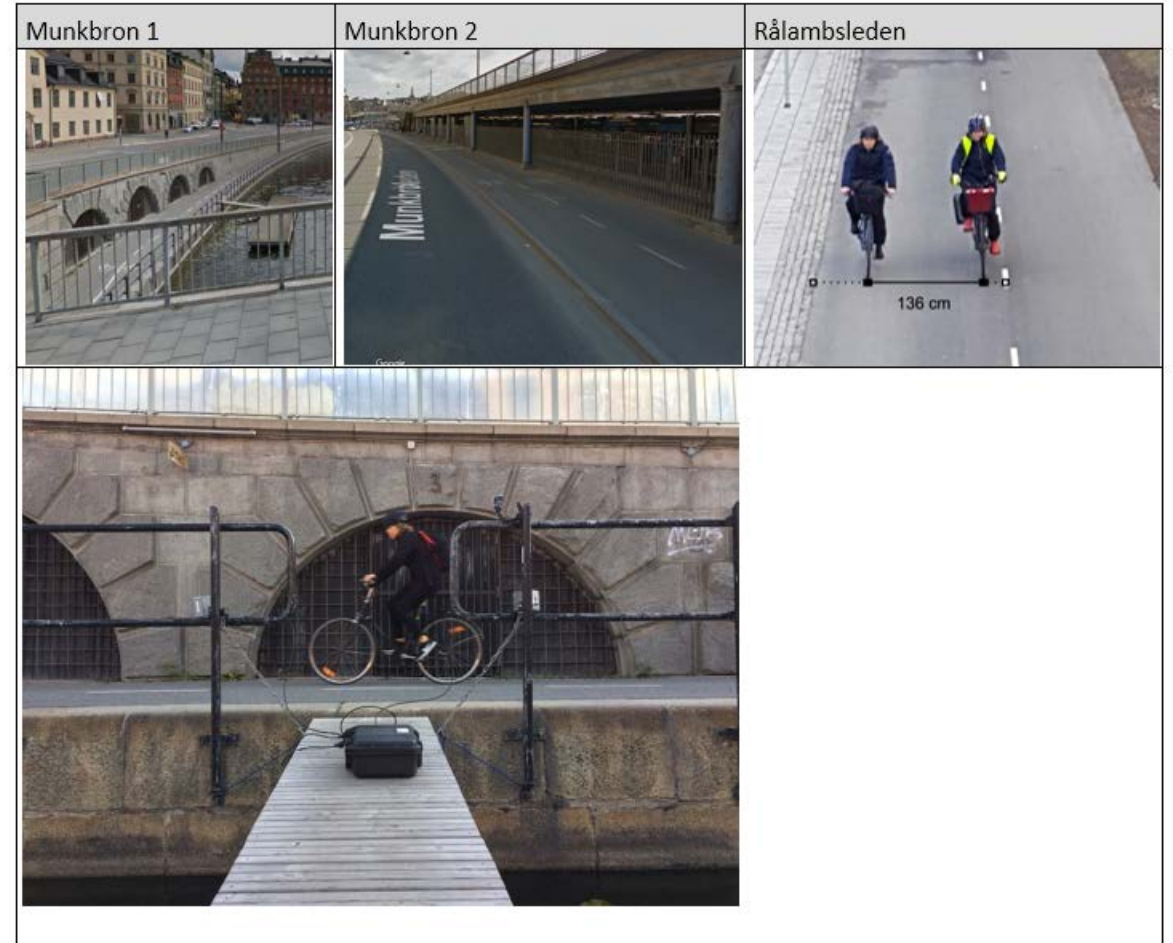
Kina

- Experimentella studier på cykelflöden på en 146-m lång cirkulär väg (Jiang 2013)
- Mellan 2250 och 2900 cyklar/h.
- Densiteten vid kapacitet är 37 cyklar/100 m.



