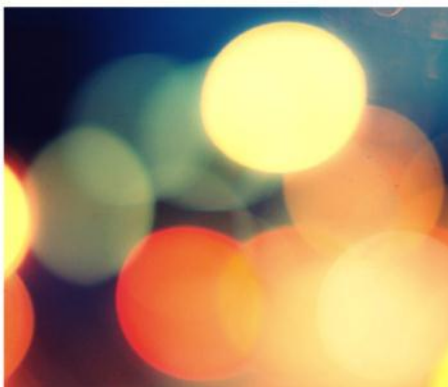
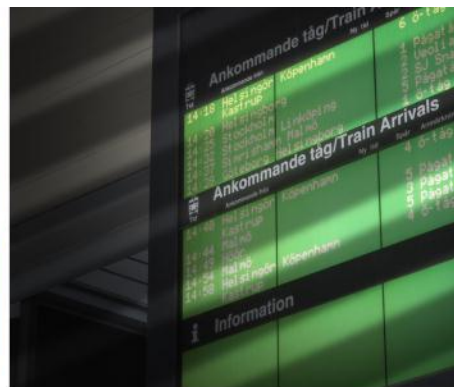
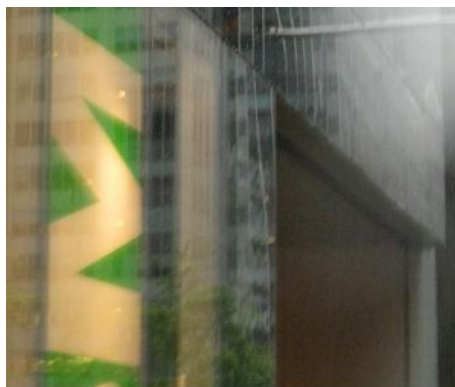


Dimensionering och utformning av vänt- ytor för cyklister vid signal

FOI projekt finansierat av Trafikverket



Dokumentinformation

Titel: Dimensionering och utformning av väntytor för cyklister vid signal

Serie nr: 2016:73

Projektnr: 15232

Författare: Erik Stigell
Astrid Michielsen

Medverkande: Sara Malm
Christian Dymén
Thaddäus Tiedje

Kvalitetsgranskning: Christer Ljungberg

Beställare: Trafikverket
Kontaktperson: Morteza Ghoreishi tel 010-124 44 03

Dokumenthistorik:

Version	Datum	Förändring	Distribution
0,9	2018-03-22	Preliminär slutversion	Trafikverket
1,0	2018-04-10	slutversion	Trafikverket

Förord

Trivector Traffic har, med finansiering av Trafikverket, genomfört ett forskningsprojekt om väntytor för cyklister (FUD-uppdrag: Utformning och dimensionering av signalmagasin för korsande cyklister, diarienummer TRV 2015/104122). Kontaktperson på Trafikverket har varit Morteza Ghoreishi.

Uppdraget har genomförts under 2016 och 2017 och har projektletts av fil.dr. Erik Stigell och granskats av tekn. lic. Christer Ljungberg. I arbetet har därutöver följande personer varit delaktiga: civ.ing. Astrid Michielsen civ.ing. Sara Malm, fil kand. Thaddäus Tiedje och tekn. dr. Christian Dymén, samtliga på Trivector Traffic.

Uppdraget har genomförts i samarbete med Stockholms stad, Trafikkontoret, med Björn Hansson som kontaktperson.

Stockholm, april 2018

Sammanfattning

Cyklingen ökar i storstadsregionerna i Sverige. Under högtrafiktid kan flödena av cyklister bli stora och vid trafiksignalerna samlas ofta stora grupper av cyklister. Utformningen och dimensioneringen av de ytor som är avsedda för cyklister att stå och vänta på blir med ökade flöden viktigare att utforma rätt. Både för att göra minska olyckor och incidenter men också för att det är en viktig del av cykelresans komfort och framkomlighet. Väntetid kan i många fall utgöra en stor del av restiden. Samtidigt saknas råd för hur dessa väntor ska utformas och dimensioneras.

Med väntyta för cyklister avses den yta i anslutning till en cykelbana eller GC-bana där cyklister står och väntar på grön signal på trafikljuset. För cykling i blandtrafik finns istället en så kallad cykelbox men den ingår inte i studien.

Syftet med detta FOI-projekt var att ta fram ny kunskap, råd och rekommendationer för hur väntytorna för cyklister vid signal ska dimensioneras och utformas med hänsyn till cykelflöden, korsningens funktion och signalinställning.

Datansamling i projektet har skett under 2016 genom litteraturstudie, seminarier med trafikplanerare, observation samt genom ett experiment där en trafiksignal ställdes om. I projektet var Stockholm samarbetskommun och studieort.

Litteraturstudien visade att problemet med underdimensionerade väntor för cyklister finns i flera länder. De lösningar som föreslås handlar däremot inte om att justera väntytans storlek eller utformning utan handlar i huvudsak om att ändra trafikljusinställningar så att de fungerar bättre för cyklister genom kortare väntetider och därmed kortare köer.

Observationerna som gjordes av 20 väntor i Stockholm visade variationer i rödtid, flöde och antal väntande beroende på var i väntytan var belägen. Några korsningar hade flöden på över 15 cyklister per minut. Rödtiden var oftast 60 sekunder eller mer. Flertalet signalreglerade passager hade dålig kvalitet baserat på en skattningsmetod från nederländska Crow som väger in sannolikhet att behöva stanna och genomsnittlig väntetid. Några väntor var underdimensionerade och där väntade cyklister på gångytor eller blockerade körvägarna för förbipasserande cyklister.

En teoretisk modell togs fram där väntytans storlek kunde beräknas som en funktion av signalinställning och cyklistflöde samt mått på en väntande cyklist. Modellen kan också användas för att beräkna lämplig signalinställning utifrån en given väntyta och cyklistflöde.

En cykelkorsning i Stockholm valdes ut för att testa modellen samt för att utvärdera hur konflikter mellan trafikanter och väntande förändrades efter omställ-

ning. Ursprungligen skulle en ombyggnad av en väntyta utvärderas men förse- ningar gjorde att en utvärdering av en omställning av en trafiksignal gjordes i stället. Under två interventionsdagar samt två kontroldagar observerades vänty- tan med flödesräkningar och beteendestudier. Modellen visade sig överens- stämma bara med det som observerades. Utrymmesanspråket 2,5 kvadratmeter för en väntande cyklist togs också fram baserat på observationerna.

Modellen applicerades också på två planerade väntytor för att se om väntytorna var tillräckligt dimensionerade i relation till cyklistflöde och signalinställning. Testet visade att modellen fungerar bra som hjälpmedel för att dimensionera pla- nerade väntytor för cyklister.

Slutligen togs också ett förslag på utformningsdetaljer fram för väntytor baserat på litteraturstudien och på ett seminarium med Trafikkontoret i Stockholm

Projektet ökade kunskapen om väntytor genom att synliggöra deras omfattning och egenskaper. Med en växande mängd cyklister kommer signaler behöva stäl- las om för att hantera fulla väntytor och då finns det ett enkelt hjälpmedel i form av en formel med väntytons storlek, cyklistflödet och signalens rödtid

Projektet visade att dimensioneringsmodellen kan vara ett hjälpmedel för att di- mensionera väntytor för cyklister vid signal. Det kan också användas för att an- passa signalens inställning till väntytons storlek. Genom att förlänga gröntiden löstes problemet med att cyklister stod väntande på gångtor eller på körbanan för förbipasserande cyklister.

En definition av väntytor, utrymmesanspråk på en väntande cyklist och beräk- ningsmodellen för dimensionering av väntytor bör tas med som råd i VGU och beskrivas i andra utformningshandböcker.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och mål med projektet	2
1.3	Definitioner	2
1.4	Organisation	3
1.5	Metod	3
2.	Litteraturstudie	5
2.1	Sökningen gjorde på internet på flera språk	5
2.2	Resultat: problemet med otillräckliga väntytor finns i andra länder	5
2.3	De lösningar som föreslås handlar om signalerna	6
2.4	Dimensionering av signalmagasin och väntytor	13
3.	Fältstudier	16
4.	Teoretisk bakgrund	19
4.1	Hur fungerar en trafiksignal	19
4.2	Teoretisk modell	19
4.3	Exempel från Tegelbacken	22
5.	Resultat	25
5.1	Flöde och rödtid	25
5.2	Bedömning av väntetid vid trafiksignaler	26
5.3	Omställning Tegelbacken	27
5.4	Observationerna stämmer med teorin	31
5.5	Hur mycket yta behöver en cyklist?	32
5.6	Utvärdering av väntyta – nuläget och ombyggnation	36
5.7	Utformning av en väntyta för cyklar	41
6.	Diskussion, slutsatser och rekommendationer	43
	Bilaga 1 – Olika servicenivåer	46
	Bilaga 2 – Inventerade väntytor	48

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Många städer och regioner har mål om ökad cykling, och för att nå målen är det viktigt att bygga attraktiv, trygg och säker infrastruktur för cykeltrafiken.

När cyklister som färdas på cykelbanor ska korsa bilkörväg behöver de ofta vänta på grön signal. Medan de väntar behöver det finnas ett ordnat utrymme för de väntande cyklisterna, ett så kallat signalmagasin/fordonsmagasin/kömagasin. För biltrafik finns detta magasinbehov beskrivet i Trafikverkets planeringshandbok Vägar och gators utformning (VGU) men inte för cykeltrafik.

På många håll i de större städerna med mycket cykeltrafik uppstår problem när signalmagasin saknas eller har otillräcklig utformning. Detta problem blir extra tydligt för nya typer av cyklar som är bredare och längre t.ex. trehjuliga cyklar och lastcyklar, se Figur 1-1.



Figur 1-1 Underdimensionerad väntytta vid Tegelbacken i Stockholm. Källa: International Cycling Infrastructure – Best Practice Study¹

När väntutrymmet inte räcker till ställer sig de väntande cyklisterna där det finns plats i närheten av signalen. Cyklisternas placering blir då olämplig genom att de väntande cyklisterna riskerar att blockera intilliggande cykelbana och hindra den

¹ Transport for London, 2014, *International Cycling Infrastructure – Best Practice Study*, s 82

rörliga cykeltrafik som inte ska korsa gatan. Även för gångtrafiken uppstår problem med otrygghet och konflikter om de väntande cyklisterna blockerar gångtor och blockerar gångpassager. Konsekvensen blir trängsel och konflikter och minskad framkomlighet och trygghet för alla grupper.

För cyklister i blandtrafik eller i cykelfält finns redan en välfungerande standardlösning i form av tillbakadragen stopplinje och cykelbox som tillsammans skapar ett magasin för cyklister. För cyklister som når trafiksignalen på en cykelbana eller GC-bana finns dock inga standardlösningar eller rekommendationer för hur väntytnan ska utformas.

För biltrafik finns skrivningar i VGU om fordonsmagasinens storlek. Hänsyn tas vanligtvis till magasinets kapacitet när man programmerar trafiksignalernas faser och omlopp. För cykeltrafik är motsvarande behov inte etablerat och inte heller beskrivet. För cykelsignaler är väntytnans storlek är en potentiellt viktig parameter som om den är känd kan påverka trafiksignalens gröntid och en korsnings kapacitet. Ett väldimensionerat signalmagasin hinner tömmas under signalens gröntid och riskerar inte heller att överfyllas vilket annars får konsekvenser för andra trafikantgrupper. De riktvärden som krävs för att planera ett signalmagasin för cyklar finns inte i nuläget. Signalmagasinets storlek är också en viktig parameter som vanligtvis inte tas med i signalplaner och inställningar av signaler för cyklar eftersom riktvärden i stort sett saknas.

1.2 Syfte och mål med projektet

Syftet med projektet är att ta fram ny kunskap, råd och rekommendationer för hur väntytnorna för cyklister vid signal ska dimensioneras och utformas med hänsyn till cykelflöden, korsningens funktion och signalinställning.

Målet med projektet är att dessa mått och rekommendationer sedan ska införlivas i VGU, GCM-handboken och andra utformningshandböcker hos kommuner och regioner. Då kan de bidra till ökad trafiksäkerhet och trygghet genom att trängseln i väntytnan minskar, konflikter minskar och framkomligheten för cykel- och gångtrafiken blir bättre.

1.3 Definitioner

Med väntytor för cyklister menas i denna rapport den plats på cykelbanan där cyklister förväntas stå uppställda i väntan på att få grön signal för att passera en korsande väg. Utrymmet kan också kallas signalmagasin för cyklister. Stockholm stad använder även begreppet kömagasin för cyklister

Avgränsning

Denna studie är avgränsad till väntytor vid trafiksignaler på friliggande cykelbanor. För cyklister i blandtrafik eller i cykelfält finns redan en standardlösning i form av tillbakadragen stopplinje och cykelbox² varför denna typ av korsning inte undersöks.

² SKL 2010 GCM handboken s 104f.

1.4 Organisation

Trivector har varit utförare i projektet. Projektet har genomförts i samråd med en projektgrupp och har därutöver haft stöd av en referensgrupp. Projektgruppen, som stämt av upplägg, arbetet och resultat under projektets gång, har bestått av:

- ▶ Morteza Ghoreishi, Trafikverket
- ▶ Björn Hanson därefter Johan Nilsson, Stockholm stad, Trafikkontoret
- ▶ Björn Sax Kaijser inledningsvis Sollentuna kommun därefter Regionala cykelkansliet Stockholms län
- ▶ Erik Stigell samt övriga berörda medarbetare vid Trivector Traffic

Referensgrupp var gemensam för två andra FUD-projekt, utöver detta projekt:

- ▶ Trygga och säkra boxar för vänstersvägande trafik
- ▶ Säkra och smidiga cykelkorsningar

Referensgruppen har bestått av representanter från: CROW, Transportstyrelsen, VTI, Trafikverket, samarbetskommuner (Göteborg, Stockholm/Sollentuna), övriga kommuner, bl a via Svenska Cykelstäder (Halmstad, Jönköping, Sundsvall, Örebro, Malmö, Järfälla), FOT – Fotgängarnas förening samt Cykelfrämjandet.

Till följd av ändrade tidplaner för ombyggnadsprojekt i de två samarbetskommunerna har utvärdering av en ombyggnad ändrats till en utvärdering av effekterna av en omställning av en trafiksignal samt en analys av ritningar för två ombyggnader.

1.5 Metod

I arbetet har ett flertal metoder använts och dessa beskrivs kortfattat nedan. I samband med resultaten för respektive del beskrivs ges ytterligare metodbeskrivning.

Litteraturstudie

Eftersom riktlinjer och rekommendationer kring väntytter för cykel i stort sett saknas i svenska handböcker gjordes en litteraturstudie av samlad kunskap om väntytter från andra länders utformningshandböcker samt av tidigare undersökningar och forskning inom området. Litteraturstudien gjordes översiktligt via en sökning på internet med olika kombinationer av sökord bland annat cykel/cykling, korsning, trafiksignal, väntyta, signalmagasin. Sökningarna gjordes på flera olika språk. Slutligen gjordes en sökning efter utformningshandböcker från andra länder och större städer med mycket cykeltrafik. Av intresse var framförallt Nederländerna, Tyskland och Danmark och städer i dessa länder. Resultaten från litteraturstudien beskrivs i kapitel 2.

Observation av korsningar

Tjugo korsningar observerades med avseende på cyklistflöde, signalinställning antal väntande och eventuella konflikter vid väntyten. Observationsplatserna valdes ut baserat på ett antal kriterier som sattes upp i samråd med projektgruppen. Bland annat att korsningarna hade ett stort cykelflöde, hade korsande cykelflöden, hade en utformning där cyklister stod och väntade på ett bilfritt område och

att det fanns indikationer att det fanns otillräckligt utrymme för väntytan. Observationerna gjordes under högtrafik och följde observationsprotokoll som hade pilottestats i fält.

Observationsprotokollet omfattade manuella flödesräkningar, hur många som väntade, samt beskrivning av var de väntande cyklisterna placerade sig, rödljuskörning, konflikter.

Omställning av en trafiksignal för cyklister

Under fyra dagar observerades också en trafiksignal vid Tegelbacken i Stockholm i samband med att signalens inställning ställdes om till kortare röd tid för cyklisterna. Observationer genomfördes i en dag innan och en dag efter samt under de två dagar signalen ställdes om. Samma observationsprotokoll användes som vid observationerna.

Test av modell på en planerad ombyggnation

En modell för hur väntytons storlek, cyklistflödet och signalinställningen hänger samman sattes upp och testades mot de verkliga observationerna. Modellen användes sedan för att bedöma om väntytan inlagd på ritningarna för ombyggnation av ett signalmagasin var tillräcklig.

2. Litteraturstudie

2.1 Sökningen gjordes på internet på flera språk

En litteraturstudie gjordes genom sökning på internet via Google. Sökningar gjordes dels efter utformningshandböcker för cykeltrafik i Danmark, Sverige, Norge, Belgien, Nederländerna, Tyskland dels efter forskningsstudier om väntytor för cyklister vid signaler. De sökord som användes var olika kombinationer och varianter av cykel, trafiksignal, utformning, väntyta, signalmagasin. Referenser från de examensarbeten och andra forskningsarbeten som fanns söktes tillfördes också sökningen. Sökningarna gjordes på svenska, engelska, tyska, franska och nederländska.

2.2 Resultat: problemet med otillräckliga väntytor finns i andra länder

Problemet med underdimensionerade väntytor för cyklister har identifierats i litteraturen i flera länder. De lösningar som föreslås handlar däremot inte om att justera väntyttans storlek eller utformning utan handlar i huvudsak om att ändra trafikljusinställningar så att de fungerar bättre för cyklister genom kortare väntetider och därmed kortare köer. Nedan redovisas resultatet från litteraturstudien uppdelat på olika länder.

Nederländerna

Cykelförbundet i **Rotterdam** har beskrivit problemen med underdimensionerade väntytor på flera platser i staden³. Cykelflödena på dessa platser är väldigt stora vilket leder till långa köer vid trafikljusen och väntande cyklister får inte tillräckligt med plats och blockerar därför flödet av passerande cyklister.

Samma problem är identifierats i **Amsterdam**⁴. Där har staden beslutat att skapa mer plats för cyklister och gående i staden, bland annat genom att flytta parkering från gatorna till underjordiska parkeringshus i centrum och ändrat trafikregleringen av vissa korsningar för att förbättra cykelflödet⁵. De ändringar som nämns är dock endast ändringar av trafikljusreglering, inte av väntyttans dimensionering.

Cykelförbundet i **Utrecht** har protesterat mot långa väntetider för cyklister vid trafikljus⁶. I Utrecht har man dessutom observerat att många cyklister väljer att cykla över gångytor som konsekvens av underdimensionerade cykelväntytor och

³ Fietersbond Rotterdam, 2015, *Meer en slimmere opstelruimte bij stoplichten*, <https://www.youtube.com/watch?v=1xOfWTPtzQM>

⁴ Taxi1108, 2014, *Cycling in Amsterdam: Waiting for traffic light*, https://www.youtube.com/watch?v=69zIM-Eeq_YY

⁵ Fietsberaad, 215, *Amsterdam wil meer ruimte voor voetganger en fietser*

⁶ BicycleDutch, 2014, *Red light protest in Utrecht (Netherlands)*, <https://www.youtube.com/watch?v=QoH8ZWszMwM>

svårigheter med att passera förbi väntytorna på cykelbanan.⁷⁸ Detta skapar otryggheten för gående. Cykelförbundet pekar även på sambandet mellan långa väntetider och långa köer, men identifierar de små ytorna som ett större problem än de långa väntetiderna. Kortare väntetider skulle dock leda till att ytbehovet för väntande cyklister minskar.

Belgien

I en belgisk handbok för cykelinfrastrukturutformning av korsningar⁹ nämns ett tryggt signalmagasin med rätta dimensioner som ett av de viktigaste behoven för cyklister vid korsningar. Handboken säger däremot ingenting om hur en sådan yta borde dimensioneras och utformas.

