

Thesis 355

# Se upp i backen!

Cyklisters val av hastighet i lutning med svängradie

Anna Assarsson

Trafik och Väg  
Institutionen för teknik och samhälle  
Lunds Tekniska Högskola  
Lunds universitet





Copyright © Anna Assarsson

LTH, Institutionen för teknik och samhälle  
CODEN: LUTVDG/  
(TVTT-5322)/1-61/2020 ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet  
Lund 2020



Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5322)/1-61/2020

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,  
Institutionen för teknik och samhälle,  
Trafik och väg, 355

ISSN 1653-1922

Author: Anna Assarsson  
Title: Se upp i backen! Cyklisters val av hastighet i lutning med svängradie  
English title: Cyclist speed behavior in sloping gradient with radius.  
Language: Swedish  
Year: 2020  
Keywords: Speed behavior; bike; nudging; gradient; radius; safety  
Citation: Assarsson, A., *Se upp i backen! - Cyklisters val av hastighet i lutning med svängradie*. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för teknik och samhälle. Trafik och väg 2020. Thesis. 355

Abstract:

When aiming for increased bicycle traffic there is a need to evaluate the current bike paths in use in order to improve infrastructure. Knowing how people behave in traffic is a key to successful planning. Cyclists don't behave like car drivers, nor like pedestrians. The goal is to allow bicyclists to have a high speed without decreasing safety. That is why this thesis aims to study the speed behavior of bicyclists in gradients with a curve. The main purpose is to develop a method for evaluating the speed behavior that can be used on a larger scale to determine a statistical relationship between the two (gradient and curve). The method used was video analysis on individual bicyclist's speed on a bike path with a gradient and a curve. Speed was measured from incoming to outgoing of the curve. The data analysis involved the distribution of speed and the tendency to ride on the left side of the road instead of the right. The results showed that there was a big variation in the choice of speed. Gradients over 3% led bicyclists to use their brakes. The bicyclist's increasing or decreasing of speed varied between the tested radius and did not indicate a relationship. To conclude a clear relationship more data is needed.

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

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Cyklisten i lutning med svängradie	4
1.3	Syfte och frågeställningar	5
1.4	Avgränsningar	5
1.5	Disposition	6
2	Litteraturstudie	7
2.1	Syfte och metod	7
2.2	Cyklistens hastighet och vad som påverkar den	8
2.3	Olycksstatistik	9
2.4	Hastighetsdämpning	10
2.5	Metoder för hastighetsmätning	11
2.6	Sammanfattning och analys av litteraturstudie	11
3	Fältstudie	13
3.1	Övergripande metod	13
3.2	Datainsamling	14
3.3	Pilotstudie	20
3.4	Pilotresultat	22
3.5	Analys av pilotstudie och utveckling av metod	23
4	Resultat	24
4.1	Hastigheter	24
4.2	Hastighetsfördelning	25
4.3	Hastighetsförändring	29
4.4	Sammanfattning och analys	31
5	Diskussion och slutsatser	34
5.1	Metoddiskussion	34
5.2	Resultatdiskussion	36
5.3	Slutsatser	37

5.4	Rekommendationer	38
5.5	Förslag till vidare studier	38
6	Källor	39
7	Bilagor	41
7.1	Hastigheter	41
7.2	Olycksdata från Strada	49



# Förord

Det här examensarbetet är utfört sommaren/hösten 2020 vid avdelningen Trafik och väg vid institutionen för Teknik och samhälle, LTH, Lunds universitet. Det är det avslutande momentet i utbildningen till civilingenjör inom väg och vatten.

Jag vill tacka min handledare Aliaksei Lareshyn på avdelningen för Trafik och väg vid LTH, för vägledning. Jag vill även tacka Carl Johnsson för utlån av utrustning.

Tack också till min handledare David Edman på Sweco i Malmö för det stora engagemanget och de intressanta och roliga mötena. Jag vill också tacka Jonas Svensson på Sweco i Malmö som gav mig möjligheten att få skriva denna rapport för Sweco och allt det stöd det inneburit.

Sist men inte minst vill jag tacka min familj och mina vänner som hjälpt mig när jag behövt en extra hand och alltid peppat. Toppenmänniskor.

Samtliga foton i rapporten är tagna av författaren om inget annat anges.

Lund, september 2020

# Sammanfattning

Cykeln som färdmedel är bra för miljön och ökar folkhälsan. I syfte att öka cyklandet har ett antal prioriterade insatsområden tagits fram av Trafikverket och Sveriges Kommuner och Regioner (Trafikverket, 2018). Bland dem finns *säker infrastruktur* och *beteendepåverkande insatser*. Genom att studera användningen av den befintliga cykelinfrastrukturen ämnar detta examensarbete att ta reda på om det finns samband mellan vägutformningen och cyklistens hastighet i praktiken, specifik för radie och lutning. Vägutformning för cykelvägar påverkas av den topografi och nivåskillnader som finns i omgivningen. Cykelvägar har därför ibland en lutning, inte ovanligt i kombination med en svängradie. Syftet med detta examensarbete är att undersöka effekten av dessa två karaktäriserande utformningsaspekter för att bättre förstå cyklisters behov. Det är i linje med de prioriterade insatsområdena nämnda ovan.

Frågeställningarna för examensarbetet var:

- Hur förändras cyklistens hastighet i en vägutformning med lutning i kombination med svängradie?
- Vilken metod är lämplig för mätning av cyklisters hastighet i lutning med svängradie?
- Varierar regelefterlevnaden på olika vägutformningar?

En litteraturstudie utfördes först för att ta reda på vad som är känt om cyklisters hastighet, avseende spridning, säkerhet, koppling till vägutformning och möjlighet till dämpning. Dessutom undersöktes vilka metoder som använts i studier som mäter cyklisters hastighetsdämpning inför fältstudiens metodutveckling. Resultatet visade att cyklister har en stor spridning av hastigheter, att det inte nödvändigtvis kopplas till olyckor men att höga hastigheter och vägutformning kan vara delorsaker till cyklisters singelolyckor. Att dämpa cyklisters hastighet hade visat sig vara svårt, men potential fanns i teorin om *Nudging* (*en liten puff i rätt riktning*). Det innebär att cyklistens omedvetet påverkas av omgivningen att förändra sitt beteende.

Hastigheten hos cyklister i lutning och radie utfördes på fem platser i Lund. De var alla vid viaduktens infart. Metoden för fältstudien var en videoanalys. Från litteraturstudien motiverades det att förutom hastighetsmätning även observera regelefterlevnad. För att bestämma precis vad som behövde mätas utfördes först en pilotstudie som resulterade i en hastighetsprofil. Från hastighetsprofilen kunde slutsatsen dras att ingående och utgående hastighet ur en kurva skulle mätas.

Resultaten visade att cyklister i stor utsträckning ökade hastigheten i lutningar upp till en viss grad. På vissa platser valde cyklister i större utsträckning att cykla på vänster sida av vägen och var de som varierade hastigheten mest. Resultaten visade också den stora spridning som finns mellan cyklisters hastighetsval och beteende i trafiken.

Slutsatserna var att det inte gick att se en kombinerad effekt på hastigheten och lutningen. Dock kunde ett samband ses för hastighetsökningen och lutningens ökade grad upp till 3%.

# Summary

Taking the bicycle instead of the car is good for the environment and increases public health. In order to increase cycling, a number of priority areas have been developed by the Swedish Transport Administration and Sweden's Municipalities and Regions (Swedish Transport Administration, 2018). Among them are "secure infrastructure" and "behavioral interventions". By studying the use of the existing bicycle infrastructure, this thesis aims to find out if there is a connection between the road design and the cyclist's speed in practice. Road design for cycle paths is affected by the topography and level differences that exist in the surroundings. Bicycle paths therefore sometimes have a slope, not uncommon in combination with a radius. The purpose of this thesis is to investigate the effect of these two characteristic design aspects in order to better understand the needs of cyclists. This is in line with the priority areas mentioned above.

The questions for the thesis were:

- How does the cyclist's speed change in a road design with a slope in combination with a radius?
- Which method is suitable for measuring cyclists' speed on a slope with a curve?
- Does compliance with traffic rules vary between different road designs?

First a literature study was conducted to find out what is known about cyclists' speed, in terms of distribution, safety, connection to road design and the possibility of slowing down bicyclists. In addition to this, the methods used in studies that measure cyclists' speed reduction were studied in order to improve on the field study's method in this thesis. The results showed that cyclists vary in speed, that it is not necessarily linked to accidents, but that high speeds and road design can be part of the reasons for cyclists' single accidents. Reducing the speed of cyclists had proved difficult, but there was potential in the theory of nudging. This means that the cyclist is unknowingly influenced by the environment to change their behavior.

The speed of cyclists on a slope and radius was performed at five locations in Lund. They were all at the entrance of viaducts. The method for the field study was a video analysis. From the literature study, it was motivated to observe compliance with rules in addition to speed measurement. To determine exactly what needed to be measured, a pilot study was first performed that resulted in a velocity profile. From the velocity profile it could be concluded that the incoming and outgoing velocities from a curve would be measured.

The results showed that cyclists greatly increased the speed on slopes up to a certain degree. In some places, cyclists to a greater extent chose to cycle on the left side of the road and were the ones who varied the speed the most. The results also showed a wide spread between cyclists' speed choices and behavior in traffic.

The conclusions were that it was not possible to see a combined effect from the slope and curve on the cyclist's speed. However, a relationship could be seen with the increased degree of slope up to 3%. No relationship could be seen for the turning radius.

# Definitioner

En **lutning** finns ofta i anslutning till en bro, viadukt eller tunnel till följd av dess nivåskillnad. Lutningen kan variera längs backen. I den här rapporten undersöks lutningar i nedåtgående riktning.

En **svängradie** utgör en del av vägutformningen som bildar en kurva. I den här rapporten undersöks kurvor som finns i slutet av en lutning inför en viadukt. Lutning och radie i en cykelväg visas nedan i Figur 1.



**Figur 1:** En cykelväg med lutning och svängradie

Definitionen av **framkomlighet** är hur enkelt det är för en trafikant att ta sig från punkt A till punkt B under en resa. Det mäts ofta i hastighet. Reshastigheten påverkas av de fördröjningar som sker längs vägen. Fördröjningar kan vara stopp vid trafikljus eller att behöva cykla upp för en brant backe. Varje extra ansträngning försämrar reshastigheten och minskar framkomligheten. Vid mätning av framkomlighet skiljer man på reshastigheten över en lägre sträcka och punkthastigheten i en viss punkt. I den här rapporten undersöks punkthastigheten.

**Tillgänglighet** inom trafikteorin innebär möjlighet för alla att använda trafiken och är ett brett begrepp, medan framkomlighet är mer detaljerad för en viss sträcka. Framkomlighet används ofta som mått för tillgängligheten. God tillgänglighet går att nå på fler sätt än bara förbättrad framkomlighet. Exempelvis kan ett ökat antal målpunkter längs en sträcka öka tillgängligheten utan att öka framkomligheten (Nilsson och Samuelsson, 2018).

**Säkerheten** är grundläggande för en fungerande trafik. 1997 beslutade riksdagen om Nollvisionen (Transportstyrelsen, 2020a). Nollvisionen arbetar för att ingen ska allvarligt skadas eller dödas i trafiken i Sverige. I det nationella cykelbokslutet för 2019 (2020b) framhölls att förebyggande insatser ska minska risker för olyckor och arbetet har gett resultat, särskilt för personbilar, men antalet skadade cyklister har ökat de senaste åren.

# 1 Inledning

Cykeln är ett hållbart transportmedel. I regeringens nationella cykelstrategi (2017) framhålls att ökad cykling kan bidra till minskning av resandets miljöpåverkan och trängsel i tätorter, samt bidra till en bättre folkhälsa. Listan med positiva aspekterna som talar för ökad cykling kan göras lång. Genom bra vägutformning gynnas cyklistens framkomlighet och säkerheten och cykeln blir ett mer attraktivt transportmedel.

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Prioriterade insatsområden

I Trafikverkets dokument *Gemensam inriktning för säker cykel och moped* (2018) presenteras de prioriterade insatsområden som leder Trafikverkets arbete för att öka cyklande. Inom insatsområdet **säker infrastruktur** påpekas problemet med att planering för cykelvägar utförs efter samma principer som bilvägar. Mått och mätmetoder är framtagna efter biltrafik och det behöver klargöras vad för krav som behöver ställas för cykelvägar i perspektiv som komfort, framkomlighet och säkerhet. För det behövs mer forskning och utveckling. Däribland bör variationer i hastigheter undersökas och eventuella behov att sänka cyklisters hastigheter på specifika platser (Trafikverket, 2018).

Inom insatsområdet **beteendepåverkande insatser** vill man undersöka varför cyklister följer trafikregler eller inte. Det har visats i studier att cyklister prioriterar framkomligheten före regelefterlevnad (Trafikverket, 2018). Trafikverket vill skapa förutsättningar för säkrare cykling genom beteendepåverkan.

### 1.1.2 Vägutformning

I Sverige är majoriteten av cykelvägar och cykelbanor uppförda av kommuner, som också har ansvar för drift och underhåll. En del stråk eller viktigare delstråk uppförs av Trafikverket. Till hjälp för planering finns kommunala, regionala och rikstäckande cykelplaner där problemområden identifieras och förbättringar föreslås.

Trafikverkets krav och råd vid utformning av cykelvägar finns i regelverket VGU, Vägar och gators utformning, som är framtagna med hjälp av SKR, Sveriges kommuner och Regioner (Trafikverket, 2020c). VGU kan användas i alla typer av projekt och kompletteras av GCM-handboken som innehåller principlösningar. Ofta har kommuner och regioner egna riktlinjer och kravställningar för cykelvägar utifrån kommunal/regional cykelplanering. I Nederländerna finns motsvarigheten till GCM-handboken, CROW (1994) som är mer omfattande och kan tillämpas för råd och jämförande.

### 1.1.3 Dimensionerande hastighet

Inom vägutformning är **dimensionerande hastighet** ett återkommande begrepp. Dimensionerande hastigheter är den högsta hastighet cyklister ska kunna hålla på hela vägbanan så att framkomlighets och säkerhetskrav uppfylls. Det kan gälla sikt, lutning, radie med mera. De dimensionerande hastigheterna finns angivna i VGU. Den dimensionerande hastigheten bestäms av vägbanans placering i staden. Längre ut från staden är hastigheten högre och ju mer centralt är den lägre. I VGU Råd (2020d) rekommenderas dimensionerande hastighet 30 km/h på huvudnät och 20 km/h på lokalnät för cyklister.

I en rapport om framtidens cykel- och moped-nät (2019) som Sweco tagit fram för Sveriges Kommuner och Regioner föreslås en revidering av de dimensionerande hastigheterna för framtidens cykelbanor. Där skiljer dimensionerande hastighet mellan sträcka och korsning, vilket gör att en sträcka kan ha en högre dimensionerande hastighet om dessa skiljs. Dessutom finns en högre hastighet för övergripande nät, se Tabell 1. I rapporten beskrivs att radier ska uppfylla funktionskrav kopplade till dimensionerande hastighet.

**Tabell 1: Beskrivning av framtidens dimensionerande hastigheter. Källa: Framtidens CM-nät (2019)**

Nivå	Sträcka	Korsning
Lokalnät	20 km/h	10 km/h
Huvudnät	30 km/h	15 km/h
Övergripande nät	40 km/h	20 km/h

### 1.1.4 Lutning

I kravställning från VGU ingår att man vid utformning måste beakta cyklisternas utrymmebehov, hastighet och bromssträcka samt länkens funktion och trafikflöde (VGU Krav, 2020e). I VGU rekommenderas följande lutningar beroende på nivåskillnader, se Tabell 2.

**Tabell 2: Rekommenderade lutningar Källa: VGU Råd (2020d)**

Nivåskillnad (m)	Önskvärd största lutning (%)	Största godtagbara lutning (%)
<1	7	8
1-2	6	8
2-4	4	8
4-6	3	8
6-8	2,5	7
8-10	2	7

En dubbelriktad cykelväg innebär att den ena riktningens uppförsbacke är den andra riktningens nedförsbacke. Därför är det viktigt att även ta hänsyn till råd och krav för uppförsbackar. Ju brantare lutning, desto större ansträngning krävs för att ta sig upp. I valet mellan en kort ansträngning i en kort, mycket brant uppförsbacke och en längre mindre brant uppförsbacke föredras det första i cyklisternas perspektiv (CROW, 1994). För uppförsbacken finns ett antal aspekter att ta hänsyn till: vind, fysisk förmåga och cyklistens motivation att ta sig upp. I den nederländska manualen (1994) rekommenderas att en nivåskillnad passeras stötvis. Det rekommenderas att lutningen är brantast i botten för att

cyklisten ska orka hela vägen upp. I botten av en stigning får inga korsningar utan företräde för cyklister finnas, inte heller skarpa svängar får finnas där (CROW, 1994).

Ur ett vägbyggnadsperspektiv är längslutningen också viktig. Längslutning tillgodoser avrinning, därför bör inte vägen vara helt flack. För att tillgodose tillgänglighet för personer med rörelsenedsättning bör om möjligt längslutning inte överstiga 3%.

### 1.1.5 Horisontalradier

Enligt VGU Krav (2020e) ska cykelbanor utformas med minsta radiestorlek på horisontalkurvor 5 m för en reshastighet på ca 10 km/h. Absoluta minimum för en radie i CROW är 4m. En mindre radie än så resulterar i en hastighet lägre än 12 km/h, vid vilken cyklisten riskerar att ramla. Det skiljer sig alltså mellan länderna för lägsta accepterad hastighet. Krav på minsta önskvärda horisontalradie för olika dimensionerande hastigheter visas i Tabell 3 nedan.

