

Thesis 275

Parametrar för mikrosimulering av cykeltrafik

Känslighetsanalys av cykelmodell i Vissim och kalibrering av
hastighets- och accelerationsfördelning

David Palmqvist

Trafik och Väg
Institutionen för Teknik och Samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet



Copyright © David Palmqvist

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5241)/1-72/2015
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2015

Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5241)/
1-72/2015

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 275

ISSN 1653-1922

Author(s): David Palmqvist

Title: Parametrar för mikrosimulering av cykeltrafik -
Känslighetsanalys av cykelmodell i Vissim och kalibrering av
hastighets- och accelerationsfördelning

English title: Parameters for micro-simulations of bicycle traffic-Sensitivity
analysis of a bike model in Vissim and calibration of speed- and
acceleration distributions

Language Svenska

Year: 2015

Keywords: Mikrosimulering; Vissim; Cykeltrafik; Hastighet; Acceleration;
Känslighetsanalys

Citation: David Palmqvist, Parametrar för mikrosimulering av cykeltrafik.
Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och
samhälle. Trafik och väg 2015. Thesis. 275

Abstract:

A semi-automatic way of calibrating micro-simulation models in Vissim with the elementary effects method is used on a traffic simulation over a mixed traffic crossing in Lund. The analysis is carried out by writing a script in Visual Basic connecting to Vissim via COM objects that iterates the elementary effects method over the whole range of suitable parameters. Speed and acceleration gets the highest rating in the sensitivity analysis with respect to travel time. The input distribution needed for speed suitable for bicycles in Vissim is measured from cyclists in Lund and presented. The results are compared to similar studies from Copenhagen and Leeds. The acceleration and deceleration distributions are measured on a test person cycling on a prepared surface with the help of video recordings. The acceleration is calculated from the time and position of each frame.

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

Förord

Detta examensarbete har skrivits vid institutionen för trafik och väg på LTH under vintern 2014 – 2015 i samarbete med Tyréns.

Ett särskilt tack riktas till Aliaksei Lareshyn som har varit handledare vid institutionen under arbetet. Tack för allt arbete med filmandet som du stöttat med. Även tack till min handledare Jonas Andersson på Tyréns som stöttat och inspirerat under arbetet samt alla andra personer på kontoret som svarat på frågor och varit behjälpliga.

Lund, Mars 2015

David Palmqvist

Sammanfattning

Många ser idag cykeltrafiken som en lösning på flera av de problem som motortrafiken genererar. Kommuner och samhällsplanerare arbetar aktivt för att öka andelen cyklister, något som också ser ut att lyckas. Idag används mikrosimuleringsmodeller främst för motortrafik och till viss del gående men mikrosimuleringsmodeller kommer vara ett av de redskap som används för att ta fram attraktiva och effektiva trafiklösningar också för cyklister när cyklandet och kraven för cyklister ökar. Mikrosimuleringsprogram som Vissim kan justeras och förändras på många sätt för att på bästa sätt simulera den valda situationen. Detta görs delvis genom att parametrar som beskriver olika beteenden eller egenskaper förs in i beräkningsmodellen som är en "black-box" vilket innebär att endast tillverkaren känner till den mer exakta beräkningsgången. Komplexiteten är mycket stor då många av de ingående parametrarna är beroende av varandra och flera parametrar påverkar samma beteende i modellen men i olika utsträckning och med olika bieffekter.

Detta arbete syftar till att studera de mest grundläggande parametrarna för simuleringar för cyklister och fokuserar på hastighets- och accelerationsfördelningar. Arbetet har också använt halvautomatisk metod för att göra känslighetsanalyser av in-parametrar på en modell över en korsning i Lund. Genom att göra känslighetsanalyser kan förståelse skapas för vilka parametrar som ger stort genomslag på den valda utdata och underlättar därmed kalibreringen av rätt parametrar vilket leder till större validiteten hos modellen.

Elementäreffektsmetoden är en metod som bygger på "en åt gången" principen. Metoden har åtminstone vid ett tidigare tillfälle använts för kalibrering av mikrosimuleringsmodeller men används främst inom miljöområdet där stora kemiska modeller används. Ett program har skrivits i Visual Basic för att med hjälp av Vissims COM interface styra programmet och automatiskt utföra den iterativa processen med att testa olika parametrar. Eftersom mikrosimuleringar i Vissim av cyklister bygger på att Wiedemanns beteendemodell anpassas till cykeltrafik är det i detta fall särskilt intressant att ta reda på vilka parametrar i denna modell som ger stort utslag i utdata, dvs. de parametrar där störst vikt bör läggas vid att ta fram värden för att få valida modeller.

Wiedemanns beteendemodell är mycket komplex och flera av parametrarna är beroende av varandra. Genom att slumpa värden på samtliga nio parametrar kan den första simuleringen göras. Den efterföljande simuleringen körs med samma värden på alla parametrar som den tidigare med skillnaden att den parameter som ska analyseras ändras med Δ . Från ett sådant par av simuleringar kan sedan elementäreffekten av förändringen beräknas. Genom att analysera samtliga elementäreffekter kan ett index beräknas som beskriver utdatas känslighet för den studerade parametern. När flera olika parametrars index har beräknats kan de sedan jämföras med varandra för att rangordnas.

En fallstudie har gjorts med en modell över en fyrvägs korsning som har byggts upp för att användas för känslighetsanalysen. Modellen består av en fyrvägs korsning med tillhörande cykelvägar och cykelöverfarter. En sträcka på 200 m av cykelbanan innefattande korsningen används för att utdata i form av restid ska kunna plockas fram och användas i känslighetsanalysen.