Tyskland

Det tyska institutet för urbana studier ”Das Deutsche Institut für Urbanistik” (Difu)¹⁰ anger att ”väntytor för gående och cyklister bör vara tillfredsställande vad gäller storlek”, men de ger inga riktlinjer för dimensionering. Difu menar dessutom att cykelinfrastruktur som byggs idag bör kunna rymma framtidens efterfrågan så att höga kostnader för senare ombyggnation undviks.

2.3 De lösningar som föreslås handlar om signalerna

De flesta lösningar som beskrivs i de olika handböckerna handlar om hur trafikljusens inställningar kan bli bättre anpassade för cyklister.

Ta bort trafikljus

En lösning som ofta föreslås är att helt ta bort trafikljus. Argumentet är att cyklisterna oftast löser situationen tillfredsställande utan trafikljus:

“From the perspective of (the directness for) the cyclist, the construction of a traffic lights control system (TCS) is hardly ever a good idea. An advantage of a TCS is, however, that the maximum waiting time is limited.”¹¹

Detta kan till exempel åstadkommas genom att ersätta en signalreglerad korsning med en korsning med en svängyta i mitten. Svängytan i mitten kan användas av både cyklister och bilar, så att de kan ta korsningen i två etapper och utan att blockera korsningen, se Figur 2-1.

⁷ Kracht van Utrecht, 2014, *Laat fietsers niet wachten tot ze een ons wegen!*, <https://www.youtube.com/watch?v=SHfxMgWPNF8>

⁸ Fietsersbond afdeling Utrecht, 2014, *Succesvolle actie tegen fietsfiles*, <http://utrecht.fietsersbond.nl/nieuws/succesvolle-actie-tegen-fietsfiles#.VsQ7QvnhDIU>

⁹ Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid, 2014, *Fietsvademeccum voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: Fietsvoorzieningen op kruispunten*

¹⁰ German Institute of Urban Affairs (Difu), 2013, *Cycling Facilities: Designing for Safety*, Cycling Expertise - Infrastructure

¹¹ Crow, 2007, *Design manual for bicycle traffic*



Figur 2-1 Ombyggd korsning i Belgien med en svängyta i mitten mellan körfälten.

En utredning i Belgien visar att trafikljus inte alltid har en positiv effekt på trafiksäkerheten och att 50 procent av alla trafikljus är onödiga och leder till negativa effekter för miljön. En liknande studie i Storbritannien visade att 80 procent av alla trafikljus är onödiga. Att sänka hastigheten i bebyggda områden till 30 km i timmen skulle ge samma effekt som att ta bort 90 procent av alla trafikljus i bebyggda områden i Belgien.¹²

Både i Utrecht och i Antwerpen undersöker kommunerna dessutom vilka trafikljus kan släcka helt eller under en del av dagen med syfte att förbättra trafikflödet.¹³¹⁴

Cykelstråk som går till höger om trafikljus

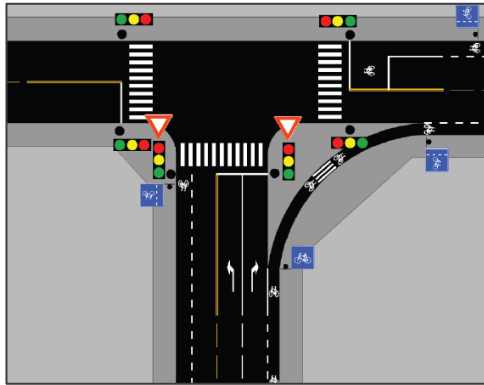
I den belgiska handboken¹⁵ anges att cykelstråk borde planeras så att högersvängande cyklister inte bör vänta vid korsningen. Trafikljus placeras därför mellan körfält och cykelbana. Korsande cyklister behöver då ett separat trafikljus. Att anlägga en cykelbana som går till höger om ett trafikljus är dock inte alltid möjligt på grund av utrymmesbrist.

¹² <http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/binnenland/1.2561437>

¹³ <http://www.duic.nl/nieuws/gemeente-utrecht-wil-overbodige-verkeerslichten-uitschakelen/>

¹⁴ <http://www.verkeerspro.nl/verkeerskunde/2016/04/13/onderzoek-weghalen-verkeerslichten-goed-voor-doorstroming/>

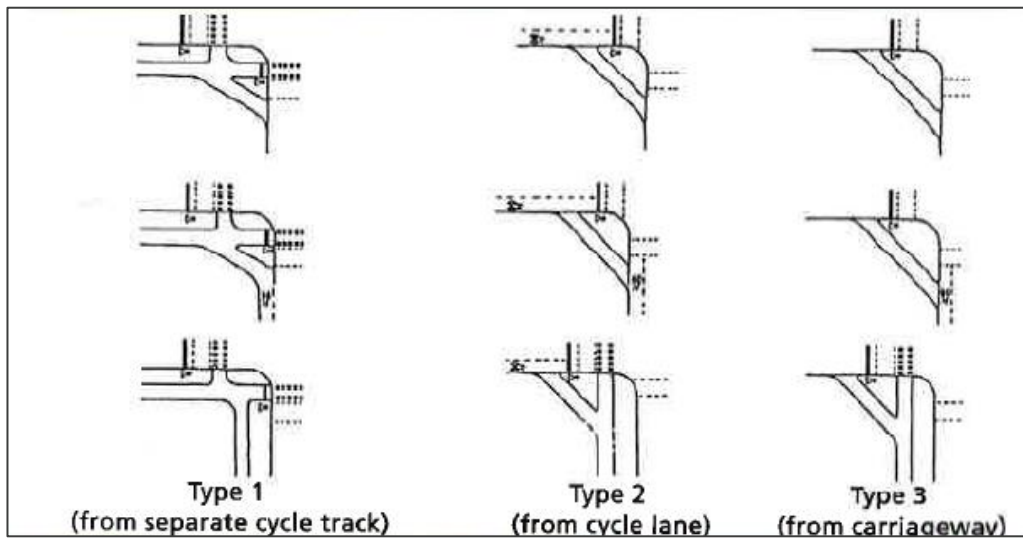
¹⁵ Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid, 2014, Fietsvademeccum voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: *Fietsvoorzieningen op kruispunten*



Figur 2-2 Exempel på cykelbana som går höger om trafikljus (Källa: Norges Sykkelhåndboka¹⁶)

En nackdel är att denna typ av lösning ibland medför en konflikt mellan cyklister och gående (se figur ovan). Trygghet för gående är därför en viktig faktor vid beslut om införande av denna lösning och den rekommenderas i den belgiska handboken därför inte om gåendeflöde är högt.

CROW¹⁷, som är en nederländsk kunskapsplattform för bland annat cykling, ger en översikt av olika typer för högersvängande cykeltrafik som i olika utformningslösningar kan fortsätta utan att stanna vid trafikljuset, se Figur 2-3.



Figur 2-3 Möjligheter till högersväng längs trafikljus (Källa: Crow, 2006¹⁸)

¹⁶ Statens Vegvesen, 2014, *Sykkelhåndboka*, Håndbok V122

¹⁷ Crow, 2007, *Design manual for bicycle traffic*

¹⁸ Crow, 2007, *Design manual for bicycle traffic*



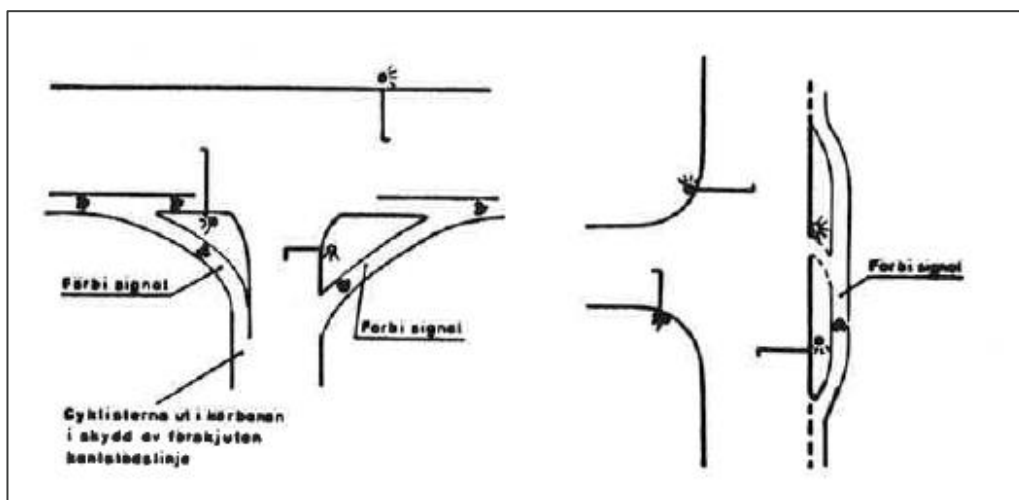
Figur 2-4 Högersvälgående cykeltrafik leds förbi trafiksignalen (väjningsplikt) (Källa: Planera för cykeln¹⁹)



Figur 2-5 Cyklister behöver inte stanna vid rött ljus (Källa: Fietsvadecum Brussel²⁰)

En gammal VTI-rapport från 1985 'Säkrare cykling'²¹ beskriver samma utformning:

"I gatukorsningar med trafiksignaler bör cyklar, när utrymmet och övriga förhållanden så medger, ledas som randström vid sidan av signalerna – dels för högersväng, dels i ena riktningen på genomgående väg i trevägskorsning"



Figur 2-6 Exempel på utformningar där cyklister inte behöver stanna vid trafikljus (Källa: VTI rapport – Säkrare cykling²²)

Cyklister är inte tvungna att stanna vid trafikljus

I Belgien, Nederländerna och Frankrike används trafikskyltar som anger att cyklister inte behöver stanna vid rött signal vid trafikljus, om de ska svänga till höger eller fortsätta rakt fram. Villkoret är att de i korsningen har väjningsplikt

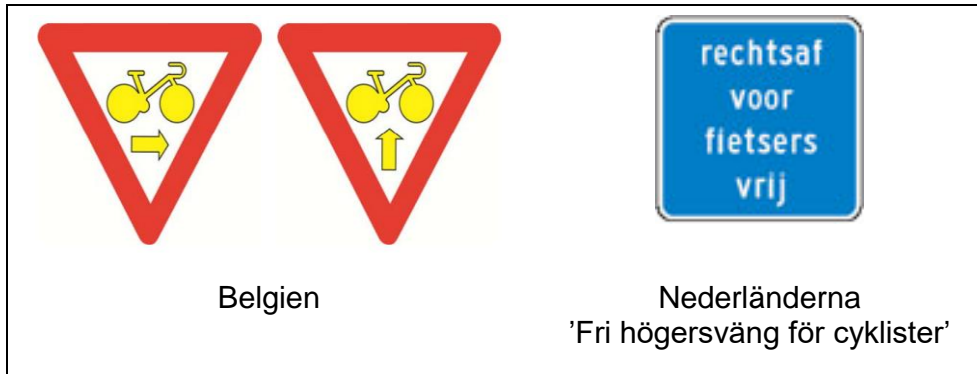
¹⁹ Spolander, K., 1997, *Planera för cykeln*

²⁰ Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid, 2014, Fietsvadecum voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: *Fietsvoorzieningen op kruispunten*

²¹ VTI rapport, 1985, *Säkrare cykling: Problemanalys och förslag till åtgärder*

²² VTI rapport, 1985, *Säkrare cykling: Problemanalys och förslag till åtgärder*

gentemot andra trafikanter. Skyltar som tillåter cyklisten att köra rakt fram vid röd signal tillämpas endast när cyklister inte behöver korsa andra fordonsflöden. Denna trafikreglering underlättar cyklisternas framkomlighet i korsningen och ger ökad tidsvinst och komfort för cyklisterna utan negativa trafiksäkerhetskonsekvenser.

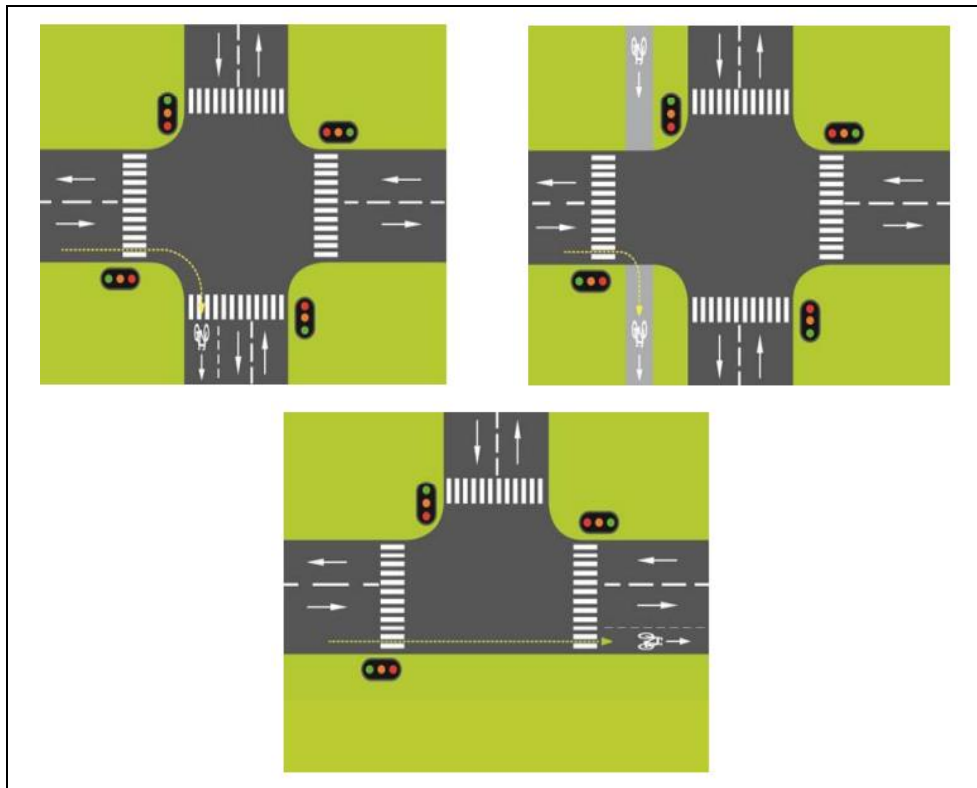


Figur 2-7 Skyltar som anger att cyklister inte är tvungna att stanna vid trafikljus



Figur 2-8 Exempel på cyklister som inte är tvungna att stanna vid rött trafikljus

Figur 2-9 visar olika situationer där cyklister kan fortsätta även när trafikljuset är rött. Det behöver dock fortfarande väja för fotgängare.



Figur 2-9 Situationer där cyklister kan svänga höger (ovan) eller köra rakt fram (nedan) utan problem (Källa: Fietsvademecum Brussel²³)

Två gånger grönt per signalcykel

Gröntiden per signalcykel för cyklister är ofta relativt kort, vilket gör att de har en stor sannolikhet att behöva stanna. Att få två gånger grön per cykel skulle leda till att stopchansen minskar och därmed väntetider och köer och krav på ytan.

Väntetiden i genomsnitt för cyklister är (om man inte tar hänsyn till de som har grönt ljus och inte behöver vänta) hälften av rödtiden. Halverar man rödtiden, så halverar väntetiden. Om man ändrar en ursprungligen situation från 100 sek röd-tid och 10 sekunder gröntid till 90 sekunder röd-tid och 20 gröntid, så minskar genomsnittliga väntetiden från 50 sekunder till 45 sekunder. Om man däremot har de extra 10 sekunderna i mitten av cykeln (i.e. 45 sekunder rött, 10 grönt, 45 rött, 10 grönt), så blir väntetiden i genomsnitt 22,5 sekunder. Att ha två gånger grön per cykel är därför effektivare än att ha längre grön en gång.²⁴

²³ Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid, 2014, Fietsvademecum voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: *Fietsvoorzieningen op kruispunten*

²⁴ Fietsersbond, 2012, *Verkeerslichten voor fietsers in Utrecht: waar wachten we op?*

Allgrönt – grönt ljus till alla cyklister samtidigt

Grönt ljus till alla cyklister samtidigt är en trafikreglering vid trafikljus där alla cyklister från fyra håll samtidigt får grönt ljus, medan alla andra trafikslag får rött ljus.

Fördelar är att det inte finns några konflikter mellan cyklister och bilar, speciellt undviks olyckor på grund av döda vinklar, och att cyklister kan svänga vänster i ett moment utan extra stopp. Vidare leder allgrönt till låga genomsnittliga och maximala väntetider för cyklister. Att ha två gånger grön för cyklister per cykel rekommenderas när 'Grön för alla cyklister samtidigt' införs.²⁵



Figur 2-10 Grönt ljus för alla cyklister samtidigt - Nederländerna

Stora svängen i ett svep

Ett till alternativ för att undvika ett trafikljus är att cyklister gör en manöver som är densamma som den stora svängen, förutom att de inte behöver vänta vid andra delen av svängen.

När cyklisterna kommer till trafikljuset kör de först rakt fram när ljuset blir grönt och ställer sig sedan väntytan innan de fortsätter till vänster. Den här ytan ligger framför trafikljuset för cyklister som kommer från högersidan. Så snart det finns en lucka i trafiken, kan cyklisten korsa gatan.

²⁵ CROW Fietsberaad, 2004, *Alle fietsers tegelijkertijd groen bij verkeerslichten*



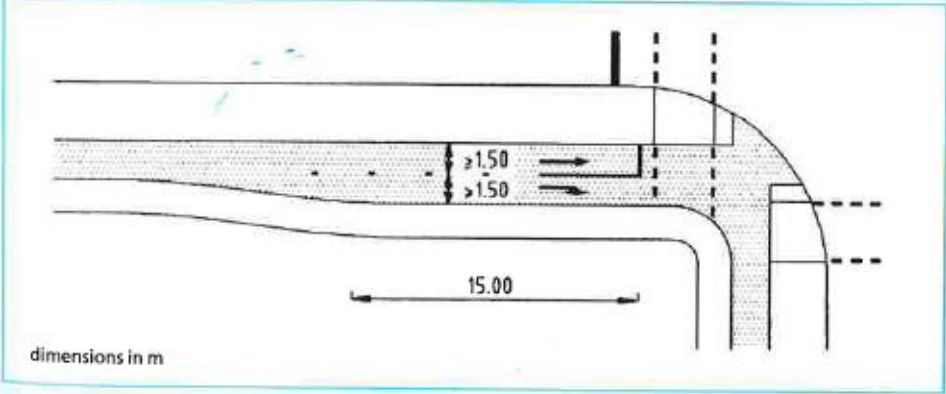
Figur 2-11 (Källa: Presto²⁶)

2.4 Dimensionering av signalmagasin och väntytor

Väntytan för cyklister vid trafikljus kallas ibland för signalmagasin eller kömagasin för cykeltrafiken. Det är viktigt att det dimensioneras rätt så att cyklisterna ryms i ytan.

Den nederländska handboken Crow anger några rekommendationer för väntytorna för cyklister, se Figur 2-12. Dimensioneringen av väntytan beror på intensiteten av cykeltrafiken samt på trafikljusinställningarna, men CROW anger att ytan bör **vara längre än 5,00 m och breddare än 1,50 m.**

²⁶ Presto, *Infrastructure: Traffic-light intersections- Traffic-light intersections (Implementation Fact Sheet)*

Description	Stacking lane for cyclists on cycle track in front of traffic control system
Function	stacking place for cyclists at traffic control system
Application	<ul style="list-style-type: none"> • intersection with traffic control systems and separate cycle tracks • inside and outside built-up areas
Implementation	<ul style="list-style-type: none"> • area indicated by means of (longitudinal and get-into-lane) marking • markings in thermoplastic material, road paint, preformed adhesive material or paving material • stationary cyclists must not block cyclists who can ride through; this applies to both crossing cyclists and cyclists wanting to turn right (past red or outside of the provision)
Dimensions	<ul style="list-style-type: none"> • length of area depends on intensity and traffic control, but at least 5.00 m: with loop detection ≥ 15.00 m • width ≥ 1.50 m
Considerations	<ul style="list-style-type: none"> • unequivocal for cyclists • more opportunities for additional provisions (shorter waiting time)
Combination options	<ul style="list-style-type: none"> • right-turn past red • right-turn through red
 <p>dimensions in m</p>	

Figur 2-12 Väntyta för cyklister – Källa: Crow²⁷

²⁷ Crow, 2007, *Design manual for bicycle traffic*

Figurerna nedan visar olika typer av väntytor för cyklister med olika utformning.