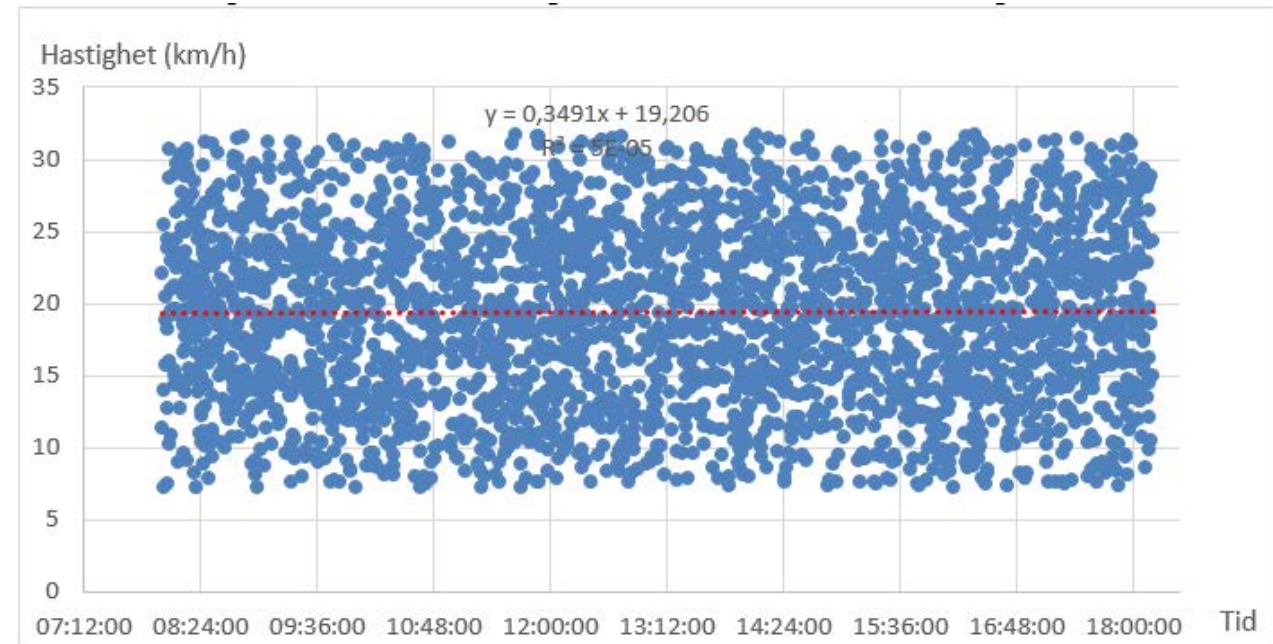
Empiriska studier

- Munkbron samt Rålambsleden.
- Låg-, mellan- och högtrafik
- maj, juni, augusti och september under 06:30-09:30 samt kl. 15:30-18:00.
- Radar, hastighet och flöde
- Sammanbrott?