De bakomliggande modeller som beskriver fordonens beteende i modellen är i grunden härledda från mätningar på motortrafik och också avsedda för i första hand det. Det är genom att justera och förändra parametrar och indata som dessa modeller kan justeras för att bättre anpassas till cykeltrafik.

Känslighetsanalysen i fallstudien riktade in sig på CC parametrarna i Wiedemann 99 modellen samt hastighet och accelerationsfördelning. Inte helt oväntat visade sig restiden främst påverkas av hastighetsfördelningen följt av CC0 och accelerationsfördelningen.

Hastighet och acceleration är grundläggande parametrar för att beskriva rörelser och har visat sig ha stor effekt på modellen i känslighetsanalysen. Cyklisters hastighet har mätts i Lund med hjälp av handradar på strax över hundra cyklister i båda riktningar i backe med tvågraders lutning samt på plan mark. Hastighetsfördelningar har tagits fram och jämförts med tidigare känd data från både Köpenhamn och Leeds. Resultatet har visat på ett hastigheten generellt är något lägre i Lund jämfört med studien i de två andra städerna.

Accelerationen och retardation har också mätts under kontrollerade försök på en teststräcka med hjälp av videoanalys. Videon har haft en bildtagningsfrekvens på 24 bilder/s vilket begränsat upplösningen på mätningarna och accelerationen har delats in i tre olika områden för att få ut en accelerationsfördelning. Resultatet har jämförts med studier från Köpenhamn och resultaten från samtliga studierna är mycket likvärdiga. Retardationen har också mätts och på liknande sätt och ett konstant värde har tagits fram på retardationen.

Cyklisters hastighet är mycket komplex. Vind och lutning är faktorer som spelar stor roll samtidigt som de är svåra att kontrollera, dels under mätningar men också för de situationer där värdena ska användas.

Summary

Today many regard bicycling as a solution for many of the problems generated by urban motorized traffic. Municipalities and planners work actively to increase the ratio of cyclists, something that seems to succeed. Today micro-simulations are used mainly for motor traffic and partly for walking but micro-simulation models will play a role to find attractive and efficient solutions for bicyclists in the future. Micro-simulations programs like Vissim can be adjusted in many ways to best suit the situation. This is partly done by adjusting parameters that describes behaviors and properties that's inserted in the model that works as a black-box where only the developer of the software knows the exact calculations done by the model. The complexity is large due to that many of the input parameters depend on each other and several parameters may change the same behavior but in a different degree. This theses aims to study the most basic input for valid simulations of bicycles which turned out to be the speed and acceleration distributions. A method for a semi-automatic way of conduct sensitivity analysis on Vissim models is also testes. By doing sensitivity analysis of input parameters a better understanding for the model and which parameters that influence the model the most and therefore increase the validity of the models.

To decide and understand which input and what parameters that influence the output data the most a sensitivity analysis can be carried out. The elementary effects method is a method that is based on the one at a time method. The elementary effects method have previously been used to calibrate micro-simulation models but is mainly used in environmental models with large chemical models are used. A script is have been written in Visual Basic to use the Vissim COM interface to control the program and automatically performed the iterative process to test different input values. Because the modeling of bicyclist in Vissim is dependent on customizing the Weidemann's car following model to suit bicyclist instead of car traffic as was first intended the parameters of this model is especially interesting to study in this case.

The Wiedemann behavior model is complex and many of the parameters are dependent on each other. By randomizing values on all nine parameters the first simulation be done. The second simulation is done with the same values as the first simulation with the difference of Δ for the studied parameter. From each such a pair of simulations one elementary effect can be calculated. By analyzing all elementary effects an index can be calculated that describes the sensitivity of that parameter.

The study have been conducted in a four road crossing that have been built up to be used in the analysis. The output data for the analysis is the travel time for bikes and are measured over 200 meter of the bike lane.

The sensitivity analysis showed that speed is the most important input for travel time followed by headway gap and then acceleration.

Speed and acceleration are the most basic parameters to describe movement and have a great impact on the model. Bicyclist speed is measured in Lund with a traffic radar on over

a hundred cyclists on both flat roads but also on slopes with a two degree angle. Speed distributions have been calculated and compared to earlier studies from Copenhagen and Leeds. The results show that the speed seems to be slightly lower in Lund than in the compared cities.

Acceleration and deceleration have also been measured during controlled tests on a test track with video analysis. The video had a frequency of with a floating frame rate of about 21 pictures per second which limits the regulation on the measures of acceleration. The regulation of the video doesn't allow to create precise curve over the whole test run and is therefore divided into three parts with constant acceleration. The results are compared with a similar study from Copenhagen. The results turn out to be consistent.

