

Cykelfältets användning

En fallstudie på användningen av cykelfälten på det
nordsydliga cykelstråket i Lund

Kasper Leijonhufvud

Trafik och Väg

Institutionen för Teknik och Samhälle

Lunds Tekniska Högskola

Lunds Universitet



Copyright © Kasper Leijonhufvud

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5377)/1-25/2025

ISSN 1653-1922

Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5377)/1-
25/2025

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 410

ISSN 1653-1922

Author: Kasper Leijonhufvud
Title: Cykelfältets användning: En fallstudie på användningen av
cykelfälten på det nordsydliga cykelstråket i Lund
English title: The Use of Bicycle Lanes: A Case Study on the Use of Bicycle
Lanes along the North-South Cycling Corridor in Lund
Language Svenska
Year: 2025
Keywords: LOS; Cykelpositionering; Cykelfält; ; trafikanalys; Staytime
Citation: Leijonhufvud, K, *Cykelfältets användning: En fallstudie på
användningen av cykelfälten på det nordsydliga cykelstråket i
Lund*. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och
samhälle. Trafik och väg 2025. Thesis. 410

Abstract:

In Lund, construction is underway on the north-south cycling route. In the more central parts of this route, the design of the cycling infrastructure varies, and in some sections with narrow road profiles, bike lanes have been chosen as the design solution.

This report aims to describe how often the bike lanes are obstructed and to examine whether the current solution provides good safety and accessibility for cyclists. To this end, video analysis of traffic flows at a location along the route has been carried out, examining the speeds and positioning of motor vehicles.

The results show that the use of the bike lane by cyclists is limited, and that motor vehicles frequently partially occupy the bike lane during their journeys. The speed of motor vehicles is also unaffected by traffic flow, time, day, or their positioning on the street. Therefore, the bike lanes do not significantly contribute to the accessibility or safety of cyclists.

Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 LUND

Transport and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Innehållsförteckning

Förord	1
Sammanfattning	1
summary	1
1. Inledning.....	2
1.1 Syfte.....	2
1.2 Utredningsfrågor.....	2
1.3 Fokus och avgränsningar	3
1.4 Bakgrund	3
1.4.1 “Level-of-service”-konceptet.....	3
1.4.2 Kända problem med cykelfält	4
1.5 stråkets utformning	5
2. Metod	7
2.1 Kameraplacering och datainsamling	7
2.2 YOLO AI-modell	7
2.3 Tsai kamerakalibrering	8
2.4 Trafikanalys	9
3. Resultat.....	10
3.1 Hastigheter.....	11
3.2 Staytime	12
3.3 Samspel hastighet och staytime	15
4. Diskussion	16
4.1 Besvara rapportens syfte.....	16
4.2 Fordons val av hastighet beroende på dagtyp, tid och trafikmängd	16
4.3 Fordons val av hastighet på grund av positionering	17
4.4 Fordons positionering	17
4.5 Allmänt om datainsamling och metod.....	18
4.6 Avsaknad av referenspunkt	18
Slutsatser	19
Kommentarer	19
Framtida studier	20
Referenser.....	20

Förord

Jag vill tacka min handledare Carl Johnsson för den hjälp han gett mig under genomförandet av denna studie. Vidare tackar jag även Julia Bengtsson på Lunds kommun för de svar och information hon bidragit med till detta arbete. Andreas Persson, min examinator skall också tackas för att han introducerade mig till ämnet innan arbetet påbörjades. Det har varit väldigt lärorikt och roligt att genomföra detta arbete. Jag vill också tacka min partner för att hon finns och alltid finns där för mig.

Sammanfattning

I Lund pågår byggandet av det nordsydliga cykelstråket. På de centralare delarna av detta stråk varierar utformningen av cykelinfrastrukturen och på några av delar med smala vägprofiler har det valts att utforma cykelfält.

Denna rapport ämnar att redogöra hur ofta cykelfälten blockeras och undersöka om den nuvarande lösningen ger en god säkerhet och framkomlighet för cyklister. För detta har videoanalys av trafikflöden vid en plats på stråket genomförts där hastigheter och positionering av fordonstrafikanter undersöks.

Resultatet visar att användandet av cykelfältet är begränsat bland cyklister och att det är förekommande att motorfordon delvis ockuperar cykelfältet under sina resor. Motorfordons hastigheter är också oberoende av trafikflöde, tid, dag och positionering på gatan. Cykelfälten bidrar därför inte i någon större utsträckning till cyklisters framkomlighet och säkerhet.

summary

In Lund, construction is underway on the north-south cycling route. In the more central parts of this route, the design of the cycling infrastructure varies, and in some sections with narrow road profiles, bike lanes have been chosen as the design solution.

This report aims to describe how often the bike lanes are obstructed and to examine whether the current solution provides good safety and accessibility for cyclists. To this end, video analysis of traffic flows at a location along the route has been carried out, examining the speeds and positioning of motor vehicles.

The results show that the use of the bike lane by cyclists is limited, and that motor vehicles frequently partially occupy the bike lane during their journeys. The speed of motor vehicles is also unaffected by traffic flow, time, day, or their positioning on the street. Therefore, the bike lanes do not significantly contribute to the accessibility or safety of cyclists.

1. Inledning

Sverige har under hela 2000-talet arbetat mot ett hållbart och säkert transportsystem. En del av detta arbete gäller cykelinfrastruktur eftersom cykeln är ett platseffektivt och miljövänligt transportmedel. I Lund har många omfattande insatser gjorts för att framhäva cykeln som ett effektivt, smidigt och tillgängligt transportmedel. Ett av dessa sätt är att skapa ett starkt och gent cykelnät via bland annat utbyggnaden av ”Supercykelvägarna” och det Nordsydliga cykelstråket (Lunds kommun, 2014). När detta stråk går genom centrala Lund, med sina smala vägprofiler och bussflöden, måste man balansera mellan bil-, cykel- och gånganläggningar. Det Lund kommun valde att göra var att variera mellan cykelfält och tydligt markerade blandrum för att ge möjlighet för större fordon att mötas bekvämt på sträckan. Detta väckte frågor från allmänheten. I september 2024 skrev journalisten Alexander Agrell en artikel i sydsvenskan med titeln ”Cyklister inte säkrare på Lunds nordsydliga cykelstråk än på en vanlig gata”. I artikeln nämns att bilar är tillåtna att köra i cykelfälten enligt Vägmarkesförordningen eftersom dessa saknar officiella vägmärken. Agrell menar att cykelstråket till följd av detta inte kommer ge förbättrad säkerhet. Något som inte nämns i artikeln men ändå är anmärkningsvärt från ett säkerhetsperspektiv är att cykelstråket varierar mellan ett blandrum och de tidigare nämnda ”falska” cykelfälten.

1.1 Syfte

De frågor som väcks av observationerna och påståendena ovan saknar i dagsläget ett svar eftersom ingen omfattande utvärdering av den nya infrastrukturen gjorts.¹ Denna rapport ämnar att redogöra hur ofta cykelfälten blockeras och undersöka om den nuvarande lösningen ger en god säkerhet och framkomlighet för cyklister. Målsättningen är att utvärdera utformningen för att ge ett större underlag för hur utformning av cykelstråk vid smala vägprofiler bör genomföras.

1.2 Utredningsfrågor

För att skapa en förståelse på hur vägbanan används av alla fordonstrafikanter har denna studie gjorts med två huvudsakliga frågeställningar:

- Hur förhåller sig fordonstrafikanter sig till infrastrukturen?
- Skapar utformningen av det nordsydliga cykelstråkets gatuprofiler med cykelfält en god LOS för cyklister?