Figur 2-13 Källa: Idékatalog for cykeltrafik '12²⁸



Figur 2-14 Källa: Planera för cykeln²⁹



Figur 2-15 Källa: Idékatalog for cykeltrafik '12³⁰



Figur 2-16 Källa: Idékatalog for cykeltrafik '12³¹

²⁸ Cycling Embassy of Denmark, 2012, *Idékatalog for cykeltrafik '12*

²⁹ Spolander, K., 1997, *Planera för cykeln*

³⁰ Cycling Embassy of Denmark, 2012, *Idékatalog for cykeltrafik '12*

³¹ Cycling Embassy of Denmark, 2012, *Idékatalog for cykeltrafik '12*

3. Fältstudier

Två fältstudier för datainsamling gjordes inom projektet. Först en observationsstudie vid tjugo signalreglerade cykelkorsningar i Stockholm därefter en interventionsstudie då en cykeltrafiksignal ställdes om under två dagar samtidigt som trafiksituationen observerades.

Val av observationsplatser

För att välja ut passande observationsplatser tog vi fram en GIS-karta med en bruttolista med relevanta trafiksignaler för cyklister. Vi började med att lägga ut koordinater för att trafiksignaler i centrala Stockholm som vi fått från trafikkontoret därefter la vi till ett GIS-skikt med de viktigaste regionala cykelstråken för att hitta platser med många cyklister. Signaler vid stombusslinjer valdes i huvudsak bort eftersom de skulle vara olämpliga för intervention och observation eftersom dessa platser vanligen har signalprioritering för buss, se Figur 3-1.

Platserna skulle också ha korsande cykelflöden där det skulle kunna bli konflikter mellan väntande cyklister och flödet av förbipasserande cyklister. De utvalda korsningarna undersöktes därför via Google street-view för att se att där verkligen fanns en väntyta och signal.

För minska antalet platser ytterligare postades en fråga i ett cyklistforum på Facebook ”Cykla i Stockholm” med ca 5000 medlemmar, se nedan. I inlägget beskrevs vad en väntyta är och vilket problem som eftersöktes. Vi fick 48 svarsinlägg varav de flesta innehöll tips på platser som uppfyllde önskemålen om observationsplatser. Några svar var av mer diskuterande karaktär och andra tipsade om cykelboxar eller platser som inte passade undersökningsupplägget. Sammantaget fick vi ca 20 platser som uppfyllde kriterierna att vara väntytor för cyklister vid signal, att ha ett korsande cykelflöde nära på väntytan samt att platsen upplevs som konfliktfylld eller underdimensionerad.

Hej cykelvänner!

Jag är på jakt efter underdimensionerade väntytor för cyklister vid trafikljus i Stockholm. Hoppas jag kan få några tips!

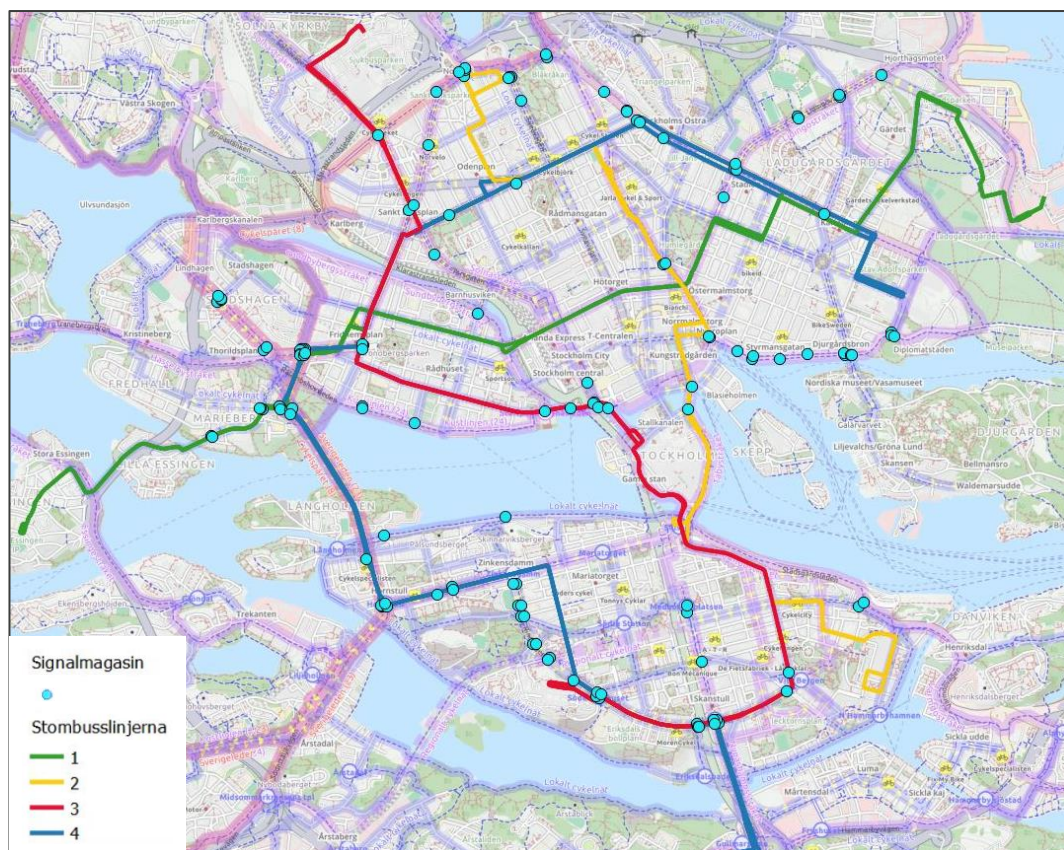
Med väntytor menar jag den plats man står och väntar på medan det är röd signal. Bara väntytor där cyklarna kommer från en cykel eller GC-bana är intressanta dvs inga cykelboxar i blandtrafik.

Platserna är tänkta att observeras och undersökas i en forskningsstudie med syfte att ta fram riktlinjer för hur väntytor ska utformas och dimensioneras i förhållande till cykelflöden och signalinställning. Idag finns inga riktlinjer och liten koppling mellan signalinställning, cykelflöde och väntyta. Cyklister tvingas därför vänta i

cykelbanan eller gångbanan och ofta i vägen för andra cyklister och fotgängare.

Exempel på platser vi söker är Tegelbacken och Nybroplan, Se foto från tegelbacken där väntande cyklister är i vägen, men vi behöver några fler. Studien utförs av Trivector, där jag jobbar, tillsammans med Stockholm stad och Trafikverket som är finansierare.

Inlägg i Cykla i Stockholm 2016-05-16



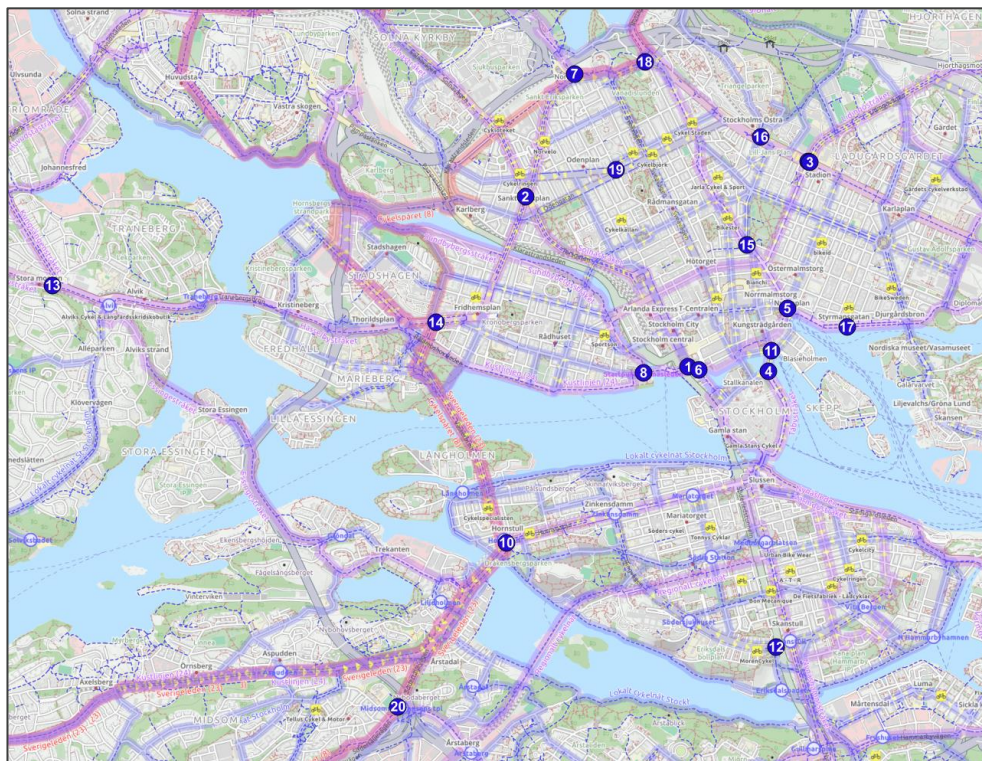
Figur 3-1 Viktiga cykelstråk, platser med signalmagasin i centrala Stockholm samt stombusslinjernas linjedragning. Stombusslinjerna påverkar signalerna i hög utsträckning.

Observation

I maj och juni 2016 gjordes observationsstudier vid tjugo cykelkorsningar med väntytter i Stockholms innerstad. Cykelflödet och antalet väntande cyklister räknades totalt och per signalcykel under en timme mellan kl. 8 och 9. Den kvart då störst antalet cyklister passerade definierades som rusningskvarten. Rusningskvarten är olika för olika korsningar.

Samtidigt noterades hur cyklisterna placerade sig när de väntar på grönsignal samt observerades cyklisternas beteende och interaktion med varandra och fotgängare till exempel vilka typer av konflikter som förekom. Längden på en signalcykel klockades liksom hur lång tid det var röd respektive grön signal för cyklister per signalcykel undersöktes också.

Nedan visas en karta med alla platser som observerades (se Figur 3-2). En mer detaljerad bild över varje plats finns i Bilaga 2.



Figur 3-2 De tjugo cykelkorsningar med väntytor för cyklister i Stockholms innerstad där observationer gjordes.

Omställning av trafiksignaler

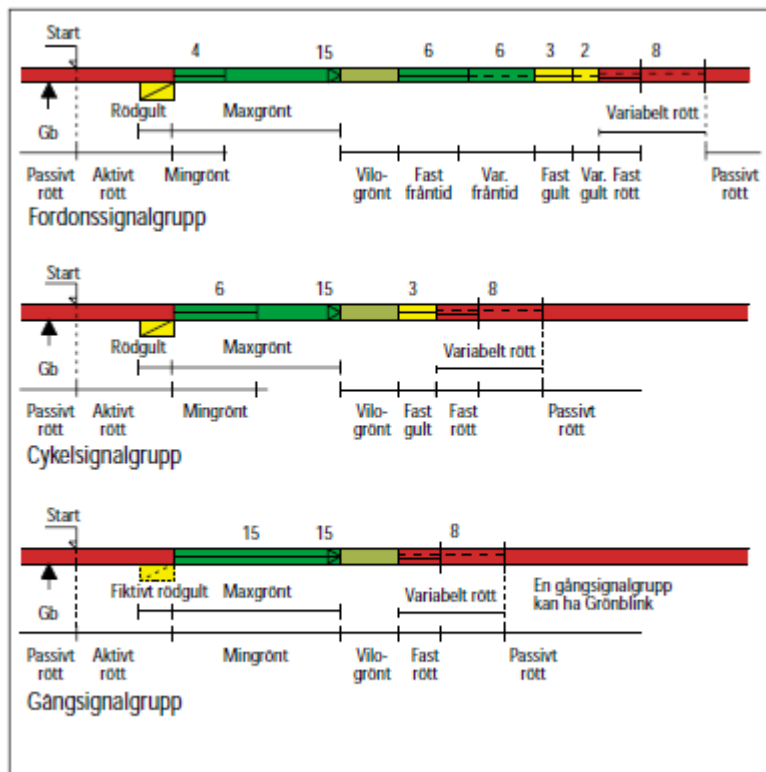
I början av oktober ställde trafikkontoret i Stockholm om trafiksignalerna på Tegelbacken för cyklister som kommer från Vasabron/stadshuset och vill korsa Tegelbacken mot Vasagatan under två dagar tisdag den 4 och onsdag den 5 oktober 2016.

I den vanliga trafiksituationen låg rödtiden på ungefär 70 sekunder och gröntiden på ungefär 20 sekunder. När signalerna ställdes om, minskade rödtiden med ungefär 25 sekunder. Resultatet blev en rödtid på 45 sekunder och en gröntid på 45 sekunder. För att kunna bedöma effekten observerades samma korsning även på måndag den 3 och torsdag den 6 oktober. Väderförhållanden på alla dessa dagar var samma: kallt men soligt. Detta gör att resultaten blir jämförbara. Antalet väntande cyklister, cykelflödet och konflikterna mättes en dag före omställningen, under omställningen och en dag efter.

4. Teoretisk bakgrund

4.1 Hur fungerar en trafiksignal

En trafiksignal är en metod för att fördela tid mellan olika korsande trafikantgrupper i en korsning. Det finns olika typer av trafiksignalanläggningar en del är oberoende av andra signal anläggningar eller samordnade med andra signaler i närheten. Signalerna kan också vara tidsstyrda så att tiden fördelas lika i varje signalomlopp eller helt eller delvis trafikstyrda. Biltrafik och cykeltrafik detekteras med slingdetektorer och för cykeltrafik även med tryckknappar och i undantagsfall med annan teknik.



Signalväxlingsschema enligt VU 94 del 13. (Gb = grönbehov)

Figur 4-1 Exempel på signalväxlingsschema hämtat från Stockholm stads gatu- och fastighetskontor 2004, Cykeltrafik och trafiksignaler.

4.2 Teoretisk modell

För att analysera sambandet mellan cyklistflödet, antalet väntande cyklister och signalinställningen användes en teoretisk modell för att förenkla situationen när cyklisterna anländer till signalen. Den använda Poissonfördelningen är en diskret sannolikhetsfördelning som uttrycker sannolikheten att ett givet antal händelser inträffar i ett fast tidsintervall om dessa händelser inträffar med en känd

genomsnittlig hastighet och oberoende av tiden sedan den sista händelsen. Denna fördelning bygger på ett antagande om att cyklisterna anländer någorlunda jämnt spridda.

Poissonfördelningen kan därför användas för att beskriva ankomster av cyklister vid en trafiksignal under en signals rödtid. Antalet händelser som inträffar kan likställas med antalet cyklister som ankommer och behöver vänta. Den kända genomsnittliga ankomsthastigheten beror på cykelflödet, vilket kan mätas. När man vet rödtiden och cykelflödet, kan man beräkna sannolikheten att ett visst antal cyklister ankommer under rödtiden. Genom att använda den kumulativa distributionen kan man beräkna sannolikheten att det inte ankommer fler än ett visst antal cyklister under rödtiden. Detta kan praktiskt användas för att se om väntytan rymmer det förväntade antalet cyklister: om man vet att storleken på väntytan till exempel rymmer 15 cyklister, kan man beräkna sannolikheten att det kommer fler än 15 cyklister, givet ett cykelflöde.

Det förväntade antalet cyklister som ankommer under en viss rödtid beror på cykelflödet samt längden av rödtiden. Ju högre cykelflödet och ju längre rödtiden, desto mer väntande cyklister man kan förvänta sig.

Givet ett genomsnittligt cykelflöde och därmed förväntat antalet ankommande cyklister (λ) under en given tidsperiod kan man beräkna sannolikheten att antalet ankommande cyklister (X) är mindre eller lika med x genom att använda följande formeln:

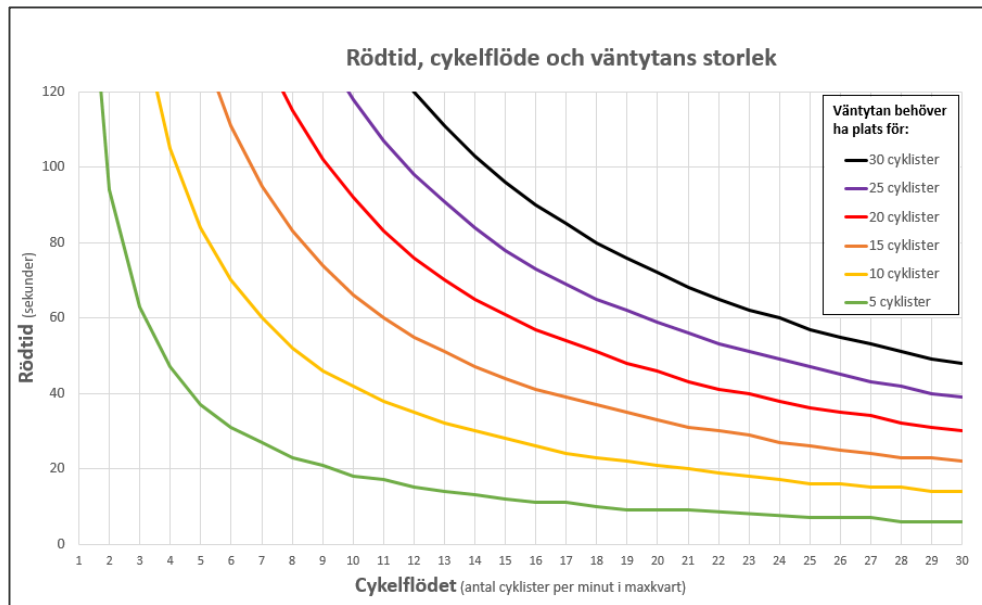
$$P(X \leq x) = \sum_{r=0}^x \lambda^r \frac{e^{-\lambda}}{r!} \quad (1)$$

Exempel: Vad är sannolikheten att det ankommer fler än 7 cyklister vid en trafiksignal med rödtid 30 sekunder om cykelflödet i genomsnitt är 20 cyklister per minut?

Om rödtiden är 30 sekunder och cykelflödet är i genomsnitt 20 cyklister per minut, blir det förväntade antalet cyklister under rödperioden 10 cyklister (λ). Sannolikheten att det faktiska antalet cyklister som ankommer en viss rödperiod är lika eller mindre än 7 (x) blir då enligt formeln (1) 22 procent.

På motsatt sätt kan man även använda formeln för att beräkna, givet ett visst cykelflöde och rödtid, gränsvärdet på antalet cyklister (x) så att sannolikheten att det kommer lika eller mindre än så många är till exempel 90 procent, vilket motsvarar att det i 10 procent av alla fall kommer fler cyklister. Detta kan användas vid utformning av en väntyta vid en trafiksignal om man vill veta hur många cyklister väntytan måste rymma med om man vill åstadkomma att alla cyklister som ankommer får plats i ytan i 90 procent av alla rödperioder. Det innebär att det i 10 procent av rödperioderna kommer fler än antalet som väntytan rymmer. Procentvärdet (i exemplet 90 procent) som man väljer kallas för **servicenivå**. Servicenivån är inte teknisk utan mer normativ – och handlar främst om vilken kvalitet en grupp anses behöva.