The speed of bicyclists is a very complex variable. Both wind and slope are factors that are important and hard to completely control both under the field tests but also for the modelling situations where they are to be used.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och frågeställningar	2
1.3	Avgränsning	3
1.4	Metod	3
1.5	Rapportens disposition	3
1.6	Ordlista	4
2	Litteraturstudie	5
2.1	Cykeltrafik	5
2.1.1	Variationer i cykelflöden	5
2.1.2	Cyklars hastighet	5
2.2	Mikrosimuleringsmodeller	7
2.2.1	Användningsområde	7
2.2.2	Uppbyggnad av modellerna länkar	8
2.2.3	Acceleration och retardation i mikrosimuleringar	8
2.2.4	Hastighetsfördelning	9
2.2.5	Ruttvalsmodeller	9
2.2.6	Fordonens utformning	10
2.2.7	Simuleringsparametrar	10
2.3	Wiedemanns car-following modell	11
2.3.1	Körfältsbyte (Lane change)	12
2.3.2	Sidled (Lateral)	13
2.4	Mikrosimulering av cykeltrafik	13
2.5	Kalibrering av modeller	14
2.6	Känslighetsanalys	15
2.7	Elementäreffektsmetoden	16
2.8	Styra Vissim med COM object	17
2.9	Allmänt om osäkerheter i simuleringar	17
3	Känslighetsanalys	19
3.1	Uppbyggnad och ramar för analysen	19
3.2	Program i VB.net för känslighetsanalysen	21
3.3	Modelluppbyggnad	23
3.3.1	Trafikräkning	23
3.3.2	Resultat trafikräkning	24
3.3.3	Särskilda iakttagelser	25
3.3.4	Simulera cyklister som cyklar tillsammans	25
3.4	Modellens uppbyggnad i Vissim	25
3.5	Känslighetsanalys av indata	27
3.6	Parametrar att studera	27
3.7	Resultat känslighetsanalys	28
3.8	Analys av resultatet från känslighetsanalysen	29

4	Fältmätningar	31
4.1	Metod för hastighetsmätningar	31
4.2	Metod för accelerationsmätningar	31
4.2.1	Metoder som valts bort för accelerationsmätningar	32
5	Resultat från fältmätningar	34
5.1	Hastighetsmätningar	34
5.2	Accelerationsmätningar	35
5.2.1	Retardation	37
6	Analys av fältmätningar	39
6.1	Hastighetsmätningar	39
6.1.1	Jämförelse av hastighet mot andra studier	39
6.1.2	Hastighetsfördelning i Vissim	40
6.2	Accelerationsmätningar	42
6.2.1	Accelerationsfördelning i Vissim	45
6.2.2	Jämförelse av accelerationsvärden	46
6.3	Retardation	46
6.3.1	Retardationsfördelning i Vissim	47
7	Diskussion	48
7.1	Känslighetsanalys	48
7.2	Hastighet och accelerationsmätningar	48
7.3	Vissim som simuleringsprogram för cyklister	49
7.4	Metoddiskussion	49
7.4.1	Känslighetsanalysen	49
7.4.2	Acceleration, retardation och hastighetsmätningar	50
8	Slutsatser och rekommendationer	51
9	Förslag till kommande examensarbeten	52
	Referenslista	53
	Bilaga 1	55
	VB.net kod för iteration av simuleringarna	56

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Cykeltrafiken väntas öka under de kommande åren då många kommuner och forskare ser en ökande cykelandel som en hållbar lösning på många av de problem som en ökande fordonstrafik skulle leda till. Cykeltrafikens fördelar är många, ett litet markanspråk, billiga resor och liten miljöpåverkan är bara några som ofta tas upp som argument för att fortsätta arbeta för att förbättra förutsättningarna för cyklande (Gatukontoret malmö stad, 2013). Vid en ökande cykeltrafik kommer också nya utmaningar för kommunerna med att ta fram bra och effektiva lösningar för utformningen av cykelinfrastruktur.

För att kunna hantera förändrat resande och planera och utforma infrastrukturen på det sätt som leder till önskade effekter, används olika verktyg och datorstöd. Trafiksimuleringsmodeller används t.ex. för att förstå olika trafiksituationer i planeringsskedet på ett mycket flexibelt och kostnadseffektivt sätt. Olika utformningar och lösningar kan prövas på ett tillförlitligt sätt och till en låg kostnad vilket är simuleringsmodellernas stora fördel. Trafiksimuleringsmodeller finns på tre olika nivåer, mikro-, meso- eller makronivå. De olika typerna av modeller använder olika beräkningssätt som är bättre anpassade till den skala som modellerna främst arbetar i.

Simuleringsprogram kan således ge möjligheten att på ett kostnadseffektivt och flexibelt sätt pröva olika lösningar och skapa en uppfattning om hur de föreslagna lösningarna kommer att fungera för samtliga transportslag. Att ha väl fungerande modeller även för cykeltrafik kan också vara av intresse vid studier som främst ser till motortrafikens flöden då cykeltrafik på ett bättre sätt kan integreras i modeller vilket i sin tur förhoppningsvis leder till bättre trafikanalysmodeller.

Transport for London (2010) anger 20 procent cykelandel som en brytpunkt för att börja fokusera mer på simuleringar av cyklister. En 20 procentig resandeandel är något som redan överskridits i flera svenska städer däribland Malmö som redan nu har en 23 procentig resandeandel och det nya målet är 30 procent (Gatukontoret Malmö stad, 2013).

De flesta trafiksimuleringsprogram är idag avsedda för att i huvudsak simulera motortrafik. Modellerna som ligger till grund för dessa program är ofta utformade efter att kunna efterlikna bilförarens beteenden och data som använts kommer från försök utförda med motorfordon. Flera av dessa programvaror har dock möjligheten att också simulera cyklister men det finns inga speciella beteendemodeller framtagna för cyklister utan det görs genom en anpassning av parametrar i motorfordonsmodellerna. Dessa modeller erbjuder en hög grad av flexibilitet genom parametersättningen vilket utnyttjas vid cykelsimuleringar för att efterlikna cyklisters beteenden.