Dessa utredningsfrågor bryts därefter ner i några sekundära frågor som är enklare att besvara:

- Var på vägbanan placerar sig fordon och varför?
- När och hur ofta blockeras cykelfältet av andra fordon?
- Vilka hastigheter väljer fordon och varför?

¹ ... Eller åtminstone finns tillgänglig för allmänheten.

1.3 Fokus och avgränsningar

Detta arbete fokuserar på användandet av cykelfälten i nordsydliga cykelstråket av cyklister och motorfordon. Därför analyseras inte hur vägbanan används av gångtrafikanter och dessa är därför helt exkluderade från studien. Vidare var observationsperioden för kort för att ge en efterlängtdatamängd för lastbilar, därför exkluderas deras beteenden också från denna studie. Vidare har endast ett mindre segment av cykelstråket undersökts eftersom det fortfarande sker vägbyggen längs sträckan och tillgången till hårdvara var något begränsad.

1.4 Bakgrund

1.4.1 "Level-of-service"-konceptet

Level-of-service (LOS) är metoder och kvantitativa kvalitéer man kan använda för att redogöra hur bra komfort och praktikalitet ett transportnät har. För cyklar är det inte helt klart hur man kan göra detta effektivt och konkret eftersom upplevelsen av komfort, säkerhet och framkomlighet är väldigt personlig. Med det sagt har det genomförts en hel del studier i hur man kan skapa konkreta mått för ett cykelnäts LOS (Kazemzadeh, et al, 2020). Kazemzadeh et al (2020) delar in dessa mått i 3 större grupper: cykelflöde, infrastruktur och exogena faktorer. Exogena faktorer är i huvudsak sådant som inte går att påverka - såsom topografi, temperatur, nederbörd, och sociodemografiska aspekter, vilket gör dessa svåra att inkludera i en bedömningsmetod för LOS.

Bedömning av infrastrukturens relation till cykelflöden är välstuderat och det finns flera punkter att evaluera för LOS av cykelnätet, med reservation för att dessa många gånger är metoder direkt adopterade från modeller för motorfordon (Kazemzadeh, et al, 2020). Ett fall då modellen för cykeltrafik nödvändigtvis skiljer sig från motorfordon redogörs för i Botma och Papendrecht. (1991). De kommer i sin studie fram till att medelhastighet inte är en god indikator av service eftersom hastigheten bland cyklar inte har en särskilt betydande korrelation till cykelflöde, till skillnad från biltrafik då detta mått används flitigt. Omvänt finns det också faktorer som är högt relevanta för cyklister men inte till samma grad för andra fordon. Navin gjorde 1994 en studie där han argumenterar för att cykel LOS bör vara kopplat till rörelsefrihet och den upplevda personliga ytan på vägen som cyklisten ockuperar. Han delar in detta i tre klasser. I cirkulationszonen har man som cyklist full rörelsefrihet. Komfortzonen är där cyklister inte störs av andra cyklister. Slutligen är kollisionzonen områden där individer börjar väja från varandra. På senare år har några studier gjorts inom cyklistbeteenden som kommit fram till macro modeller för cyklar byggda på suddig logik (Tang, Huang, Shang, 2011) och fler kriterier för psykologiska aspekter för micromodellering (Xiao, Baohua, Qi, 2012). Dock finns ett behov av fler studier inom Micromodellering (Kazemzadeh, et al, 2020).

Något som är avgörande för cyklistens upplevelse är "hindrance", definierat som graden av begränsningar cyklister har på sin rörelse. Dessa uppstår i huvudsak vid omkörningar förbi eller av andra trafikanter (Hummer, et al, 2006). Att undersöka hindrance som ett mått på LOS introducerades av Botma (1995) som visade att komforten av resan sjönk med behovet att passera eller möta andra trafikanter. I denna första studie låg fokus på interaktionerna mellan gångtrafikanter och cyklister. Konceptet har senare blivit vidare utvecklat av bland annat Hummer et al (2006) till att inkludera passiva, aktiva och fördröjda passager. Det har sedan blivit en rekommenderad metod för att undersöka LOS (Kazemzadeh, et al, 2020).

En annan aspekt som kan påverka LOS inom just flöden är interaktioner mellan trafikanttyper. En viktig faktor för komforten av trafikanter är kompositionen av trafikanter på gatan. (Kazemzadeh, et al, 2020) har sammanställt många studier och kommit fram till att några viktiga faktorer att ta i beaktning är mängd motorfordon eller gångtrafikanter samt tung trafik. Annat som påverkar cyklistens komfort är hur vägkanten används. Majumdar och Mitra, (2018) fann att mängden parallell gatuparkering var en av de största faktorerna för upplevd komfort av cykelstråket. Enligt Kazemzadeh, et al (2020) är också underlag en väldigt viktig faktor för komfort och LOS då tidigare studier visat att cyklister i stor utsträckning väjer för gatubrunnar och skador på vägunderlaget.

Hur signaler och markeringar påverkar LOS har studerats, men i huvudsak via enkätstudier för vana cyklister eller strax efter genomförd cykeltur (Kazemzadeh, et al, 2020). Det är därför inte säkert hur trafiksignaler, stopp- och varning-/informationsskyltar påverkar valet av cykel som transportalternativ (Heinen, et al, 2010). Dock visar studier att cyklister ogillar när de behöver sakta ner eller stanna. Cyklister tenderar också att lyda stopplikt oftare vid cykelfält/vägbana än när de befinner sig på GC-nät (Kazemzadeh, et al, 2020).

Delar av slutsatsen i Kazemzadeh, et al, 2020 är att det saknas forskning om hur exogena faktorer såsom klimat, topografi, sociodemografiska aspekter och befintlighet av slutanläggningar som hade varit centrala för att avgöra hur individer prioriterar olika transportmedel. De drar också slutsatser om att det behövs mer forskning kring hur cykelflöden påverkar LOS men att det är välbevisat att cyklister får högre komfort när de är separerade från motorfordon.

Med det sagt ökar cykelfält säkerheten för alla trafikanter vid implementering på en vägbana som innan är blandrum, men att det har som bäst effekt på sträckor med högre hastighetsbegränsningar (Morrison, et al, 2019). Det vill säga både upplevd säkerhet, trygghet, och den faktiska säkerheten ökar -framför allt bland cyklister. Detta är delvis på grund av att avståndet mellan cyklister och bilister vid omkörning ökar oavsett vägbredd (Nolan, et al, 2021).

1.4.2 Kända problem med cykelfält

Ett känt problem med cykelfält är ”dooring”. Det innebär en kollision mellan ett stillastående fordon's dörr som öppnas i rörelsebanan för en annan trafikant (Jänsch, et al, 2015). Dooring är ett fenomen som blir vanligare i Australien (Johnson, et al, 2013) och i USA där det står för mellan 12–27% av alla kollisioner för cyklister (Schimek, 2018). Dock varierar utsträckningen av problemet mycket, i Tyskland står de endast för 3% av kollisioner (Jänsch, et al, 2015). I huvudsak sker dessa kollisioner då cykelfält ligger till vänster om gatuparkering men de kan också ske vid andra utformningar av cykelfält (Schimek, 2018). Det är inte helt tydligt vilken demografi som påverkas mest av detta fenomen, (Johnson, et al, 2013) fann att det i största utsträckning drabbar män 18 år eller äldre medan (Schimek, 2018) fann att majoriteten som drabbas är kvinnor.