Tabell 3: Gränsvärden för radier enligt VGU Krav (2020e)

Horisontalradie (m)	Önskvärd minsta horisontalradie	Minsta godtagbara horisontalradie
Dim. hastighet 30 km/h	30	20
Dim. hastighet 20 km/h	20	10

I CROW finns en större variation i val av radier för horisontalkurvor. De är baserade på cyklistens bekvämlighet, hur de kan svänga utan att förlora hastighet. I CROW (1994) beskrivs det matematiska sambandet mellan radien och hastigheten:

$$r = 0,68 \cdot v - 3,62$$

I närheten av korsningar kan mindre radier accepteras eftersom dimensionerande hastighet kan vara lägre. Vid vägutformning är valet av radie ämnat att låta cyklisten erhålla hastigheten den dimensionerats för, inte sänka till dimensionerad hastighet. Det går förvisso att använda en radie som en hastighetsminskning, men det framhålls i CROW (1994) att det inte går att applicera på alla situationer.

### 1.1.6 Cyklistens beteende vid olika typer av vägutformning

Regler som gäller på cykelbanan: Barn upp till åtta år får cykla på gångbana om cykelbana saknas. Cyklister ska cykla på höger sida och köra om på vänster sida (Transportstyrelsen, 2020c).

Regelefterlevnad och beteende har länkats till infrastrukturens utformning (Eriksson m.fl., 2017a). En cykelväg utformas längs en sträckning med bredd och lutning efter rådande omgivning och trafikens förmodade behov. Användningen av cykelvägen blir dock inte alltid som tänkt på ritningen. Cyklister och fotgängare begränsas inte i samma utsträckning som bilister av trafikregler och ofta avviker den oskyddade trafikanten från det avsedda trafikutrymmet. Detta fenomen kan beskrivas som *önskad väg* (eng. *desired path*), där vägutformningen och användningen av vägen skiljer sig (Wexler och El-Geneidy, 2017).

Det handlar om trafikanternas egna vägval, som avviker från den planerade vägen. Det gör sig kanske tydligast när upptrampade stigar uppstår vid sidan av cykelvägen, särskilt vid en

korsning eller vid sidan av en cykelgrind, se Figur 2, men även i konfliktsituationer i trafiken då oskyddade trafikanter ofta sätter framkomligheten framför säkerheten.



**Figur 2:** Grusgången är ett exempel på en *önskad väg*.

Problemet ligger inte nödvändigtvis i trafikantens till synes irrationella beteende utan snarare i stadsplaneringens felaktiga bild av den oskyddade trafikantens rörelsemönster och behov. En *önskad väg* berättar om cyklistens rörelsemönster och bör enligt Wexler och El-Geneidy (2017) studeras för bättre cykelvägar.

### 1.1.7 Cyklisters säkerhet

I Sverige rapporteras olycksstatistik till databasen **STRADA**. 2019 omkom 17 cyklister, 198 skadades allvarligt och 1118 skadades lindrigt enligt polisens inrapportering till STRADA (Transportstyrelsen, 2020b). Statistiken är baserad på polisrapporter men sedan 2016 finns även sjukvårdens rapportering med. Mörkertalen utgörs av alla de olyckor som inte rapporteras in, däribland kan en klar majoritet förväntas vara av den lindrigare typen, särskilt för oskyddade trafikanter. Då målsättningen från cykelstrategin (2017) är att öka antalet cyklister är det också av stor vikt att se till att den ökade mängd trafik ges goda förutsättningar för säkert cyklande.

## 1.2 Cyklisten i lutning med svängradie

Vid nivåskillnader i topografin finns lutning på cykelvägen. En nedåtriktad lutning ger cyklisten en extra skjuts i hastighet av gravitationen. Vid ändrad riktning på cykelvägen finns svängradier. Svängradier kräver cyklistens navigering, vilket bör leda till en hastighetssänkning eftersom svängen utmanar cyklistens balans, styrning och sikt. Lutningen och storleken på radien påverkar alltså cyklistens hastighet, men hur fungerar de i kombination?



I valet av cykeln som transportmedel är säkerhet och framkomlighet två viktiga (men ibland motstridiga) aspekter. Hastighet är viktigt för cyklisten, både för elcyklar och för de som drivs av cyklistens muskelkraft. För att prioritera cykeln som transportmedel bör cyklistens hastighet bibehållas i största möjliga mån. Hastighetsminskningar får en negativ effekt på cyklistens framkomlighet under resan och i det långa loppet även på cykeln som färdmedelsval. I linje med Nollvisionen (Trafikverket, 2020a) måste dock säkerheten för cyklisterna också prioriteras i vägutformningen. Höga hastigheter hos cyklisterna har kopplats till olycksstatistik (Eriksson m.fl., 2017a), men vad som är en hög hastighet för en cyklist är inte känt.

För att utforma cykelinfrastrukturen efter cyklistens behov krävs kännedom om hur infrastrukturen och vägutformningen används av trafikanterna. I ett idealiserat scenario följs alla trafikregler men i verkligheten är utfallet annorlunda. Cyklistens färd styrs av egna val och samspel med övrig trafik. Frågan är: Hur påverkas cyklistens hastighet och rörelse i en lutning med svängradie?

### 1.3 Syfte och frågeställningar

Studiens utforskande grund ska leda till kunskap som kan användas för framtida utformningsval med prioriterad säkerhet och framkomlighet. Studien kommer att fokusera på analysen av radiens påverkan på cyklistens hastighet i lutning. Den typen av vägutformning finns ofta vid viadukter. Syftet är att studera cyklisters hastighet, rörelse och beteende i trafiken i linje med de prioriterade insatsområdena: *säker infrastruktur och beteendepåverkande insatser*.

I detta examensarbete ställs därför frågeställningarna:

- Hur förändras cyklistens hastighet i en vägutformning med lutning i kombination med svängradie?
- Vilken metod är lämplig för mätning av cyklisters hastighet i lutning med svängradie?
- Varierar regelefterlevnaden på olika vägutformningar?

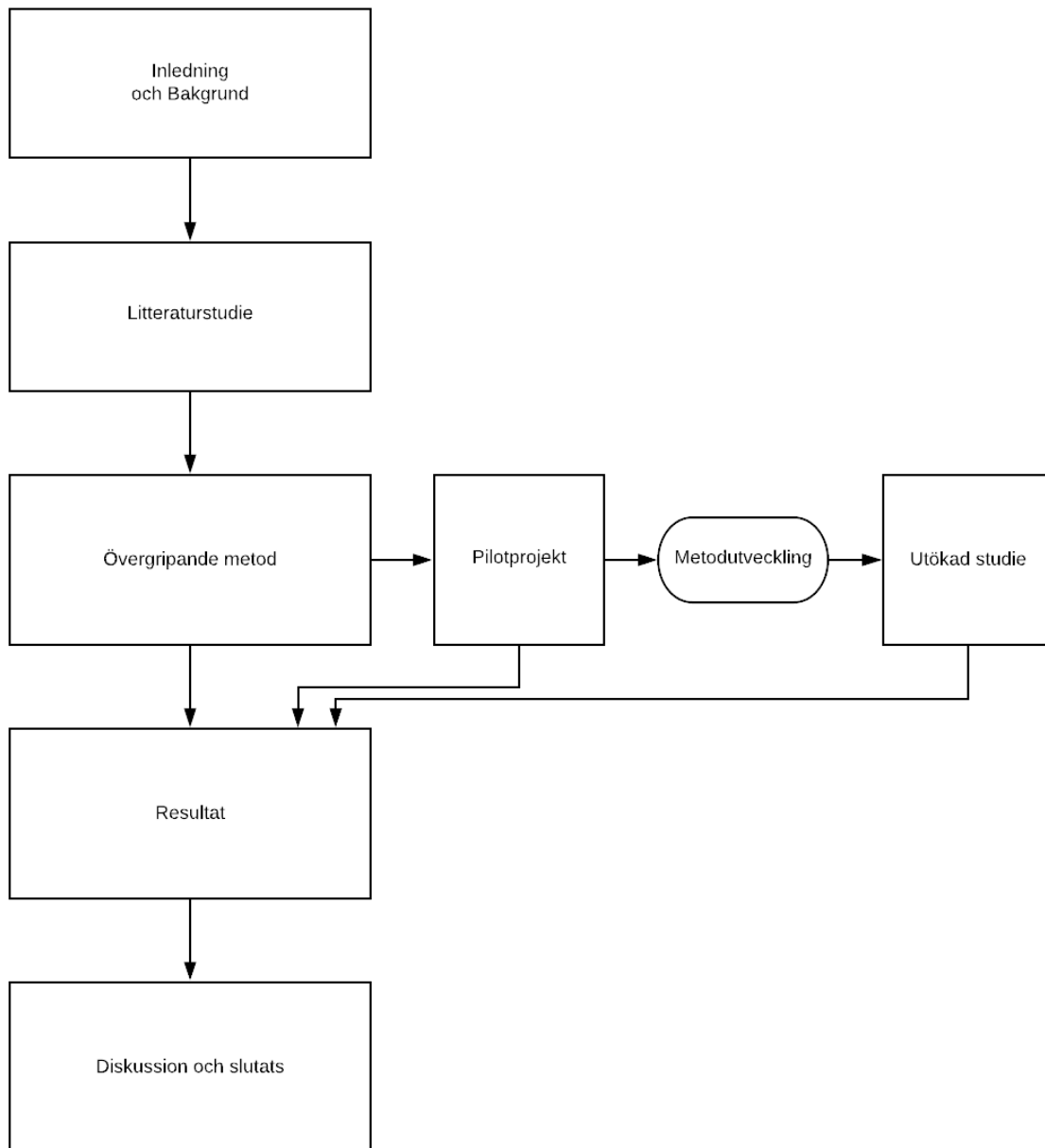
### 1.4 Avgränsningar

Projektet i sin helhet utförs av en person, med hjälp av två handledare (intern på LTH och extern på Sweco) under 20 veckors tid. Det påverkar mängden material som kan hämtas och analyseras i fältundersökningen.

Studiens mätdata representerar mätningar utförda under tidsperioden juli-september. Geografisk avgränsades arbetet till Lunds stadstrafik. Sammanlagt studerades 5 platser. Platserna avgränsas enligt följande kvaliteter: Cykelväg planskild från biltrafik, vänstersväng i nedförsbacke. De undersökta platserna var i anslutning till viadukter.

## 1.5 Disposition

Studiens disposition är kedjekopplad enligt Figur 3 nedan. Det innebär att senare kapitel bygger på kunskap som erhålls i föregående. Varje kapitel underbygger därför gemensamt den slutsats som rapporten leder till. Rapportens inledande kapitel (kapitel 1) presenteras problemställningen samt rapportens syfte, avgränsningar och disposition. I kapitel 2 beskrivs den grundläggande kunskap som läsaren behöver för att förstå och tolka vidare delar av studien. Kapitel 3 är en litteraturstudie vars syfte är att samla vetenskapliga studier, kartlägga kunskap och koppla det till den fallstudie som följer. Kapitel 4 beskriver metoden för fallstudien, som består av en pilotstudie vars erfarenheter leder till en utvecklad studie. I kapitel 5 redovisas resultaten från samtliga mätningar och en sammanställande analys presenteras. Kapitel 6 är diskussion och slutsats var syfte är att knyta ihop den empiri som samlats i studierna tillsammans med frågeställningarna.



**Figur 3: Rapportens disposition**

## 2 Litteraturstudie

Detta kapitel redovisar den litteraturstudie som utfördes i syfte att kartlägga den kunskap som finns om cyklisters beteende avseende hastighet och säkerhet.

### 2.1 Syfte och metod

Fältstudien undersöker cyklistens hastighet i en sväng och lutning. Det förväntas att vägutformningen kommer att påverka hastigheten men att även cyklisten själv påverkar valet av hastighet. Inför fältstudien besvaras därför ett antal frågeställningar som ämnar beskriva det som förväntas hända i fältstudien. Hur snabbt cyklar cyklisterna och vad påverkar hastigheten? För att besvara detta undersöks studier om cyklisters hastigheter. För säker infrastruktur krävs kännedom om hastighet och vägutformning kopplas till säkerheten. För att besvara detta undersöks studier med olycksstatistik. Vilka försök har gjorts för att cyklisterna ska anpassa hastigheten? För att besvara detta undersöks studier om hastighetsdämpningar hos cyklisterna.

Slutligen kompletteras litteraturstudien med en djupdykning i studierna om hastighetsdämpning. Vilka metoder har studier om cyklisters hastighetsdämpning använt? Dessa analyseras för vidare användning i detta arbetes fältstudie.

Sökningar har gjorts på databaserna Google Scholar, LUBsearch och VTI (Sveriges väg- och transportforskningsinstitut). Tabell 4 nedan visar antal sökresultat och inom parentes antalet relevanta träffar och antal använda artiklar från sökningen. Sökningar har gjorts med för ämnet relaterade sökord (tillsammans med ordet cykel/bike och trunkering). Förutom den systematiska litteratursökningen har ytterligare referenser erhållits från relevanta källor i litteraturen.

**Tabell 4: Sökord och resultat**

Sökord (+cykel*)	Google Scholar	LUBsearch	VTI
<b>Radie/kurva</b>	4350 (2) (1)	1 (0) (0)	5 (0) (0)
<b>Radius/Radii</b>	881 (1) (0)	111 (0) (0)	-
<b>Hastighet/Hastighetsval</b>	8550 (1) (1)	15 (0) (0)	1980 (2) (2)
<b>Speed</b>	175 000 (1) (0)	4595 (2) (0)	-
<b>Lutning/backe</b>	2630 (2) (0)	2 (1) (0)	77 (0) (0)
<b>Gradient</b>	23 700 (0) (0)	19 (0)	-
<b>Säkerhet</b>	17 600 (1) (0)	12 (1) (0)	1020 (3) (1)
<b>Safety</b>	183 000 (0) (0)	7548 (0) (0)	-
<b>Framkomlighet</b>	3280 (0) (0)	10 (0) (0)	905

<b>Videoanalys</b>	114 (1) (0)	1 (0)	0
<b>Nudging</b>	4770 (1) (1)	2 (2) (2)	2 (1) (0)
<b>Viadukt</b>	377 (0) (0)	-	3 (0) (0)
<b>Olyckor/olycksdata</b>	6910 (0) (0)	4 (0) (0)	1590 (2) (2)

## 2.2 Cyklistens hastighet och vad som påverkar den

Det råder delade meningar om hur snabbt cyklister kör. I en litteraturstudie från VTI (2019) sammanställdes flera studiers uppmätta genomsnittliga punkthastigheter. Dessa varierade mellan 12,5-26,7 km/h. Vad som framhölls var skillnaden mellan platserna för mätning i form av bredd, trafik och geografiska skillnader mellan cykelkulturer (Stigell m.fl., 2019).

Vid mätning av cyklisters hastigheter mäts ofta medelhastighet, men även 85-percentilen tillsammans med maxhastigheten. I VTIs litteraturstudie (2019) undersöktes även hastighetsspridningens konsekvens bland cyklister. Det framgick att inga studier direkt kopplade till olycksdata fanns, men att flera studier undersökt hastighetsspridningens fördelning. Teorin är att spridningen ger upphov till omkörningar, vilket är ett riskmoment. Spridningen bör öka i samband med breda cykelbanor och låga trafikmängder. En undersökning fann ett samband mellan högre medelhastighet och större spridning (mellan 15-85-percentilen), men att det sambandet inte verkade gälla i nedförsbackar. En anledning kunde vara att snabba cyklister bromsar in och långsammare cyklister får en extra skjuts (Stigell m.fl., 2019). Studierna pekar på att det kan finnas en relevans i att undersöka spridningen. En mindre spridning borde tyda på större säkerhet.

I en brittisk studie (2010) undersöktes en grupp cyklisters hastigheter på befintliga cykelvägar med hjälp av GPS. Syftet var att studera hastighet och acceleration vid lutningar för att förbättra planering för cykelinfrastruktur. Resultaten visade en linjär regressionsmodell för lutningens påverkan av cyklistens hastighet i nedförsbacke. Modellen beskriver att medelhastigheten hos cyklister ökar från grundhastighet på plan mark med 0,86 km/h för varje 1% lutning. 85-percentilen på plan mark var i studien 25 km/h. Modellen gäller dock endast upp till 3% lutning. Högre lutning än 3% innebär att cyklisten börjar bromsa och den ökade hastigheten till följd av gravitation inte längre går att ta tillvara på (Parkin och Roterham, 2010).

Radien tros sänka den ökning som lutningen ger upphov till, men i detta examensarbets litteratursökning kunde ingen studie kunde som hade undersökt detta närmare finnas.

Fältstudien utförs vid viadukter. Förutom radien och lutningen finns andra faktorer som kan påverka cyklistens hastighet. I en rapport från projektet MeBeSafe (2020) framhölls följande aspekter som kan appliceras för en cyklist vid en viadukt.

- Separering av cyklisternas riktning ökar hastigheten.
- Närvaron av gående sänker cyklistens hastighet.
- Ökad bredd ger ofta ökad hastighet, särskilt på längre sträcka.

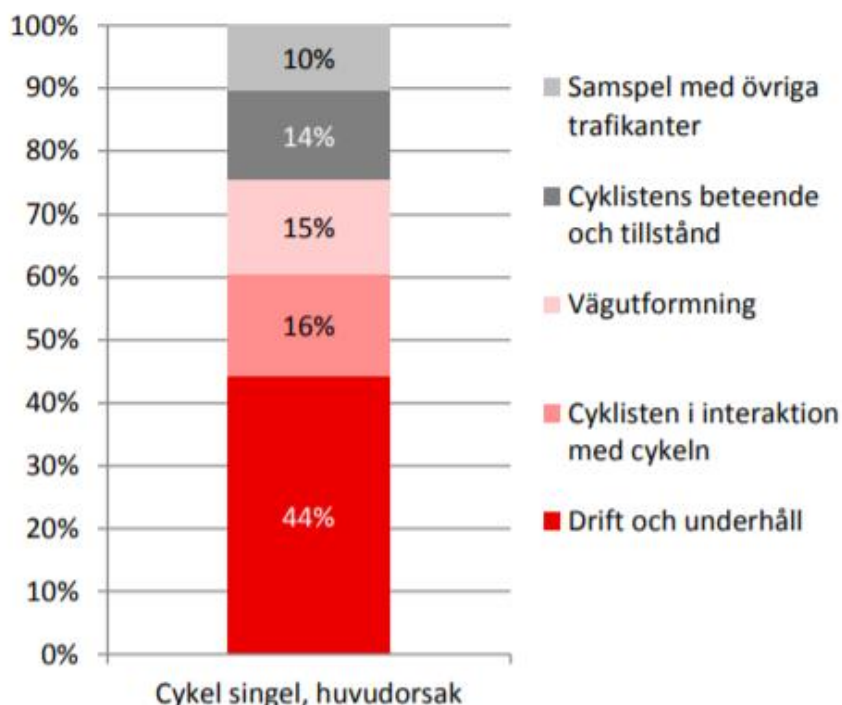
(Berg Alvegren m.fl., 2020).