Tyvärr finns det idag sällan tid avsatt i projekt för att gå närmare in på hur de olika parametrarna ska sättas för att efterlikna den givna situationen i simuleringar och de förvalda värdena antas ofta vara ”passande” vilket inte alls behöver vara fallet (Archer, Lord, & Persliden, 2008). Detta gäller kanske framförallt för cykeltrafik då den inte haft

särskilt stor betydelse för de flesta modeller då syftet med trafiksimuleringar allt som oftast definieras utifrån motortrafik.

Idag är det få städer som kommit så långt i sitt arbete med cykeltrafik att de tagit fram och validerat den indata som behövs för att göra mikrosimuleringsmodeller för cyklister. Köpenhamn är en av de städer som har störst andel cyklister i världen och har också kommit långt i sitt arbete med infrastruktur för cyklister. Som en del i detta har Köpenhamns stad låtit utreda vad som behövs för att ta fram bättre cykelsimuleringsmodeller samt att utreda parametersättning och modelluppbyggnad för cyklister (COWI, 2013). Det arbetet pekar på många lösningar för cykelsimuleringar och ger en bra grund till parametersättningen och modelluppbygganden för cyklister. I arbetet nämns dock att bättre accelerationsmätningar kan behövs.

Något liknande arbete har inte gjorts för svenska förhållanden och det finns anledning att tro att cyklandet till viss del skiljer sig mellan länderna vad gäller hastighet och beteende.

Vissim har fler än 190 in-parametrar (Qiao & Menendez, 2012) som på olika sätt påverkar simuleringen samtidigt som många av parametrarna beror på varandra. För att skapa en förståelse för vilka parametrar som i större utsträckning påverkar resultatet är känslighetsanalyser av parametrarna väsentliga för att skapa kalibrerade och valida modeller.

Denna rapport fokuserar på att identifiera de parametrar som har störst påverkan på modellen och har valt att fokusera på Wiedemann 99 modellen och de s.k. CC parametrar som där används för att anpassa den.

1.2 Syfte och frågeställningar

Arbetet syftar till att identifiera parametrar och indata som har stort genomslag i modellen och därför kan anses extra viktiga att studera. Genom att bygga upp en modell och utföra en känslighetsanalys på den med fokus på Wiedemann 99 modellen samt hastighet- och accelerationsfördelningar för cyklister kan studerade data rangordnas. Indata som har stort genomslag studeras sedan vidare för att kalibrerad indata ska tas fram. Arbetet ska också visa på en metod för att identifiera viktiga parametrar för cykelsimuleringar för att underlätta vid kalibrering av modeller.

Huvudsakliga frågeställningar är:

- Det finns ett mycket stort antal in-parametrar i Vissim och alla har olika betydelse för modellen. Hur kan man identifiera parametrar som är relevanta att studera vidare och som har stor inverkan på resultatet?
- Wiedemanns car-following-modell som används i Vissim är en psyko-fysisk modell utarbetad för motortrafik men modellen kan också anpassas för cykeltrafik. Vilka av dess parametrar bör man fokusera på att studera vidare?
- Hur bör accelerationsmätningar och hastighetsmätningar göras för cyklister samt hur ser dessa fördelningar ut?
- Finns det beteenden hos cyklister som observerats under fältarbetet som inte går att efterlikna på ett bra sätt som kan påverka modellens validitet?

1.3 Avgränsning

Litteraturstudien är avgränsad till att behandla mikrosimuleringsmodeller och har fokus på simulering av cykeltrafik och där till relevanta studier. Arbetet är avgränsat till mikrosimuleringsprogrammet Vissim från PTV. Vidare är det också de parametrar relevanta för cyklister som ska identifieras och arbetas vidare med. Fokus ska läggas på hastighet och acceleration då de är uppenbart viktig indata för simuleringen.

1.4 Metod

Den första delen är en teoretisk del med en litteraturstudie från texter och rapporter som berör mikrosimuleringar i allmänhet med beskrivningar av de modeller som används av mikrosimuleringsprogram samt de element som bygger upp modellen. Hur mätningar av hastighet och acceleration ska göras och hur de kan påverkas tas upp och flera tidigare studier presenteras. Litteraturstudien tar också upp teori kring känslighetsanalyser av beräkningsmodeller.

Därpå följer en empirisk del. En specifik trafiksituation studeras närmare genom fältmätningar och trafikräkningar för att ta fram en modell för att använda vid arbetet med känslighetsanalysen och till att jämföra parametervärden. Genom att analysera utdata i form av restid från modellen med olika parametersättning kan modellens känslighet för de studerade parametrarna tas fram. Känslighetsanalysen görs genom en variant av en-åtgången metoden används, kallad elementäreffektmetoden som tidigare använts i ett trafikarbete men också inom ett flertal andra vetenskapsområden.

Insamlandet av data görs genom fältmätningar och med trafik radar och video analys. Hastighetsmätningar och accelerationsmätningar utförs för att fördelningar ska kunna plockas fram till en Vissim modell avsedd för cyklister.

Metoderna beskrivs mera detaljerat i respektive avsnitt.

1.5 Rapportens disposition

Rapporten inleds med en litteraturstudie med fokus på mikrosimuleringsmodeller med inriktning på cykeltrafik med hastighet, accelerationsmätningar och känslighetsanalyser. Tidigare studier presenteras för att öka förståelsen av vad som är gjort inom området.