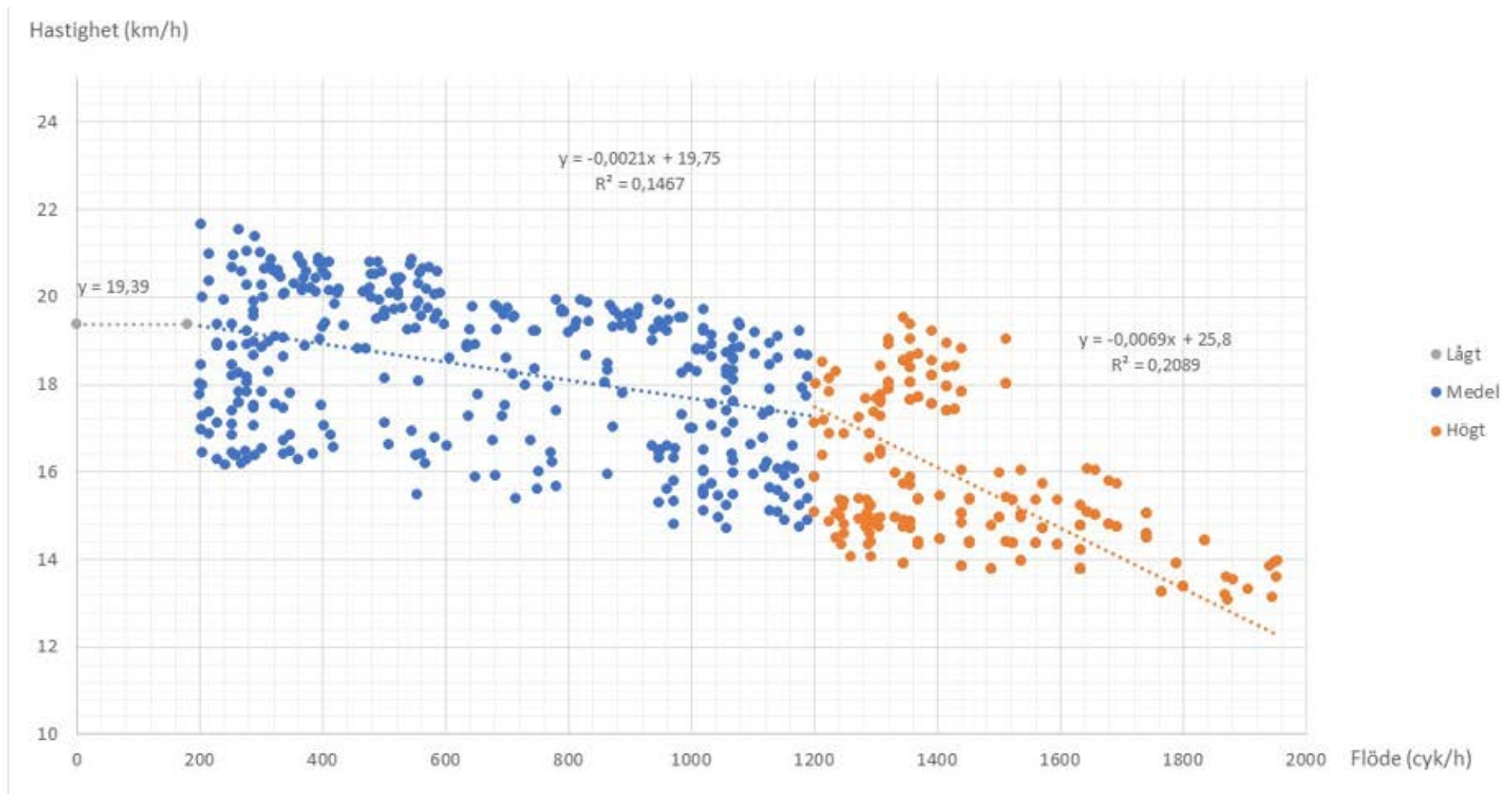
Analys

- Obundna cyklister, tidslucka på mer än 5 sekunder
- Frifordons hastighet
- 19,4 km/h (STD = 6,2 km/h)