## 2.3 Olycksstatistik

Studier om cyklisters säkerhet baseras till stor del på STRADA eftersom olyckor är direkta säkerhetsindikatorer. En indirekt säkerhetsindikator är exempelvis hastighetsutbredning. Svårigheten med direkta säkerhetsindikatorer är att data inte alltid finns i tillräcklig mängd för att dra slutsatser.

I en rapport från VTI som ämnade kartlägga säkerhetseffekten av ökat cyklande konstaterades att länkens lutning var relaterat till antalet singelolyckor. Lutningen mättes med GPS i start- och slutpunkt på en längre sträcka och jämfördes med olycksdata. Ju starkare lutning desto fler förväntade olyckor (Eriksson m.fl., 2017b). Det är relevant att påpeka att det inte bara är utformningen som orsakar olycksfrekvensen, utan att även ta hänsyn till cyklisters roll i olyckan.

I en annan rapport från VTI (2013) undersöktes cyklisters singelolyckor, som är den vanligaste olyckstypen bland cyklister. Rapporten baseras på STRADAs data och analyserar direkta och indirekta orsaker till cyklisters allvarliga skador i samband med olyckor. Sedan 2013 kompletteras olycksdata i STRADA med sjukvårdens uppgifter. Tillförandet av sjukvårdens uppgifter minskar mörkertalet och ger även information om skadegraden hos patienterna (Transportstyrelsen, 2020d). Allvarliga skador är av den typ som bedöms leda till minst 1% medicinsk invaliditet hos den skadade (Niska och Eriksson, 2013). Rapporterade skador delades in i fem kategorier som redovisas i Figur 4. Där vägutformning var huvudorsaken hade olyckan skett i samband med att cyklisten cyklade över en kantsten eller in i fasta föremål, men i dessa fall var majoriteten i nedförsbacke och/eller sväng (Niska och Eriksson, 2013).



Figur 4: Huvudsakliga bidragande faktorer till cyklisters singelolyckor. Statistik hämtad från STRADA 2007-2012. Figuren är hämtad från rapporten Statistik över cyklisters olyckor, 2013.

Ovannämnda studie från VTI kompletterades med en djupgående studie om cyklisters singelolyckor (Niska m.fl., 2013). Där studerades bland annat den andel dödsolyckor som rapporterats in under perioden 2007-2011. Av totalt 23 olyckor hade 10 beskrivande polisrapporter av förloppet. Rapporten kunde konstatera att dödsolyckors orsak ofta relaterar till vägutformningen, alltså om cyklisten cyklat över en kant eller in i ett hårt föremål. Det förekom information i de undersökta olycksrapporterna som beskrev att vägutformningen som orsak även hade delorsakats av backe eller radie/kurva. Dock kunde det konstateras att själva backen eller radien i sig inte orsakat olyckan, utan själva hindret i kombination med någon av dessa var en bidragande faktor (Niska m.fl., 2013).

Hög hastighet och alkoholpåverkan var de två viktigaste anledningarna till att cyklisten själv orsakade olyckan. Rapporten kunde konstatera att det sällan är en enskild faktor som är orsaken till olyckan och att halka eller andra brister i drift och underhåll bidrog. En av slutsatserna i rapporten var att höga hastigheter kunde kopplas till svåra olyckor, men hastighetsdämpande åtgärder utgör i sin tur en säkerhetsrisk och kan inte det anses vara en lösning på problemet. En rekommendation var att beteendepåverkan och god utformning av trafikmiljön var en bättre lösning (Niska m.fl., 2013).

## 2.4 Hastighetsdämpning

Biltrafiken styrs till stor del av skyltning, men för cyklisterna har skyltning inte visat någon effekt (Stigell m.fl., 2019). Lagstiftningen i Sverige anger att lägsta skyltade hastighet är 30 km/h, med undantag för gångfartsgata och gångbana. Stigell m.fl. (2019) undersökte skyltningens effekt på en vältrafikerad cykelbana på en bro i Stockholm. Resultatet av studien visade att ett problem med skyltning är att en cyklist sällan vet vilken egentlig hastighet den erhåller och kan därför inte anpassa sin hastighet efter skyltning. Det tyder på att skyltning inte är ett bra alternativ för få att cyklisterna ska anpassa sin hastighet.

I ett (vid rapportens skrivande) pågående projekt på Chalmers (2020) testas fenomenet *en liten puff i rätt riktning* (eng. *nudging*). Det är ett sätt att styra människors beteende på ett omedvetet plan utan att förbjuda alternativa beteenden, alltså att försiktigt styra folk i rätt riktning. I projektet har bland annat visuella hastighetsdämpare testats. Längs en sträcka målades tvärgående remsor som minskade i avstånd, vilket gav en illusion av hög hastighet. Dessa testades på en vanlig gata vid anslutning till korsning och resultatet visade en minskning av hastigheten oavsett om cyklisterna var uppmärksamma på remsorna eller inte (Wallgren m.fl., 2020).

Fysiska hinder kan (som framgått i olycksstatistiken) vara en delorsak till faktiska olyckor. Därför är det viktigt att studera hindrets användning och effekt. I en studie från Koucky & Partners (2017) undersöktes taktila farthinder. En typ av farthinder som genom ojämnheter i marken ska signalera till cyklisten att sakta ned. Detta är återigen en typ av *en liten puff i rätt riktning* (eng. *nudging*). Studiens resultat visade dock på att bullerremсор framför korsningar inte gav någon effekt utan endast sänkte cyklistens komfort (Ljungblad, 2017).

I en rapport från Sweco (2016) undersöktes effekten av cykelgrindar. Cykelgrindar är den vanligaste hastighetsdämpande åtgärden i Sverige. Studien visade att cykelgrindar har en hastighetsdämpande effekt, men att den ofta inte är det optimala valet. Finns möjligheten att undvika cykelgrinden genom att köra runt den faller det sig naturligt att göra det, en så

kallad *önskad väg* (eng. *desire path*). Dock fanns ändå en hastighetsdämpande effekt av omvägen (Wahl m.fl., 2016).

## 2.5 Metoder för hastighetsmätning

I studierna om hastighetsdämpning kontrollerades dämpningen med hjälp av olika mätmetoder. De visuella hindrens effekt mättes med rekryterade testförare utrustade med GPS och kamera. Det genererade en hastighetsprofil som redovisade ett helt förlopp (Wallgren m.fl., 2020). En metod som är omfattande men detaljrik.

En mindre detaljrik metod användes i skyltstudiens mätningar. Där användes pneumatiska slangar på vägen, vilket plockar upp hastigheten och ger data för en större mängd (Stigell, 2019). Ett problem med den typen av data är att man går miste om rörelsemönster och individens beteende. Kompletterande observationsstudier och intervjustudier utfördes vid senare tillfälle. Intervjustudien utfördes vid en annan plats eftersom det var svårt att få cyklisterna på en bro att stanna sin resa för en intervju. Studien använde i ett pilotförsök en radarmätare för hastighetsmätning, men störningar från omgivande trafik gjorde att metoden fick förkastas (Stigell, 2019). I rapportens metoddiskussion nämndes det faktum att data från pneumatiska slangar inte innehåller information om individens hastighet. Man kunde därför inte undersöka hastighetsfördelningen.

I en pilotstudie i skyltstudien (2019) användes även radarmätningar. Problem som uppstod där var att trafik i närheten plockades upp av mätaren istället för cyklisterna. Därför användes inte radarmätningar i den utvecklade studien.

Videoanalys användes vid mätning av de taktila farthinderna (Ljungblad, 2017). Ett kamerabaserat system avläste cyklistens hastighet i två mätsnitt, före och efter hinder samt registrerade trajektorier. Något som möjliggjorde att tolka hastighetsresultatet med cyklistens färdval.

Studien om grindar innehöll endast en kvalitativ analys. En observatör markerade om hastigheten som cyklisterna hade krävde inbromsning och andra eventuella anpassningar i hastighetsbeteendet. Detta är den enda studie som enbart bestod av en kvalitativ undersökningsmodell. Resultatet visade på en hastighetsdämpande effekt, men det kvarstod osäkert om hastigheten var för hög i förhållande till trafiksituationen. Ett problem som togs upp var svårigheten med att mäta trafik på befintliga platser eftersom trafikmängden var låg.

## 2.6 Sammanfattning och analys av litteraturstudie

Cyklisters hastighet i en punkt varierar. Det kan bero på att individen har olika förmågor, behov och syfte med sin resa. Denna spridning av hastigheter kan utgöra risker vid upphinnande. Det är av intresse att närmare studera cyklistens beteende och hastighetspridning eftersom det är i linje med de prioriterade insatsområdena. Det finns definitivt risker med höga hastigheter, vilket är synligt i olycksdata eftersom cyklisterna refererar till sin hastighet som hög, men vad en hög hastighet är kvarstår att förklaras.

Parkin och Rohtherhams (2010) studie visade att en linjär hastighetsökning kunde förväntas upp till 3% lutning, men att cyklister börjar bromsa vid starkare lutningar. Det förväntas alltså att högre hastigheter i normalfallet regleras i backen. Det var något som även togs upp av Stigell (2019). Från studier om olycksdata fanns lutning med som delorsak till olyckor. Kombinationerna av risktagande (ofta i samband med alkohol) och brister i utformningen har tillsammans lett till olyckor.

Dock var farthinder inte en lösning som kunde dämpa hastigheter och därigenom öka säkerheten eftersom det också var representerat i olycksdata. Dessutom skulle det minska framkomligheten. Istället rekommenderas beteendepåverkan och god utformning enligt Niska (2013). Men hur nås det?

Studierna visar att det inte finns en enkel väg att styra vare sig hastighet eller regelefterlevnad. Dock visar de vikten av att analysera cyklisternas faktiska beteende för att dra slutsatser om hur man borde planera trafikrummet. Beteendepåverkan har svårt att få effekt bland cyklister, men konceptet *nudging* kan vara en mycket viktig del i framtida säkra cykelvägar. Att tvinga fram ett beteende som är säkert hos cyklisten är en komplicerad uppgift. Istället för att designa en ideal värld bör man låta cyklisterna visa hur de vill röra sig, i linje med det prioriterade insatsområdet att utforma cykelinfrastrukturen efter cyklistens behov.

Det är därför av intresse att förutom hastigheten även analysera cyklisternas rörelsebeteende. Mätmetoder som använts i studierna visar på relevans i både kvantitet och kvalitet för analysens tillförlitlighet. Kvantiteten är viktig för att analysera faktiska hastigheter och kvaliteten visar individens beteende. Det går även att dra slutsatsen att intervjuer fungerar bäst för allmän kunskap om cyklister tyckande, snarare än för en särskild plats. Därför bör inte intervjustudier utföras i detta arbete. För att svara på frågan i denna rapport bör man därför göra en kvantitativ analys av hastigheten och spridningen av den, samt innehålla en kvalitativ analys av beteendet i trafiken.

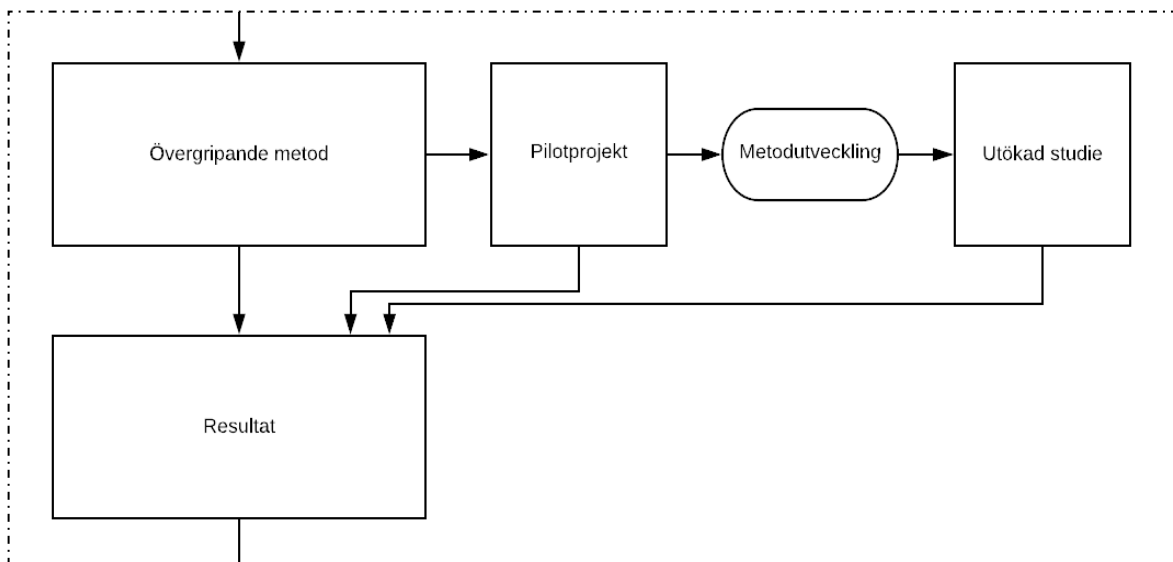


## 3 Fältstudie

I detta kapitel presenteras den övergripande metod, datainsamling med inventering, pilotstudiens metod och den analys som ledde till den utvecklade studien.

### 3.1 Övergripande metod

Syftet med kapitlet är att beskriva metodframtagningen med pilotprojektet som leder fram till den slutgiltiga metoden, se Figur 5 nedan. Först utfördes en pilotstudie i syfte att ta reda på hur hastighetsmätningen kan utföras på ett tillförlitligt sätt sedan togs en utvecklad metod fram som kan appliceras på en större mängd mätningar.



**Figur 5: Dispositionen för arbetets metod**

Fältstudiens syfte är att studera förändringen av hastigheten hos cyklisten när den i lutning kör genom en kurva. Hastigheten är en indirekt säkerhetsindikator och är ett mått på framkomligheten, vilket hjälper till att besvara de frågeställningar som leder examensarbetet. I litteraturstudien framgick att det finns behov av att även studera individens beteende, därför kommer det kvantitativt att analyseras utifrån regelefterlevnad.

I litteraturstudien framgick det att observationsstudie med videoanalys var den metod som gav möjlighet att studera individens hastighet och rörelse på både ett kvantitativt och kvalitativt sätt. Empirin leder till en hastighetsprofil, hastighetsfördelningar och kvalitativ information om cyklisten följer väglinjen eller inte.

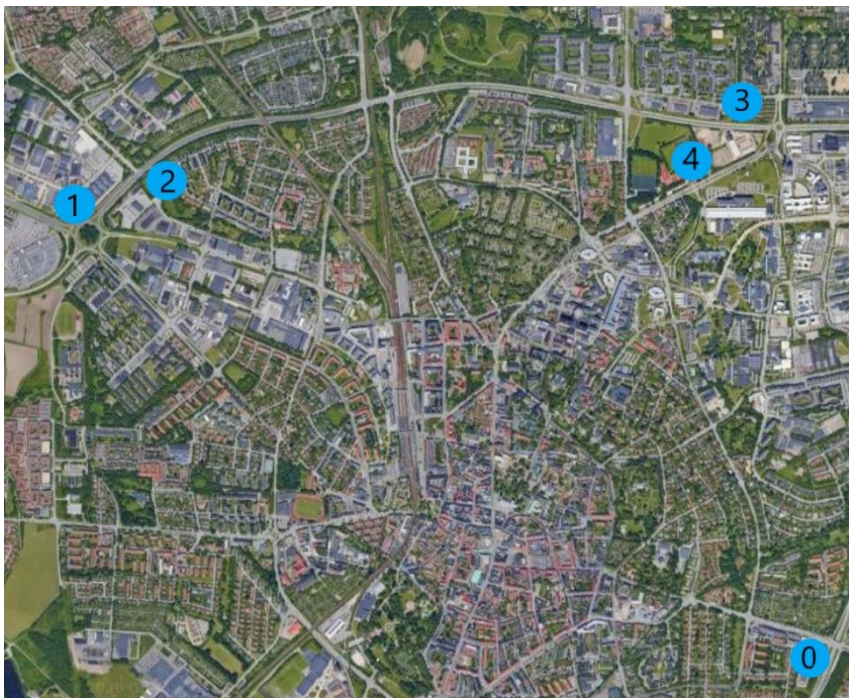
En videoanalys är lämplig eftersom den ger möjlighet att pausa och gå igenom materialet flera gånger. I analysen kan därefter förenklingar bestämmas för ett lämpligt tillvägagångssätt i den utvecklade studien.

## 3.2 Datainsamling

För fältstudien valdes fem platser ut. Dessa identifierades genom att ta sig ut på cykel och leta efter kombinationen av svängradie och lutning på befintliga cykelvägar i Lund. Anledningen till det är att lutningar inte syns på vanliga kartor. Under inventeringen av lunds cykelstråk kunde fem platser som uppskattades uppfylla ett antal huvudkriterier, se Figur 6.