En modell över en korsning i Lund beskrivs och används som utgångspunkt för känslighetsanalysen. Resultatet från känslighetsanalysen presenteras och arbete går vidare med att studera hastighets och accelerations fördelningar. De metoder som används vid fältmätningarna av hastighet och acceleration redovisas och resultaten presenteras.

Resultaten analyseras och en diskussion förs kring resultaten.

1.6 Ordlista

En ordlista med förklaringar till vanligt förekommande ord i rapporten:

Vissim - En mikrosimuleringsmjukvara från tyska PTV AG.

Beteendemodell – En matematisk modell som försöker beskriva en trafikants beteende i olika trafik situationer.

Mikrosimuleringsprogram - Ett verktyg som försöker att beskriva varje fordon eller trafikant för sig med hjälp av matematiska formler.

Oscillation – Beskriver en rörelse runt en jämviktspunkt, i detta arbete åsyftas hur ett fordon's hastighet eller avstånd pendlar kring ett bestämt värde.

Simuleringssekunder – Beskriver tiden i modellen. En simuleringssekund är en sekund i modellen.

Beteendemodell – I detta arbete är det en matematisk modell som används för att beskriva fordon's beteende i olika trafiksituationer.

Wiedemann 99 – Är en av de beteendemodeller som ligger till grund för fordonen i Vissim. Modellen är framtagen för motortrafik och kan justeras genom att 10 olika CC parametrar varieras.

Retardation – Är negativ acceleration och beskriver i detta arbete inbromsning.

Känslighetsanalys – I detta arbete syftar det på en analysteknik som används för att avgöra hur olika värden på en variabel påverkar modellen.

Länkar – Är de sträckor som bygger upp vägar i Vissim.

Konnektorer – Används för att binda samman länkar i Vissim. Kan på många sätt jämföras med en sväng.

2 Litteraturstudie

2.1 Cykeltrafik

Cykelresor har vissa likheter med motortrafik men kanske framförallt med resor som sker till fots. Nationellt i Sverige är det cirka 10 % av persontransporterna som sker med hjälp av cykel men andelen är mycket högre i tätbebyggda områden och städer (Eriksson & Varedian, 2008). Andelen cykelresor varierar också med åldern på befolkningen då framför allt personer i åldern 25-44 år står för den största reslängden bland cyklister och personer i åldern 13-17 har störst andel resor med cykel. Variationen är också stor i olika städer där framförallt studentstäder har en mer utpräglad cykelkultur.

2.1.1 Variationer i cykelflöden

Cykelflödena förändras både med ett dygns fördelning men också med en tydlig fördelning över året och veckan. Dygnsfördelning har likt motortrafik sina toppar kring 6-9 på förmiddagen och mellan 15-18 på eftermiddagarna till följd av att detta är vanliga arbetstider och öppettider för skolor och verksamheter. Det är så mycket som 60 procent av cykelresorna som görs under de här tiderna (Eriksson & Varedian, 2008).

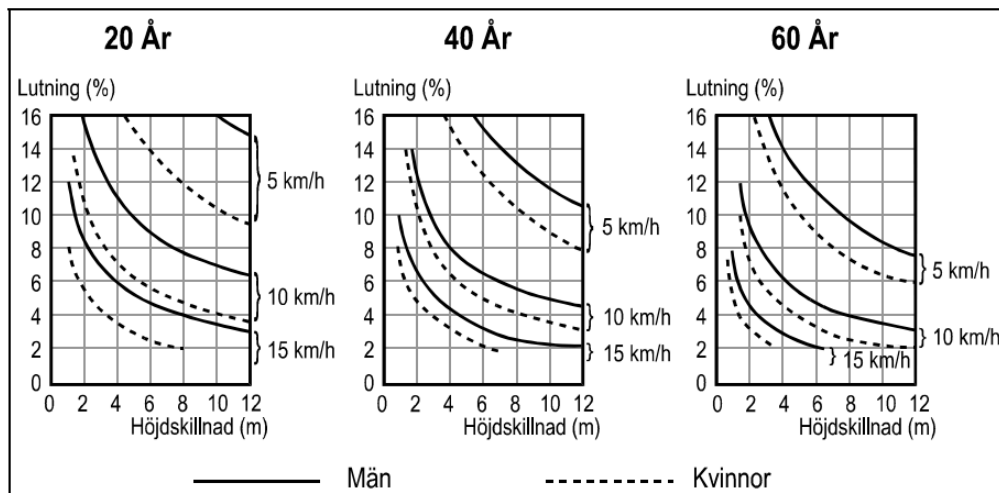
Cykeltrafikanter är i likhet med gående känsliga för de väderförhållanden som råder både på gott och ont. Under vintern är det framförallt det kalla vädret men också mörkret och risken för nederbörd som påverkar cyklister (Niska, 2007). Inte bara antalet cykelresor påverkas utan också hastigheten på cyklarna. I en studie från Stockholm såg man att hastigheten sjönk så mycket som med 30 till 60 procent gentemot hastigheten bland cyklister på sommaren (Gustafsson, 2011). Den genomsnittliga reshastigheten sjönk från 22 km/h till 16 km/h från sommaren till vintern. Dålig snöröjning pekades ut som den största anledningen till minskningen. Minskningen i cykeltrafik under vintern är inte heller lika stor i hela landet där de södra delarna tenderar att fortsätta cykla under vintern i större utsträckning och trafikverket menar att andelen cyklister sjunker ca 20 procent i de delarna av landet (Trafikverket, 2010).