Tidigare studier har också visat att motorfordon inskränker på cykelfälten i en relativt låg utsträckning vid införande av cykelfält. Endast 1% av bilar, 30% av bussar inskränkte på cykelfältet efter införande på hornsgatan. Samt att mängden dubbelparkering ökade med 78% (Nilsson, 2000). I Nederländerna visade en studie att olycksrisken för cyklister vid cykelfält är x1,36 av risken vid avsaknad av cykelanläggning på sträckor och mindre korsningar. Detta

antogs vara en konsekvens på att cykelfälten var för smala och cyklister alltså behövde lämna cykelfältet för att köra om varandra (Nilsson, 2000). Att olycksrisken för cyklister ökade i korsningar testades igen senare och det visade sig att cykelolyckor ökade på kort sikt men sjönk på lång sikt om cykelfält markeras genom korsningar (Nilsson, 2000).

1.5 stråkets utformning

Den valda utformningen av nordsydliga cykelstråkets centrala delar varierar mellan två olika koncept beroende var på stråket man befinner sig. I de nordligaste och sydligaste delarna är det cykelbanor. När man kommer mer centralt börjar utformningen följa Göteborgs tekniska handbok för utformning av cykelfartsgator (Lunds kommun, 2015). Att använda cykelfartsgator skall inte göras vid motorfordons flöden över 2000 års medel dygnstrafik vardag (ÅMDV) och busstrafik samt att cykelflödet bör vara högt i relation till bilflöde, minst 1500 ÅMDV (Göteborgs Stad 2025). På dessa centrala delar varierar det mellan cykelfält på länkarna och blandrum vid korsningar. Det tenderar också att vara korta sträckor av blandrum där parkering och lastplats ligger parallellt till vägbanan. Exempelbilder på hur detta gjorts visas i Figur 1 och Figur 2.

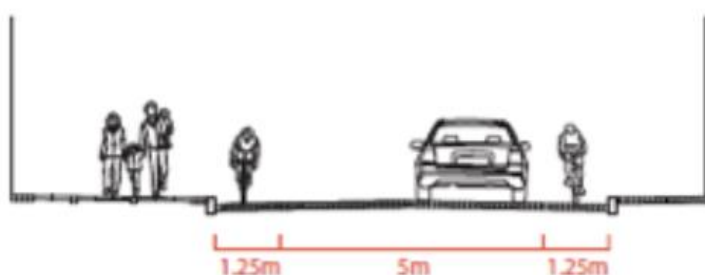


Figur 1: Exempel på blandgata inför korsning

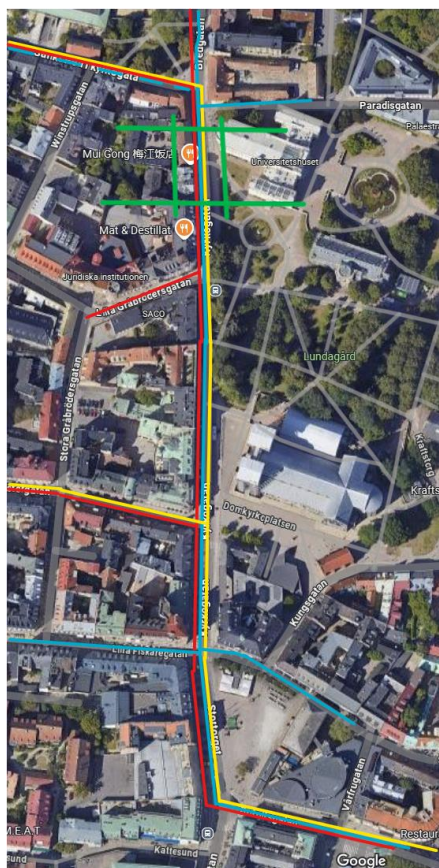


Figur 2: Exempel på blandgata inför parkering

Dimensionerna på vägbanan är enligt Figur 3 där det finns cykelfält och i andra fall är körbanan 6,5 meter bred och har ett kantstöd som är ca 4cm i höjd (Lunds kommun, 2015). På gatan går en blandning av bil-, buss-, cykel- och gångtrafik men i skrivandets stund genomfördes fortfarande vägarbete längre söderut från den observerade platsen. Detta innebar att transportnätet kring platsen var enligt Figur 4. Notera att de icke markerade anslutningarna till kyrkogatan är gågator. För att bevara den historiska karaktären av innerstaden är också vägbanan belagd med gatsten, cykelfälten är markerade med en mörk linje av gatsten och fältet ett annat mönster och något rödare gatsten än körfälten (Lunds kommun 2015). Det specifika området som observerats i denna studie är markerat i Figur 4 med en ruta av gröna linjer.



Figur 3: Tvärsektion för gatan med cykelfält som studeras.



Figur 4: Bild av transportnätet in på gatan. Den observerade platsen är i området markerat med gröna linjer. Gult representerar bussnät, rött bilnät och turkos cykelnätet.

2. Metod

För genomförande av denna undersökning användes videofilm och en AI-modell för objekt-detektion för att avgöra alla trafikanter positionering på gatan.

2.1 Kameraplacering och datainsamling

Totalt analyseras 144 timmar videofilm från en plats enligt markering på Figur 4. De exakta tidsindelningarna var: 1) måndagen den 3 mars kl 10:30 – onsdag den 5 mars kl 10:30. 2) onsdag den 5 mars kl 21:07 – fredag den 7 mars kl 21:07. 3) Lördag den 8 mars kl 06:32 – måndag den 10 mars kl 06:32.

Miovision-kameran som användes hade möjlighet att filma i 48h-segment och för användning krävdes att den placerades mot en lyktstolpe eller annan liknande konstruktion samt att den inte var placerad så att trafikanter råkade stöta den eller på annat sätt påverka utrustningen. Detta i kombination med att det är specifikt ett cykelfält som skulle undersökas och de pågående byggprojekten längs nordsydliga cykelstråket på stora Södergatan begränsade de möjliga placeringarna avsevärt. Platsen som valdes var på Kyrkogatan mellan Lilla Gråbrödersgatan och Paradisgatan. En bild av vad kameran som kommer med på kamerabilden visas på vänster sida av Figur 5.

2.2 YOLO AI-modell

YOLO, eller ”You Only Look Once” är namnet på en AI modell som Ultralytics skapat för objekt-detektion på bilder i realtid. Modellen består, som andra djupinlärningsmodeller, av ett neuralt nätverk. Antalet noder och lager kan variera, där Ultralytics har en uppsättning av några olika beroende på om hastighet eller komplexitet ska prioriteras. Just för denna studie användes YOLO11m. Modellen fungerar så att den placerar begränsningsrutor kring varje objekt den detekterar och den har några olika driftlägen. Just för denna studie är ”tracking” det som används då den anger ett objekt-ID som kan följas över flera stillbilder av en video. En jämförelsebild av innan/efter bearbetning av en exempelbild visas nedan i Figur 5, men den praktiska utdatan från modellen lagras som en CSV-fil med pixelkoordinater för hörnen av begränsningsrutor, objekt-ID, säkerhet med mera (Ultralytics 2025).

För att modellen skulle ha bättre precision och endast detektera de klasser av objekt som är intressanta för denna studie skapades träningsdata semi-slumpmässigt från de 144h av data. Detta för att det fortfarande skulle finnas en acceptabel mängd träningsbilder vid olika ljusförhållanden och varierande trafikmängd. Träningsdatat består av 700 bilder med tillhörande textfiler med pixelkoordinater för begränsningsrutorna och klass av objekten som syns i bilden.