Huvudkriterierna var enligt följande:

- Längslutning över 0,5%.
- Vänstersväng i nedåtgående riktning.
- Förväntat tillräckligt flöde (>30 stycken vid 3 timmars filmning)



**Figur 6:** Översiktskarta på Lund. Studerade platserna är markerade 0-4. Karta från Google Maps 2020.

Platserna tilldelades namn efter attribut som tillhörighet till stråk eller närliggande vägar/platser. Pilotstudiens plats fick nummer 0 och platserna tillhörande den utvecklade studien fick nummer 1-4.

Platsens utseende fotograferades och dokumenterades. På varje plats valdes en delsträcka ut för filmningen. Målet var att få med en raksträcka före kurvan, själva kurvan, samt en sträcka efter kurvan. Syftet var att mäta hastighetens förändring genom dessa delar. Sträckningen redovisas med markering i Figur 7-11.



Figur 7: Plats 0 - Dalbyvägen



Figur 8: Plats 1 - Nova Lund



Figur 9: Plats 2 - Gula stråket



Figur 10: Plats 3 - Blå stråket A



Figur 11: Plats 4 - Blå stråket B

Ett utdrag från STRADA hämtades för alla platser i syfte att kontrollera direkta indikatorer om säkerhet.

Inför videoanalysen markerades mätpunkter i asfalten på platserna. Vit markeringspray användes för att dra horisontella streck med jämna mellanrum längs väglinjen, se Figur 12. Färgen höll i flera veckor, vilket möjliggjorde kompletterande mätningar vid senare tillfälle. Avståndet mättes med hjälp av mätjul.

Nivåskillnaden mättes mellan start och slutpunkt från mätstrecken. Mätningen utfördes genom att ett snöre spändes vågrätt mellan dess mittpunkter, med hjälp av påhängt vattenpass. Nivåskillnaden mättes från det vågräta snöret till asfalten i punkt 4 med en tumstock. Vid behov fick mätningen delas upp i delsträckor. Denna typ av inmätning krävde två personer. Resultterande lutning beräknades med ekvationen  $lutning = höjd/avstånd$ .



Figur 12: Foto på de tvärgående mätstrecken

En uppskattning om radiens storlek gjordes genom att anpassa en kurva i kartverktyg i datorprogrammet AutoCAD.

### 3.2.1 Platsbeskrivningar

Här beskrivs platserna från den besiktning som utfördes i samband med filmningen. De vita tvärgående streck i asfalten som syns i figurerna är de mätstreck som beskrevs ovan.

#### Plats 0 - Dalbyvägen

Cykelbana som leder längs Dalbyvägen till viadukt under samma väg. Se Figur 13. Helledragen linje skiljer riktningarna. Vid infarten finns målade markeringar för cyklister, men ingen skyltning. Platsen är inte tillgänglighetsanpassad då fotgängare hänvisas till trappan. Under viadukten finns en upphöjd trottoarkant för gående på banans högra sida, vilket gör att gående även måste använda övergångsstället precis före viadukten.



Figur 13: Foto från filmningen

Radie: 8 – 9m.

Bredd: 2,5 m.

Lutning: 3,6 %

Dag och tid: 3-4 juli 2020. Klockan 14-16.  
Total filmningstid var 3 timmar.

Väder: Växlande molnighet och sol.

Antal cyklister totalt: 88 st.

Antal gående: 12 st.

**Platsanalys:** En majoritet av trafiken var cyklister i den undersökta riktningen (80 av 88). En förklaring till varför antalet cyklister i motsatt riktning är så låg är att cykelbanan som

leder fram till viadukten längs Dalbyvägen är enkelriktad. Därför kör de flesta cyklister på väg till stan på andra sidan vägen och använder inte viadukten. Antal gående är också relativt lågt. En anledning till det kan vara avståndet från centrum. Ungefär hälften av cyklisterna följde väglinjen. En del cyklister kom in från sidan av vägen och räknades inte med i resultaten.

**Olycksdata:** På platsen har 3 cykelolyckor rapporterats under perioden 2001-2020. Följande scenario är rapporterade: 2 cyklister har kolliderat i viadukten, en cyklist har kolliderat med en gående i viadukten, en cyklist fick halka när grus låg på mittlinjemarkeringen. De kollisionsolyckorna berodde båda på att ena parten inte höll till höger. Hög hastighet bör kunna kopplas till samtliga olyckor. Olyckorna innebar lindriga till medelsvåra skador. Samtliga olyckor skedde i samband med att cyklisterna inte höll till höger, eftersom mittlinjen inte heller är ämnad för cyklisten att cykla på.

### Plats 1 - Nova Lund

Nova Lund, cykelbana som leder längs Norra Ringen till viadukt under Fjelievägen. Se Figur 14. Streckad linje skiljer trafiken. Gångbana med kantsten. Korsning mellan cyklar och gående vid viaduktens infart.



Lutning: 2,5%

Bredd: 1,75 m (3,5m båda riktningar)

Radie: 5-7 m

Dag och tid: 11 aug 2020 kl 17-18.

Väder: Soligt och mycket varmt.

Antal cyklister totalt: 77st

Antal gående: 35st

Figur 14: Foto från filmningen

**Platsanalys:** Filmningen skedde på eftermiddagen och cyklisterna kunde antas vara på väg hem från sin arbetsplats eller från den närliggande matbutiken. Flödet var relativt jämt fördelat i båda riktningarna och även med fotgängare. Den väg som leder västerut (ingick inte i mätningen utan endast från observation) hade ett betydligt lägre flöde.

Kamerans position var nära marken i gräset närmst viadukten. Det gjorde att kameran inte var i fokus för många cyklister. En del tittade mot kameran. Särskilt eftersom observatören stod i närheten.

**Olycksdata:** På den undersökta sträckan har två singelolyckor på cykel skett under perioden 2001-2020.

### Plats 2 - Gula stråket

Gula stråket som leder från Kobjer till Gunnesbo under Norra Ringen. Se Figur 15. Ingen målning som skiljer riktningarna. Gångbana med räcke vid viadukt.



Figur 15: Foto från filmningen

Lutning: 3,2%

Bredd: 3m (ingen separering)

Radie: 15-18 m

Dag och tid: 11 aug 2020, klockan 15-17.

Väder: Soligt och mycket varmt.

Antal cyklister totalt: 72st

Antal gående: 29st

**Platsanalys:** Filmningen skedde tidig eftermiddag när trafiken var riktad från stan. Majoriteten av trafiken fanns på den undersökta sträckan. En del trafikanter uppfattades som jäktade medan andra tog det lugnare. Trafik i motsatt riktning fanns, men endast en nära kollision uppfattades.

En allvarlig konflikt uppstod när en cyklist i motsatt riktning fick väja för cyklist som kom nedför backen med hög hastighet på vänster sida.

Kamerans position var på stativ och var väl synligt för trafikanterna. Det kan ha påverkat cyklisternas beteende. En del cyklister stirrade in i kameran och vred därmed blicken istället för att titta rakt fram.

Korsning mellan cyklar och gående vid viaduktens infart.

**Olycksdata:** 5 cykel singel-olyckor har rapporterats under perioden 2008-2020 på platsen, varav 2 var allvarliga.

### Plats 3 - Blå stråket A

Blå stråket A, cykelbana som leder från Magistratvägen under Norra Ringen. Se Figur 16. Riktningarna är separerad med streckad linje. Gångbana med kantsten. Ingen korsning längs sträckan.



Figur 16: Foto på Blå stråket A från filmningen

Lutning: 0,8%

Bredd: 1,25m (2m totalt exl gångbana)

Radie: 20-22 m

Dag: 21 juli 2020, klockan 07.30-09.30.

Väder: Molnigt, ljummen morgon.

Antal cyklister totalt: 84st

Antal gående: 20st

**Platsanalys:** Filmningen skedde under sommaren, tidigt på morgonen. Detta för att fånga det största förmodade flödet. Trafiken var riktad mot universitetsområdet och det antas vara trafik på väg till arbetsplatsen.

Inga konflikter uppstod under filmningen.

Kameran stod på höger sida av vägen och filmade cyklisternas ryggar. Kameran var mycket synlig för trafiken i motsatt riktning, men inte i den aktuella riktningen. De flesta cyklister lade inte märke till kameran.

**Olycksdata:** En kollision cykel-cykel med lindrig skada har rapporterats till STRADA under perioden 2003-2019. Olyckan skedde i viaduktens infart.

#### Plats 4 - Blå stråket B

Blå stråket B som leder från Stallet vid Delphi under Getingevägen, se Figur 17. Riktningarna skiljs med streckad linje. Gångbana med kantsten i radien. Ingen korsning längs sträckan.



Lutning: 2,9%

Bredd: 1,25m (2,5 m totalt)

Radie: 10-12 m

Dag: 1 september 2020, klockan 07.30-09.00

Väder: Växlande molnighet.

Figur 17: Foto på Blå stråket B från filmningen

Antal cyklister totalt: 84st, 58st i riktning mot viadukten.

Antal gående: 20st

**Platsanalys:** Cyklisterna filmades på morgonen under sensommaren. Cyklisterna var på väg mot skola och arbetsplats.

En konflikt mellan cyklister uppstod under filmningen vid viaduktens infart. Ett flertal cyklister, särskilt barn cyklade på vänster sida, ibland på gångbanan trots den dåliga sikten. Det låg en liten hög med löv vid infarten av viadukten vilket kan ha gjort att vissa valde att avvika till vänster efter kurvan.

Två kameror användes vid filmningen (med överlapp). Den ena kameran var mycket synlig för cyklisterna och en person vinkade.

**Olycksdata:** I STRADA har en rapport om kollision inkommit och en singelolycka under perioden 2006-2019.

### 3.3 Pilotstudie

Under en period i juni utfördes ett flertal testfilmningar från olika vinklar och kameror. Syftet var att få med så stor yta som möjligt med tillräckligt skärpa för analys.

För videoinspelning användes följande rekommendationer från boken *How to analyze accident causation* (Polders & Brijs, 2018) som kan appliceras på flera typer av observationsstudier.

- Kameran bör placeras så högt som möjligt. Ju högre upp desto mer markvy kan fås med. Minst 7-8 meter rekommenderas.
- Himlen ska inte synas. Det bländar kameran och visar inget relevant.
- För att utnyttja kamerans upplösning på bästa sätt bör vinkeln av kameran följa vägen diagonalt.

Sikten skymdes till viss del av träd. I Figur 18 nedan syns några av de träd som under studiens tid var mycket yviga och skymde sikten för kamerorna.



**Figur 18: Plats 0. Foto Google Maps 2013.**

Två typer av kameror testades i provfilmningen. En trafikanpassad kamera med möjlighet att filma från hög höjd och en handhållen kamera på stativ.

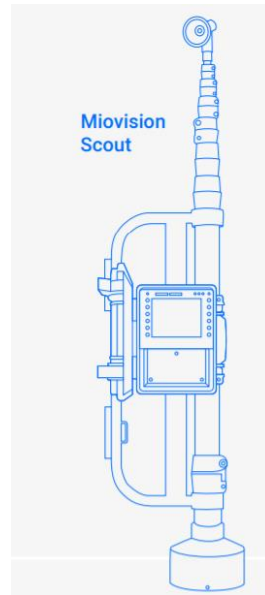
Den första kameratypen som prövades var MioVision Scout, ett kamerasystem anpassat för trafikanalyser. Kameran och batteriet/dator med skärm (se Figur 20 nedan) monteras med hänglås mot lyktstolpe eller träd och kan med teleskopstativ filma från en hög höjd (ca 6 meter i toppen av lyktstolpen). Fördelen var att vyn blev näst intill rakt ovanför platsen och inspelningen kunde pågå under bestämda tidsperioder utan att observatör på plats. Trots den höga höjden var två kameror nödvändiga för att fånga hela vägen på grund av lyktstolpens placering. Kameran fästes på lyktstolpen direkt efter första radien, se svart punkt i Figur 19. Vyn från kamerorna redovisas i Figur 19, nedan.

Vid montering upptäcktes att en av kamerasystemens batterier inte fungerade. Det gjorde att kamerasystemet inte kunde användas för den aktuella studien.





Figur 19: Vy från MioVision-kamera markerad med blått. Kamerors position i svart.



Figur 20: Kameran MioVision.  
Bildkälla [www.miovision.com](http://www.miovision.com)

Den andra kameratypen som prövades var en "handycam"/handhållen kamera. En enkel filmkamera med fiskögelins som kan placeras på stativ eller med flexibel quadrapod, se Figur 22.



Figur 21: Vyn från handycamen är markerad med blått. Kamerans position i svart.



Figur 22: Handhållen kamera med fiskögelins

Kameran placerades på stativ på en höjd vid sidan av vägen, se svart punkt i Figur 21. Kameran filmade från ca 2 meters höjd från kullens markhöjd. Fiskögelinsen gav möjlighet för att fånga en bred bild som täckte det undersökta området. Bilden var skarp och tydlig, även på längre avstånd. Vinkeln var från sidan istället för ovanför som Miovision. En nackdel var att kameran inte kunde lämnas under filmningen.

### 3.3.1 Mätdata och databehandling

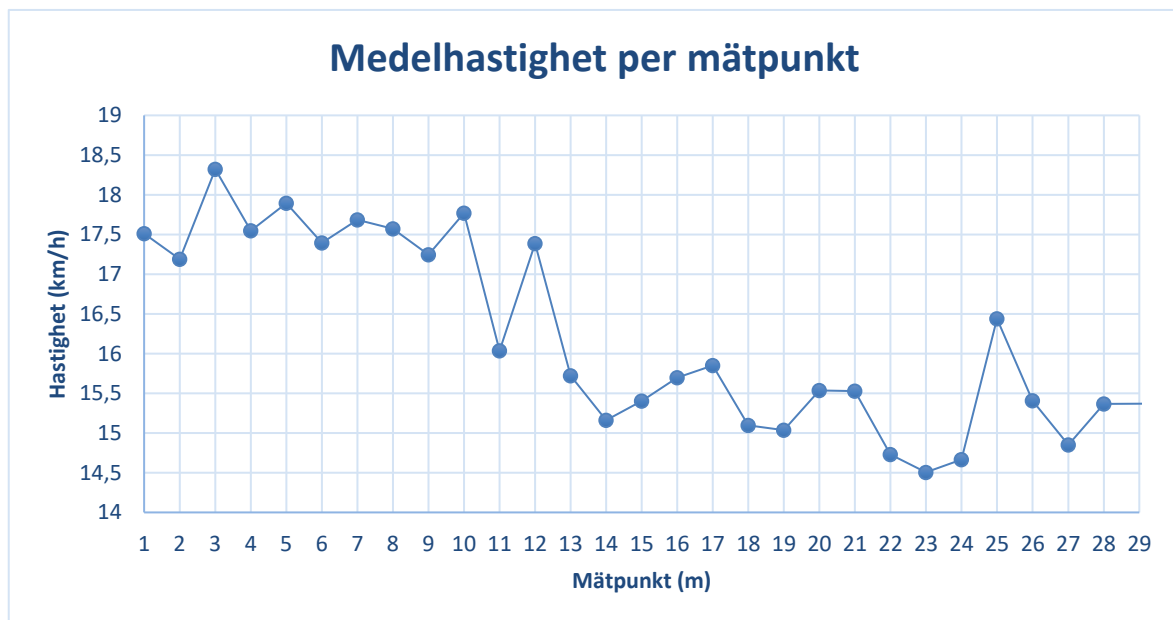
Mätdata hämtades från det filmade materialet. Det bestämdes att filmningen skulle pågå tills minst 50 cyklister passerat för att erhålla statistiskt användbara resultat. När ca 80 cyklister passerat avslutades filmningen.

Inspelat material analyserades i datorprogrammet Adobe Premiere Pro. Programmet hämtar information i videofilerna om videons kvalitet i form av bilder per sekund. Videofilen från den handhållna kameran hade konstant 25,00 antal bilder per sekund.

Filmklippen spelades sedan upp i programmet. När en cyklist passerade pausades filmen och analyserades i bild för bild. Bildrutenumret antecknades vid framhjulets passage av en vit spraymarkering, se Figur 12. För att minska felmarginalen användes bilden precis efter passage ingen bild visade den exakta positionen. Samtliga bildnummer sparades i Excel och användes för att extrahera varje cyklists hastighet genom vägutformningen. Resultatet presenterades sedan som hastighetsprofiler. Observationer gjordes om cyklisterna cyklade i höger körfält eller avvek i kurvan. Varje mätvärde för hastighet markerades om cyklisten höll till höger genom hela sträckan.

### 3.4 Pilotresultat

Cyklisternas hastighet samlades i varje punkt till medelhastigheter som redovisas i en hastighetsprofil, se Figur 23 nedan. Hastigheterna gäller endast cyklister som cyklade i det högra körfältet. Hastigheten visas i figuren meter per meter. Det är tydligt att hastigheten minskar något längs sträckan (mellan 18,5 km/h till 14,5 km/h). De första åtta meterna är raksträcka. Kurvan slutar vid punkt 25.



Figur 23: Hastighetsprofil för pilotprojektet

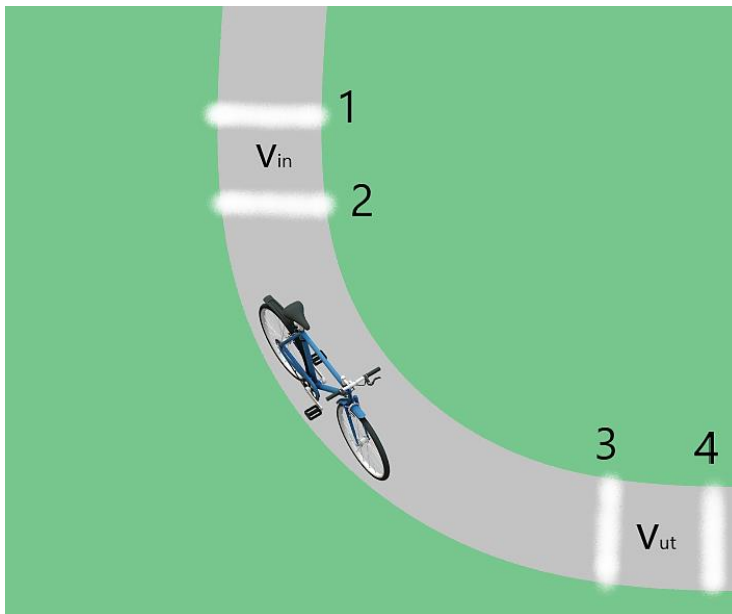
Cyklisterna ser ut att tappa en del hastighet i kurvan. Det som sticker ut och är mätbart är den utgående hastighet cyklisten har jämfört med den ingående.