2.1.2 Cyklars hastighet

Vägverket skriver i VU 94 om cyklisters utrymmesbehov vid dimensionering av cykelvägar. I VU 94 anges ett antal värden på cyklisters hastighet, acceleration samt cyklistens längd och bredd (Vägverket, 1994). Cyklars längd anges här till 2 m och bredd till 0,75 m. Vägverket anger här retardationen för cyklister vid relativt hård inbromsning till att ligga mellan 2 och 3 m/s².

Vägverket konstaterar också att vägens lutning påverkar cyklisters hastighet i olika utsträckning beroende på den cyklandes ålder och kön vilket de har sammanställt i

diagrammen nedan. Diagrammen visar cyklisters förmåga att behålla hastigheten i backar vid hastigheterna 5, 10 och 15 km/h.



Figur 1. Beskrivning från VU-94 av lutningens inverkan på hastigheten för olika åldrar och kön

Diagrammen visar på att skillnader finns mellan grupperna även om de inte är stora.

Trafikverket (Trafikverket, 2010) brukar räkna med att cykelhastigheten är 15-20 km/h som ett genomsnittligt värde för cyklister. Vid dimensionering av cykelbanor används dock betydligt högre hastigheter där större cykelstråk dimensioneras för 30 km/h.

En brittisk studie har gjorts med hjälp av GPS mätningar i Leeds för att ta reda på hastighet och acceleration bland cyklister (Parker & Rotheram, 2010). Studien var relativt omfattande och syftade till att ta fram data för hastighet och acceleration bland cyklister för att kunna användas vid planering och dimensionering av cykeltrafik. En grupp med testpersoner utsågs för att samla in data under deras pendlingsresor. Data har sedan sammanställts och värden för medelhastighet och medelacceleration har plockats fram. De har också lyckats använda den vertikala koordinaten för att beräkna lutningen där positionen sparats vilket möjliggjort att separera hastigheten mellan sträckor med olika lutning. Tabell 1 visar de resultat på hastighet och acceleration som Parker och Rotheram (2010) kom fram till.

Tabell 1. Hastigheter och accelerationer som mätts på cyklister i Leeds (Parker & Rotheram, 2010).

Gradient (%)	Mean	Speed	Eighty-fifth		Mean acceleration	Power at mean speed	Power during acceleration	Time to final speed	Mean Speed with 16 kph tail wind (kph)
	(m/s)	(kph)	percentile (m/s)	Speed (kph)					
-7	7.68	27.6	8.05	29.0	0.380	-251	-32	20.2	
-6	7.44	26.8	7.77	28.0	0.359	-183	-6	20.8	
-5	7.20	25.9	7.49	27.0	0.337	-119	19	21.3	
-4	6.96	25.1	7.22	26.0	0.316	-58	42	22.0	
-3	6.72	24.2	6.94	25.0	0.295	0	64	22.8	
-2	6.49	23.3	6.66	24.0	0.274	54	84	23.7	37.3
-1	6.25	22.5	6.38	23.0	0.252	104	103	24.8	34.5
0	6.01	21.6	6.11	22.0	0.231	151	120	26.0	31.7
1	5.61	20.2	5.75	20.7	0.220	183	133	25.6	28.3
2	5.21	18.8	5.40	19.4	0.208	211	143	25.0	24.9
3	4.81	17.3	5.04	18.2	0.197	232	151	24.5	
4	4.41	15.9	4.69	16.9	0.185	248	155	23.8	
5	4.01	14.4	4.33	15.6	0.174	259	157	23.1	
6	3.61	13.0	3.98	14.3	0.162	263	156	22.3	
7	3.21	11.6	3.63	13.1	0.151	261	151	21.3	

Studien kunde inte finna någon statistiskt säkerställd skillnad mellan män och kvinnor verken vad det gäller hastighet eller acceleration vilket VU 94 tyder på. Urvalsgruppen var på sexton personer varav fyra var kvinnor och samtliga pendlingscyklade regelbundet. Accelerationerna är medelvärden vilket gör att de är låga och tiden för att nå önskad hastighet är kring 20 sekunder. Vindens påverkan på hastigheten gör hastighetsmätningarna än mer komplexa och kan ha stor betydelse på både hastighet och acceleration. Mätningarna är gjorda i Leeds vilket pekas ut som en mycket kuperad stad i artikeln vilket också kan ha betydelse för cyklandet och resultaten. Värdena som har plockats fram för acceleration i studien från Leeds är mycket låga och tiderna för att accelerera upp mycket långa troligen beroende på att medelvärdet är taget över hela den sträcka där acceleration mätts och inte bara i början där huvuddelen av accelerationen sker.

2.2 Mikrosimuleringsmodeller

Mikrosimuleringsmodeller är idag i stor utsträckning utvecklade genom mätningar på motortrafik och för framförallt motortrafik. Detta är viktigt att vara medveten om när modeller byggs och gör det intressant att studera just dessa modeller ur ett cykelperspektiv för att bättre förstå hur vilka möjligheter till anpassning som finns.

Mikrosimuleringsmodeller är den mest detaljerade typen av trafikmodeller och fordonen simuleras på individnivå med hjälp av den grundläggande och inbyggda logiken i form av tre olika modeller, car-following, lane changing och den laterala modellen.