Figur 5: Illustration av hur YOLO ansätter begränsningsrutor. Till vänster är den bild som bearbetas och till höger en illustration av hur begränsningsrutorna placeras. Notera att bilden är vid användning av driftläget ”detection” inte ”tracking”, därmed visas inte objekt-ID.

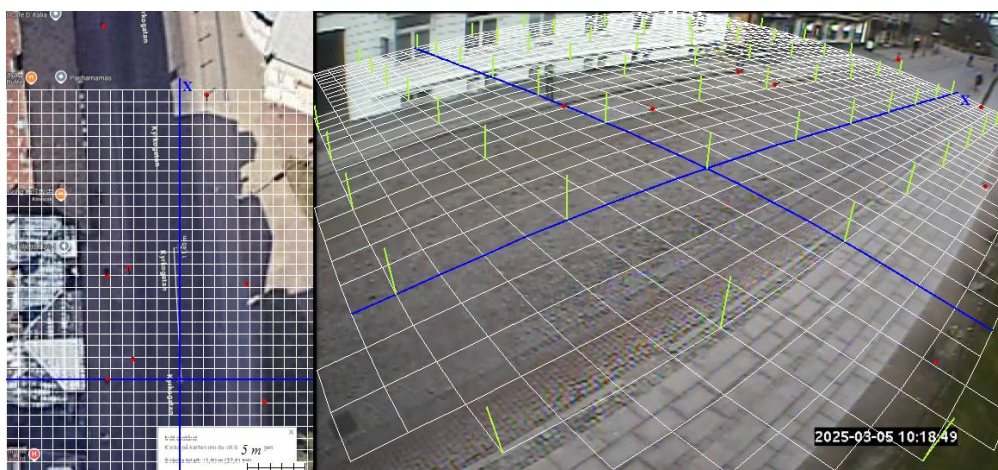
2.3 Tsai kamerakalibrering

När YOLO datat var skapats användes Tsai kamerakalibrering för att få en översatt meterkoordinat för varje given begränsningsruta så att hastighetsprofiler för fordon kan beräknas.

Tsai kamerakalibrering är en metod för att översätta pixelkoordinater från en vinklad kamerabild till ett nytt koordinatsystem utan att de exakta vinkelförhållandena mellan dessa är känt. För denna studie används det för översättning från pixelkoordinater till meterkoordinater taget från en satellitbild. Metoden består sammanfattningsvis av att man anger punkter som är identifierbara i båda koordinatsystemen och att sedan via matrisoperationer översätta koordinaterna från de olika systemen på varandra. De förhållandena och det projekterade koordinatsystemet som gjort för denna studie visas nedan i Figur 6 och Figur 7 (Tsai, 1987).



Figur 6: Illustration av distans mellan pixlar och det verkliga avståndet i meter. Till vänster visas satellitbild, till höger kamerans faktiska bild.



Figur 7: Illustration av det koordinatsystem i meter som skapats för att avgöra hastighetsprofiler. De röda punkterna är de gemensamma punkter som använts för att uppskatta nätet. Till vänster är satellitbilden, till höger kamerans faktiska bild.

2.4 Trafikanalys

För den huvudsakliga analysen har tre mått använts: 1) Hastigheten – medelhastighet av alla trafikanter samt 85-percentil. 2) Staytime – hur länge ett detekterat objekt var i cykelfältet. I rapporten presenteras motorfordon med en staytime över 10 sekunder. 3) Andel tid i cykelfältet – tiden i cykelfältet dividerat med totala observerad tid för objektet.

För att konstatera om och hur länge objekt var i cykelfältet undersöks om objektet ligger ovanför bortre cykelfältslinjen eller under den närmre cykelfältslinjen. Sedan undersöks ett representativt objekt av klassen som bedöms ligga ”på” linjen för objekt som rör sig i vardera riktningen. Om skillnaden i avstånd till linjen är lägre än eller lika med avståndet till linjen för det representativa objektet så klassas objektet som att det befinner sig i cykelfältet. För området med parkeringsplatser på det bortre cykelfältet (se Figur 8) togs ytterligare ett objekt per klass för att ge begränsningsvärden då motorfordonen befinner sig i cykelfältet. Detta för att inte klassas som inte överskrider parkeringen som ”i cykelfältet”. Med detta avläses staytime för fordon som överskrider 10 sekunder och



Figur 8: Bild med cykelfälts gränser markerade med röd linje och parkeringsplats med blåa.

Medelhastigheterna för objekten beräknas enkelt genom att ta skillnaden i X-och Y-koordinat mellan dess första och sista frame dividerat med fps av videon. Detta görs med formlerna nedan där f_1 och f_2 är första och sista frame som objekt detekteras på och (X_1, Y_1) , (X_2, Y_2) är mittpunkten av objektet vid dessa punkter.

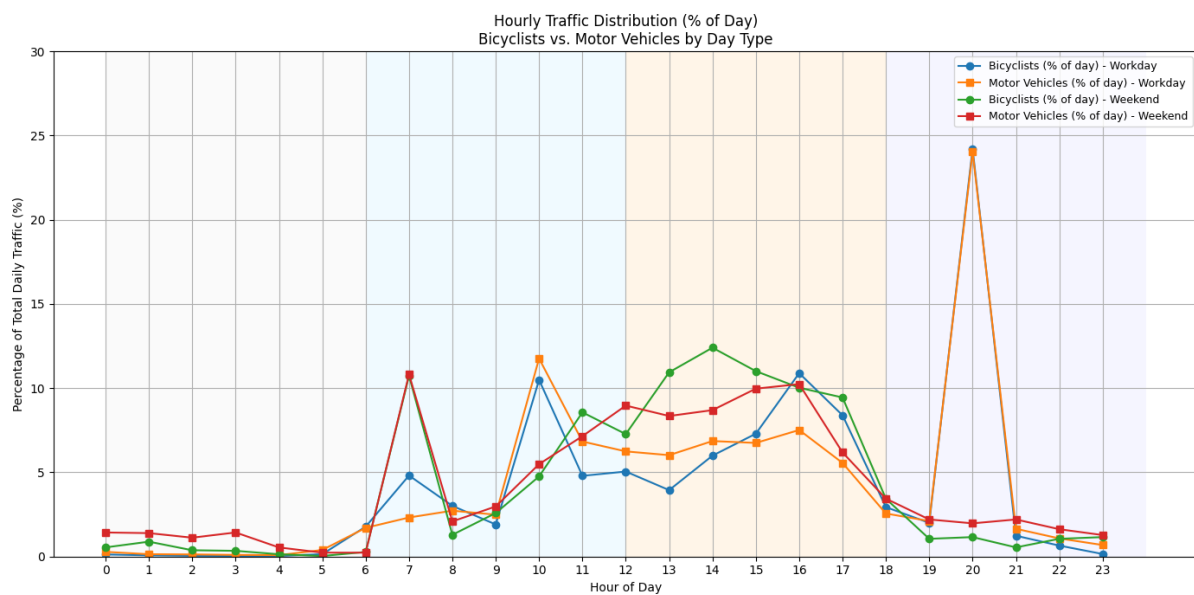
$$\frac{|f_1 - f_2|}{fps} = t, \quad V = \frac{\sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}}{t}$$

Trafikmängd är i denna studie definierat som summan av antalet motorfordon som observerats under timmen. För att sedan dela in detta i kategorier är det fördelat med percentiler. Låg trafikmängd är den 1/3 percentilen av trafikmängd, Hög trafikmängd den 2/3 kvantilen och medel är mängden mellan dem. För att dela in datat över dygnet delas det in i 4 tidskategorier som är 6h långa samt dagstyperna helgdag eller vardag. Tidskategorierna är definierade enligt följande: Morgon (06.00-12.00), eftermiddag (12.00-18.00), kväll (18.00-24.00) och natt (00.00-06.00). Datat för andel tid i cykelfältet och hastigheter fördelas i Kumulativa fördelningsfunktioner. Samt att hastigheter som en funktion av andel tid i cykelfältet plottas.