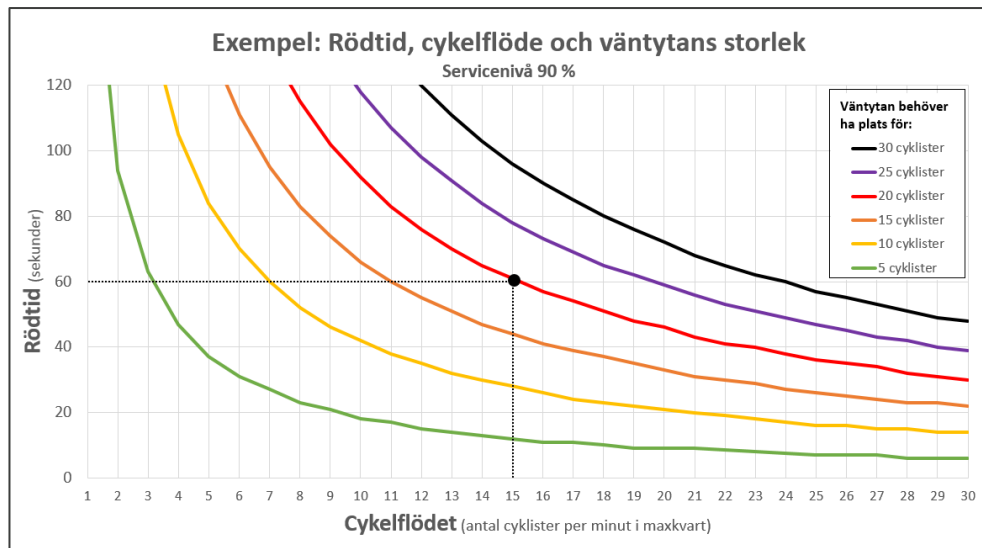
Med hjälp av formeln (1) kan man ta fram Figur 4-2 som visar sambandet mellan rödtiden, cykelflödet och antalet cyklister som väntyta behöver ha plats för, vid en servicenivå på 90 procent³². Om man vet rödtiden och cykelflödet, kan man se hur stor väntyta behöver vara för att rymma alla cyklister i 90 procent av rörtiderna.



Figur 4-2 Samband mellan rödtid, cykelflöde och väntyta storlek vid servicenivå 90 procent.

Till exempel, om rödtiden för cyklister vid en trafiksignal är 60 sekunder och cykelflödet är i genomsnitt 15 cyklister per minut (se svart prick i Figur 4-3), visar figuren att det i 90 procent av rörtiderna (servicenivå) kommer högst 15 cyklister (röda linjen). Anlägger man en väntyta vid denna trafiksignal som rymmer 15 cyklister då räcker det i 90 procent av alla fall.

³² En servicenivå på 90 procent valdes eftersom detta värde ofta används i trafikplanering.

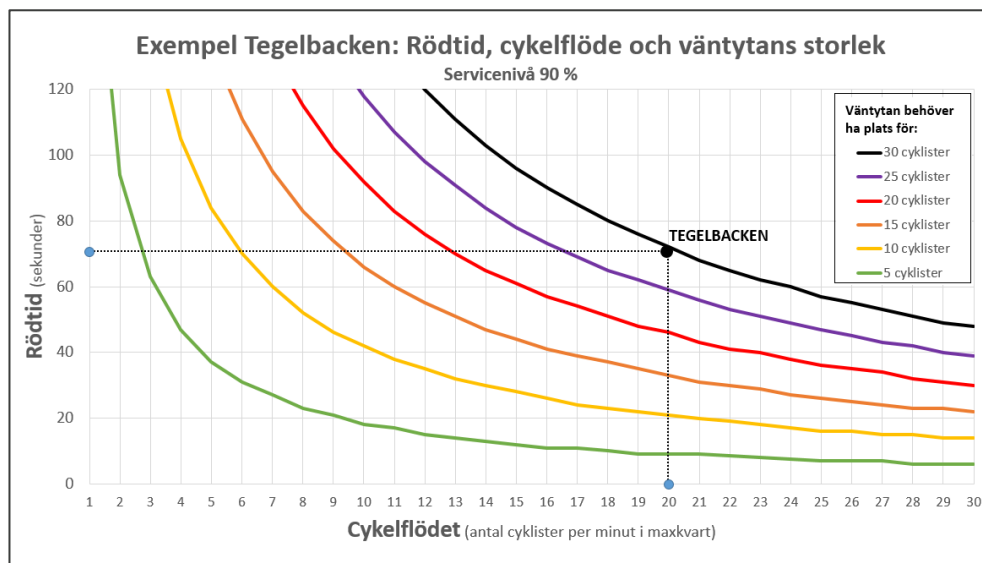


Figur 4-3 Exempel på rödtid med ett cykelflöde på 15 cyklister per minut och befintlig storlek på väntyta, vid servicenivå 90 procent.

Att planera för att 90 procent av cyklisterna får plats resulterar i en bra standard på cykelinfrastruktur. Diagram för lägre servicenivåer finns i Bilaga 1.

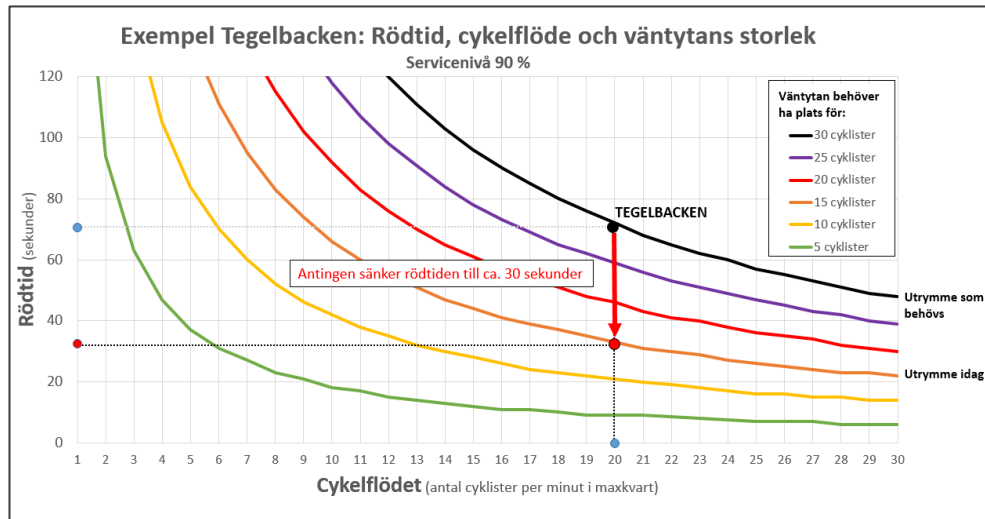
4.3 Exempel från Tegelbacken

På Tegelbacken är rödtiden för cyklister som ska passera från kajen mot Vasagatan ungefär 70 sekunder. Cykelflödet under rusningskvart mättes som ungefär 20 cyklister per minut som vill korsa mot Vasagatan. Diagrammet nedan visar att Tegelbacken skulle behöva en väntyta som rymmer cirka 30 cyklister, vill man få tillräcklig med plats i 90 procent av alla fall, se Figur 4-4.

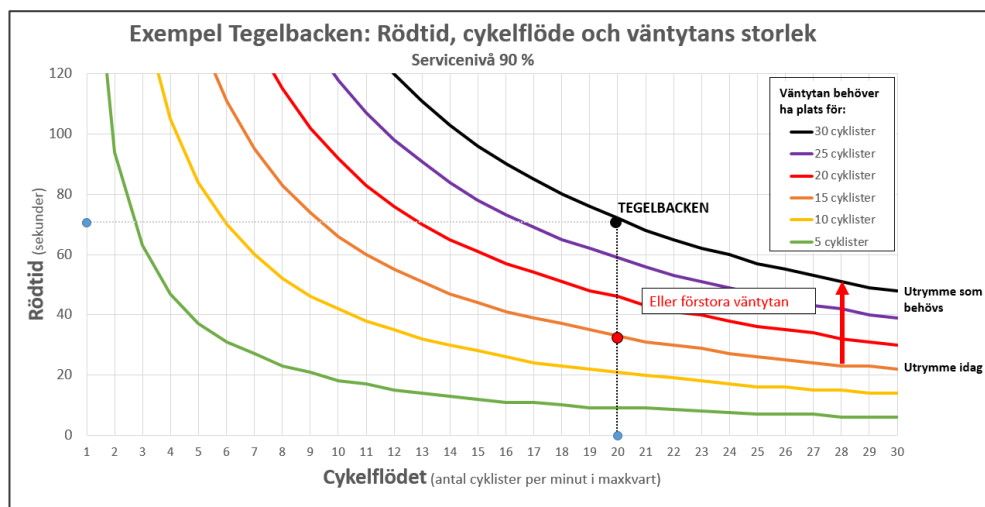


Figur 4-4 Exempel på rödtid med ett cykelflöde på 20 cyklister per minut och befintlig storlek på väntyta, vid servicenivå 90 procent.

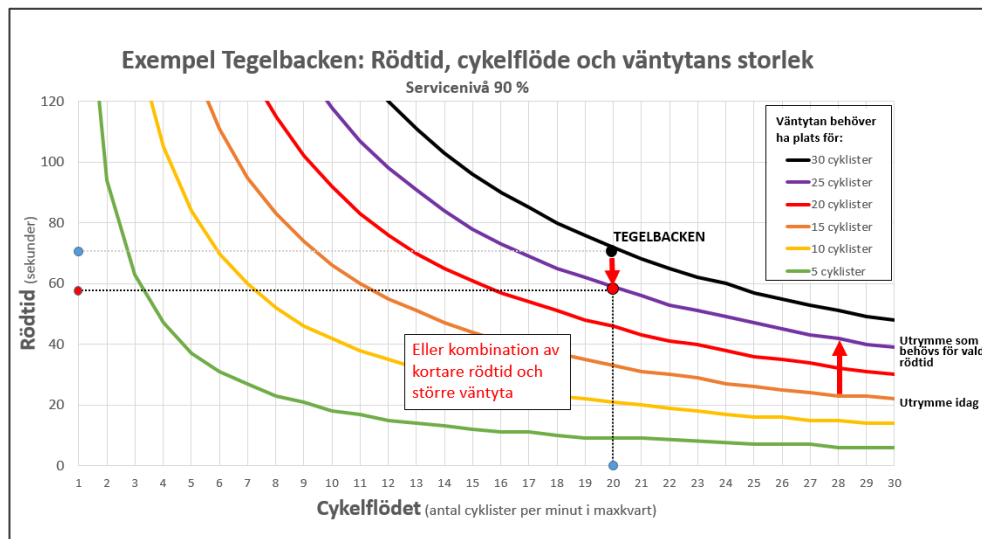
Om man har 30 väntande cyklister och utgår från att väntyten vid Tegelbacken idag rymmer cirka 15 väntande cyklister utan att de står i vägen för passerande cyklister finns flera alternativa lösningar. Antingen kan man sänka rödtiden till ungefär 30 sekunder (se Figur 4-5) eller förstora väntyten så att den rymmer 30 cyklister (se Figur 4-6), eller också genomföra en kombination av båda (kortare röd tid och större väntyta) (se Figur 4-7).



Figur 4-5 Exempel Tegelbacken: Sänka rödtiden för att rymma cyklisterna vid flöde 20 cyklister/minut.



Figur 4-6 Exempel Tegelbacken: Förstora väntytna för att rymma cyklisterna vid flöde 20 cyklister/minut och röd tid 70 sekunder.

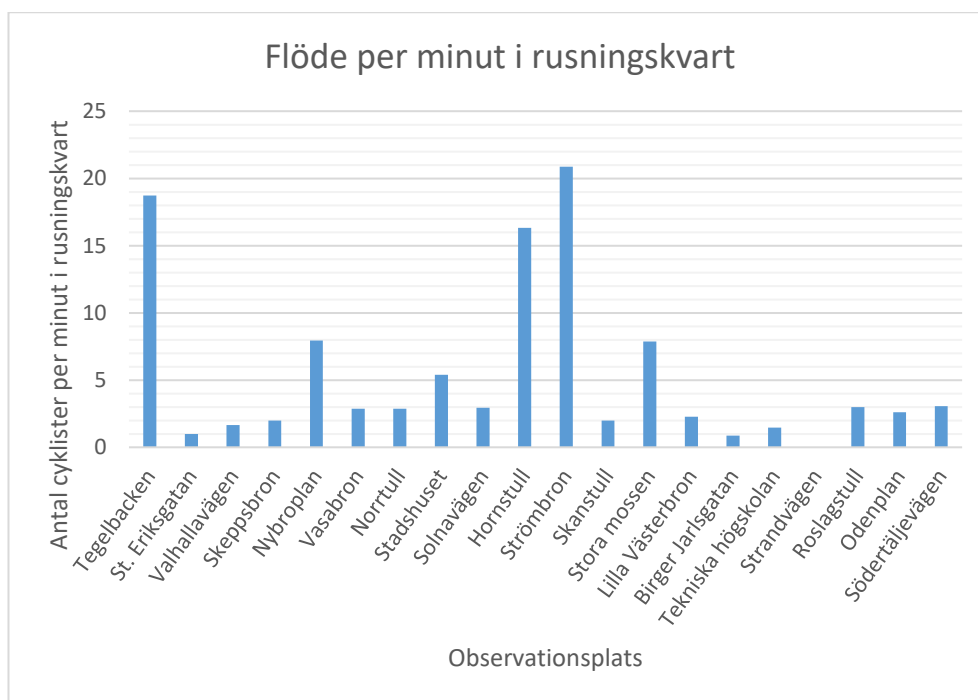


Figur 4-7 Exempel Tegelbacken: Kombination av större väntyta (plats för 25 cyklister) och kortare rödtid (cirka 60 sekunder) för att rymma väntande cyklister.

5. Resultat

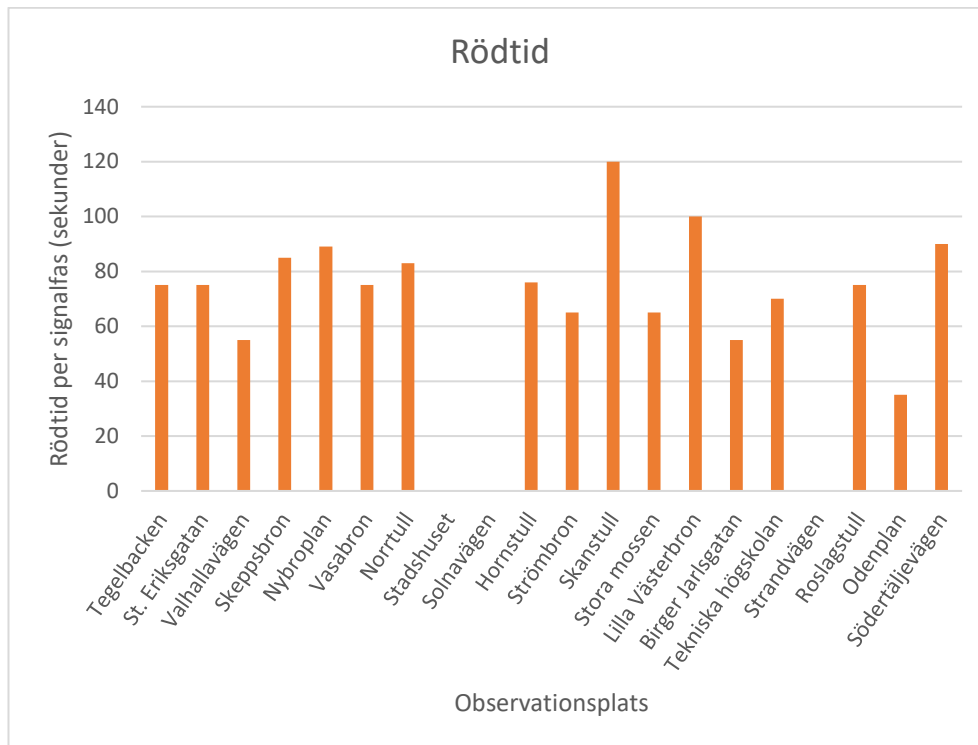
5.1 Flöde och rödtid

Flödet av cyklister, mätt som antalet cyklister per minut, i rusningskvarten varierade stort mellan de olika observationsplatserna, se Figur 5-1. Rusningskvarten var den kvart med högst flöde. Flödet per minut var högst vid Strömbron, Tegelbacken och Hornstull.



Figur 5-1 Flöde per minut i rusningskvart på de olika observationsplatserna.

Längden på en signalcykel samt längden på rödtiden vid respektive signal undersöktes också, se Figur 5-2. Signalerna vid Stadshuset, Solnavägen och Strandvägen har inte tagits med eftersom rödtiden fluktuerade mycket.



Figur 5-2 Rödtid i sekunder per signalfas på de olika observationsplatserna. Rödtiden varierar ibland, så det genomsnittliga värdet visas. Vid Stadshuset, Solnavägen och Strandvägen varierade rödtiden för mycket för att kunna säga någonting om den genomsnittliga rödtiden.

5.2 Bedömning av väntetid vid trafiksignaler

Enligt den nederländska cykelhandboken Crow³³ kan kvalitén på en signal bedömas utifrån väntetiden vid en trafiksignal baserad på den genomsnittliga väntetiden, vilket beräknas baserat på stoppsannolikhet och genomsnittlig väntetid om man måste stanna enligt nedan:

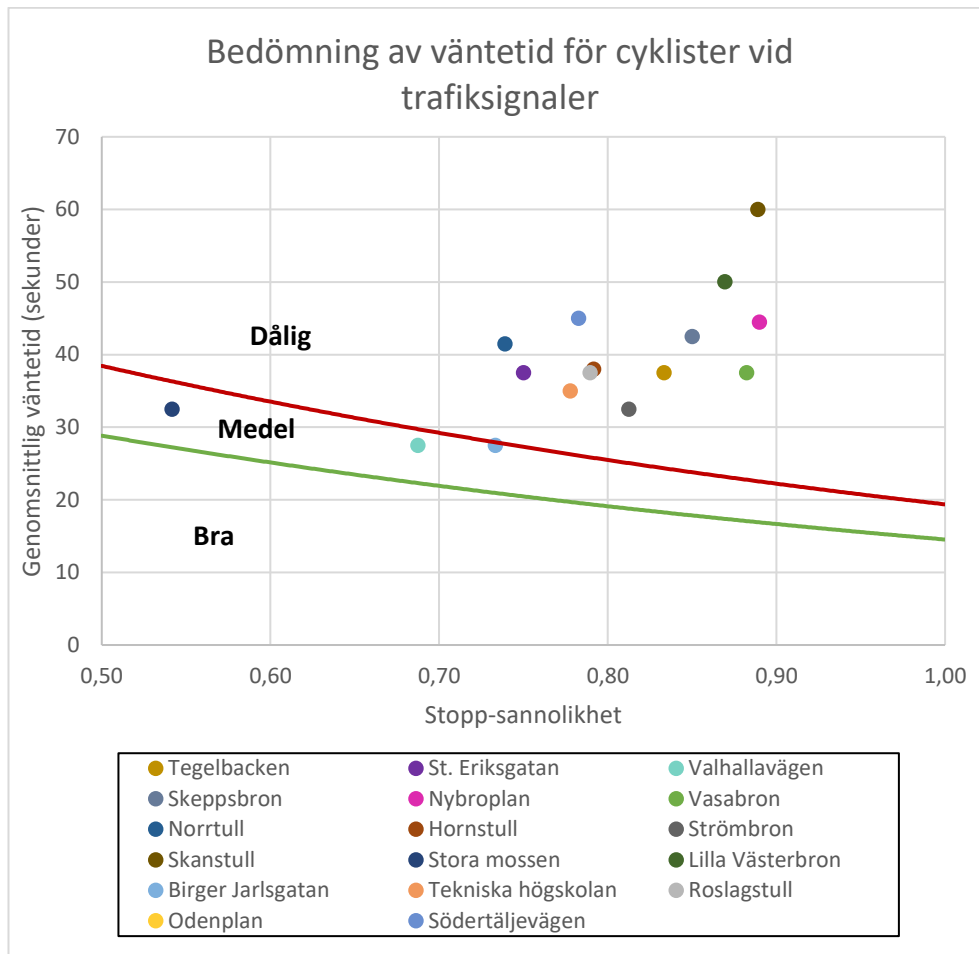
Genomsnittlig väntetid = stoppsannolikhet x väntetid i genomsnitt när man måste stanna

Stoppssannolikheten beräknas som rödtiden delad med den totala cykeltiden av signalen och väntetiden i genomsnitt när man måste stanna är hälften av rödtiden på ett trafikljus (vid fasta tider för rött ljus)³⁴. Enligt CROW är en genomsnittlig väntetid bra om den är mindre än 15 sekunder, dålig om den är längre än 20 sekunder, och medel om den är mellan 15 och 20 sekunder.