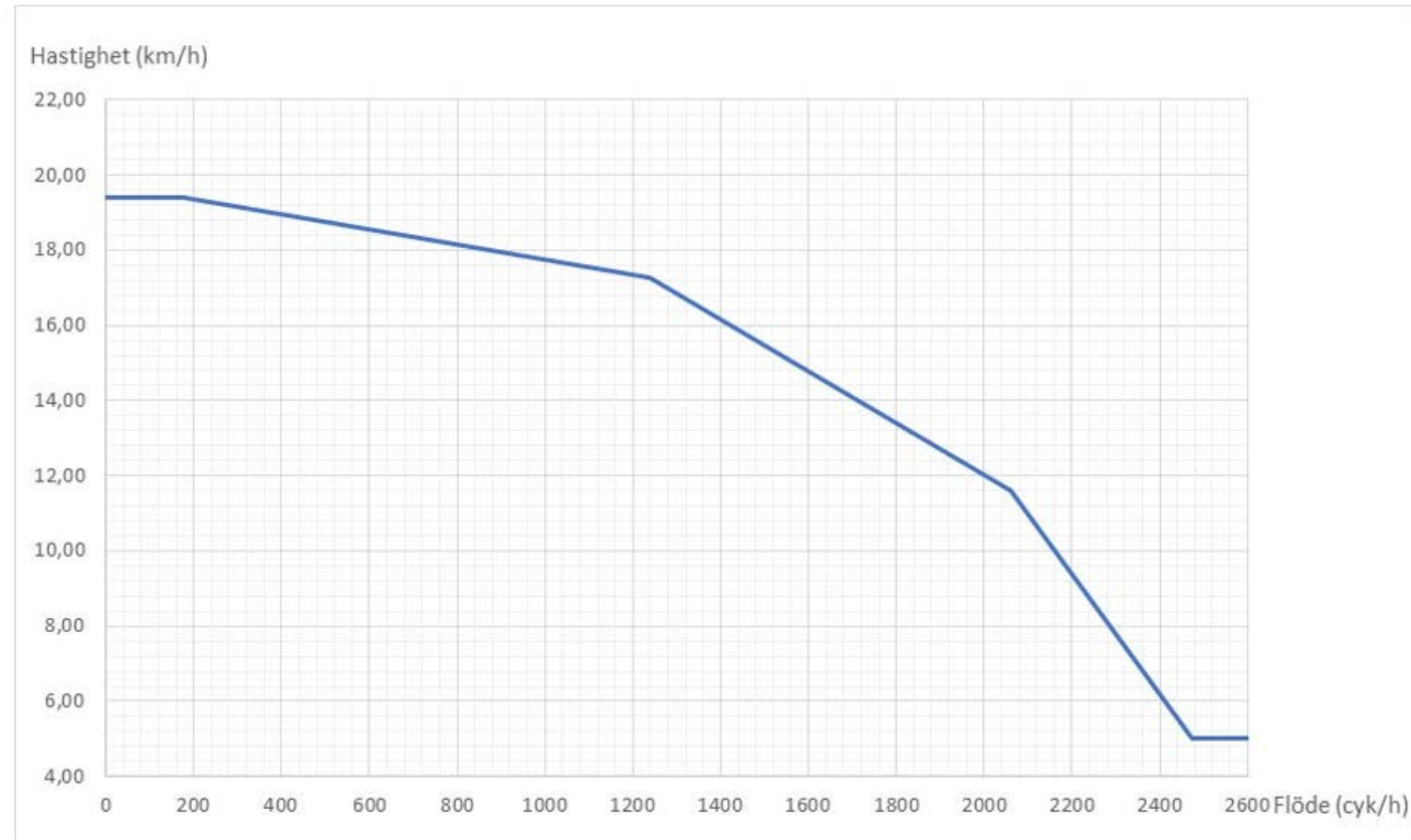


Figur 3.2. Individuella data för obundna cyklister, den så kallade frifordons hastigheten.

Hastighetflödessamband



Hastighetflödessamband



Figur 3.4. Hastighetflödessamband för cykeltrafik.

Modellansats, parametrar

| Parameter | Förkortning |
|---|-------------|
| Separerade riktningar (separerat=1, icke separerat=0) | SI |
| Utrymmesklass (A eller B) | UK |
| Bredd (m) | B |
| <u>Kanttyp</u> (Vägbanekant, kantstöd, hinder>0,2 m) | K |
| efterfrågat cykelflöde i samma riktning (cyklar/h) | <u>Qsp</u> |
| efterfrågat cykelflöde i motsatt riktning (cyklar/h) | <u>Qob</u> |
| Maxkvartfaktor | MKF |
| Längd (m) | L |
| Belastningsgrad | BG |

Tabell 3.1. Korrektionsvärden beroende på utformning och utrymmesklass.

| Utformning | Vägbanekant | | | Kantstöd | | | Hinder>0,2 m | | |
|----------------|-------------|-----|-----|----------|-----|-----|--------------|------|------|
| Utrymmesklass | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| Korrektion (m) | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0,3 | 0,3 | -0,3 | -0,1 | -0,1 |

Modellansats, hastighetsspridningen

S_{min} och S_{max} , enligt Ekvation 3 och 4, bestäms utifrån det framtagna hastighetflödessambandet samt dess 85-percentil och 15-percentil. Detta ger värdena för hastighetsspridningen och därmed underlag för beräkning av antalet passerande och mötande händelser.

$$S_{min} = \begin{cases} 12,3 & \text{om } Q_{sp} \leq 180 \\ 18,7 - 0,0069 \cdot Q_{sp} & \text{om } 180 < Q_{sp} < 1240 \\ 12,7 - 0,0021 \cdot Q_{sp} & \text{om } Q_{sp} \geq 1240 \end{cases} \quad (3)$$

$$S_{max} = \begin{cases} 26,5 & \text{om } Q_{sp} \leq 180 \\ 32,9 - 0,0069 \cdot Q_{sp} & \text{om } 180 < Q_{sp} < 1240 \\ 26,8 - 0,0021 \cdot Q_{sp} & \text{om } Q_{sp} \geq 1240 \end{cases} \quad (4)$$