Med detta kan trafikanter användning av gatan analyseras. Med bandat och dessa indelningar kan fordons hastigheter och positionering beroende på tid och andra fordon avläsas och utredningsfrågorna därmed besvaras.

3. Resultat

Totalt detekterades det 24 577 objekt av de intressanta klasserna på vägbanan. Bland dessa var cykeln den överlägset vanligaste med 13785st. Därefter bilar med 9067st följt av bussar på 598st och sist lastbilar på 151 st. Över dygnet fördelade sig detta enligt Figur 9 där motor vehicles är trafikmängd definierat enligt metoden. I figuren visas också vilken tidsindelning alla timmar tillhör.



Figur 9: trafikfördelning över dygnet på vardagar och helger för cyklister och trafikmängd.

3.1 Hastigheter

Nedan presenteras medel- och 85 percentil av hastigheter för de olika fordonsklasserna baserat på tid av dygnet samt dagstyp i Tabell 1 och som funktion av trafikmängd i Tabell 2.

Tabell 1: Hastigheter (km/h) som funktion av dagstyp och tid.

trafikantgrupp	tid av dygn	dagstyp	medelhastighet (km/h)	85 percentil (km/h)
cyklar	morgon	vardag	16.65	23.06
		helgdag	16.31	22.41
	eftermiddag	vardag	17.13	22.55
		helgdag	15.81	21.21
	kväll	vardag	16.19	21.56
		helgdag	14.16	17.89
	natt	vardag	14.58	19.86
		helgdag	14.23	19.45
bilar	morgon	vardag	21.17	24.51
		helgdag	21.26	25.58
	eftermiddag	vardag	19.97	24.77
		helgdag	19.88	24.72
	kväll	vardag	19.65	24.75
		helgdag	18.84	23.89
	natt	vardag	21.72	24.51
		helgdag	19.96	24.75
bussar	morgon	vardag	26.01	29.62
		helgdag	26.09	29.96
	eftermiddag	vardag	24.90	29.03
		helgdag	26.21	30.11
	kväll	vardag	24.71	29.38
		helgdag	26.21	30.11
	natt	vardag	13.50	15.30
		helgdag	12.66	12.66

Tabell 2: Hastigheter (km/h) som funktion av trafikmängd som definierat i metoden.

trafikantgrupp	trafikmängd	medelhastighet (km/h)	85 percentil (km/h)
cyklar	låg	14.85	21.63
	mellan	16.24	22.48
	hög	16.65	22.18
bilar	låg	20.50	25.19
	mellan	20.74	25.59
	hög	20.03	24.92
bussar	låg	16.84	27.53
	mellan	25.24	29.36
	hög	25.47	29.80

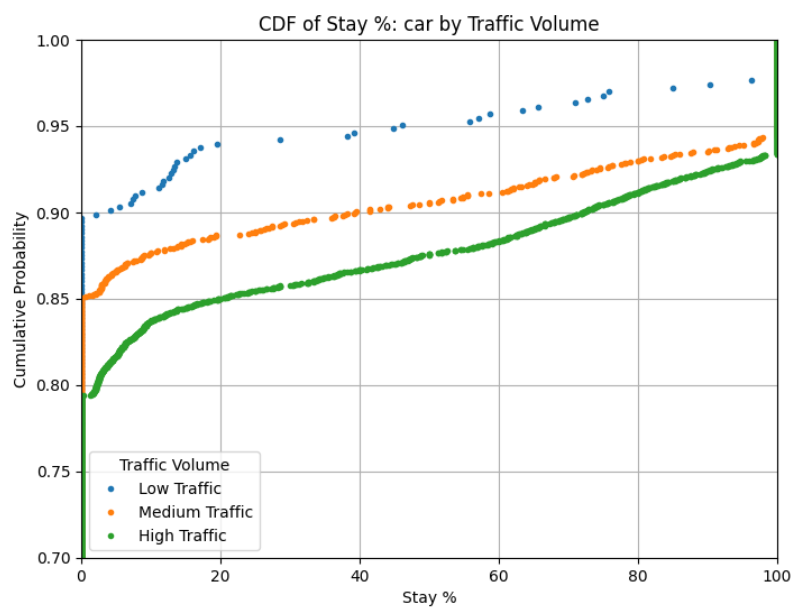
3.2 Staytime

I denna del presenteras hur objekten använder vägbanan. Fördelningarna för de tre trafikanttyperna som funktion av trafikmängd visas i Tabell 3 och baserat på tid av dygn och dagstyp i Tabell 4.

Vid avläsning av tabeller är det under X% den percentil av trafikanttypen som spenderar X% eller mindre av sin restid i cykelfältet där X är det översta kolumnvärdet. Som exempel är det, i Tabell 3, 93.98% av alla bilar som spenderar mindre än 25% av sin restid i cykelfältet vid låg trafikmängd. Detta kan också kopplas till Figur 10 där fördelningsfunktionerna för de olika trafikmängderna för bilar illustreras. Se där horisontalaxeln är 25% för fördelningsfunktionen tillhörande "Low Traffic".

Vad gäller fördelningarna för de andra undersökta trafikslagen är fördelningen mycket lik den som visas i Figur 10 där det är stora andelar av trafikanter vid 0 respektive 100% andel tid i cykelfältet.

Sist i denna del redovisas också hur många motorfordon som spenderar mer än 20 sekunder i cykelfältet beroende på tid av dygn och dagstyp samt beroende på trafikmängd i Tabell 5 och Tabell 6. Här är det värt att notera att stoppen i genomsnitt varade ca 27 sekunder.



Figur 10: Kumulativfördelningsfunktion av andel tillbringad tid i cykelfältet för bilar.

Tabell 3: Representativ percentil för andelar tid spenderat i cykelfältet beroende på trafikmängd.

trafikantgrupp	trafikmängd	25%	50%	75%	95%
cyklar	låg	29.28	30.84	32.40	34.89
	medel	45.12	46.27	47.40	48.55
	hög	60.01	61.56	62.76	64.07
bilar	låg	93.98	95.05	96.77	97.42
	medel	88.27	90.02	92.15	93.59
	hög	85.61	87.74	90.58	93.04
bussar	låg	66.67	80.00	90.00	93.33
	medel	79.63	83.33	87.65	90.12
	hög	70.54	73.27	77.23	79.70

Tabell 4: Representativ percentil för andelar tid spenderat i cykelfältet beroende på dagstyp och tid.

trafikantgrupp	tid av dygn	dagstyp	25%	50%	75%	95%
cyklar	morgon	vardag	47.80	48.68	49.56	50.72
		helgdag	52.32	54.54	55.89	57.82
	eftermiddag	vardag	62.38	63.78	64.96	65.83
		Helgdag	59.82	61.54	62.67	63.98
	kväll	Vardag	51.85	53.33	54.72	56.41
		Helgdag	29.01	31.48	33.95	35.19
	natt	vardag	18.37	18.37	20.41	26.53
		helgdag	35.00	38.33	38.33	40.00
bilar	morgon	vardag	86.17	88.52	91.33	93.51
		helgdag	83.92	86.03	89.47	91.24
	eftermiddag	vardag	85.66	88.15	91.06	93.51
		helgdag	84.72	86.03	88.65	91.27
	kväll	vardag	89.40	90.83	92.76	94.47
		helgdag	95.24	96.70	97.07	98.17
	natt	vardag	91.55	94.37	95.77	95.77
		helgdag	92.91	93.70	96.06	96.06
bussar	morgon	vardag	66.86	68.64	74.56	76.92
		helgdag	79.03	83.87	85.48	90.32
	eftermiddag	vardag	73.63	75.82	76.92	80.22
		helgdag	85.48	87.10	93.55	93.55
	kväll	vardag	72.97	79.28	84.68	86.49
		helgdag	50.00	75.00	100.00	100.00
	natt	vardag	40.00	80.00	100.00	100.00
		helgdag	0.00	0.00	100.00	100.00