### 3.5 Analys av pilotstudie och utveckling av metod

Under filmningen framgick det tidigt att en utmaning var vyn från kameran. På grund av vägens sväng blev det svårt att få med hela sträckningen med skärpa. Träd och högt gräs kom också lätt i vägen. Det kunde därför accepteras att filmningen skedde från bästa möjliga punkt. Vid plats 4 innebar det att två kameror fick användas.

En oväntad stor mängd cyklister höll inte till höger, därför fick vägmarkeringar utökas till båda sidorna av vägen. Det kunde göras digitalt i en ritfunktion i Adobe Premiere Pro. Skillnaden i hastighet mellan högerhållande och vänsterhållande cyklister upplevdes som stor, därför beslutades att varje cyklists mätvärden kompletteras med en kvalitativ bedömning om cyklisten körde i kurvan eller sneddade.

En stor förenkling beslutades för den utvecklade studien. Resultatet som erhöles i pilotstudien var mycket detaljerad (meter per meter). För att få fler mätplatser bestämdes det att justera mängden indata. Från resultatens hastighetsprofil kunde en slutsats dras att mätning av ingående hastighet och utgående hastighet ur kurvan tillgodosåg studiens syfte. Därför bestämdes det att antalet markeringspunkter skulle minskas till fyra, två innan kurvan och två efter, se Figur 24. Avståndet mellan mätstrecken var inom intervallet 2 – 8 meter på de olika platserna. Avståndet berodde på längsta raksträcka som var synligt inom kamerans vinkel.



Figur 24: Illustration av förenklad mätmetod.

## 4 Resultat

I detta kapitel presenteras resultaten av hastighetsmätningar och observationer från pilotstudien och den utvecklade studien.

### 4.1 Hastigheter

I metodutvecklingen presenterades pilotstudiens hastigheter i en hastighetsprofil för varje meter längs sträckan. I pilotstudiens resultat redovisades cyklisternas hastigheter meter per meter. I den utvecklade studien mättes hastigheterna utifrån fyra mätpunkter. För att kunna jämföra hastigheterna redovisas därför hastigheten från fyra mätpunkter i pilotstudien. De fyra mätpunkterna är från streck 1-8 och 24-29.

I Tabell 5 och 6 nedan redovisas samlade hastighetsdata för de undersökta platserna 0-4.

**Tabell 5: Medelhastigheter plats 0-4.**

		Medelhastighet	Standardavvikelse	Antal observationer
<b>0. Dalbyvägen</b>	$v_{in}$ (km/h)	17,2	2,4	74
	$v_{ut}$ (km/h)	16,1	5,2	74
<b>1. Nova Lund</b>	$v_{in}$ (km/h)	15,3	3,2	42
	$v_{ut}$ (km/h)	18,6	3,3	42
<b>2. Gula stråket</b>	$v_{in}$ (km/h)	17,9	4,5	36
	$v_{ut}$ (km/h)	24,5	4,8	36
<b>3. Blå stråket A</b>	$v_{in}$ (km/h)	21,8	2,8	49
	$v_{ut}$ (km/h)	22,4	3,9	49
<b>4. Blå stråket B</b>	$v_{in}$ (km/h)	21,6	2,6	58
	$v_{ut}$ (km/h)	22,9	2,9	58

**Tabell 6: 15-percentil, median, 85-percentil och maxhastighet plats 0-4.**

		15-percentil	Median	85-percentil	Maxhastighet
<b>0. Dalbyvägen</b>	$v_{in}$ (km/h)	14,7	17,1	20,0	24,0
	$v_{ut}$ (km/h)	10,9	14,4	21,2	30,0
<b>1. Nova Lund</b>	$v_{in}$ (km/h)	12,0	15,0	22,5	22,5
	$v_{ut}$ (km/h)	15,4	18,0	22,5	25,7
<b>2. Gula stråket</b>	$v_{in}$ (km/h)	13,4	18,0	22,5	25,7
	$v_{ut}$ (km/h)	19,4	22,9	31,5	36,0
<b>3. Blå stråket A</b>	$v_{in}$ (km/h)	18,9	21,2	25,7	27,7

	$v_{ut}$ (km/h)	17,8	22,5	25,7	34,3
<b>4. Blå stråket B</b>	$v_{in}$ (km/h)	18,0	21,8	24,0	26,7
	$v_{ut}$ (km/h)	19,8	23,7	25,0	28,1

I samtliga fall skiljer sig medelhastigheten och medianen inte mycket före kurvan, vilket tyder på symmetriska data. Efter kurvan ökar avvikandet mellan medelhastigheten och medianen. Det tyder på avvikande höga hastigheter bland mätningarna. Därför är det viktigt att analysera 15- och 85-percentilerna som är statistiskt säkrare.

På plats 0 är 15-percentilen lägre i utgående än ingående hastighet, men 85-percentilen har högre utgående hastighet. En förklaring till det kan vara att de cyklister som hade en lägre ingångshastighet också bromsade mer. På plats 3 minskas 15-percentilen igen och 85-percentilen är samma, vilket är en liknande effekt. På plats 2 och 4 ökar samtliga hastigheter efter kurvan. Där ser kurvan inte ut att ha haft en hastighetsdämpande effekt varken för de som cyklar långsammare eller snabbare.

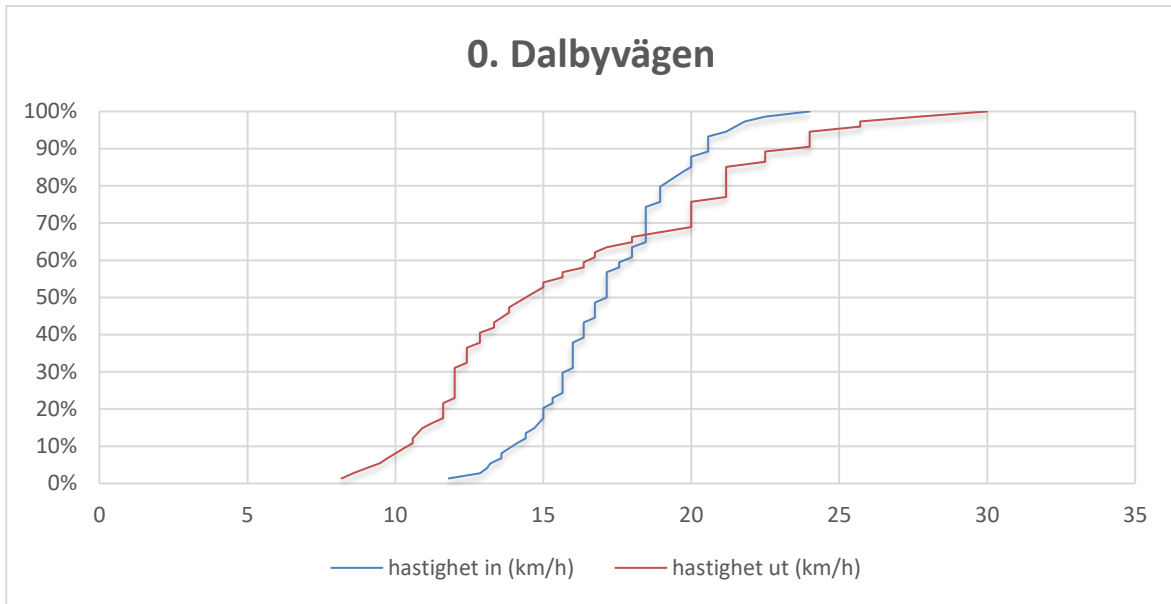
På plats 1 ökar 15-percentilen hastigheten, men 85-percentilen har inte ökat eller minskat. Det kan förklaras av att de som cyklar långsammare ökar hastigheten av gravitationen och att de med högre ingångshastighet bromsar lätt. Det är positivt ur framkomlighetsperspektiv.

Maxhastigheten är mycket hög i plats 2. Där är den genomsnittliga hastigheten också mycket högre. Från filmningen var det tydligt att hastigheterna var höga på platsen och att sista biten in i viadukten gick mycket snabbt trots dålig sikt. Lägst hastigheter fanns på plats 1, där 15-percentilen närmade sig 12 km/h. Den minsta ökningen av medelhastigheterna fanns i plats 3 och 4 som tillhör samma stråk och hade relativt låga lutningsgrader, samt plats 0 som hade mest lutning. Det pekar på att lutningen ger en ökad hastighet upp till de i litteraturstudien nämnda 3%.

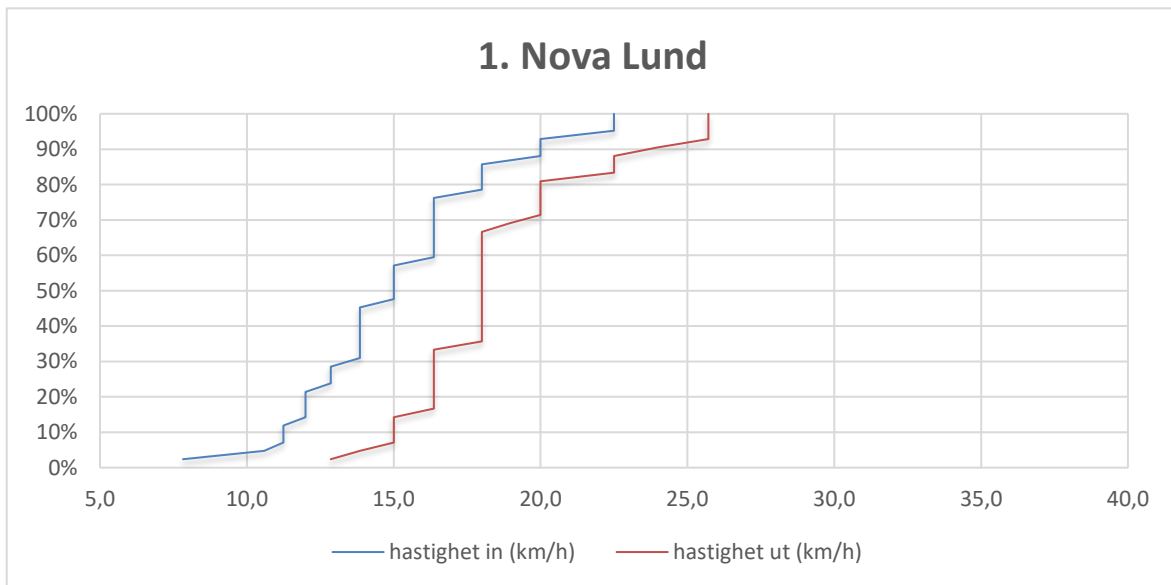
## 4.2 Hastighetsfördelning

Här redovisas hastighetsspridningen för varje plats. Cyklisternas ackumulerade hastighet representeras i diagrammet, det innebär att y-axeln visar andelen av cyklister som underskrider hastigheten på x-axeln.

Hastighetsspridningen på plats 0 visas i Figur 25 ovan. Linjerna korsar varandra vilket visar ett brett spann på hastigheter i den utgående hastigheten. Vilket innebär att vissa bromsade in medan andra ökade hastigheten. En anledning till det kan vara att nästan samtliga cyklister höll till höger innan kurvan. De som genade genom kurvan fick en ökning och de som inte genade fick en minskning.

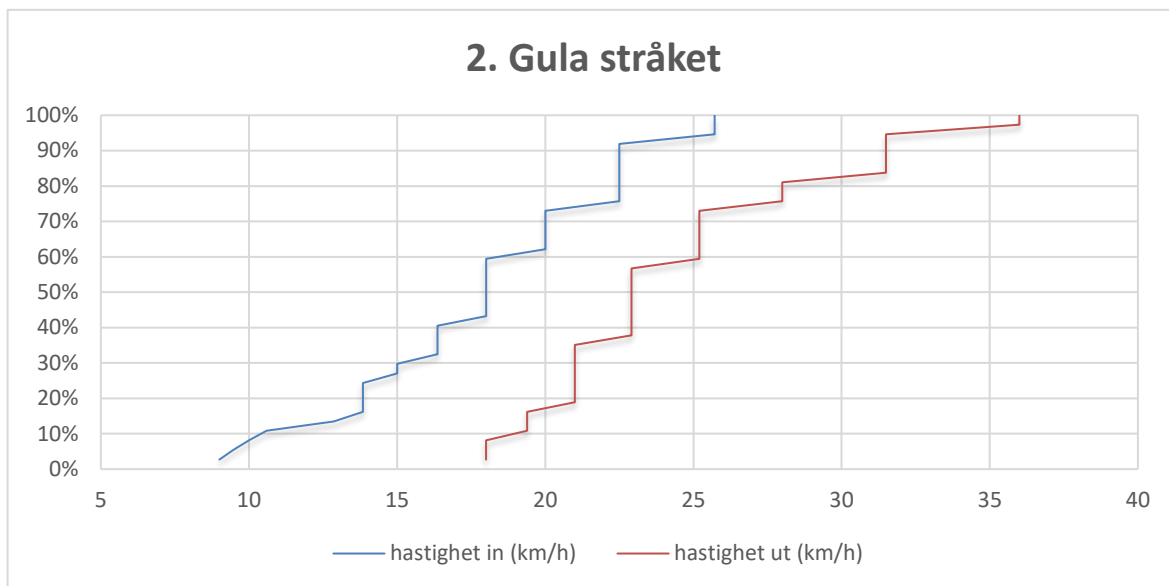


**Figur 25: Hastighetsfördelning plats 0.**

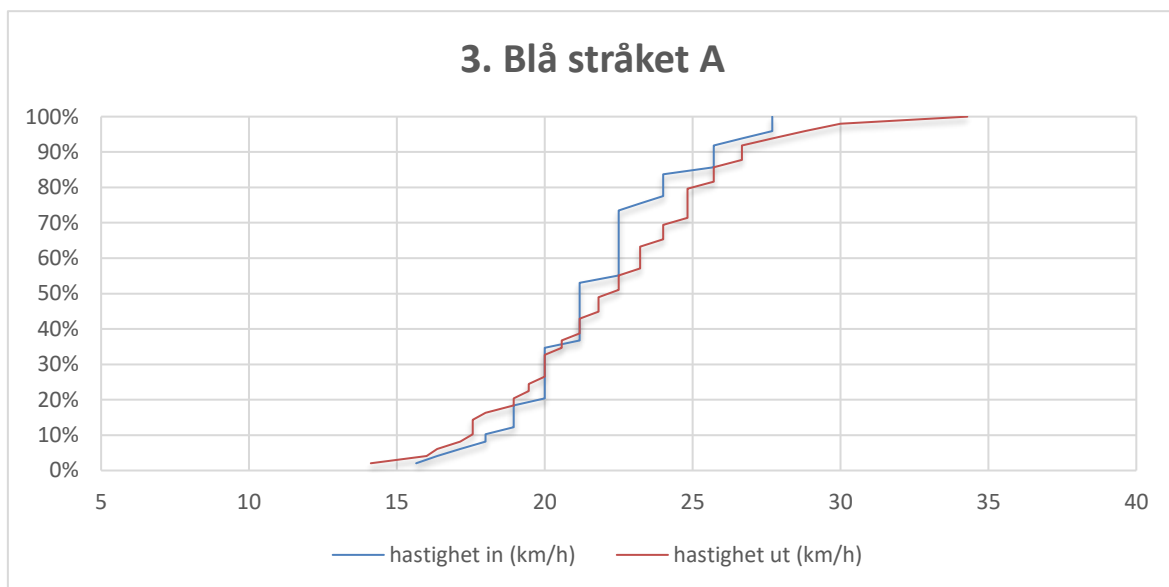


**Figur 26: Hastighetsfördelning plats 1**

I Figur 26 redovisas plats 1 och i Figur 27 plats 2. Det är tydligt att i de första två platserna sker en förskjutning till höger efter kurvan, alltså en ökning av hastigheten i kurvan. Plats 2 har den största spridningen och även de allra högsta hastigheterna ut ur radien, vilket är synligt i Figur 27 då den röda kurvan är längst till höger av alla.



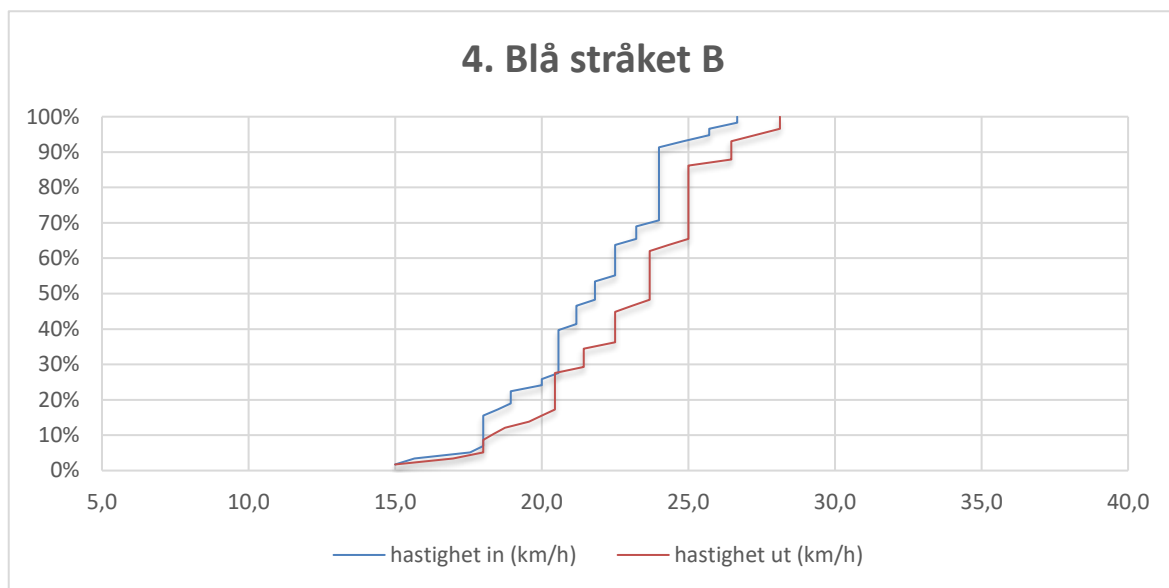
Figur 27: Hastighetsfördelning plats 2



Figur 28: Hastighetsspridning plats 3

Minst hastighetsskillnad mellan ingående och utgående hastigheter på plats 3, se Figur 28. Där är utgångshastigheten ofta lägre, vilket tyder på inbromsningar.