- Car-following: Denna modell beskriver hur fordon i samma körfält integrerar med varandra. Vissim använder sig i grunden av Wiedemann's car- following modell.
- Lane-change: Hur fordonen agerar när de byter fil kontrolleras av denna modell.
- Lateral: Modellen beskriver hur fordonen positionerar sig på vägen.

2.2.1 Användningsområde

Det är viktigt att känna till vilka styrkor och svagheter olika simuleringsmodeller erbjuder och vilka begränsningar de har. Mikrosimuleringsprogram har en klar fördel gentemot andra simuleringsmetoder då det är tät trafik och anläggningarna är nära sin fulla kapacitet (Department for Transport, 2007). Till programmets nackdel ska läggas att de är mycket beräkningsintensiva samt kräver stora mängder indata som ofta är svår att mäta och validera. Eftersom simuleringsprogrammen ofta fungerar som en "black box" av användarna där ett värde stoppas in och ett resultat levereras är det viktigt att vara medveten om att resultatet är helt beroende på de värden som stoppas in.

Simuleringar används främst i utredningsskedet för att avgöra hur en specifik lösning kommer att fungera under olika förutsättningar. Trafiksimuleringarnas stora fördel är att ett stort antal olika scenarion kan simuleras med liten ansträngning efter att modellen i ett första skedet har byggts upp. Mikrosimuleringsprogram kan också vara mycket användbart för att testa signalscheman till trafiksignalsanläggningar och andra system som man vill implementera.

Mikrosimuleringsprogram är mycket detaljerade och beskriver varje fordons rörelse och interaktion. Om inte den höga upplösningen behövs eller om bristen på indata är stor finns

det andra modeller som är mycket enkla i sin utformning (t.ex. Capcal) och kräver mycket mindre indata men kan delvis leverera samma typ av utdata. Utdata från en enklare modell behöver heller inte bli sämre än från en mer avancerad modell om inte tillräckligt valid indata finns för den.

Området som ska modelleras behöver också vara avgränsat i storlek då beräkningarna snabbt blir tunga då alla fordon självständigt ska modelleras. Mikrosimuleringarnas styrka i att på ett exakt sätt kunna beskriva enskilda fordons rörelser blir då också mindre viktigt när de större rörelserna tar över och beskrivs både bäst och enklast med program som bygger på flödesberäkningar. Department of transport (2007) skriver att deras rekommendationer är att simulera max en korsning före eller 2 km väg före den plats som ska utredas.

2.2.2 Uppbyggnad av modellerna länkar

Den mest grundläggande informationen som behövs för att bygga en modell är den geometriska utformningen av anläggningen som ska simuleras. Den byggs i Vissim upp av länkar och konnektorer som binder samman länkarna. Länkarna har samma egenskaper som enkelriktade vägar och dess längd och bredd är viktig indata. Varje länk är sedan kopplad till en beteendemodell som bestämmer hur fordon rör sig på länken (PTV AG, 2010). Det är alltså denna beteendemodell som kopplas till länkarna som simulerar olika typer av vägar på olika sätt, till exempel cykelbanor och motorvägar. Konnektorerna visar vilka länkar som sitter ihop och visas också som vägar i den grafiska vyn i Vissim.

För att underlätta den geometriska uppbyggnaden av länkar och konnektorerna kan bakgrundsbilder läggas in för att användas som mall och möjliggör också att mer exakt efterlikna en specifik situation med rätt vinklar från korsningar etc. (PTV AG, 2010). Bakgrundsbilderna kan dels komma från ritningsunderlag eller om det är befintliga anläggningar som studeras kan också online kartor direkt aktiveras i programmet.

2.2.3 Acceleration och retardation i mikrosimuleringar

För att simulera förändringar i hastighet är acceleration och retardation viktiga parametrar för modellen. Eftersom dessa värden varierar beroende på en rad faktorer så använder Vissim formler för att beräkna värden för den aktuella situationen. Fordon accelererar olika beroende på vilken hastighet fordonet färdas med samt faktorer som vilken typ av motor som fordonet drivs av. För elektriska motorer antas accelerationen vara konstant medan förbränningsmotorer har en högre acceleration vid låga hastigheter (PTV AG, 2010).

För varje fordonstyp som definieras behövs två accelerationskurvor och två retardationskurvor. Den första kurvan beskriver den maximala accelerationen som endast används om den behövs för att behålla fordonets hastighet i slutningar. Den acceleration som används i alla andra fall är den önskvärda accelerationen (desired acceleration). På samma sätt anges retardationerna.

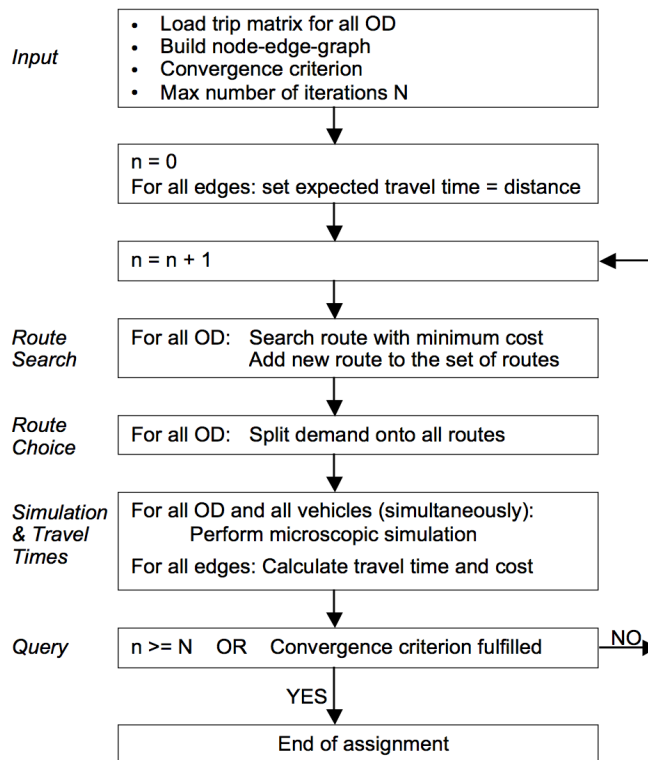
Dessa värden anges som fördelningar istället för fasta värden då Vissim använder dessa fördelningar för att efterlikna den skillnad som finns mellan trafikanter i samma fordonsgupp.