Modellansats

$$F_p = \begin{cases} 0 & B_{kf} + C_{kf} < 1,65 \\ MKF \cdot \left(1,9 - \frac{S_{max}}{S_{min}}\right) \cdot (B_{kf} + C_{kf}) \cdot (0,059 \cdot Q_{sp} + 14,4) + \frac{0,0018 \cdot Q_{sp}^2}{2060} \cdot L^{0,6} - (1 - SI) \cdot 1,08 \cdot Q_{sm} & \end{cases} \quad (5)$$

Där:

F_p = antal passerande händelser (händelser/h)

C_1 = kalibreringsparameter (initialt satt till 0,95)

Q_{sp} = efterfrågat cykelflöde i samma riktning (cyklar/h)

MKF = maxkvartfaktor

S_{min} = minmedelhastighet (km/h)

S_{max} = maxhastighetsanspråk (km/h)

B_{kf} = bredd (m)

C_{kf} = korrigering för kanttyp, vid kantsten upp till 0,3 m reduceras bredden med 0,3 m,
vid högre hinder reduceras bredden med 0,6 m)

SI = Separation mellan riktningar (1 eller 0)

L = Längd på sektion (m)

Q_{sm} = efterfrågat cykelflöde i motsatt riktning (personer/h)

forts ...

Antalet mötande händelser, F_m , beräknas enligt Ekvation 6.

$$F_m = \begin{cases} 0 & SI = 1 \\ 0,36 \cdot \frac{Q_{sm}}{MKF} \cdot \left(1 + \frac{S_{max}}{S_{min}}\right) \cdot \frac{1,65}{(B_{kf} + C_{kf})^{0,5}} & SI = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Där:

F_m = totalt antal händelser på cykelbanan (händelser/h)

Slutligen bestäms totala antalet händelser, F , enligt Ekvation 7.