På plats 3 och 4 är förskjutningen inte lika tydlig, men hastigheterna är också högre från början. På plats 4 ökar de högre hastigheterna men de lägre hastigheterna är lika, se Figur 29.

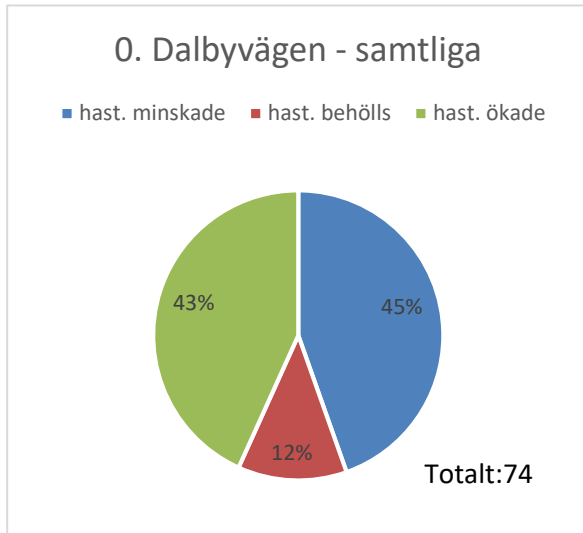


Figur 29: Hastighetspridning plats 4

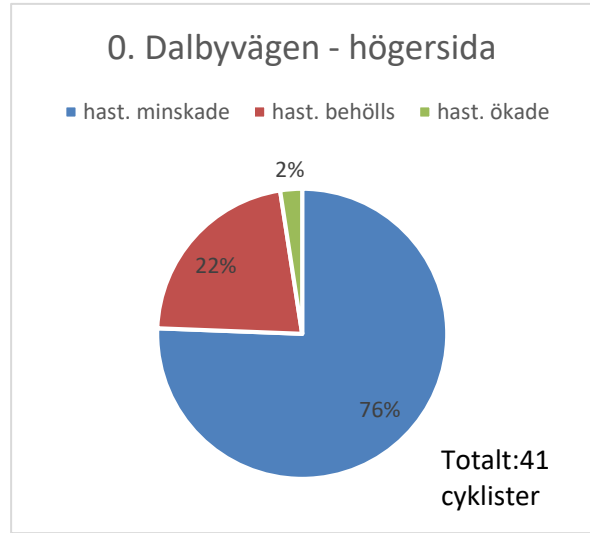


### 4.3 Hastighetsförändring

Här presenteras hastighetsförändringar mellan ingående och utgående hastighet baserad på varje individuell cyklists uppmätta hastighet. Hastigheter som avviker mindre än 5% från utgångshastigheten anses som behållen hastighet. För att tydliggöra radiens potentiella effekt på cyklistens hastighetsval jämförs den andel av cyklisterna som behöll, minskade respektive ökade sin hastighet mellan cyklister och cyklister som höll till höger. De cyklister som höll till höger följde radien, övriga gjorde inte det.

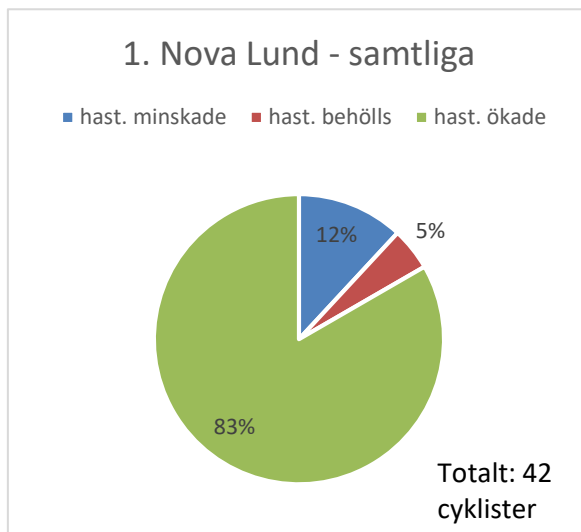


**Figur 30: Hastighetsförändring samtliga cyklister Dalbyvägen**

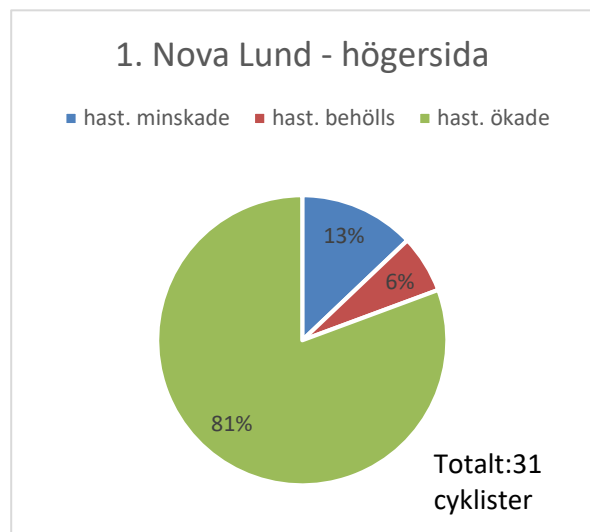


**Figur 31: Hastighetsförändring cyklister i höger körfält Dalbyvägen**

I Figur 30 framgår att mindre än hälften av cyklisterna ökade sin hastighet mellan ingående och utgående hastighet på plats 0. Bland de högerhållande minskade en mycket större del av cyklisterna hastigheten, se Figur 31. Det tyder på att de som följer linjeföringen också anpassar hastigheten.

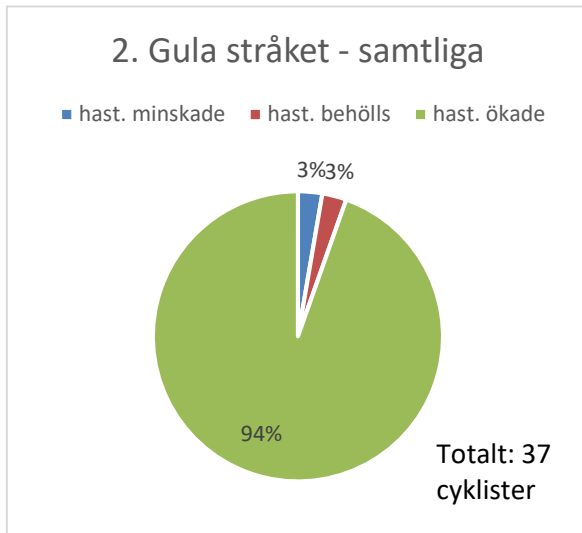


**Figur 32: Hastighetsförändring samtliga cyklister Nova Lund**

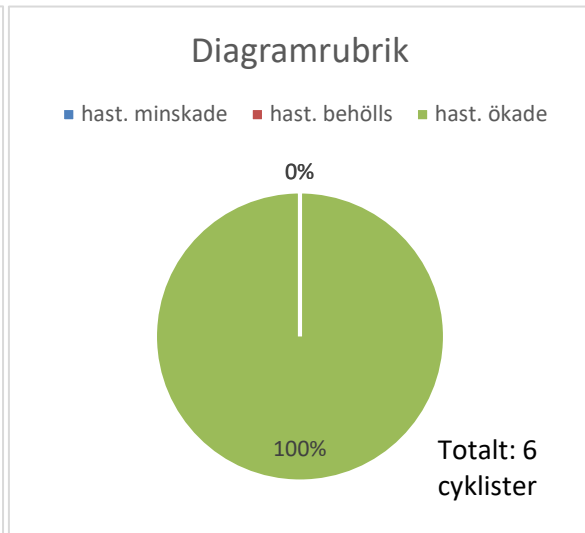


**Figur 33: Hastighetsförändring cyklister i höger körfält Nova Lund**

På plats 1 höll en stor andel av cyklisterna till höger, som syns i totalt antal cyklister i Figur 32 och 33. Många cyklister ökade visserligen hastigheten, men som redovisat i kap. 5.2 är hastigheterna fortfarande lägre än på andra platser.

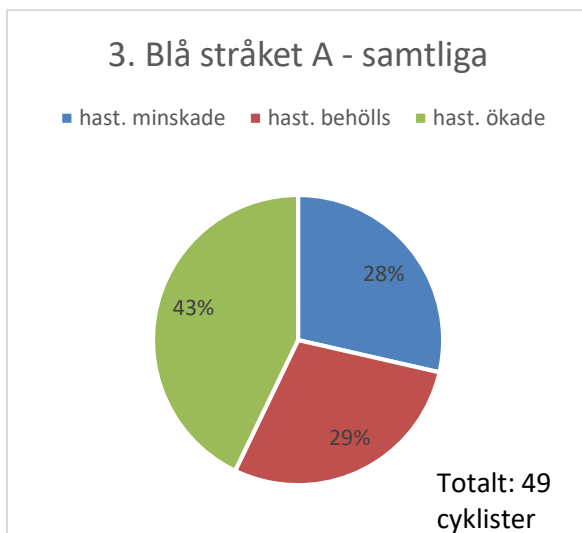


**Figur 34: Hastighetsförändring samtliga cyklister på Gula stråket**

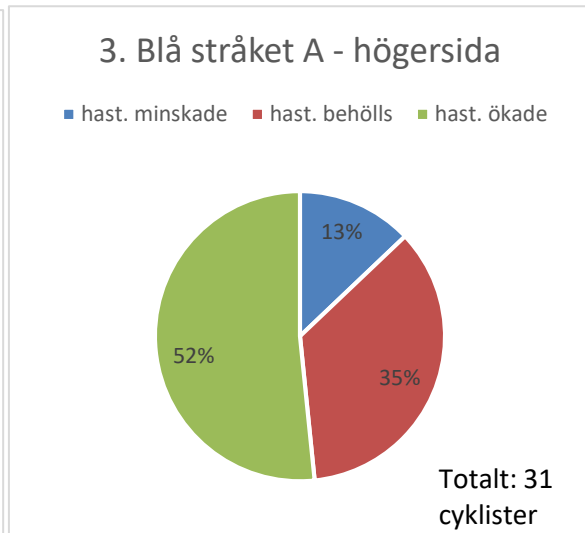


**Figur 35: Hastighetsförändring cyklister i höger körfält Gula stråket**

Plats 2 är den plats där cyklisterna där minst regelefterlevnad fanns, se totalt antal cyklister i Figur 34 och 35. Hastigheterna ökade i stor grad. När cyklister som håller till höger ökar hastigheten efter radien visar det inte på att radien inte haft någon hastighetsdämpande effekt.

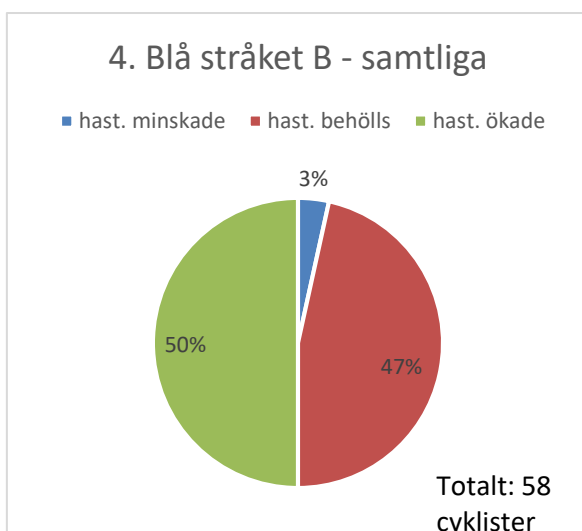


**Figur 36: Hastighetsförändring samtliga cyklister på Blå stråket A**

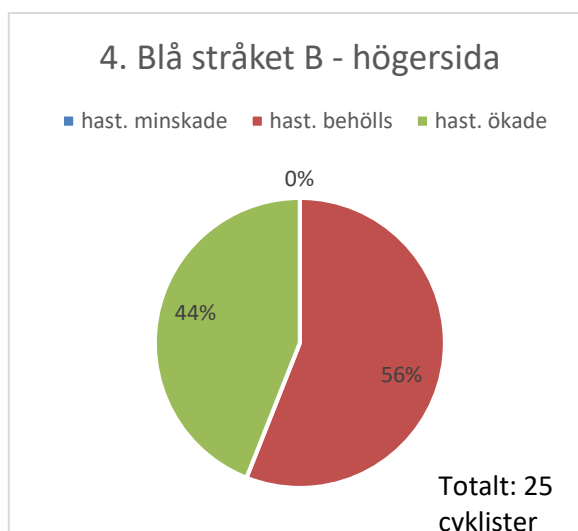


**Figur 37: Hastighetsförändring cyklister i höger körfält på Blå stråket A**

På plats 3 fanns relativt god regelefterlevnad, se Figur 36 och 37. Det var jämnt fördelat mellan cyklisternas anpassning av hastighet. Mer än hälften av cyklisterna höll till höger.



Figur 38: Hastighetsförändring samtliga cyklister Blå stråket B



Figur 39: Hastighetsförändring cyklister i höger körfält på Blå stråket B

Plats 4, Blå stråket B, har en jämn fördelning mellan ökande hastighet och minskande eller behållande av hastigheten, men inte så många minskade, se Figur 38 och 39. För de cyklister som håller till höger (ca hälften) är andelen behållen hastighet som störst. Det tyder på att de som följer trafikreglerna också fick en anpassning av hastigheten från radien. En stor andel cyklister cyklade på vänster sida. Det kan ha berott på korsningen i cykelvägens start se Figur 11. Många äldre på elcykel och barn hamnade efter korsningen på fel sida av vägen från början.

Sist redovisas skillnaden i medelvärdet av hastigheten före och efter kurvan. Förändringen är angiven i km/h, se Tabell 7. Hastighetsförändringarna är kontrollerade för statistisk signifikans med t-test (se fullständiga data i bilaga). I tabellen framgår att på plats 0 och 3 är skillnaderna som minst och kan inte visas med statistisk signifikans. Störst skillnad i hastighet mättes på plats 2.

Tabell 7: Hastighetsförändring för cyklister som följer vägen.

Plats	Lutning	Radie (m)	Hastighetsförändring	Procentuell förändring
0	3,6 %	8	-1,1 km/h	-6%
1	2,5 %	6	+3,4 km/h*	22%
2	2,9 %	16	+6,6 km/h*	37%
3	0,8 %	21	+0,6 km/h	3%
4	3,2 %	11	+1,3 km/h*	6%

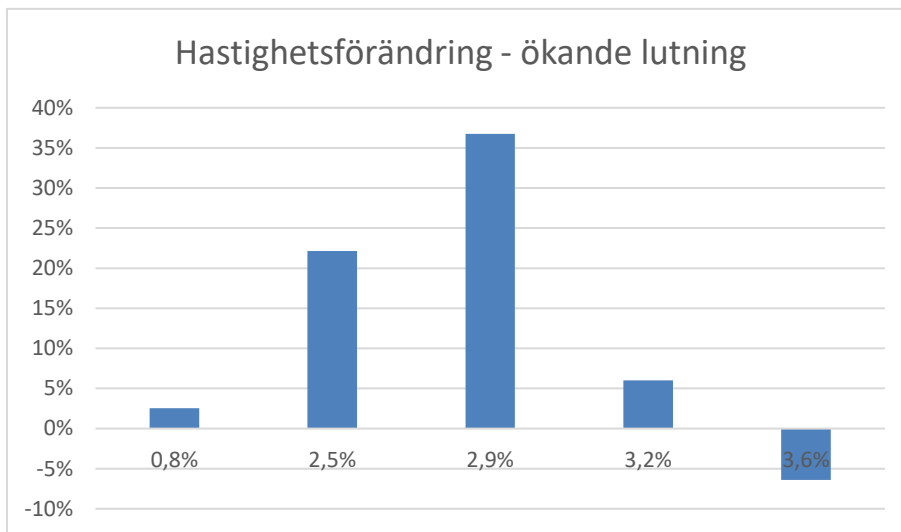
\* Statistisk signifikant skillnad på 95% nivå enligt t-test.