Figur 5-3 visar en bedömning av väntetiden för cyklister vid de observerade korsningarna (förutom korsningen vid Stadshuset, på Solnavägen och på Strandvägen där väntetiden varierade väldigt mycket och sannolikheten att tvingas stanna var närmare 100 procent). De flesta korsningarna klassificerades som dåliga. Korsningen vid Stora Mossen och Valhallavägen fick dock klassningen medel.

³³ Crow, 2007, *Design manual for bicycle traffic*

³⁴ Crow, 2007, *Design manual for bicycle traffic*



Figur 5-3 Bedömning av väntetiden vid de observerade trafiksignalerna, utifrån CROWs skala.

5.3 Omställning Tegelbacken

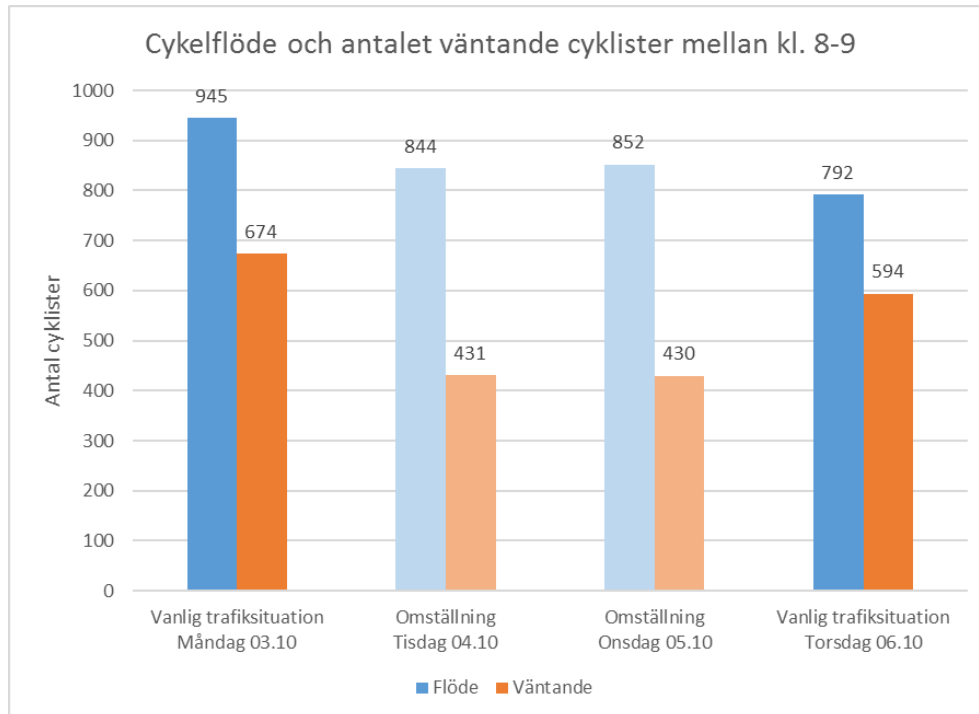
Trafiksignalen för cyklister som kommer från Vasabron/stadshuset och vill korsa Tegelbacken mot Vasagatan blev omställd under tisdagen den 4 och onsdagen den 5 oktober 2016. Den vanliga signalinställningen är att rödtiden omfattar ungefär 70 sekunder och gröntiden på ungefär 20 sekunder. När signalerna ställdes om, minskade rödtiden med ungefär 25 sekunder. Resultatet blev en rödtid på 45 sekunder och en gröntid på 45 sekunder.

För att kunna bedöma effekten observerades samma korsning även på måndag den 3 och torsdag den 6 oktober. Väderförhållanden på alla dessa dagar var samma: kallt men soligt. Detta gör resultaten före, efter och under jämförbara.

Cykelflöde och antalet väntande cyklister

Antalet cyklister som passerade korsningen var högst på måndagen med nästan 950 cyklister som passerade korsningen. På tisdagen och onsdagen då trafiksignalerna ställdes om var cykelflödet på under respektive dag ungefär 850 cyklis-

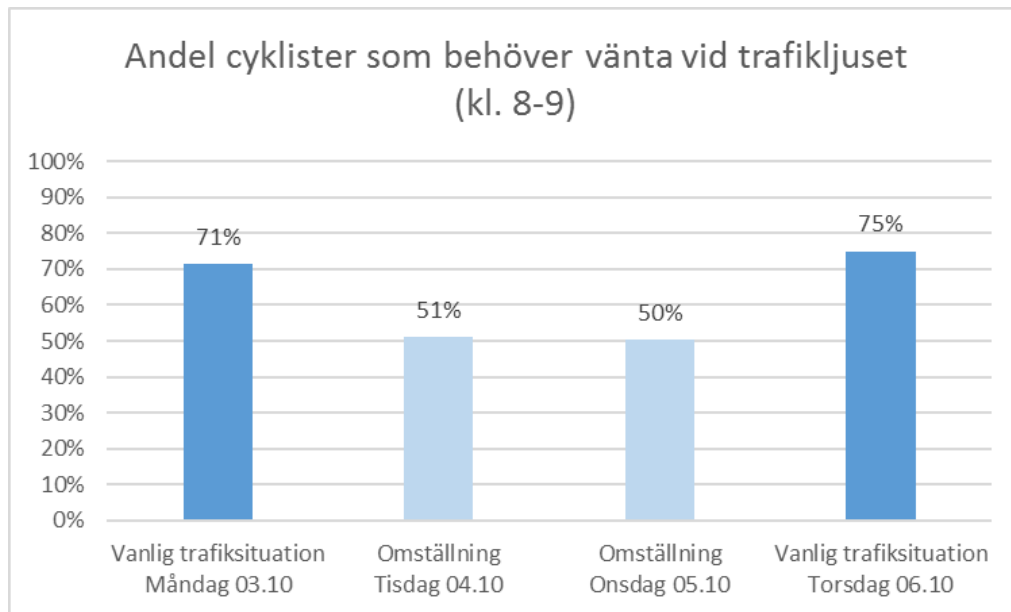
ter. Cykelflödet var något lägre på torsdagen, med knappt 800 cyklister som passerade, se Figur 5-4. Antalet cyklister som blev tvungna att vänta vid trafiksignalen var betydligt lägre under de två dagar som signalen hade lägre gröntid.



Figur 5-4 Cykelflöde och antalet väntande cyklister mellan kl. 8-9, den 3e till 6e oktober vid Tegelbacken i Stockholm.

Stoppssannolikheten

Andelen cyklister som ankom till trafiksignalen när det var rött och därför blev tvungna att vänta var 71 respektive 75 procent med den vanliga signalinställningen före och efter omställningen av signalen. När trafiksignalen ställdes om, sjönk andelen som var tvungna att vänta till 50 procent, se Figur 5-5. Detta är som förväntat eftersom rödtiden minskade från 77 procent av omloppstiden till 50 procent av omloppstiden.

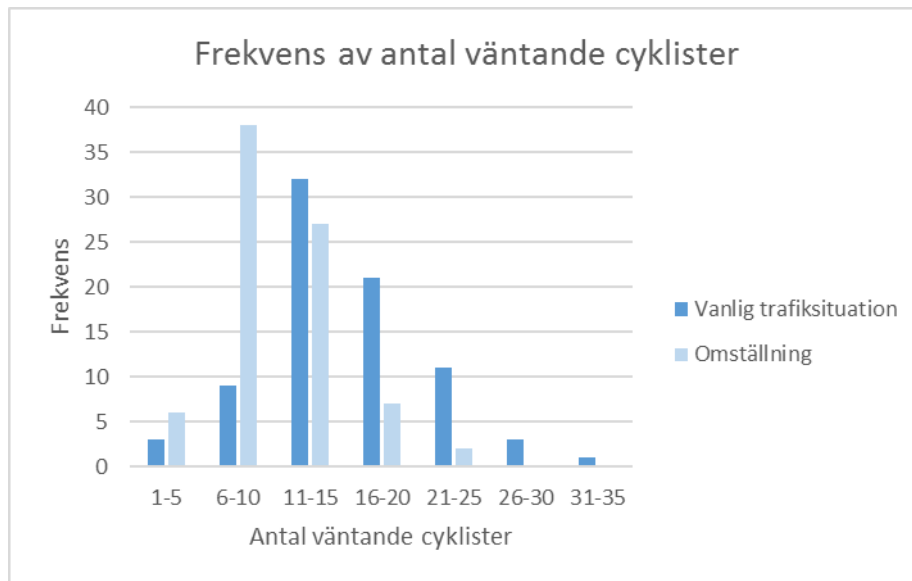


Figur 5-5 Andel cyklister som behöver vänta vid trafikljuset mellan kl. 8-9 på Tegelbacken, 3e till 6e oktober 2016.

Frekvens av antalet väntande cyklister

Antal cyklister som väntar vid trafikljuset precis innan det blir grönt var ofta 11 eller fler cyklister med den vanliga signalinställningen. Antalet varierade mycket till exempel fanns mellan 31 och 35 väntande cyklister vid några tillfällen, se Figur 5-6

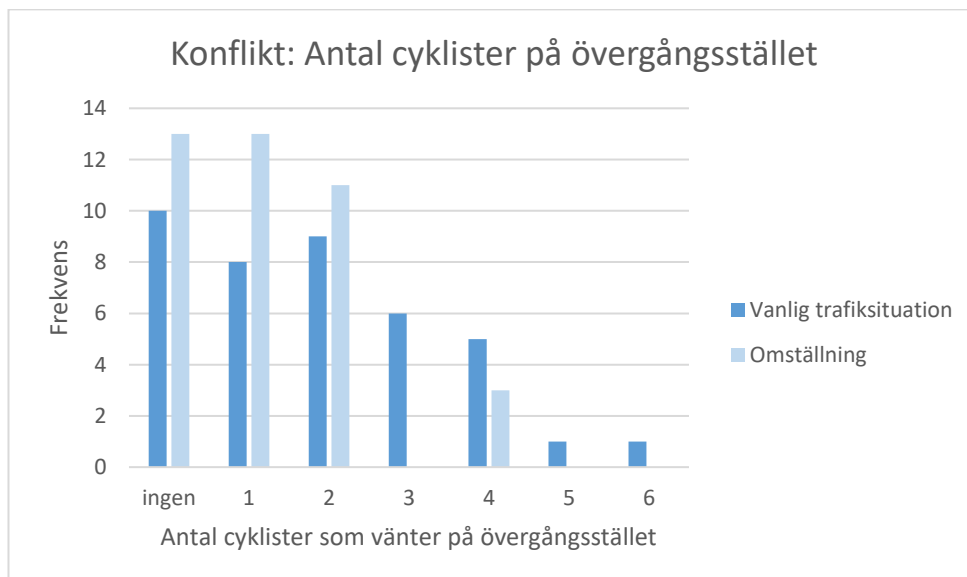
När signalen ställts om minskade antal väntande per tillfälle. I nästan 50 procent av alla fall väntade mellan 6 och 10 cyklister. I den vanliga trafiksituationen finns mellan 11 och 15 cyklister i nästan 40 procent av fallen, och mellan 16 och 20 väntande i 25 procent av fallen.



Figur 5-6 Frekvens av antalet väntande cyklister när signalen var omställd respektive hade vanlig inställning.

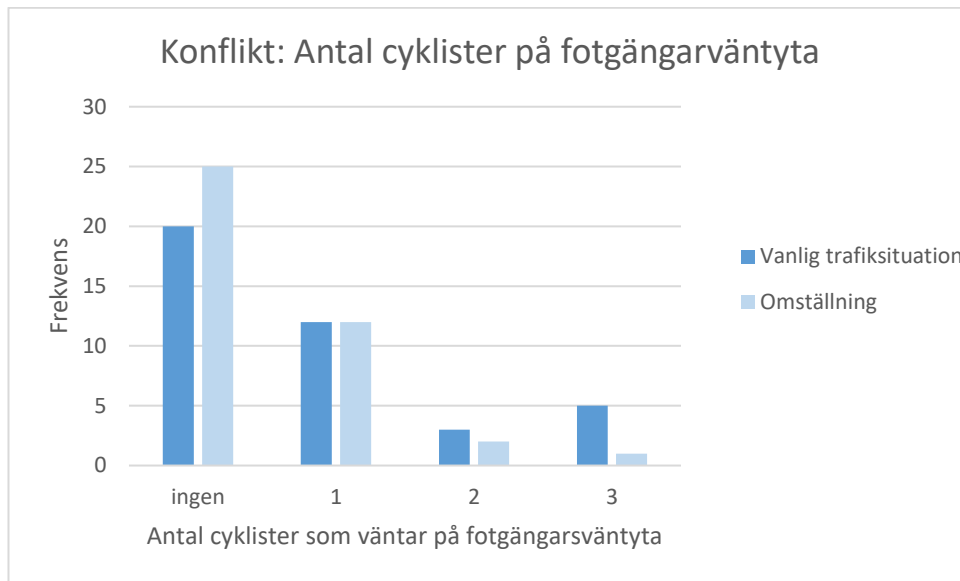
Konflikter och felplacerade cyklister

På torsdagen, i den vanliga trafiksituationen, ställde sig totalt 75 väntande cyklister på övergångsstället för fotgängare medan att de väntande på grönt ljus. Det motsvarar 13 procent av alla väntande. När trafiksignalerna ställdes om minskade antalet till 47, eller 11 procent av alla väntande, se Figur 5-7.



Figur 5-7 Antal cyklister som väntade på övergångsstället när signalen var omställd respektive hade vanlig inställning.

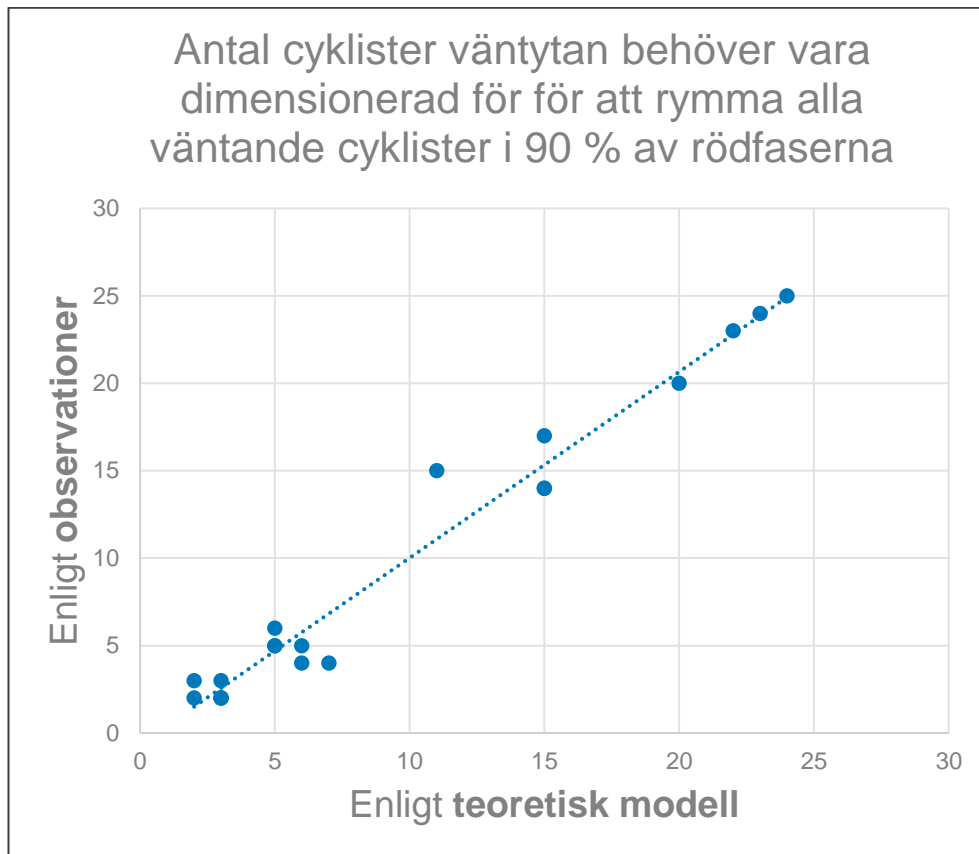
Antalet cyklister som väntade på fotgängarnas väntyta utgjorde i den vanliga trafiksituationen 6 procent av alla väntande. När signalerna ställdes minskade andelen cyklister som väntade på fotgängarytan till 4 procent av alla cyklister, se Figur 5-8.



Figur 5-8 Antal cyklister som står på väntytan för fotgängare.

5.4 Observationerna stämmer med teorin

Observationerna tillät oss även att undersöka hur väl den teoretiska modellen stämde med observationerna. Antalet observerade cyklister som väntande i varje signalfas rangordnades och de 10 procent signalfaserna med högst antal väntande cyklister togs bort, så att tillfälliga extrema värden filtreras bort. De kvarvarande 90 procenten signalfaser med väntande cyklister jämfördes med den teoretiska modellens med samma 90 procentiga-gränsvärde. Samstämmigheten mellan teori och praktik god, se Figur 5-9. Antalet observationer är dock få eftersom antalet platser var begränsat.



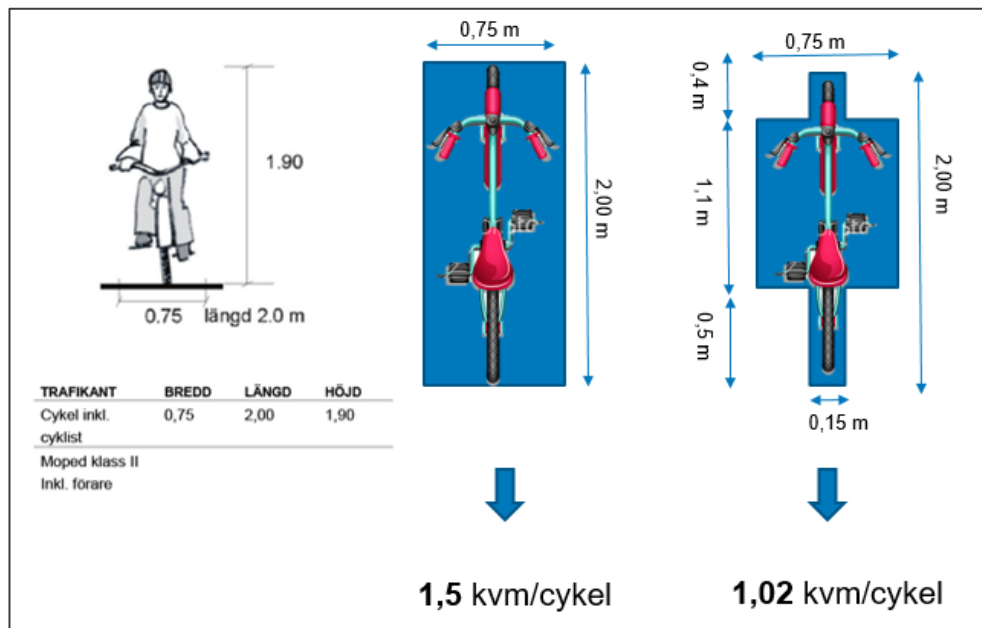
Figur 5-9 Jämförelse mellan antalet väntande cyklister väntytan måste vara dimensionerad för om man vill rymma alla väntande i 90 procent av rödfaserna, i teori och praktik. Prickarna anger de olika undersökta platserna.

5.5 Hur mycket yta behöver en cyklist?

Ytan som en väntande cyklist behöver kan beräknas teoretiskt utifrån mått på en cyklist i rörelse eller mätas praktiskt baserat på en verklig situation.