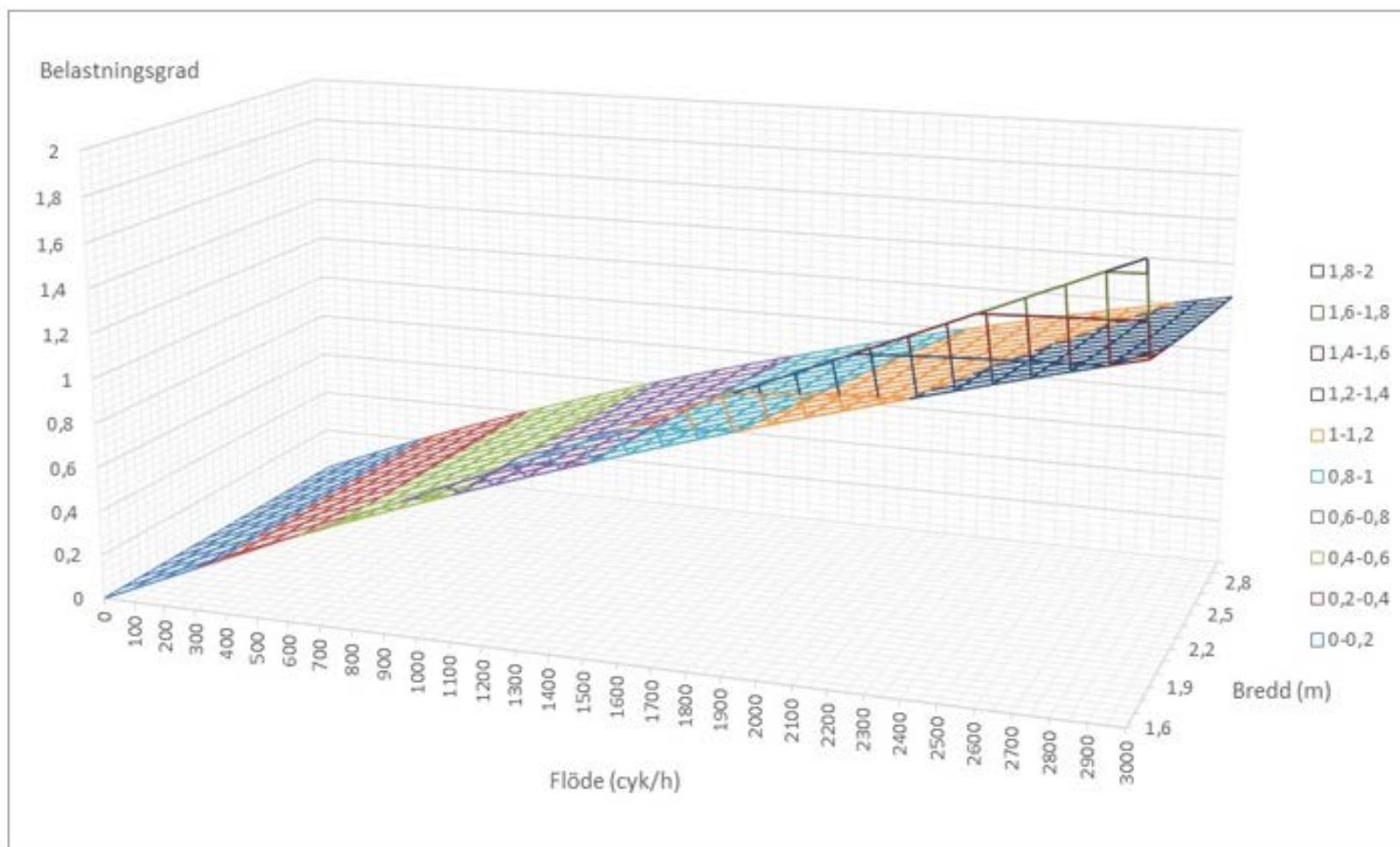
$$F = F_p + 0,5 \cdot F_m \quad (7)$$

Där:

F = totalt antal händelser på cykelbanan (händelser/h)

$$BG = \frac{1,28 \cdot Q_{sp}}{2060 + F} \quad (8)$$

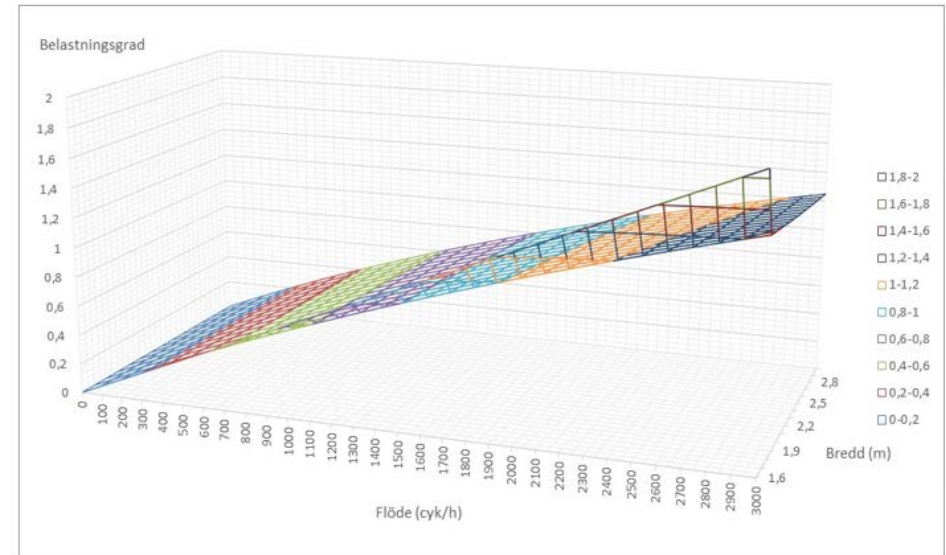
Modell, belastningsgrad (BG)



Figur 3.1. Resultatet i form av belastningsgrad (BG) som funktion av cykelflöde och bredd på cykelbanan.

Slutsatser

- Frifordons hastighet för cykel,
- kapacitetssamband för cykel samt ett
- hastighets-flödesamband.



Figur 3.1. Resultatet i form av belastningsgrad (BG) som funktion av cykelflöde och bredd på cykelbanan.

Fortsatt arbete

- Verifiera, kalibrera och validera modellen utifrån en större mängd platser och data.
- Kapacitet på gång- och cykelbana med blandtrafik
- Kapacitet samt fördröjning för planerings-verktyg(VQ-samband)
- Kapacitet samt fördröjning i korsning bör helt ses över då lagstiftningen ändrad sen 1 sep 2014 (cykelpassage, cykelöverfart).