## 4.4 Sammanfattning och analys

Resultaten visade att cyklister anpassar sin hastighet med stor variation mellan olika utformningar, men även inom samma utformning. Framförallt finns en stor spridning

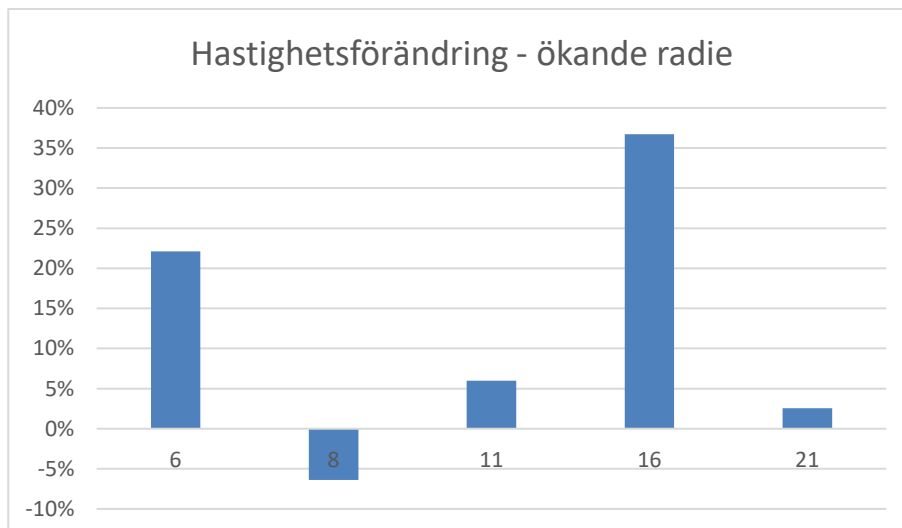
mellan hastigheter överlag. I litteraturstudien togs det upp att spridning i hastigheten kan vara en säkerhetsindikator. Även om olyckor har skett på samtliga platser kan ingen direkt relation mellan spridningen och olyckorna ses. Regelefterlevnaden varierade mellan platserna och det syntes i resultaten. Ett fåtal cyklade långsamt och försiktigt på högra sidan av vägen medan en större andel avvek från linjeföringen och ”klippte” kurvan i hög fart. Även det varierade mellan platserna.

Fältstudiens syfte var att ta reda på cyklistens hastigheter i den undersökta vägutformningen för att se om det fanns en kombinerad effekt från radien och lutningen. Radien förväntades ha en inbromsande effekt och den lutningen en hastighetsökande. För att undersöka förhållandet mellan hastighetsförändringen och lutningen och radien studeras de först separat i Figur 40 och Figur 41 nedan. På y-axeln visas den hastighetsförändring som presenterades i tabell 7 vid varje lutning/radie.



**Figur 40:** Medelvärdet av hastighetsförändring för cyklister som håller till höger efter stigande lutning.

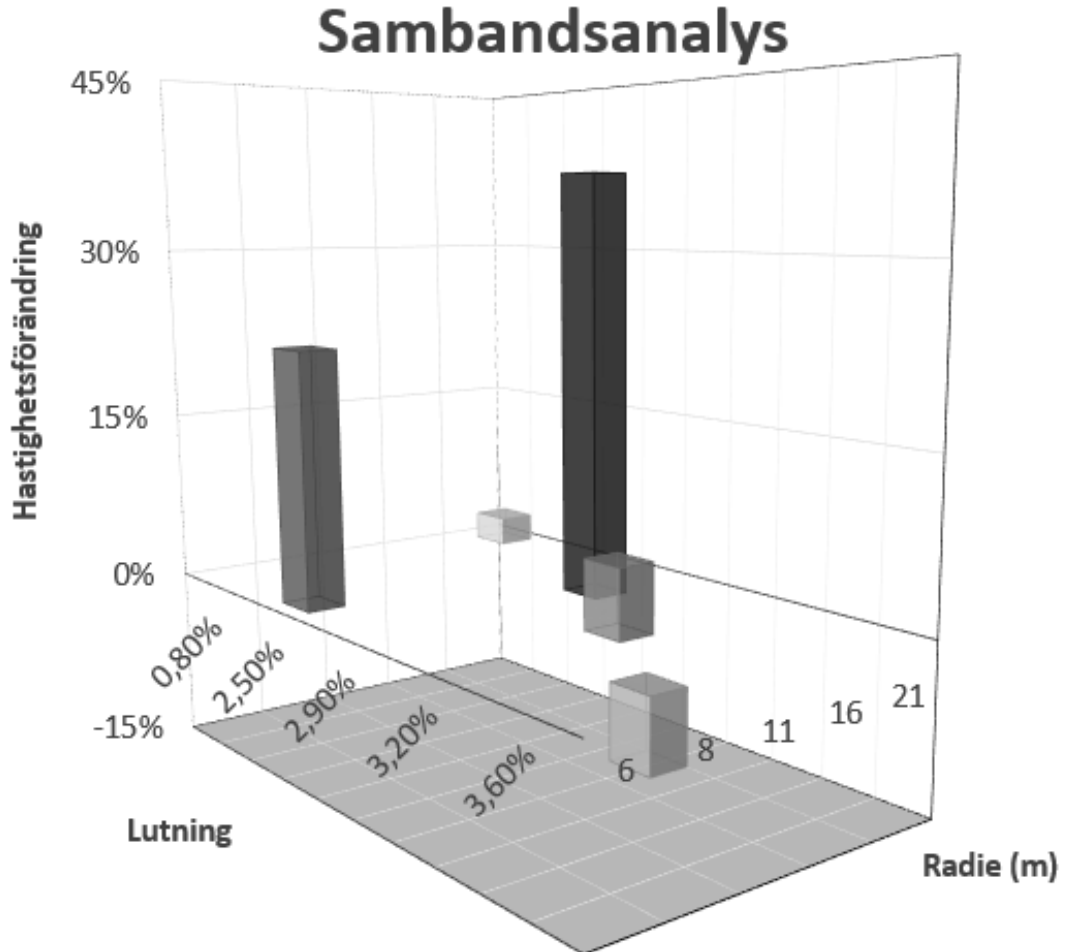
Med ökad lutning ökar också hastighetsförändringen. Det avtar dock vid 3%.



**Figur 41:** Medelvärdet av hastighetsförändring för cyklister som håller till höger efter stigande radie.

Med ökad radie syns inget samband.

Den undersökta kombinerade effekten av radien och lutningen redovisas i 3D-diagrammet i Figur 42. Längs y-axeln visas den förändring av hastighet (i procent) som cyklisterna haft före och efter kurvan på var plats 0-5. På x-axeln och z-axeln redovisas tillhörande lutning och radie för varje plats.



Figur 42: Sambandsanalys för hastighetsförändringen med radie och lutning.

Syftet med diagrammet är att redovisa om ett samband kan ses, men är tydligt i att det är för få värden för att kunna se ett samband.

## 5 Diskussion och slutsatser

Detta kapitel syftar till att diskutera metodens fördelar och nackdelar samt resultaten för att dra slutsatser kring de frågeställningar som lett examensarbetet. Litteraturstudiens resultatdiskussion finns i kapitel 3.

### 5.1 Metoddiskussion

#### 5.1.1 Litteraturstudie

På grund av ämnets ovanliga sammansättning (radier kombinerat med lutning) kan fler artiklar som kunde varit användbara eventuellt missats. Det kan finnas sökord som inte tagits med som hade gett fler relevanta resultat. För rapportens syfte ansågs dock metoden tillräcklig.

Stängda bibliotek till följd av sommaruppehåll och en rådande pandemi påverkade mängden tryckt litteratur som fanns tillgänglig under arbetets tidiga faser. Exempelvis användes en äldre version av CROW (1994) i brist på nyare tillgängliga versioner.

#### 5.1.2 Mätningar

I pilotstudien användes två olika typer av kameror. Fördelen med MioVision var höjden som gav en bra vinkel för hastighetsmätning och möjligheten att fästa kameran med lås och sedan lämna kameran på platsen. Den stora nackdelen med MioVision var att den trots den höga höjden inte kunde fånga hela mätplatsen (för pilotstudien) med endast en kamera. Vid studiens tillfälle fanns endast en fungerande kamera att använda.

Den handhållna kameran var mindre tidskrävande vid montering och kunde tack vare fiskögelinsen fånga hela mätplatsen (förutom vid plats 4 där två kameror sattes upp och synkroniserades). Denna typ av filmmetod kräver konstant uppsikt över kamerorna, men gav också en film med god skärpa.

En negativ aspekt var att den handhållna kameran var mycket synlig när den stod på stativ, vilket kan ha påverkat cyklisternas beteenden. Dock verkar den stora majoriteten av cyklister som inte följer trafikregler tyda på att påverkan var marginell. En person stannade mitt i backen för att fråga om filmningen. Ett antal gående stannade på gångbanan för att ställa frågor. Vid tillfällena ställde sig personer framför kameran eller mitt i cykelbanan för att prata, vilket gjorde att den delen av filmningen inte kunde användas.

Att markera asfalten med sprayfärg var effektivt för att få tydliga markeringar i filmen. Det fungerade bra. Ur litteraturstudien kunde påverkan på cyklisternas hastighet av horisontella streck uteslutas eftersom bullerremсор inte visades ha någon effekt. Färgen skulle enligt burken hålla i ca 4 veckor, men mer än 8 veckor senare fanns de kvar.

Inventering av platsen gjordes med mätning av längd med mätthjul och mätning av lutning med snöre (plåtskiva i pilotstudien) och tumstock. Dessa enkla metoder gav resultat i enlighet med rapportens omfattning. Vid större projekt hade en ritning (exempelvis en relationshandling) gett mer detaljerad information. Ritningar efterfrågades från Lunds kommun som hänvisade till arkivet där inga relevanta ritningar kunde finnas. Vid målning av streck, mätning av längd och lutning krävdes det att cykelvägen var fri från trafik. För framtida användning av metoderna rekommenderas exempelvis trafikkoner för att minska risker för påkörning.

Uppskattning av radie med kartan i AutoCAD blir bättre ju större radien är. Det finns risk att radierna egentligen varierar något från det i resultatet angivna, exempelvis kanske en radie 8 egentligen är 9m. Men för resultatet verkar det inte spelat någon roll.

### 5.1.3 Anpassning till utvecklad studie

Filmningen tog på grund av delvis låga flöden totalt 6 timmar i pilotstudien och därefter flera arbetsdagar att gå igenom materialet. För att hinna med fler platser bestämdes att ett lägre antal cyklister kan accepteras. I pilotstudien ingick från början endast cyklister som höll till höger. Eftersom en så pass stor andel avvek från höger var det rimligt att utgå ifrån en situation där man inte förutsätter att alla cyklister håller till höger utan accepterar avvikande. I programmet Adobe Premium kunde mätstrecken förlängas så att fler cyklister kunde mätas in och komplettera data med avvikande cyklister.

Hastighetsprofilen visade att hastighetsmätningarna kunde förenklas till två mätsekvenser och ändå uppnå studiens syfte. Den utvecklade studien var i sitt utförande enklare och gav därigenom möjlighet till fler platsmätningar vilket ökade jämförbarheten. Platsvalen som gjordes kan anses vara lämpliga för studiens syfte och omfattning. De hade alla tillräcklig trafik för att skapa data och visade på hur små skillnader i utformning kan skapa stor skillnad i hastighet.

### 5.1.4 Tillförlighet av resultat

Analysen utfördes av en person som tittade på hela filmningen. En cyklist passerar på ett fåtal sekunder vilket innebar att bristande uppmärksamhet kan ha resulterat i bortfall av enstaka mätvärden. Ett annat problem var begränsningen i tid och utförandet av en person. Det gjorde att ett relativt litet antal platser kunde undersökas och därav blev den sammanställande analysen inte tillräcklig för ett säkert uttalande om hastigheten, lutningen och radiens samband. Vid användning av metoden på större skala bör dock en tillräckligt stor mängd platser kunna undersökas för ett säkert uttalande.

Det krävdes en viss vinkel för att få med båda mätpunkterna. I vissa vinklar var det inte möjligt att se cyklisten rakt från sidan. Då fick bakhjulet agera markör istället. Detta var fallet på plats 3. Det hade varit bra att få med en längre sträcka än två punkthastigheter. Det hade kunnat göras med cyklister med hastighetsmätare. Men då hade man gått miste om hur cyklister ”egentligen” cyklar.

Det är relevant att nämna att hastigheterna mättes vid olika tider på dygnet för att fånga riktningens största möjliga trafik för platsen. På plats 0, 1 och 2 innebar det eftermiddagstrafik och på plats 3 och 4 morgontrafik. I litteraturstudien framgick det att tiden på dygnet kan påverka hastigheten.

Videoanalys som metod var smidigt eftersom det gav möjlighet att pausa, spola tillbaka, spela upp bild för bild. Det gav relativt säkra resultat med kontrollerade felmarginaler. Skillnaden mellan två bilder i filmen gav en felmarginal  $\pm 0,57$  km/h. Vid manuell mätning i fält hade marginalen rimligtvis varit betydligt större. Mätmetoden visade varje cyklists enskilda hastighet vilket möjliggjorde redovisning av standardavvikelse, 85-percentil och maxhastighet.

## 5.2 Resultatdiskussion

Inför diskussionen bör ett centralt begrepp i rapportens resultat förtydligas, **hastighetens förändring**. Det eftersökta i fältstudien är inte den största möjliga inbromsningen, inte heller den högsta hastigheten. Det eftersökta är det spann av hastigheter som tillåter cyklistens framkomlighet utan att påverka säkerheten. Eftersom cyklisten är en individ måste olika hastigheter kunna tillåtas inom den ram som cyklisten kan styra cykeln och sköta samspel med andra trafikanter.

En stor inbromsning är inte önskvärd. Det skedde på plats 0. Det är sämre för framkomligheten att cyklisten bromsar in den ökade hastighet som lutningen ger. Den undersökta platsen visade att cyklisterna som följde reglerna i större utsträckning anpassade sin hastighet med inbromsning, men att de som valde den korta vägen tvärs över kurvan hade en ökad hastighet. Risken som uppstår med att de cyklister som cyklar snabbast också hamnar på vänster sida av vägen också har sämre sikt. Olycksstatistiken visade att i viadukten på plats 0 hade olyckor skett till följd av just detta fenomen. En ytterligare risk med inbromsningen är om underlaget är dåligt. På plats 0 hade en olycka skett till följd av halka vid inbromsning i backen.

Mycket höga hastigheter är inte heller önskvärd. Det fanns på plats 2. 85-percentilen var högst av alla och även maxhastigheten var betydligt högre än på de andra platserna. Det är oavsett individens förmåga svårt att parera en konflikt i radiens utfart. I Swecos rapport (2019) om framtidens CM-nät (*se kapitel 1.1.3*), framgick det att dimensionerande hastighet i en korsning borde vara max 20 km/h, vilket är lägre än medianen. Trots den goda framkomligheten måste säkerheten ökas på platsen. I litteraturstudien togs bredd upp som en möjlig bidragande faktor till högre hastigheter. Plats 2 var bredast och tyder på att det stämmer. När det finns utrymme har cyklisten god möjlighet att köra om också, men det gäller endast fram till korsningen där vägen smalnade av. Det fanns också en teori om att separerade riktningar skulle ge högre hastigheter. Plats 2 var den enda plats utan målad separering. Det påståendet verkar inte stämma i dess fall.

På plats 1 och 3 fungerade utformningen bäst. Många cyklister hade god regelefterlevnad. De cyklister som cyklade långsammare fick en skjuts av lutningen och de med högre inkommande hastighet kunde behålla hastigheten. Detta är exempel på en vägutformning som tillåter god framkomlighet och säkerhet. Spridningen mellan hastigheterna skiljde sig mellan platserna, vilket mest berodde på att ingående hastighet vid plats 1 var lägre. Olyckor hade skett på platserna, men det kan ju som nämnts i litteraturstudien bero på flera delorsaker. Medelhastigheten var också lägre på dessa platser, i litteraturstudien stod det att närvaron av gående kunde ha en sänkande effekt på hastigheterna, vilket verkar stämma, särskilt tydligt på plats 1 som hade flest gående.

I litteraturstudien redovisades att medelhastigheten för cyklister i Sverige enligt mätningar låg mellan 12,5-26,7 km/h. I den här studien har medelhastigheten varierade legat över 20



km/h förutom vid plats 1, där den var något lägre. Eftersom samtliga hastigheter mättes i lutning är det rimligt att de representerar den övre delen av spannet i jämförelse. Det är positivt ur ett framkomlighetsperspektiv.

Ett annat centralt begrepp i resultaten var **regelefterlevnaden**. I denna rapport har det endast undersökts om cyklisten håller till höger. *Önskad väg* (eng. *desired path*) kan anses beskriva det faktum att cyklisterna klipper kurvan istället för att följa trafikregler. Om cykelvägen är dimensionerad för en hastighet där säkerhetskrav om sikt uppfylls längs det tänkta rörelsestråket gäller ju inte det om cyklisten väljer att cykla på andra sidan av vägen.

På plats 4 fanns problemet med att de cyklister som cyklar på vänster sida har den högsta hastigheten och sämre sikt. Även här fanns det representerat i olycksdata. En möjlig anledning till att så många cyklade på vänster sida är den korsning som leder in till cykelvägen. Det gjorde att många hamnade på fel sida från början. Det är inte motiverande för cyklisten att byta tillbaka till höger körfält om den redan hamnat snett. En utformning anpassad för cyklistens behov bör därför undvika den typen av sväng tätt inpå kurvan. Resultaten indikerar att god utformning kan användas som *en liten puff i rätt riktning* (eng. *nudging*) för regelefterlevnad.

I sammanställningen undersöktes sambandet mellan **lutningen** och **radien** med samtliga platser hastighetsförändring. Utgår man från Parkin och Rotherhams (2010) teori att cyklister linjärt ökar sin hastighet till följd av gravitationen bör cyklistens hastighet öka i 4 av 5 platser. Upp till 3% lutning ökar hastigheten och sedan börjar cyklister bromsa in. Påståendet ser ut att stämma (se Figur 40).

Det gick inte att se något samband mellan radiens storlek och hastighetsförändringen. Men det utesluter inte att radien kan ha haft en effekt. De som håller till höger ökar hastigheten i mindre utsträckning enligt cirkeldiagrammen, vilket indikerar någon effekt om än en liten. En anledning till de lägre hastigheterna för de som följer vägens högersida kan vara att vägen utgör en typ av *en liten puff i rätt riktning*. Om cyklisten följer trafikregler (håller till höger) kan det möjligtvis också göra att köra lite försiktigare och därför bromsa lätt.

Ingen av platserna hade enligt gällande dokument (VGU Råd & VGU Krav, 2020) för hög lutning, men däremot för liten radie. Samtliga platser hade 85-percentiler över 20 km/h, vilket är högre än den hastighet som cykelstråk dimensionerats för (lokálnät). Det pekar på att det som nämndes bland prioriterade insatsområdet om att krav för cykelutformning behöver ses över.