Tabell 5: Antal motorfordon per timme som stannar i cykelfältet i 20 sekunder eller mer beroende på dagstyp och tid.

dagstyp	morgon (fordon/h)	eftermiddag (fordon/h)	kväll (fordon/h)	natt (fordon/h)
vardag	0.00	0.17	0.00	0.00
helgdag	0.00	0.00	0.00	0.17

Tabell 6: Antal motorfordon per timme som stannar i cykelfältet i 20 sekunder eller mer beroende på trafikmängd.

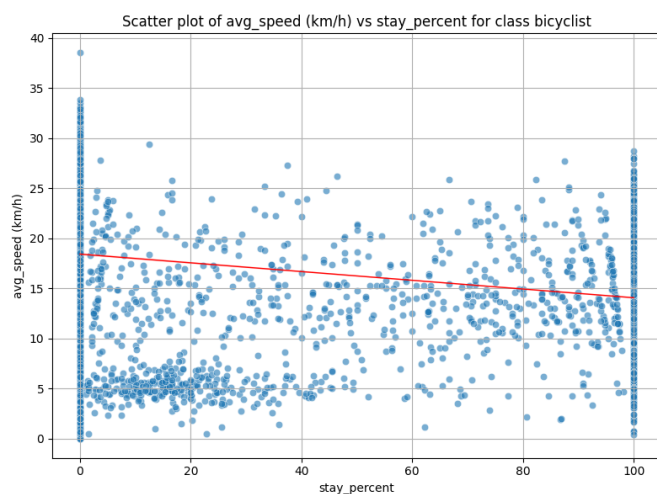
trafikmängd	antal
låg	0.00
medel	0.01
hög	0.02

3.3 Samspel hastighet och staytime

För att se hur fordonstypernas val av hastighet varierar med tiden de spenderar i cykelfältet visas i Tabell 3 medelhastigheten för fordon av de olika klasserna beroende på hur stor del tid de tillbringar i cykelfältet. Fallet för cyklisters tid i cykelfältet och val av hastighet visas också i Figur 11.

Tabell 3: Medelhastigheter (km/h) för olika trafikantgrupper som funktion av andel tid i cykelfältet.

trafikantgrupp	25%	50%	75%	100%
cyklar	18.45	11.50	13.53	14.27
bilar	20.11	19.06	19.85	19.37
bussar	24.96	21.38	20.69	22.96



Figur 11: Hastigheten som funktion av andel tid i cykelfältet för cyklister.

4. Diskussion

4.1 Besvara rapportens syfte

Cykelfälten på stråket är väldigt sällan fullständigt blockerat av motorfordon, enligt tabell 5 sker det som högst 0.17 gånger per h att ett fordon blockerar cykelfältet i längre än 20 sekunder. Dessa stopp varade i genomsnitt ungefär 27 sekunder. Vidare sker detta på eftermiddag och nattid. Vid avläsning av Figur 9 syns att detta på vardagar sker under en av de mest trafikerade perioderna för cyklister medan det på helger sker vid den minst trafikerade tiden. Detta innebär att det blockeras under en av de perioder där det är som minst efterlängtat, men fortfarande i en väldigt låg utsträckning. Blockeringen verkar också bli något vanligare med högre mängd motortrafik. Detta syns i Tabell 6 men det verkar inte vara något större samband och är mycket troligt som en konsekvens av att det helt enkelt är fler fordon.

Vidare bidrar inte cykelfältet med en särskilt stor förbättring av framkomlighet för cyklister och dess användning av cykeltrafikanter är relativt begränsad. Enligt Tabell 3 sjunker användningen av cykelfältet för cyklister med ökande motortrafik. Samtidigt ökar bilar och bussars användning av cykelfältet. Antalet bilar med under 25% av sin restid sjunker med 8.37 procentenheter. För fordon med exceptionellt hög andel i cykelfältet 95% eller mer av sin restid ökar det med 4.38% enheter för bilar och 13.63 % enheter för bussar. Omständigheter med omkörningsavstånd och cyklisters beteende när de blir omkörda på stråket hade varit en intressant framtidsstudie. Detta för att se om omständigheterna är de samma som vid tidigare studier eller om utformningen har fler oförutsedda LOS konsekvenser.

Med det sagt kan cykelfältet fortfarande bidra till en förbättrad upplevelse för cyklister på stråket på grund av att det tolkas som en tydligare prioritering bland trafikanterna. För att undersöka det krävs dock en enkätstudie.

4.2 Fordons val av hastighet beroende på dagtyp, tid och trafikmängd

Vad gäller hastigheter varierar inte trafikantgruppernas hastighet betydligt med tid av dygnet, dagstyp eller trafikmängd. Enligt Tabell 1 är medelhastighet och 85 percentil relativt konstant för alla trafikanter oavsett tid eller dagstyp. Det finns ett undantag, bussar på nattid, både vardag och helg där medelhastigheten nästan halveras. Där finns det relativt stora problem med datamängd och resultatet borde därför inte användas för att dra några konkreta slutsatser. I Tabell 2 syns att hastigheterna av cyklar och bilar är konstant över trafikmängderna men att bussar har en något högre medelhastighet vid högre trafikflöden.

Detta är förmodligen kopplat till positionering på vägbanan, enligt Tabell 3 är bussens hastighet något varierande med deras tid i cykelfältet. Det i kombination med att de under höga och medelflöden är sannolikare att spendera ytterst lite, eller väldigt mycket tid i cykelfältet leder till en större variation i hastighet. Gissningsvis är bussens högre hastigheter under högre flöden förklarbart med standardavvikelse då det är fordonsklassen med lägst datamängd. Därmed är hastighetsvariationen relativt konstant med avseende på trafikmängd och tid av dygnet för alla undersökta trafikantgrupper på stråket.

4.3 Fordons val av hastighet på grund av positionering

Cyklisters hastigheter på stråket varierar något som en funktion av hur mycket tid de spenderar i cykelfältet. Detta syns i Tabell 3 men även betydligt tydligare i Figur 11 där spridningen av hastigheter sjunker och har en lägre medelpunkt för cyklister med stor andel tid i cykelfältet. Rimligtvis är det en konsekvens av att cyklister i cykelfältet blir omkörda av trafikanter med lägre andel tid i cykelfältet alternativt att det upplevs trängre och osäkrare. Dock är detta något otydligt eftersom cyklister med 50% tid i cykelfältet har en lägre medelhastighet än de med 100%.

Till skillnad från cykeln finns det inga tecken på att bilister varierar hastighet med val av positionering och endast en liten variation för bussar. Förare väljer alltså en hastighet som känns bekväm på sträckan oberoende av bredden av sin positionering och tar alltså ingen betydande hänsyn till infrastrukturen i stunden. De verkar snarare övergripande välja något lägre hastigheter och inte som en reaktion av specifika interaktioner. Något konkret kan dock inte sägas med denna rapport eftersom ingen interaktionsstudie genomförts. Det är något som bör undersökas vidare för att säkerställa stråkets LOS, inte minst vid på grund av ändrade omständigheter då stråket blir färdigt.