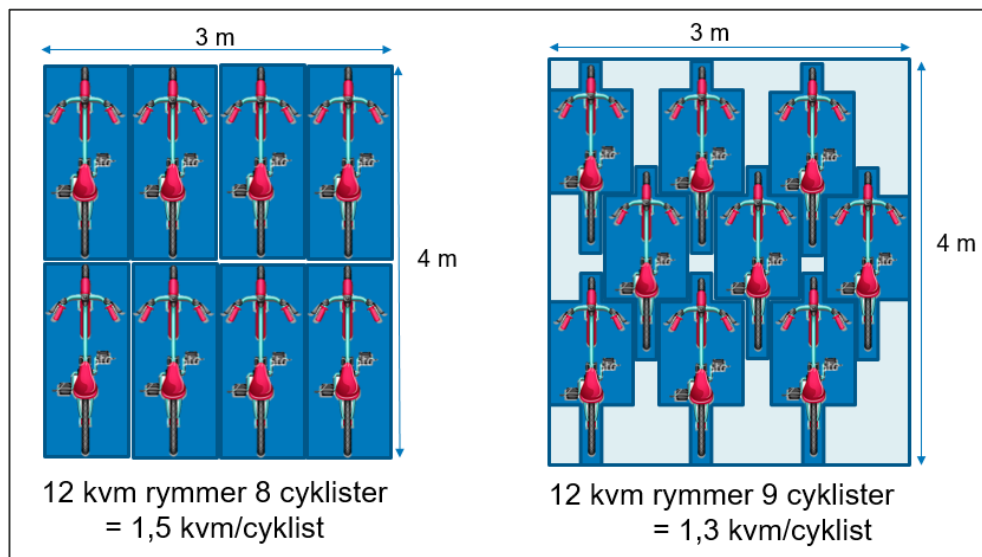
Utrymmes mått på en cyklist i rörelse

Utifrån dimensionerna på en cykel i rörelse kan utrymmesbehovet för en väntande cyklist uppskattas. Figur 5-10 visar dimensionerna på en cykel enligt VGU. Utifrån dessa mått kan ett utrymmesbehov för en cykel på cirka 1,5 kvm teoretiskt beräknas. Genom att anta att ytan i hörnen kan användas av andra cyklister kan det teoretiska måttet på utrymmesbehovet sänkas till cirka 1 kvm per cykel, se Figur 5-1.



Figur 5-10 Teoretiskt utrymmesbehov för en cyklist i rörelse baserat på VGU.

För en situation med flera cyklar bredvid varandra leder dessa två alternativ till respektive 1,5 kvm/cykel och 1,3 kvm/cykel. Att måttet för alternativ två är högre än för en enskild cyklist beror på att all yta inte kan användas av cyklister, se Figur 5-11.



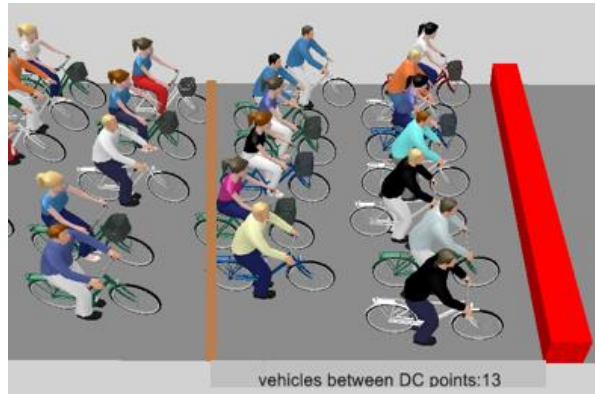
Figur 5-11 Teoretiskt utrymmesbehov – flera cyklar.

En cykel i rörelse tar dock mindre yta i anspråk än en stillastående eftersom cyklisten behöver sätta ned en fot eller två för att hålla balansen. Måttet på en väntande cyklist finns inte beskrivet i planeringshandböckerna.

Mått från simulering i Vissim

Mått på en väntande cykel hämtades också från micro-simuleringsprogrammet Vissim. För en yta med samma storlek som vid Strömbron (32,5 kvm), beräknade

programmet att det ryms maximalt 13 cyklister i väntytan. Även det resulterade i 2,5 kvm per cyklist. Vissim använder ett skyddsavstånd på 10 cm bredvid varje cyklist och på 25 cm fram och bak varje cyklist.



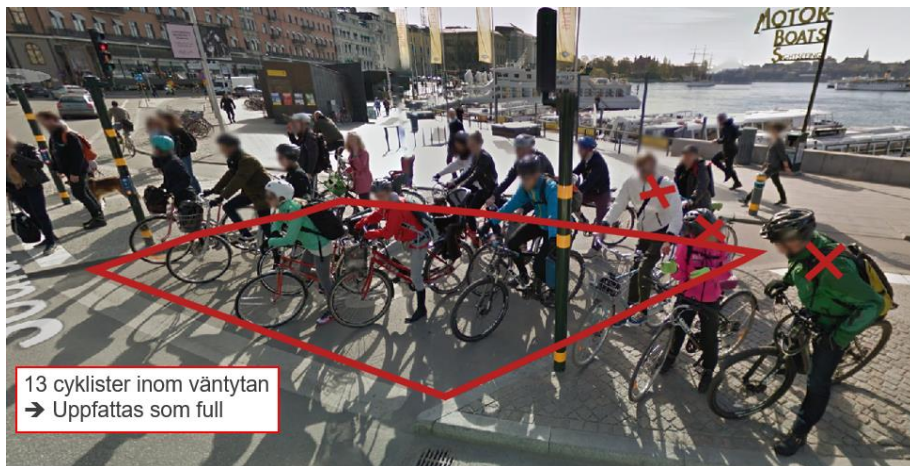
Figur 5-12 Illustration av simulering av en väntyta i Vissim.

Praktiskt mått

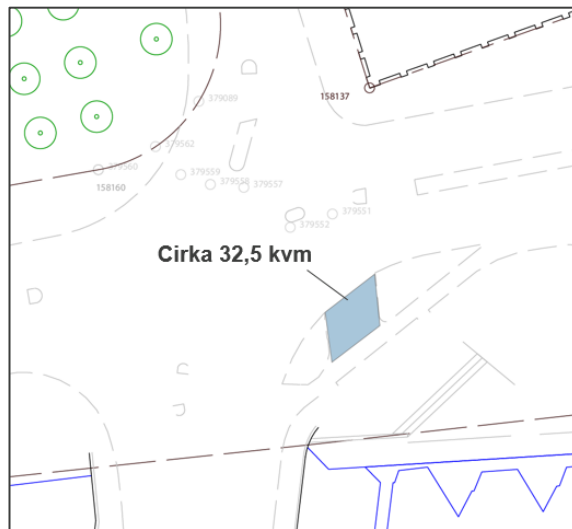
Förutom ett teoretiskt mått för utrymmesbehovet per cyklist har vi även beräknat ett praktiskt mått baserade på mätningar av verkliga situationer. I detta avsnitt jämförs tre olika praktiska mått på utrymmesbehovet per cyklist.

1. Enligt en studie genomförd av Crow i Nederländerna³⁵ behövs 2,27 kvm per väntande cyklist.
2. En observation på Tegelbacken i Stockholm, genomförd av Trivector september 2016 visade att det maximalt stod sju väntande cyklister i en yta på 17,5 kvm, vilket gav ett värde på 2,5 kvm per cyklist.
3. På Strömbroen i Stockholm ryms 13 väntande cyklister i väntytan som är cirka 32,5 kvm stor (se Figur 5-14 och Figur 5-14). Detta ger ett genomsnittsvärde 2,5 kvm per väntande cyklist. Som visas i Figur 5-15 finns det en del av väntytan som inte används av väntande cyklister utan mer fungerar som en skyddszon eller buffertområde.

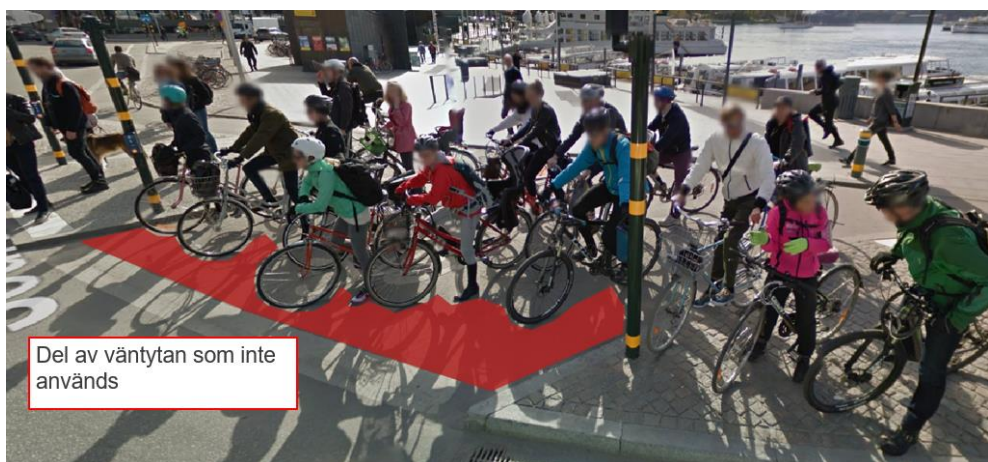
³⁵ Crow, 2017, Capaciteit fietspaden bi VRI's – Data-analyse, richtlijnen en handvatten.



Figur 5-13 Väntyta och väntande cyklister vid Strömbron, Stockholm. Bild Google Street-view.



Figur 5-14 Väntytan vid Strömbron, Stockholm.



Figur 5-15 Del av väntytan som inte används av väntande cyklister – Strömbron, Stockholm.

Tabell 5-1 nedan sammanfattar de olika måtten på utrymmesbehovet per väntande cyklist. Baserat på den översikten föreslår vi **2,5 kvm per cyklist** som ett praktiskt mått en väntande cyklist.

Tabell 5-1 Mått för utrymmesbehov per väntande cyklist.

Källa	Kvm/cyklist
Crow ³⁶	2,27
Tegelbacken	2,5
Strömbron	2,5
Vissim	2,5

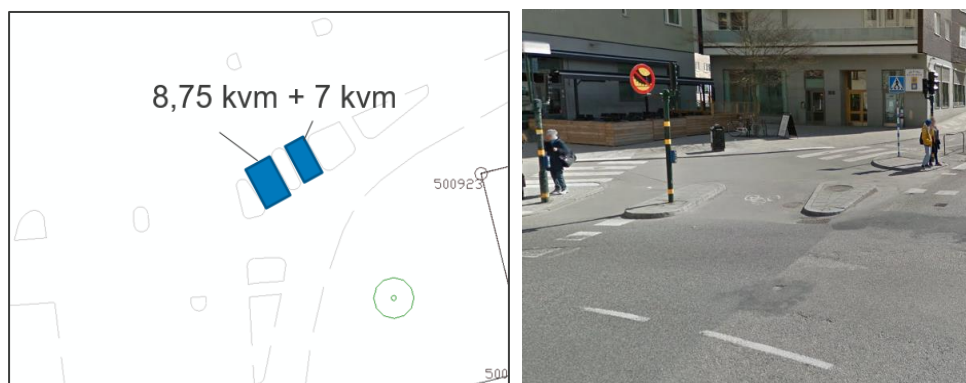
5.6 Utvärdering av väntyta – nuläget och ombyggnation

I detta avsnitt utvärderas väntytor vid två olika platser, Hornstull och Strömbron, enligt de riktvärden och den modell som presenterat ovan. Tanken är att illustrera hur modellen kan användas i planering av väntytor för cykel. Både nuläget vid platserna och planerna för ombyggnation analyseras.

Hornstull

Nuläget

I nuläget, i september 2016, är väntytan för cyklister som vill korsa Hornsgatan mot Långholmen/Västerbron cirka 15,75 kvm, se Figur 5-16. Flödet i maxkvart uppgår till cirka 16 cyklister per minut.³⁷ Rödtiden var ungefär 75 sekunder. Antalet cyklister som får plats i väntytor, räknat utifrån det praktiska måttet som identifierades i avsnitt 5.4 på 2,5 kvm per cyklist, är cirka 6,3 cyklister (15,75 kvm/2,5 kvm per cyklist). Utöver det finns det några till platser längs med cykelbanan där det går att vänta, även om de inte är definierade som väntytor. Som approximation utgår därför beräkningarna nedan från att det finns plats för 10 cyklister.

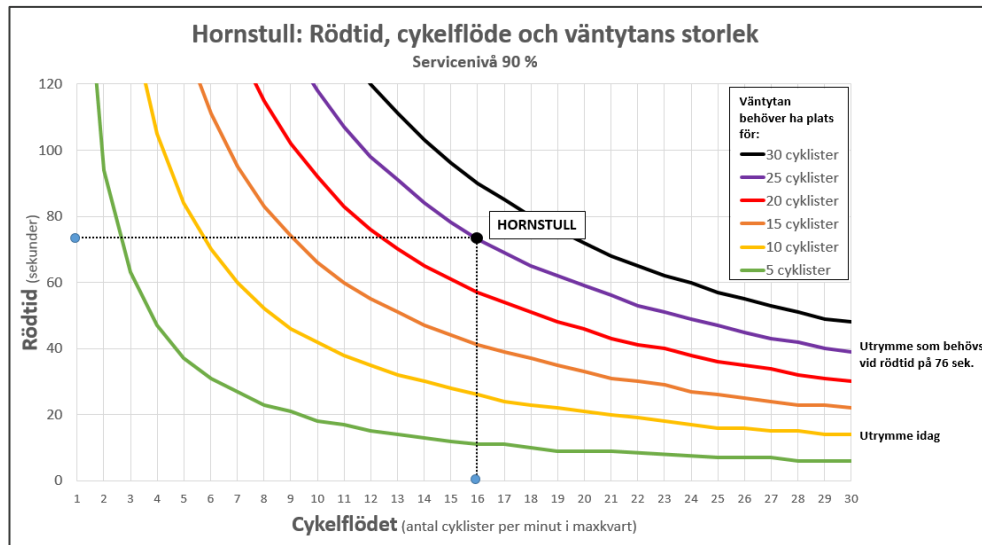


Figur 5-16 Väntytan vid Hornstull - nuläget.

³⁶ Crow, 2017, Capaciteit fietspaden bi VRI's – Data-analyse, richtlijnen en handvatten.

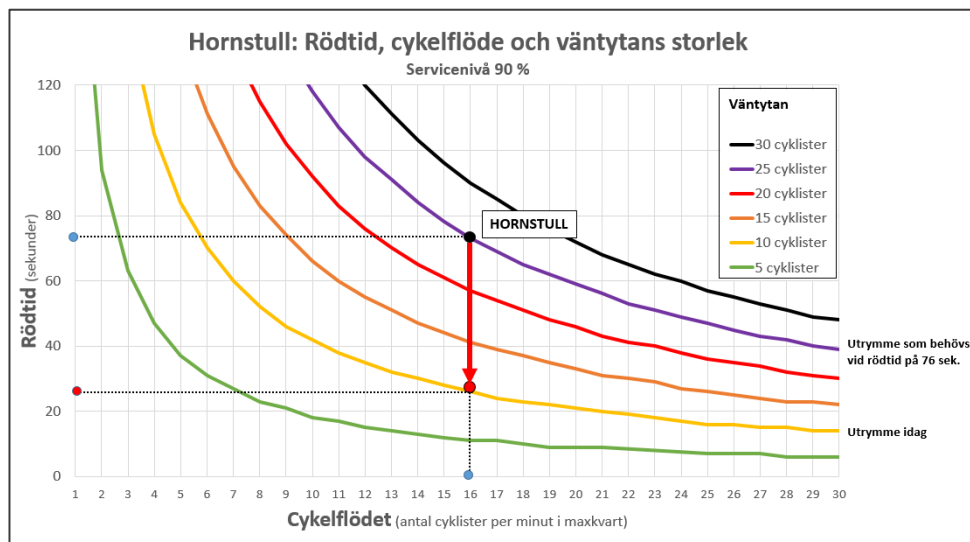
³⁷ När flödet räknades i september 2016 var flödet i maxkvart 16,3 cyklister per minut. Enligt mätningar utförd av Stockholms Stad cyklade 957 cyklister över Liljeholmsbron östra sida mot staden mellan kl. 8 och 9 måndag 22 juni 2017, vilket motsvarar ungefär 16 cyklister per minut under maxkvarten. Av dessa är det några som svänger in på Hornsgatan och därmed inte använder väntytan. 16 cyklister/minut är därmed en approximation.

Enligt modellen behöver väntytan vid Hornstull ha plats för cirka 25 cyklister för att rymma alla väntande cyklister i 90 procent av alla rödfaserna, baseras på flödet i maxkvart, se Figur 5-17.



Figur 5-17 Hornstull – nuläget.

Om inte väntytan kan byggas om, behövs en rödtid på cirka 30 sekunder för att rymma alla väntande cyklister under 90 procent av rödfaserna under maxkvarten, se Figur 5-18.



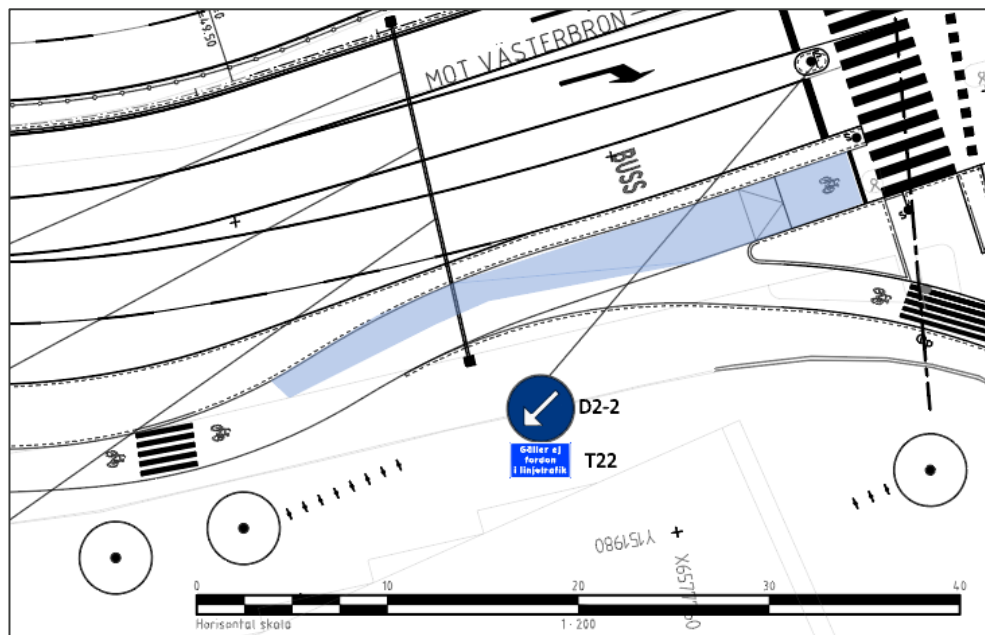
Figur 5-18 Rödtid som behövs vid Hornstull för att rymma alla väntande cyklister under 90 procent av rödfaserna under maxkvarten, om inte väntytan byggs om.

Ombyggnadsplaner Hornstull

För att rymma alla väntande cyklister under 90 procent av rödtiderna under maxkvarten, behöver väntytan enligt modellen ha plats för 25 cyklister om rödtiden är 76 sekunder, se Figur 5-18. Med ett praktiskt mått på 2,5 kvm per cyklist betyder det en yta på 62,5 kvm. Ombyggnadsplanen för Hornstull innehåller en ostörd väntyta på cirka 60 kvm som är markerad i blått, se Figur 5-19. Den planerade ytan är därmed tillräckligt stor baserad på modellberäkningen.

Cyklister som väntar längst bak in den blå markerade ytan har dock cirka 30 meter till trafiksignalen. Om köerna blir så långa riskerar alla cyklister att inte hinna över under gröntiden. Om rödtiden sänks lite från den nuvarande 76 sekunders väntetid blir antalet väntande cyklister färre och därmed minskar risken att inte alla cyklister skulle hinna över.

Om cykelflödet dessutom ökar, vilket är prognosen, behövs en större väntyta eller kortare rödtid. Det finns plats längs med cykelbanan för fler cyklister att vänta utan att hindra högersvängande cyklister men vid högre cykelflöden rekommenderas istället kortare rödtider för trafiksignalen.