### 5.3 Slutsatser

I detta examensarbete har cyklisters hastighetsval, dess spridning och regelefterlevnad studerats. Syftet med studien var att undersöka cyklistens val av hastighet i lutning och radie. Den samlade kunskapen används för att besvara frågorna nedan:

*Hur förändras cyklistens hastighet i en vägutformning med lutning i kombination med radie?*

Lutningen skapar en ökning av hastigheten genom gravitationen. Dock indikerar resultaten att den ökningen endast gäller till 3%, därefter minskar hastigheten till följd av inbromsning. Radien kan potentiellt ha en påverkan. Hastigheten hade på tre av platserna

en statistiskt signifikant ändrad hastighet. Men det gick inte att se en kombinerad effekt från radien och lutningen i resultaten. Det rekommenderas att fler observationer genomförs för att kunna dra en slutsats om det.

*Vilken metod är lämplig för mätning av cyklisters hastighet i lutning med svängradie?*

Videoanalys är en metod som möjliggör kvantitativ hastighetsmätning men även kvalitativ uppskattning om cyklisters beteende. Denna kombination av kvantitet och kvalitet gav en detaljnivå som uppfyllde studiens syfte. Andra metoder kräver fler delundersökningar, exempelvis pneumatisk slang och intervjuer.

*Varierar regelefterlevnad på olika vägutformningar?*

Ja, cyklister valde på vissa platser att cykla på cykelvägens vänstra sida. Anledningen till det kan variera, men det är tydligt att det förekommer oftare på platser där framkomligheten gynnas om vänster sida väljs. Många cyklister följer inte radien, utan ”klipper” vägen i korta ryck. En risk som uppstår om cyklister har en högre hastighet än vad vägen är dimensionerad är att säkerheten påverkas negativt.

## 5.4 Rekommendationer

Eftersom cyklister i så pass stor utsträckning tenderar att avvika från högerfältet till förmån för framkomligheten rekommenderas det att vid planering av cykelvägar göra en säkerhetsanalys för den *önskade vägen* som cyklisten kan tänkas ta.

Dimensionerande hastigheter för cykelstråk bör ses över med hänsyn till cyklisters faktiska hastigheter.

## 5.5 Förslag till vidare studier

För att dra en slutsats med säkerhet om lutningen och svängradiens påverkan på hastigheten måste fler mätningar utföras. Ju fler kombinationer radie/lutning att jämföra mellan desto säkrare blir sambandets förhållande för hastigheten.

Det är även av intresse att studera kombinationernas effekt för cyklisternas benägenhet att hålla till höger eller hastighetsspridning. En intressant frågeställning är om vägutformning kan fungera som *en liten puff i rätt riktning*.

## 6 Källor

- Berg Alvegren, V., Karlsson, M., Wallgren, P. (2020) Specification of nudges (Deliverable 3.1) MeBeSafe.
- De Groot, R. (1994) Design manual for bicycle traffic. CROW, Amserfort. Kap 4.6
- Edman, D., Isaksson, K., Johansson, R., Berglund, C. (2019) Framtida CM-system, visioner och best practice. Stockholm: Sweco Society AB.
- Eriksson, J., Liu, C., Forward, S., Forsman, Å. Niska, A., Tapani, A., Wallén Warner, H. (2017a) Säkerhetseffekten av ökat cyklande – kartläggning av nuläget för att planera för framtiden. Linköping: VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut. Rapport 951.
- Eriksson, J. Niska, A., Sörensen, G., Gustafsson, S., Forsman, Å. (2017b) Cyklisters hastigheter – kartläggning, mätningar och observation. Linköping: VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut. Rapport 943.
- Johansson, A. (2017) En nationell cykelstrategi för ökad och säker cykling. Näringsdepartementet. Stockholm. Artikelnummer: N2017.19
- Ljungblad, H. (2017) Taktila farthinder för cyklister - effekter på hastighet och cyklisternas upplevelse. Trafikverkets Skyltfond och Koucky & Partners
- Nilsson, C., Samuelsson, S. (2018) Tillgänglighet – Definition, mått och exempel. Stockholm: WSP och Trafikverket. ISBN: 978-91-7725-377-8
- Niska, A., Eriksson, J., (2013) Statistik över cyklisters olyckor. Faktaunderlag till gemensam strategi för säker cykling. VTI Rapport 801. Statens väg-och transportforskningsinstitut. Linköping
- Niska, A., Gustafsson, S., Nyberg, J., Eriksson, J. (2013). Cyklisters singelolyckor – Analys av olycks- och skadedata samt djupintervjuer. VTI rapport 779, Statens väg-och transportforskningsinstitut. Linköping
- Parkin, J., Rotheram, J. (2010) Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal. Transport policy. September 2010.
- Polders, E., Brijs, T. (2018). How to analyse accident causation? A handbook with focus on vulnerable road users. Deliverable 6.3. Horizon 2020 EC Project, InDeV. Hasselt, Belgium: Hasselt University.
- Stigell, E., Niska, A., Collander, C., Eriksson, J., Nilsson, A. (2019) Att sänka cyklisters hastighet på cykelbanor. Acceptans, konsekvenser och förutsättningar. Linköping: VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut. Rapport 1027.
- Trafikverket (2018) Gemensam inriktning för säker trafik med cykel och moped. Stockholm: Trafikverket. Publikationsnummer 2018:159.

Trafikverket (2020a). Presentation om Nollvisionen, etappmålen samt trafiksäkerhetsläget inom vägtrafiken (Elektronisk) Tillgänglig: <[https://www.trafikverket.se/contentassets/804ce465de224ec8bd72d27d12691923/tillsammans\\_for\\_nollvisionen\\_maj\\_2020.pdf](https://www.trafikverket.se/contentassets/804ce465de224ec8bd72d27d12691923/tillsammans_for_nollvisionen_maj_2020.pdf)> (2020-09-15).

Trafikverket (2020b). Nationellt cykelbokslut 2019 – Hur utvecklas cyklande i Sverige och vart är det på väg? Borlänge: Trafikverket. Publikationsnummer: 2020:137

Trafikverket (2020c) VGU. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/Utformning-av-vagar-och-gator/vagar-och-gators-utformning-vgu/>>

Trafikverket (2020d) Råd VGU, vägar och gators utformning. Borlänge. Trafikverket. Publikationsnummer: 2020:031

Trafikverket (2020e) Krav VGU, vägar och gators utformning. Borlänge. Trafikverket. Publikationsnummer: 2020:032

Transportstyrelsen (2020a). Nollvisionen. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/statistik/olycksstatistik/statistik-over-vagtrafikolyckor/nollvisionen/>> (2020-08-18)

Transportstyrelsen, (2020b). Statistik över vägtrafikolyckor. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/statistik/olycksstatistik/statistik-over-vagtrafikolyckor/>> (2020-08-19)

Transportstyrelsen (2020c) Trafikregler för dig som cyklar. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trafikregler/Cyklist-mopedist-motorcyklist/Trafikregler/>> (2020-09-22)

Transportstyrelsen, (2020d) Om olycksdatabasen Strada. (Elektronisk) Tillgänglig: <<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/statistik/olycksstatistik/om-strada/>> (02-09-2020)

Wahl, C., Edman, D., Johansson, M., Widesjö, S., Rubbi, S. (2016) Farthinder för cyklister - en framkomlig väg? Malmö: Sweco och Trafikverkets Skyltfond.

Wallgren, P., Karlsson, M., Bergh Alvergren, V. (2020) Nudging bicyclists towards a safer behavior - Experiences from the MeBeSafe project Proceedings of 8th Transport Research Arena Helsingfors: TRA 2020

Wexler, M.; El-Geneidy, A. (2017) Keep 'Em Separated: Desire Lines Analysis of Bidirectional Cycle Tracks in Montreal, Canada. Transportation Research Record, 2662(1), pp. 102–115. doi: 10.3141/2662-12.

### Bilder

Google Maps. <https://www.google.com/maps/>

Miovision: [http://miovision.com/wp-content/uploads/Miovision\\_Scout\\_Web.pdf](http://miovision.com/wp-content/uploads/Miovision_Scout_Web.pdf)

## 7 Bilagor

### 7.1 Hastigheter

#### Plats 0 – Dalbyvägen

Objekt	Hastighet in (km/h)	Hastighet ut (km/h)
1	17,1	14,7
2	15,7	10,3
3	16,7	12,0
4	20,6	13,8
5	13,2	8,2
6	21,5	16,7
7	24,0	16,7
8	16,0	12,4
9	17,1	11,6
10	19,2	14,1
11	17,1	11,6
12	13,1	10,6
13	14,4	9,7
14	14,8	11,3
15	17,6	12,0
16	18,0	12,9
17	18,9	13,8
18	17,1	12,0
19	18,5	12,4
20	16,7	11,6
21	18,0	12,0
22	14,7	8,6
23	16,0	10,0
24	18,9	12,0
25	15,3	10,7
26	18,9	15,0
27	19,7	17,1
28	17,1	11,6
29	18,5	13,3

Cyklistens val av hastighet i lutning med radie

30	16,4	12,4
31	16,0	10,9
32	18,5	12,0
33	15,0	9,5
34	20,0	13,3
35	16,0	9,0
36	21,2	18,0
37	20,6	13,6
38	18,5	12,9
39	15,7	12,0
40	13,8	10,6
41	18,5	12,4
42	14,4	16,4
43	14,1	16,4
44	15,0	21,2
45	18,5	22,5
46	20,6	27,7
47	15,7	20,0
48	16,4	15,0
49	15,7	18,9
50	16,4	20,0
51	17,6	24,0
52	20,6	25,7
53	19,5	24,0
54	16,0	21,2
55	15,3	21,2
56	13,6	14,4
57	22,5	24,0
58	13,6	15,7
59	20,0	25,7
60	20,0	30,0
61	18,5	21,2
62	18,5	21,2
63	11,8	12,9
64	18,0	22,5
65	16,7	20,0
66	21,8	24,0
67	16,7	20,0
68	16,0	20,0
69	16,4	21,2
70	18,9	15,7
71	17,1	21,2

## Cyklistens val av hastighet i lutning med radie

72	15,7	20,0
73	15,0	22,5
74	12,9	18,0

### t-test plats 0

Beräkningen är utförd med dataanalysverktyg i Excel.

	Variabel 1	Variabel 2	
Medelvärde	17,2	16,1	
Varians	6,1	26,9	
Observationer	74	74	
Antagen medelvärdesskillnad	0		
fg	104		
t-kvot	1,7		
P(T<=t) tvåsidig	<b>0,09</b>		>0,05 Nollhypotes förkastas ej
t-kritisk tvåsidig	2,0		

### Plats 1 - Nova Lund

Objekt	hastighet in (km/h)	hastighet ut (km/h)
1	15,0	20,0
2	13,8	18,0
3	13,8	18,0
4	18,0	16,4
5	11,3	18,0
6	18,0	20,0
7	15,0	18,0
8	11,3	16,4
9	13,8	16,4
10	12,0	18,0
11	13,8	22,5
12	10,6	15,0
13	13,8	22,5
14	11,3	18,0
15	7,8	12,9
16	12,9	18,0
17	22,5	16,4
18	20,0	25,7
19	22,5	25,7
20	12,9	15,0
21	12,0	15,0
22	12,0	16,4
23	16,4	18,0
24	16,4	18,0

25	13,8	18,0
26	16,4	25,7
27	15,0	20,0
28	22,5	20,0
29	20,0	24,0
30	18,0	20,0
31	13,8	16,4
32	12,0	16,4
33	20,0	25,7
34	15,0	18,9
35	18,0	18,0
36	12,9	18,0
37	16,4	22,5
38	16,4	18,0
39	16,4	15,0
40	16,4	16,4
41	16,4	13,8
42	15,0	18,0

### t-test plats 1

Beräkningen är utförd med dataanalysverktyg i Excel.

	Variabel 1	Variabel 2	
Medelvärde	15,3	18,6	
Varians	11,3	10,7	
Observationer	42	42	
Antagen medelvärdesskillnad	0		
fg	82		
t-kvot	-4,7		
P(T<=t) tvåsidig	<b>1,2E-05</b>		<0,05 Nollhypotes förkastas
t-kritisk tvåsidig	2,0		

### Plats 2 - Gula stråket

Objekt	hastighet in (km/h)	hastighet ut (km/h)
1	9,0	18,0
2	20,0	28,0
3	10,6	18,0
4	10,0	18,0
5	22,5	28,0
6	16,4	22,9
7	22,5	31,5
8	9,5	19,4
9	13,8	31,5



Cyklistens val av hastighet i lutning med radie

10	18,0	25,2
11	18,0	22,9
12	18,0	21,0
13	20,0	31,5
14	16,4	21,0
15	13,8	21,0
16	22,5	36,0
17	20,0	25,2
18	12,9	21,0
19	22,5	25,2
20	15,0	21,0
21	13,8	22,9
22	20,0	22,9
23	18,0	19,4
24	18,0	25,2
25	25,7	25,2
26	25,7	22,9
27	18,0	22,9
28	18,0	22,9
29	20,0	22,9
30	16,4	25,2
31	13,8	21,0
32	15,0	21,0
33	22,5	31,5
34	25,7	31,5
35	16,4	19,4
36	22,5	28,0
37	22,5	36,0

**t-test plats 2**

Beräkningen är utförd med dataanalysverktyg i Excel.

	<i>Variabel 1</i>	<i>Variabel 2</i>	
Medelvärde	17,9	24,5	
Varians	20,5	23,9	
Observationer	37	37	
Antagen medelvärdesskillnad		0	
fg		72	
t-kvot		-6,0	
P(T<=t) tvåsidig		<b>6,8E-08</b>	<0,05 Nollhypotes förkastas
t-kritisk tvåsidig		2,0	

**Plats 3 - Blå stråket A**

Objekt	hastighet in (km/h)	hastighet ut (km/h)
1	20,0	20,0
2	18,9	18,9
3	26,7	24,8
4	25,7	22,5
5	18,0	17,6
6	24,0	21,8
7	25,7	20,0
8	21,2	16,0
9	23,2	18,9
10	22,5	20,0
11	16,4	16,4
12	22,5	21,8
13	24,0	14,1
14	22,5	20,0
15	22,5	19,5
16	18,0	17,6
17	27,7	27,7
18	21,2	24,8
19	20,0	21,2
20	22,5	24,0
21	22,5	17,1
22	20,0	18,0
23	24,0	24,0
24	18,9	20,6
25	20,0	21,2
26	21,2	25,7
27	20,0	22,5
28	20,0	19,5
29	21,2	24,8
30	18,9	21,2
31	18,9	22,5
32	17,1	20,6
33	22,5	23,2
34	20,0	26,7
35	15,7	17,6
36	21,2	24,0
37	21,2	24,8
38	27,7	25,7
39	25,7	23,2
40	21,2	28,8
41	27,7	30,0
42	21,2	21,8
43	24,0	34,3

## Cyklistens val av hastighet i lutning med radie

44	22,5	23,2
45	22,5	25,7
46	20,0	24,8
47	22,5	23,2
48	25,7	26,7
49	21,2	26,7

### t-test plats 3

Beräkningen är utförd med dataanalysverktyg i Excel.

	Variabel 1	Variabel 2	
Medelvärde	21,8	22,4	
Varians	8,2	15,3	
Observationer	49	49	
Antagen medelvärdesskillnad	0		
fg	88		
t-kvot	-0,8		
P(T<=t) tvåsidig	<b>0,42</b>		>0,05 Nollhypotes förkastas ej
t-kritisk tvåsidig	2,0		

### Plats 4 - Gröna stråket B

Objekt	hastighet in (km/h)	hastighet ut (km/h)
1	20,6	23,7
2	20,6	22,5
3	20,0	18,4
4	20,6	20,5
5	25,7	27,3
6	24,0	25,0
7	24,0	25,0
8	15,7	17,0
9	21,8	24,3
10	26,7	28,1
11	18,0	20,0
12	24,0	25,0
13	24,0	23,7
14	24,0	25,0
15	21,8	21,4
16	23,2	23,1
17	20,6	23,7
18	24,0	26,5
19	20,6	21,4
20	18,5	20,5

Cyklistens val av hastighet i lutning med radie

---

21	20,6	22,5
22	18,0	18,0
23	26,7	26,5
24	24,0	25,0
25	22,5	25,0
26	21,8	25,0
27	22,5	26,5
28	24,0	25,0
29	24,0	25,0
30	25,7	28,1
31	17,6	18,0
32	18,9	20,5
33	22,5	25,0
34	21,2	20,5
35	18,0	18,8
36	18,9	19,6
37	18,0	20,5
38	24,0	26,5
39	23,2	23,7
40	18,0	21,4
41	18,0	22,5
42	21,2	23,7
43	21,8	22,5
44	24,8	28,1
45	20,6	22,5
46	22,5	23,7
47	24,0	15,0
48	24,0	25,0
49	24,0	25,0
50	23,2	25,0
51	15,0	18,0
52	21,2	23,7
53	22,5	23,7
54	20,6	20,5
55	22,5	22,5
56	20,0	21,4
57	21,2	23,7
58	18,9	20,5

### t-test plats 4

Beräkningen är utförd med dataanalysverktyg i Excel.

	Variabel 1	Variabel 2	
Medelvärde	21,6	22,9	
Varians	7,0	8,7	
Observationer	58	58	
Antagen medelvärdesskillnad	0		
fg	113		
t-kvot	-2,5		
P(T<=t) tvåsidig	<b>0,01</b>		<0,05 Nollhypotes förkastas
t-kritisk tvåsidig	2,0		

## 7.2 Olycksdata från Strada

Den data som av Stradas analytiker godkändes att delas redovisas här.

Plats	Antal cykelolyckor	Tidsperiod
0	3	2001-2020
1	2	2008-2019
2	2	2008-2019
3	1	2003-2019
4	3	2006-2019