4.4 Fordons positionering

För alla trafikanttyper som undersöks varierar andel tid i cykelfältet som en konsekvens av trafikmängd. Enligt Tabell 3 är variationen som störst för cyklister och det är även enda gruppen där andelen tid i cykelfältet sjunker med högre flöden. För fordonstyperna finns där heller inget tydligt samband mellan dagstyp och andel tid i cykelfältet med undantag för bussen. Bussens skillnad beroende på dagstyp är troligtvis en konsekvens av den betydligt lägre datamängden för bussar under helgid. Den variation som syns i Tabell 4 som funktion av tid av dygnet korsar med perioderna med högst andel perioder med högre trafikflöden avläst från Figur 9. Därför är trafikmängden en relativt god indikator för hur fordon positionerar sig.

Anledningen till denna positionering är från denna studie relativt otydligt för cyklister. Att andel tid i cykelfältet ökar för bilar och bussar är förväntat eftersom de behöver möta fordon i motsatt riktning. Dock verkar detta till stor del resultera med att bilister positionerar sig en bit in i cykelfältet, ca 7% enligt Tabell 3 vid högre trafikflöden, vilket leder till en betydlig sänkning av cykelfältets LOS. Det är också en möjlig förklaring till varför cyklister positionerar sig mer centralt på vägbanan vid högre trafikflöden. Alltså att de säkerställer möjligheten till ett bekvämt avstånd från motorfordonen genom att lämna möjligheten att väja in i cykelfältet när passager blir trångt.

Det är också möjligt att det sker som konsekvens av att höga gångtrafikflöden sker samtidigt som höga trafikmängder och att det därför känns trängre nära kantstödet. Det skulle innebära att cyklister tar mer hänsyn till avstånd till gångtrafikanter vilket går emot rummen de generellt föredrar och är därmed inte en särskilt trolig förklaring. För att fullständigt utesluta möjligheten behövs dock en studie som tar gångtrafikanter i åtanke.

En annan förklaring till cyklisters positionering kan vara att markeringen är avvikande och otydlig från annan cykelinfrastruktur i kombination med den smala körbanan. Detta eftersom högre motorfordonflöden leder till att cyklister behöver vara uppmärksammare av andra trafikanttyper och därmed spenderar mindre energi på sin exakta positionering och i stället

prioriterar att vara vaksam om andra trafikanter. Att markeringen är otydlig förklarar också varför andel cyklister utanför cykelfältet är så pass hög oavsett trafikmängd, mellan 30 och 60% med under 25% av sin restid i fältet beroende på trafikmängd. För att säkerställa någon av dessa teser behövs en interaktionsstudie av trafikanter längs stråket. Möjliga förbättringslösningar för att underlätta cyklisters och andra fordon positionering kan vara tydligare markeringar, potentiellt någon ojämnhet just på cykelfälts linjen för att begränsa antalet motorfordon som positionerar sig på eller över linjen hela sin restid och därmed säkerställa LOS av cykelfältet.

4.5 Allmänt om datainsamling och metod

Datat som samlats in under rapporten har en stor andel av vardags trafiken som sker vid kl 20:00 enligt Figur 9. Det har undersökts vad denna extrema datapunkt kommer ifrån och kan konstatera att det inte är en konsekvens av dubbelräkning av videofiler. Under resterande delar av rapporten har det förekommit en, inte helt obetydande, del dataförlust från AI modellen. Potentiellt är denna höga andel av trafikflödet som sker vid åtta på kvällen också en konsekvens av problem med AI modellen vid data insamling. Dock hade det varit en betydligt annorlunda problematik med modellen men jag noterade ingen skillnad mellan Boxarna som placerades och de jag själv hade placerat. Det är därför troligt att det snarare är en konsekvens av den korta mätperioden och förekomsten av ett osannolikt högt flöde under en av dygnet.

Dataförlusterna som förekom har också, för relativt många detekterade objekt, lett till en kortare observerad restid än vad som kan varit efterlängtat. Det innebär också att resultatet förmodligen är något vinklat mot att resultera i 100% eller 0% av restiden i cykelfältet. Det finns alltså en risk att fordon med 100% av sin restid i cykelfältet är överskattade och att fordon med 0% underskattade för alla trafikanttyper. De övergripande förhållandena borde dock inte påverkas drastiskt av detta och det speglar snarare en större problematik för cyklisters användningen av cykelfältet.

Skall också nämnas att AI-modellen har väldigt god precision för fordonen som analyseras i denna rapport, i synnerhet för bilar. Det leder till att resultatet vad gäller motorfordon i cykelfältet fortfarande är väldigt pålitligt men det är en något kortare sträcka som analyseras för en relativt stor mängd data på grund av dataförlusterna. Den observerade sträckan av stråket som undersöks sjunker med ca 15m från 30-40m till 15-20m.

Valet av metod är därmed fortfarande bra för att utföra denna typ av studie eftersom det ökar mängden data som kan analyseras och ger tydligare mätdata om trafikanters positionering än vad okulära bedömningar gör. Det finns dock anledning till att innefatta fler möjliga avstånd till cykelfältet istället för endast i eller utanför. Om bilister eller bussar endast ockuperar en mycket liten del av cykelfältet är trots allt konsekvenserna för LOS lägre än när de blockerar stora delar av cykelfältet. Med det sagt är begränsningarna av denna metod fortfarande acceptabla och innebär att total tid för genomförandet av studien sjunker något.

4.6 Avsaknad av referenspunkt

Eftersom denna studie saknar en referenspunkt kring vilka hastigheter och positionering av trafikanterna väljer vid en liknande vägbredd med en mer traditionel utformning utan cykelanläggning är slutsatserna kring cykelfältets påverkan på LOS något begränsade. Det kan konstateras att de inte verkar användas i någon större utsträckning men det kan som sagt fortfarande uppskattas av cykeltrafikanter. Det är också möjligt att den allmänna hastigheten

sjönk som en konsekvens av införandet av cykelfält eftersom den dedikerade ytan till bilister minskade i relation till hur det var innan. Dock brukar hastigheter på gator med cykelfält öka något för alla trafikanter och det är troligare att en potentiell hastighetssänkning är en konsekvens av en allmän avsmalning av vägbanan.

Eftersom det saknas referenspunkt kan man heller inte konstatera hur trafikanters positionering ändrades från tidigare utformning, det är möjligt att den genomsnittliga cyklisten ligger bredare nu än innan, eller att motorfordon ligger centralare. Om så är fallet är det ett tecken på att cykelfälten potentiellt ändå ökar LOS trots den låga användningen. Men eftersom användningen är så låg bland cyklister spekulerar jag att de fördelar ett cykelfält normalt sätt bidrar med är begränsade.

Slutsatser

Att motortrafikanter fullständigt blockerar cykelfältet är inte ett problem på stråket och sker på en väldigt låg utsträckning baserat på resultatet av denna studie.

Dock bidrar inte cykelfälten någon betydande del till cyklisters LOS. Detta eftersom cyklister i stor utsträckning inte utnyttjar cykelfältet medan motortrafikanter i en stor utsträckning anspråkar delar av cykelfältet under sina restider. För att veta exakt hur det upplevs krävs dock någon typ av enkätstudie och det är därmed möjligt att det fortfarande uppskattas.