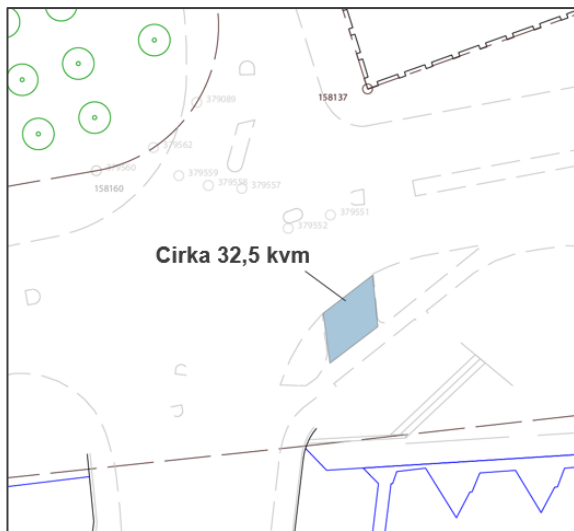
Figur 5-19 Hornstull – ombyggnadsplan.

Strömbron

Nuläget

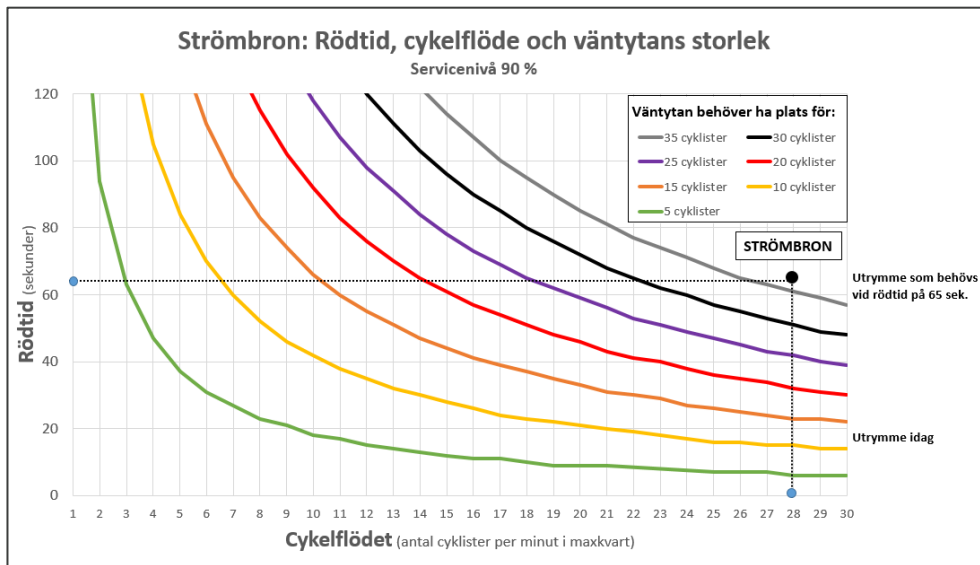
I nuläget, september 2016, är väntytan för cyklister som vill korsa Strömgatan cirka 32,5 kvm, se Figur 5-20. Flödet i maxkvart uppgick till cirka 28 cyklister per minut³⁸. Rödtiden var ungefär 65 sekunder.

³⁸ Enligt mätningar utförd av Stockholms Stad cyklade 1669 cyklister över Strömbron mot City mellan kl. 8 och 9 måndag 22 juni 2017, vilket motsvarar ungefär 28 cyklister per minut under maxkvarten.



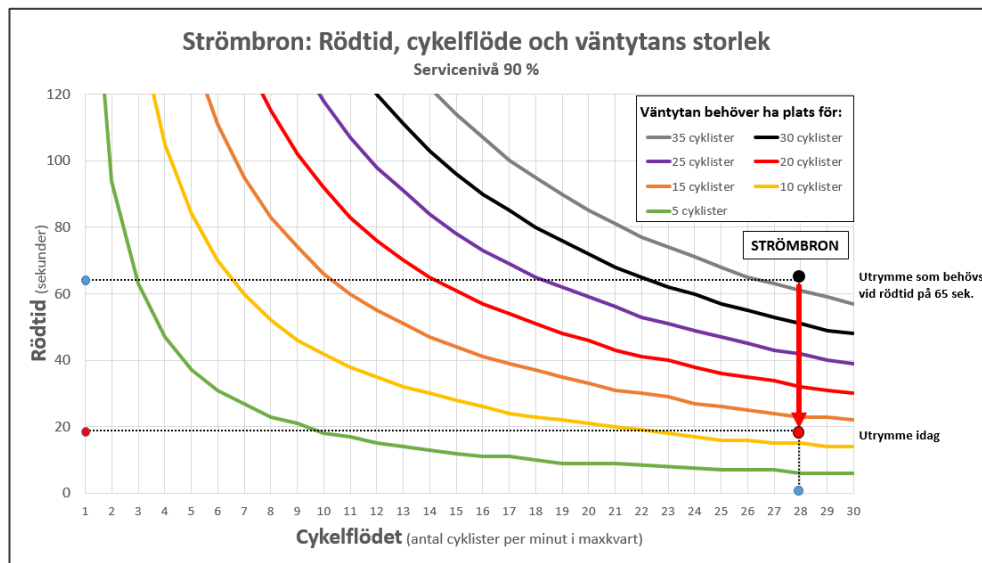
Figur 5-20 Väntyta vid Strömbron – nuläget.

Enligt modellen behöver väntytan vid Strömbron ha plats för mer än 35 cyklister för att rymma alla cyklister i 90 procent av alla rödfaser, baseras på flödet i maxkvart, se Figur 5-21.



Figur 5-21 Strömbron – nuläget.

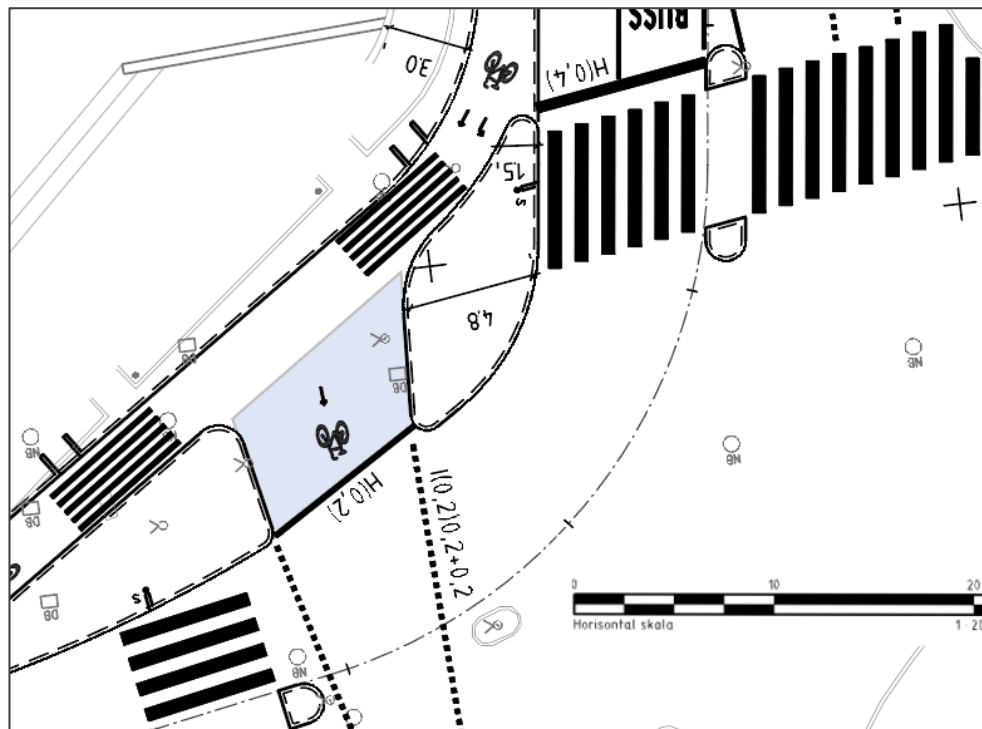
Om inte väntytan kan byggas om, behövs en rödtid på cirka 20 sekunder för att rymma alla väntande cyklister under 90 procent av rödtiderna under maxkvarten, se Figur 5-22.



Figur 5-22 Rödtid som behövs vid Strömbron för att rymma alla väntande cyklistar under 90 procent av rödtiderna under maxkvarten, om inte väntytan byggs om.

Ombyggningsplaner Strömbron

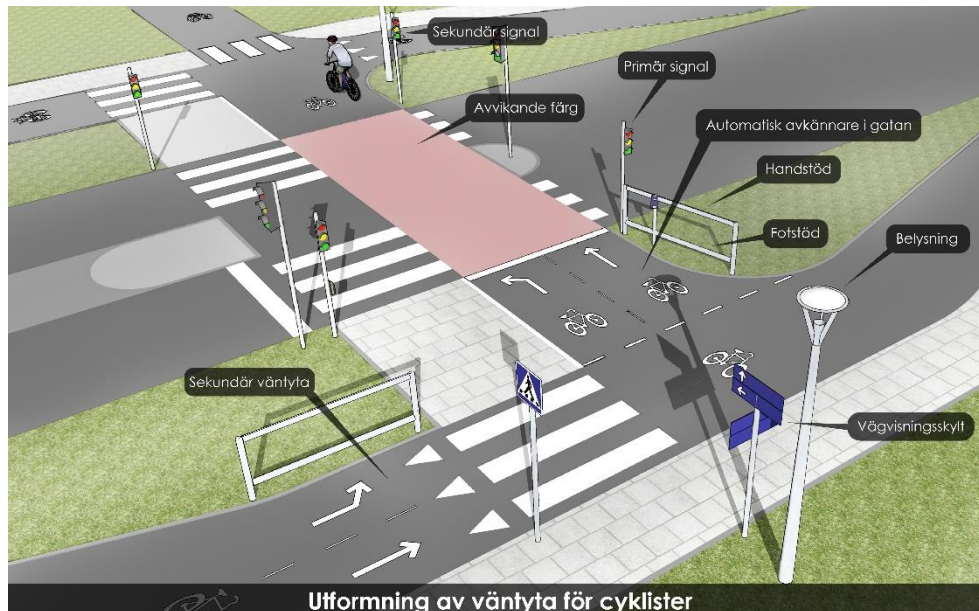
Det nuvarande cykelfältet över Strömbron byggs om till cykelbana men väntytan vid trafiksignalen ändras inte. Ytan ska fortfarande vara cirka 32,5 kvm stor, se Figur 5-23. För att rymma fler cyklistar behöver därför signalinställningar ses över.



Figur 5-23 Strömbron – Ombyggningsplaner.

5.7 Utformning av en väntyta för cyklar

Baserat på litteraturstudierna och ett seminarium tillsammans med Stockholms trafikkontor har ett förslag på viktiga utformningsdetaljer tagits fram, se Figur 5-24.



Figur 5-24 Förslag till viktiga utformningsdetaljer för en väntyta för cyklister.

Tillräckligt med utrymme

Viktiga aspekter för utformning av en väntyta för cyklister är framförallt att det finns tillräckligt med utrymme i väntytan men också att det går lätt att snabbt utrymna väntytan inom gröntiden. Ingen cyklist ska bli kvar i väntytan och tvingas vänta ett omlopp till. En väldigt långsmal väntyta med liten öppning mot överfarten är därför sämre än en väntyta med bredare öppning mot överfarten. Även infarten till väntytan från cykelbanan behöver vara funktionellt utformad med mjukt rundade kanter så att det är enkelt att svänga in i väntytan utan att köra på en utstickande kantsten eller att tvingas till en komplicerad sväng rörelse.

Enkelt och bekvämt att använda väntytan

Andra viktiga aspekter är att tryckknappen som cyklisten anmäler sitt behov att passera, ska vara lätt att nå utan att cyklistens hjul hamnar långt ut i gatan eller att cykelns placering i väntytan på något annat sätt blir sned och leder till att ytan används mindre effektivt. Om cyklisten anmäls genom avkännare i gatan eller på stolpe ska de vara funktionstestade med cykel och indikera alla typer av cyklar och cyklister.

Ett fotstöd eller ett handstöd för det väntande cyklister är dels en bra service för cyklisten som kan starta snabbare dels gör det att utrymmet för väntande cyklister kan rymma fler när alla väntande inte behöver stiga av cykeln. En stående cyklist tar ofta mer utrymme i anspråk än en cyklist som sitter på sadeln.

Tydligt uppmålat och belyst

Väntytan bör också målas tydligt med stopplinje mot den rullande trafiken framför och en avgränsningslinje bakom de väntande. Kantsten bör undvikas. För att undvika att fotgängare använder väntytan är det också lämpligt att måla en cykelsymbol i väntytan. Väntytan kan också målas upp med svängpilar beroende på var cyklisterna ska ta vägen efter passagen för att dela upp flödet redan vid väntytan. Belysning av väntytan är också viktig så att de väntande cyklisterna blir sedda av till exempel svängande bilister och av förbipasserande cyklister.

Cykelpassage säker och tydlig

Utformningen av själva cykelpassagen bör göras i enlighet med GCM-handboken eller VGU:s riktlinjer gärna med upphöjning och kontrasterande färg för att markera att det är en potentiell konfliktyta och för att dämpa hastigheten hos förbipasserande bilar. Detta är viktigt inte minst vid de tillfällen signalen är släckt och ur funktion. En upphöjd överfart ger också högre komfort än om cyklisten ska passera en kantsten eller en nivåskillnad två gånger vid passagen.

6. Diskussion, slutsatser och rekommendationer

Cykeltrafiken ökar och infrastrukturen behöver anpassas för att rymma ett ökande cykelflöde så att cykling kan ske på ett säkert och tryggt sätt med god framkomlighet. Vid större cykelflöden uppstår problem för väntande cyklister vid trafiksignaler, speciellt när det även finns passerande cykelflöden som kan hindras av väntande cyklister som blockerar cykelbanorna vid brist på plats i väntytorna. Detta problem finns även internationellt visar vår litteraturstudie. Internationellt används signalomställning eller att man tar bort signalen för att lösa problemet och i lägre utsträckning ombyggnad av väntyta. Vi tog med denna kunskap in i studiedesignen och utökade studien till att även inbegripa en omställning av signal.

Denna studies främsta resultat är en teoretisk modell som visar sambandet mellan cykelflödet (under maxkvarten), längden på rödtiden vid trafiksignalen och antalet cyklister som väntytan borde dimensioneras för vid en viss servicenivå. Modellen har vi sedan stämt av mot verkliga mätningar och observationer och funnit en god överensstämmelse.

Som en del av modellutvecklingen tog vi också fram ett mått för den yta som en väntande cyklist behöver. Detta saknas i utformningshandböckerna som idag har mått på endast på rullande cyklister. För planeringsändamål rekommenderas därför att måttet 2,5 kvm per cyklist används vid dimensionering av väntytor. Detta mått skulle med fördel kunna införlivas i utformningshandböcker för cykling som VGU och GCM-handboken.

Den teoretiska modellen ger stöd för två typer av åtgärder som kan vidtas för att hantera ett visst cykelflöde vid en trafiksignal. Antingen påverkar man längden på rödtiden för signalen eller också storleken på väntytan.

Det finns ett antal aspekter att ta hänsyn till vid användning av modellen. Det praktiska måttet på 2,5 kvm per cyklist tar ej hänsyn till speciella cyklar så som lastcyklar eller liggcyklar som behöver mer utrymme. Dessa typer av cyklar förväntas öka i framtiden. Eftersom modellen anger utrymmesbehovet i antalet cyklister som behöver få plats i väntytan går det dock att räkna med ett större mått för en viss andel av väntande cyklisterna för att återspegla högre ytanspråk från till exempel lastcyklar. Måttet 2,5 kvm inkluderar också de säkerhetsavstånd som behövs mellan väntande cyklister sinsemellan samt säkerhetsavstånd till passerande bil- eller cykeltrafik. Väntytons geometriska utformning kan också skapa döda ytor som inte går att använda.

För dubbelriktade överfarter kan inte all yta framför signalen användas som väntyta eftersom ett korsande cykelflöde behöver utrymmet till vänster för att passera. I våra observationer såg vi dock att det vid breda gator ofta var möjligt för cyklister att använda väntytan till vänster genom att de som stod där startade snabbt och vek av åt höger så att de inte var i vägen för mötande cyklister. Vid

beräkning av väntytans storlek i dubbelriktade överfarter bör dock inte all yta räknas som primär väntyta.

Vidare baseras modellen på cykelflödet i maxkvarten under sommarhalvåret, vilket kan uppfattas som ett högt flöde. Det är dock lämpligt att välja sommaren som dimensionerande eftersom det är då flödena är som högst och då kapacitetsproblem riskerar att uppstå. Det kan även vara idé att utgå från ett ännu högre flöde om modellen ska användas för att dimensionera en väntyta och man tror att rödtiden är svår att ändra. Då kan flöden tas fram baserat på modellkörningar som också tar hänsyn till mål eller prognoser om framtida större cykelflöden. Många kommuner och regioner har mål om att öka cyklandet och cykelflödet antas därför öka i många städer. Maxkvarten under sommaren rekommenderas därför att används som min-värde.

Sambandet mellan cykelflödet, rödtiden och antalet väntande cyklister beror på vilken servicenivå man väljer. I denna studie har en servicenivå på 90 procent använts. Diagram för lägre servicenivåer finns i Bilaga 1. Valet av servicenivå gäller både generellt för vilken kvalitet en trafikantgrupp anses behöva men kan också anpassas för specifika platser baserat på platsens förutsättningar. Om en överfull väntyta skapar konflikter med andra trafikanter är det till exempel olämpligt med en lägre servicenivå. Om det korsande flödet är prioriterad kollektivtrafik som kanske påverkar signalinställningen bör det vägas in. Även om cykelvägen är en del av det prioriterade huvudnätet bör tas med i avvägningarna.

I modellen tar vi inte hänsyn till att flödet till en signal kan vara ojämnt. Flödet vid en signal kan påverkas av inställningar för en annan signal och av platser med smala cykelbanor där omkörning är svår. Vid sådana situationer kan cyklister komma i grupper vilket kan medföra att väntytan inte räcker till. Detta kan vara ett reellt komfort- och trafiksäkerhetsproblem även om det inte uppstår i mer än 10 procent av fallen under maxkvart. En lösning är att se till att det finns sekundära väntytor i anslutning till den primära väntytan till exempel genom att man gör cykelbanan bredare så att en väntande cyklist får plats utan trafiksäkerhet eller framkomlighetskonsekvenser. En annan lösning är att bygga cykelvägar där det är möjligt att köra om långsammare cyklister så att flödena naturligt jämnar ut sig. Hur klungor påverkar modellen och dess tillämpning behöver undersökas mer i fortsatta studier.

Valet av servicenivå är i första hand tänkt att relateras till situationen för de väntande cyklister men i praktiken påverkar valet av servicenivå också situationen för väntande fotgängare och förbipasserande cyklister som får problem om antalet väntande inte ryms i väntytan.

Vid observationerna noterades att ett antal cyklister väntade på gångytorna. Även efter omställningen av signalen noterades ett litet antal som stod på fotgängarytan trots att plats fanns i cykelytan. Detta problem löses kanske bäst genom att ta fram en utformning av väntytan som gör det enklare och bekvämare att vänta på väntytan än på andra ställen till exempel via räcken att hålla sig i. Eftersom omställningen bara varade i två dagar kanske det också representerar ett vanebetende som behöver mer tid för att förändras.

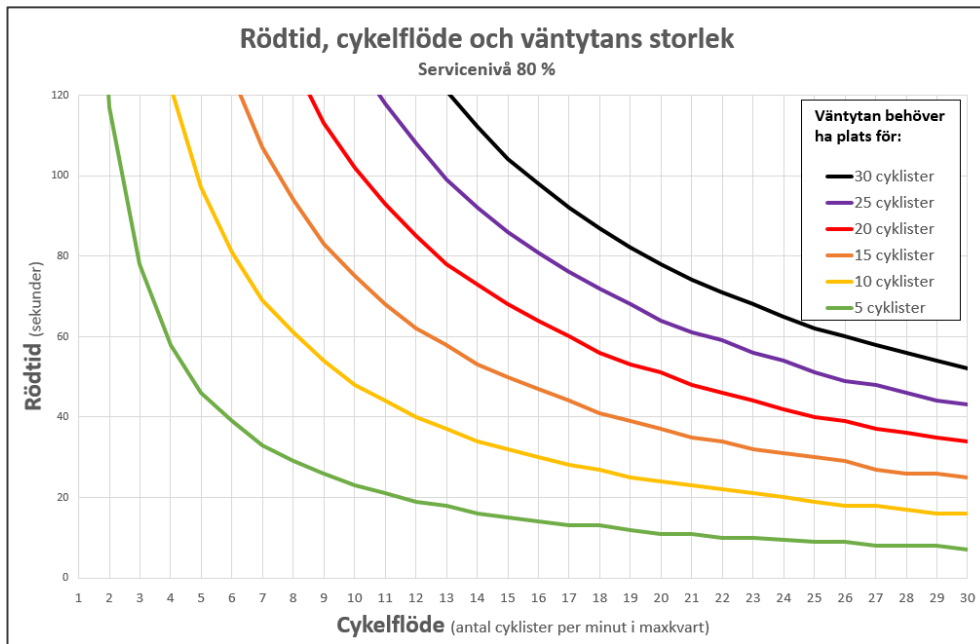
Rekommendationer till VGU

Till Vägar och gators utformning, VGU föreslår vi att väntytor för cyklister tas med under den del som omfattar råd. Vi föreslår att väntytor beskrivs och definieras samt att modellen med förhållandet mellan signalinställning, väntytons storlek och cyklistflödet i maxkvart redovisas. Den servicenivå vi föreslår som god nivå är 90 procent. Hur denna servicenivå ska anpassas för olika specifika platser till exempel korsningar med stombusslinjer eller platser med mycket ojämna flöden behöver studeras vidare. Även den yta på 2,5 kvadratmeter en väntande cyklist tar i anspråk bör tas med i VGU. Även råd om utformning av väntytan ur ett komfort- och trafiksäkerhetsperspektiv kan tas med. Någon ny vägmarkering eller något nytt vägmärke bedöms inte behövas. I regeringens *Promemoria Cykelregler* från 2017³⁹ föreslås att en vägmarkering för cykelbox införs i vägmärkesförordningen. Om denna vägmarkering införs i svensk trafikplanering tror vi att den även skulle kunna användas för de väntytor för cyklister som beskrivits i denna rapport.

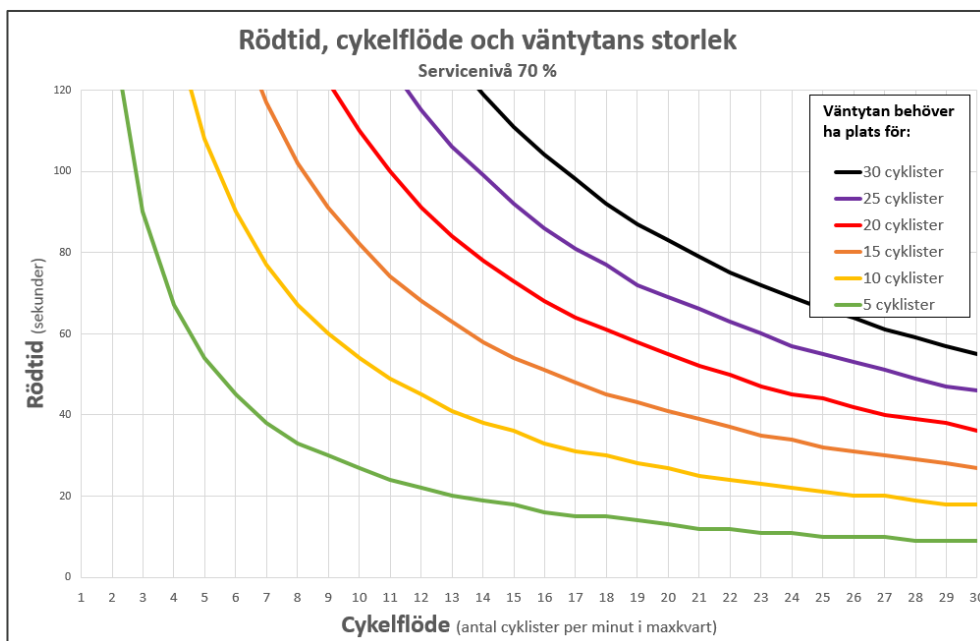
³⁹ /www.regeringen.se/rattsdokument/departementsserien-och-promemorior/2017/04/promemoria-cykelregler/

Bilaga 1 – Olika servicenivåer

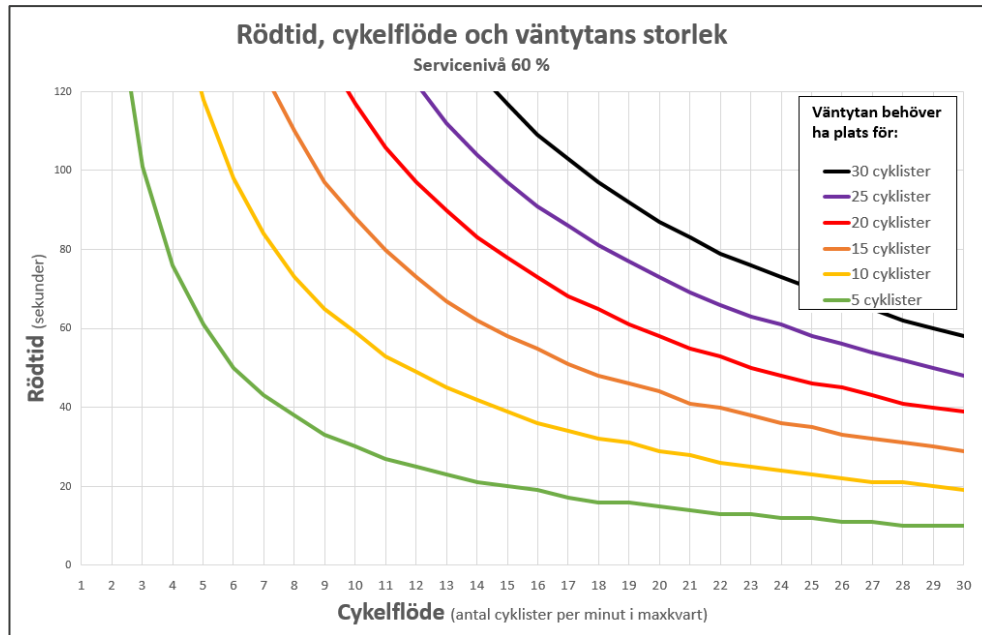
Standard B – Servicenivå 80 %



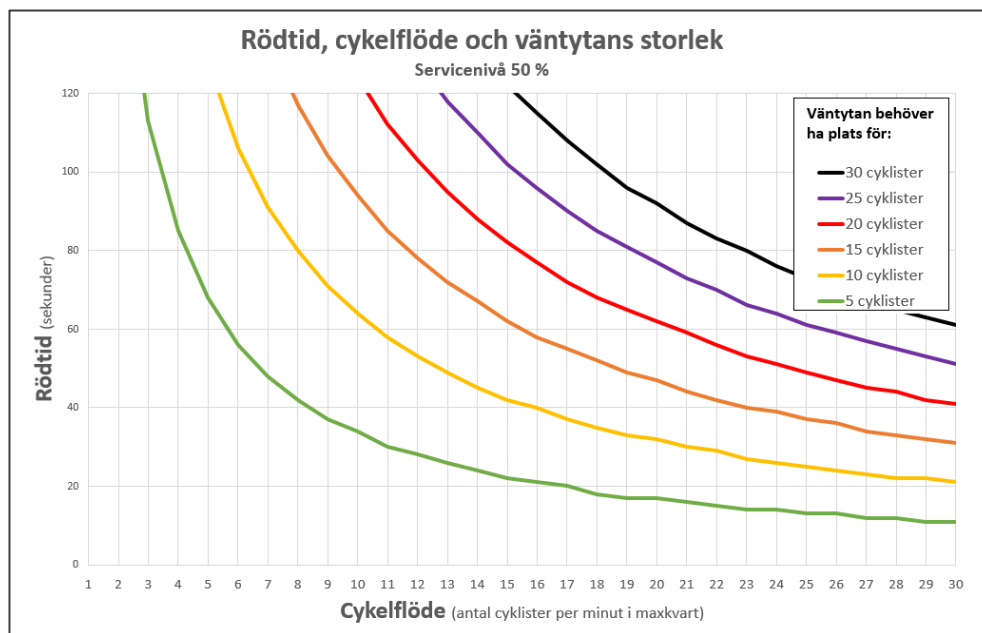
Standard C – Servicenivå 70 %



Standard D - Servicenivå 60 %

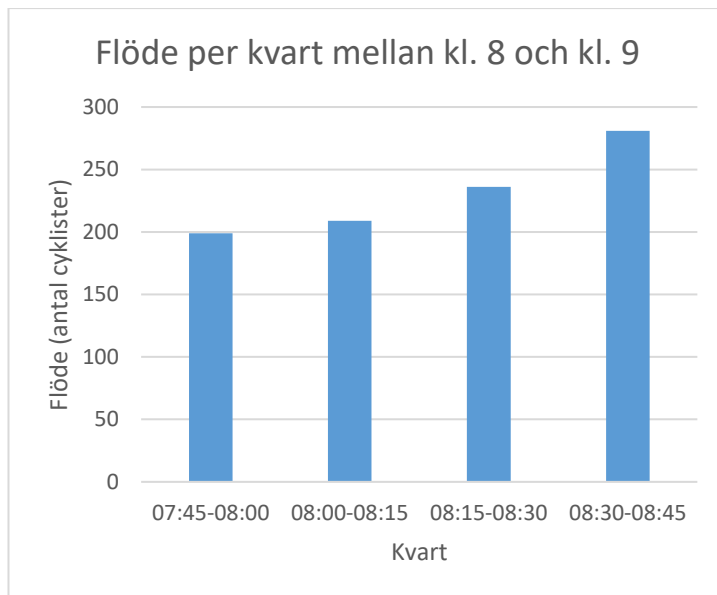


Standard E – Servicenivå 50 %

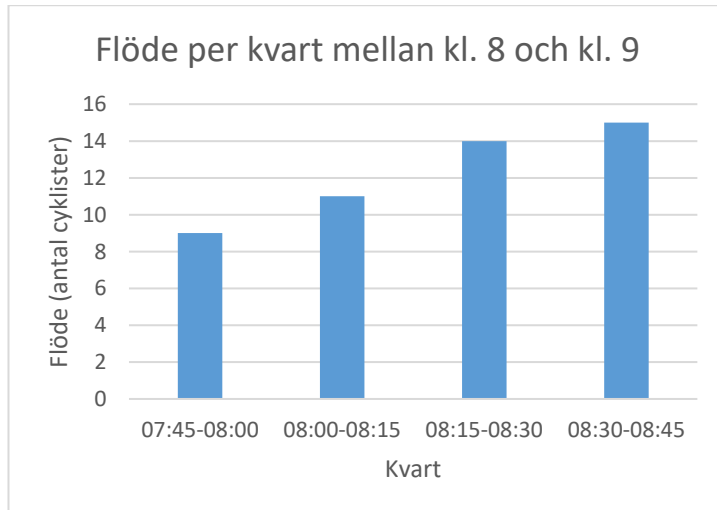
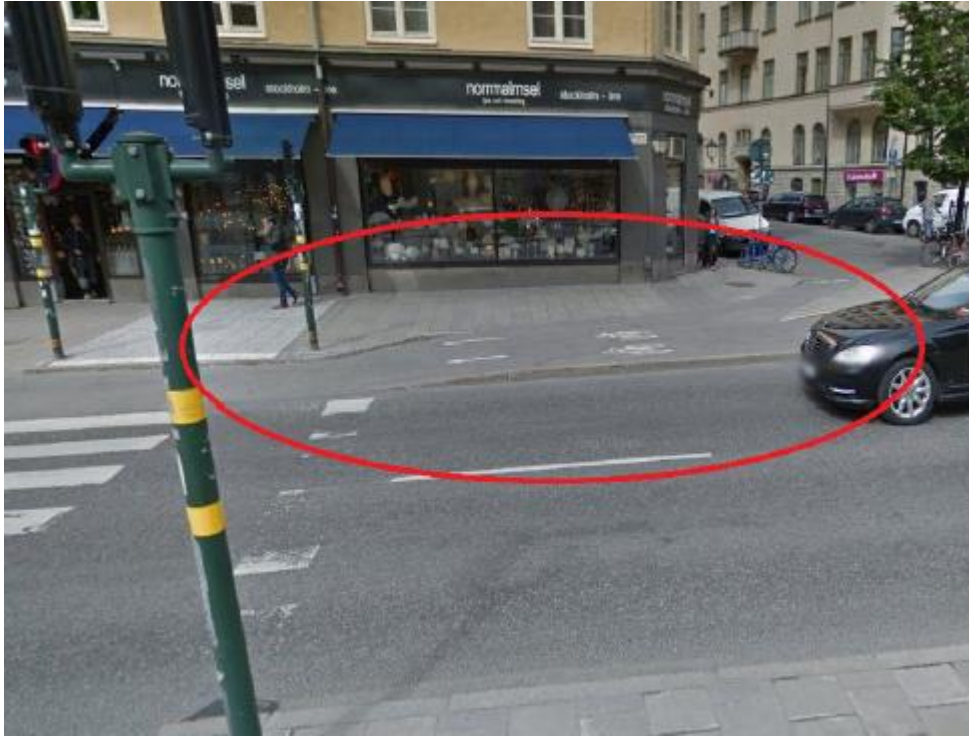


Bilaga 2 – Inventerade väntytor

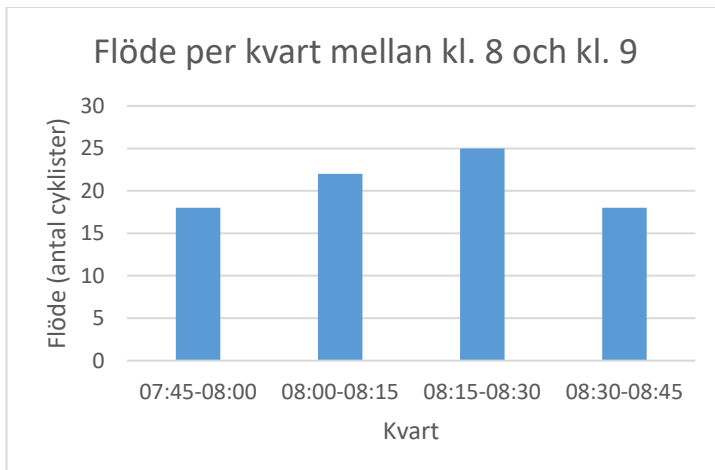
Tegelbacken



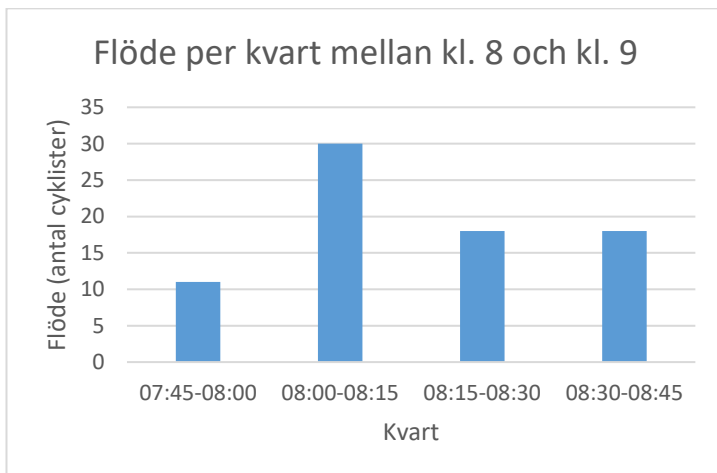
Sankt Eriksgatan 87



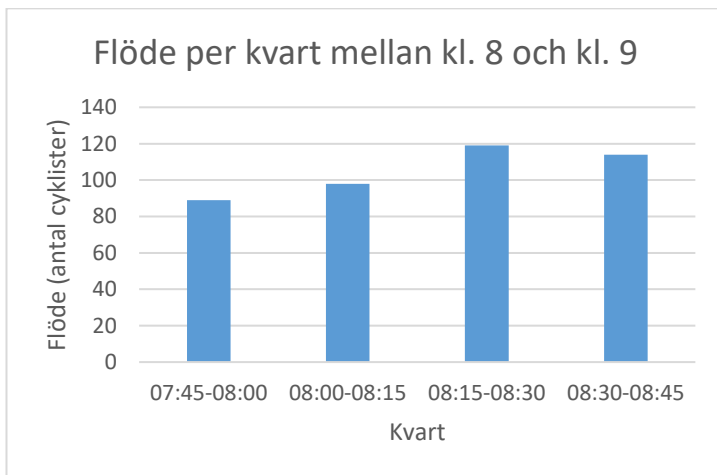
Valhallavägen-Sturegatan



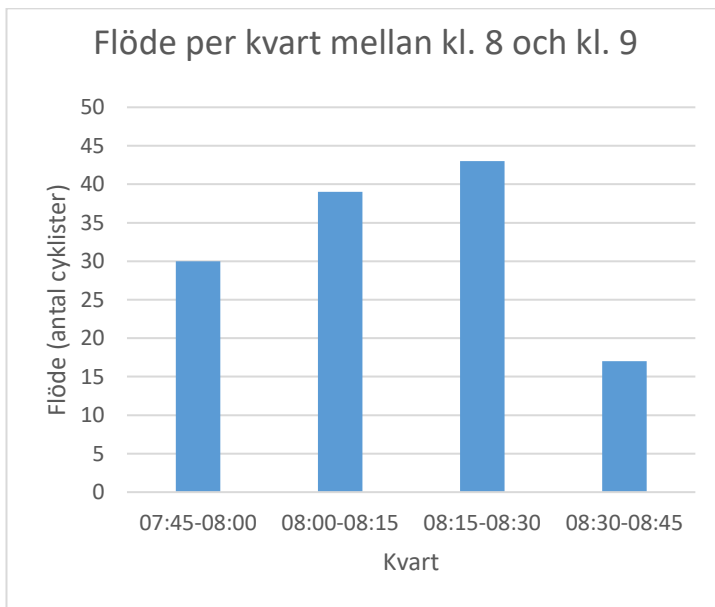
Skeppsbron söder om Strömbron



Nybroplan vid Raoul Wallenbergs torg

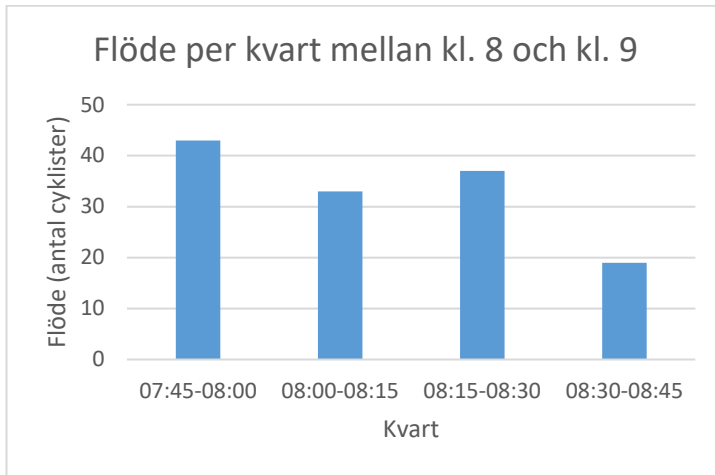


Vasabron



Norrtull





Stadshuset, Hantverkargatan 1



Solnavägen



Hornstull



Strömbron



Ringvägen Skanstull



Ulvsundaplan



Lilla Västerbron



Birger Jarlsgatan 29



KTH



Strandvägen Styrmansgatan



Roslagstull



Odenplan Norrtullsgatan



Södertäljevägen