Hastigheter av motorfordon på stråket varierar heller inte i någon betydande utsträckning av dagstyp, tid, trafikmängd eller andel av restiden de spenderar i cykelfältet. Hastigheter för motortrafikanter är alltså snarare en konstant.

Cyklister till skillnad från motortrafikanter har en hastighet som varierar med andel tid i cykelfältet. Gissningsvis är det på grund av att de snabbare trafikanterna positionerar sig centralare för att kunna passera andra enkelt.

Trafikmängd, alltså antal motortrafikanter, verkar vara en god indikator för hur mycket tid olika trafikslag spenderar i cykelfältet. Där bilister och bussar spenderar högre andel tid i cykelfältet med högre trafikmängder och till en relativt stor utsträckning spenderar 95% eller mer av sin resa med delar av fordonet i cykelfältet.

Cyklister spenderar alltid en relativt låg andel av sin tid i cykelfältet och andelen sjunker i stället som konsekvens av högre trafikmängder. Detta är antingen en konsekvens av att cyklister säkerställer väjningsutrymme när de blir omkörda eller, troligare, en konsekvens av otydliga markeringar och krav på ökad uppmärksamhet vad gäller andra trafikanter. För att säkerställa någon av teserna krävs dock vidare studier, i synnerhet en interaktionsstudie.

Det är också möjligt att omständigheterna på stråket ändras relativt drastiskt när det blir färdig byggt och en ny studie borde därför genomföras någon gång därefter.

Kommentarer

Det hade varit intressant att studera skillnad i cyklisters positionering som konsekvens av befintligt kantstöd, detta hade också varit genomförbart i en uppföljningsstudie då delar av stråket har kantstöd utan märkbar höjdskillnad. Man bör också i största möjliga utsträckning ta i hänsyn gångtrafikflöden på trottoaren vid framtida studier av denna typ.

Framtida studier

Baserat på denna studie rekommenderas några framtida studier av cykelinfrastrukturen på det nordsydliga cykelstråket.

Interaktionsstudie, för att bekräfta eller motbevisa de teser om cyklisters beteende som görs av resultatet för denna studie hade specifika interaktioner av trafikanter på stråket undersökas.

Enkätstudie, för att undersöka om cykelfälten och de resterande anläggningarna på stråket uppskattas av cyklister trots den väldigt låga användningen. Det finns trots allt en möjlighet att de uppskattas och därmed bidrar till LOS trots att de inte har någon avgörande användning.

Trafikanalyser, eftersom endast en av de valda utformningarna undersöks i denna studie bör de resterande valen också undersökas. I dessa bör alla trafikanter beaktas i så stor utsträckning som möjligt samt att mer detalj kring trafikanters positionering hade varit ett relevant tillägg.

Referenser

Agrell, A. (2024). Cyklister inte säkrare på Lunds nordsydliga cykelstråk än på en vanlig gata. *Sydsvenskan*. 30 septemder. <https://www.sydsvenskan.se/2024-09-30/cyklister-inte-sakrare-pa-lunds-nordsydliga-cykelstrak-an-pa-en-vanlig-gata/> (2025-02-24)

Botma, H. (1995). Method to Determine Level of Service for Bicycle Paths and Pedestrian-Bicycle Paths. *Transp. Res. Rec.* 1502, 38–44

Botma, H. Papendrecht, H. (1991). *Traffic Operation of Bicycle Traffic*. *Transp. Res. Board*, 1320, 65–72 <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1991/1320/1320-009.pdf> (2025-04-30)

Göteborgs Stad. (2025). *Teknisk Handbok*. <https://tekniskhandbok.goteborg.se>. (2025-05-15)

Heinen, E, van Wee, B, Maat, K. (2010). *Commuting by Bicycle: An Overview of the Literature*. *Transp. Rev.* 30, 59–96
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01441640903187001> (2025-04-29)

Hummer, J.E. Rouphail, N.M. Toole, J.L. Patten, R.S. Schneider, R.J. Green, J.S. Hughes, R.G. Fain, S.J. (2006). *Evaluation of Safety, Design, and Operation of Shared-Use Paths: Final Report. Federal Highway Administration. FHWA-HRT-05-139*
<https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/05139/index.cfm> (2025-05-05)

IRCOBI Conference. https://www.ircobi.org/wordpress/downloads/irc15/pdf_files/11.pdf (2025-05-02)

Johnson, M. Newstead, S. Oxley, J. Charlton, J. (2013). *Cyclists and open vehicle doors: Crash characteristics and risk factors*. ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753513001057> (2025-05-08)

Jänsch, M, Otte, D, Johannsen, H. (2015). Investigation of bicycle accidents involving collisions with the opening door of parking vehicles and demands for a suitable driver assistance system.

Kazemzadeh, K, Laureshyn, A, Winslott Hiselius, L & Ronchi, E 2020, 'Expanding the Scope of the Bicycle Level-of-Service Concept: A Review of the Literature', Sustainability, vol. 12, no. 7, 2944. <https://doi.org/10.3390/su12072944> (2025-04-28)

Lunds Kommun. (2014). *Lundamats III*. Lunds kommun.
<https://lund.se/download/18.32d3406a188bdc568be3ba9c/1689586261090/Lundamats%20III%20strategi%20för%20ett%20hållbart%20transportsystem%20i%20Lunds%20kommun.pdf>
(2025-02-24)

Lunds kommun. (2015). Cykelstråk Genom Lunds Stadskärna: trafikutredning - slutrapport.

Majumdar, B.B. Mitra, S. (2018). *Development of Level of Service Criteria for Evaluation of Bicycle Suitability*. J. Urban Plan. Dev. 144, 04018012
<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29UP.1943-5444.0000432> (2025-05-07)

Morrison, C, Thompson, J, Kondo, M, Beck, B. (2019). *On-road bicycle lane types, roadway characteristics, and risks for bicycle crashes*. ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457518304238> (2025-04-20)

Navin, F.P.D. (1994). Bicycle traffic flow characteristics: Experimental results and comparisons. ITE J. 64, 31–37.

Nilsson, A. (2000). *Kunskapsöversikt om cykelfält*. Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för teknik och samhälle Avdelning Trafikteknik.
<https://lup.lub.lu.se/search/files/5933550/1301459.pdf> (2025-05-02)

Nolan, J, Sinclair, J, Savage, J. (2021). Are bicycle lanes effective? The relationship between passing distance and road characteristics. ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457521002153> (2025-04-20)

Schimek, P. (2018). *Bike lanes next to on-street parallel parking*. ScienceDirect
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457518303981> (2025-04-19)

Tang T.Q, Huang H.J, Shang, H.Y. (2011). *A Macro Model for Bicycle Flow and Pedestrian Flow With the Consideration of the Honk Effects*. International Journal of Modern Physics B, 25, 32, 4471-4479. <https://doi.org/10.1142/S0217979211059462> (2025-05-18)

Tsai, R.Y. (1987). A versatile Camera Calibration Technique for High-Accuracy 3D Machine Vision Metrology Using Off-the-Shelf TV Cameras and Lenses. IEEE JOURNAL OF ROBOTICS AND AUTOMATION, 3, 323-344 <https://ieeexplore-ieee-org.ludwig.lub.lu.se/stamp/stamp.jsp?arnumber=1087109> (2025-03-12)

Ultralytics (2025). *Ultralytics YOLO docs*. <https://docs.ultralytics.com> – Ultralytics, [hämtad 2025-05-16]

Xiao, L, Baohua, M, Qi, X. (2012). *Perceptual Process for Bicyclist Microcosmic Behavior*. Procedia- Social and Behavioral Sciences, 43, 540-549.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.127> (2025-05-18)