2.2.4 Hastighetsfördelning

Hastighetsfördelningen är en av de viktigaste parametrarna som behövs för korrekta simuleringar. De olika fordonens hastighet har stor påverkan på restider och framkomligheten, framförallt på raka delar där den angivna målhastigheten kan nås och vidhållas under en längre tid. När det finns skillnader i hastighet mellan fordon uppstår också situationer då omkörningar görs, detta gör att hastighetsfördelningen inom en fordonsgrupp är av stor betydelse för att efterlikna de beteenden som finns i trafiken. Hastigheten finns som en hastighetsfördelning i Vissim (PTV AG, 2010).

2.2.5 Ruttvalsmodeller

I Vissim läggs vanligen rutter in direkt i modellens grafiska gränssnitt. Rutterna är de objekt som bestämmer varifrån fordonen kommer, vart de ska och vilken väg de väljer för att ta sig dit. I korsningar där flera olika vägar finns att välja används delade rutter för att fördela trafiken mellan de olika vägarna. Detta görs genom att andelen fordon som väljer en viss rutt anges (PTV AG, 2010).



Figur 2. Schematiskt beräkningsgång för dynamiskt ruttval (PTV AG, 2010).

För större system av korsningar uppkommer snabbt en stor mängd olika resvägar där vissa också kan ha samma slutdestination. Det blir fort krångligt och tidskrävande att manuellt lägga in alla olika möjliga resvägar samtidigt som man måste ha information om resfördelningen över samtliga delrutter. Lösningen på detta är att använda dynamiska ruttvalsmodeller där programmet beräknar varje fordon's restid för de olika rutterna för att

själv välja den rutt som går fortast under de aktuella förutsättningarna. Genom att använda dynamiska ruttval kan man också låta trafiken variera över tiden för att efterlikna lågtrafik och högtrafik i modellen. Den dynamiska ruttvalsmodellen kräver att man anger vart fordonen kommer ifrån och vart de ska (origin and destination) men inte hur de tar sig mellan dem. Hur fordonen väljer att åka beräknas genom en iterativ process. Restiden för varje iteration beräknas för de olika resvägarna och inför nästa iteration fördelar sig fordonen om sig efter vilka vägar som går fortast under den aktuella trafikbelastningen. För att spegla verkligheten så är det inte bara de snabbaste rutterna som används utan en viss del av fordonen antas också välja mindre attraktiva rutter på grund av att deras lokalkännedom och tidsbedömningsförmåga inte är exakt. Figur 2 visar den beräkningsgång som Vissim använder vid dynamiskt ruttval.

2.2.6 Fordonens utformning

Fordonens utformning har stor betydelse för den plats som åtgår under körning men också i köer. För att kunna köra simuleringen i 3D behövs filer med cyklister uppbyggda i 3D med rätt dimensioner. En stor majoritet av cyklar har liknande utformning och mått i längd och bredd och en typ av cykelutformning kan anses räcka. Lådcyklar och transportcyklar blir allt vanligare och är den enda cykeltyp som skiljer drastiskt i längd och bredd. Andelen är fortfarande mycket låg men om andelen ökar kan ytterligare cykelutformningar läggas till.

2.2.7 Simuleringsparametrar

De mest grundläggande förutsättningarna för simuleringen sätts i ”Simulation Parameters”. Här väljs höger eller vänstertrafik samt hur länge simuleringen ska köras. Det är också här som simuleringens upplösning bestäms. Upplösningen bestämmer hur många gånger som ett fordon position beräknas per simuleringssekund. En högre upplösning gör alltså att fordon rör sig jämnare men resulterar också i att antalet beräkningar ökar för varje ökning i upplösningen (PTV AG, 2010).

Simuleringssekunder är den egentliga tiden under simuleringen. En simuleringssekund är alltså en sekund i modellen och ett fordon som rör sig med 1 m/s har alltså efter en simuleringssekund rört sig 1 m.

Slumpfröet eller ”random seed” är väsentligt i simuleringar. Slumpfröet är ett tal kopplat till en rad slumptal. Beroende på vilket slumpfrö som används genereras olika slumptal. Detta gör att simuleringar som körs med samma parametersättning och har samma slumpfrö kommer att ge exakt samma resultat (PTV AG, 2010). Slumpfröet används för att ge simuleringen en variation då fordon och trafik självklart inte återupprepar sig och fordons egenskaper varierar slumpvis. Detta gör också att en modell måste köras flera gånger med olika slumpfrö för att man ska kunna ta ut mätningar i modellen som man kan vara säker på har ett värde som representerar modellen och inte har för stor inverkan av slumpen.

2.3 Wiedemanns car-following modell

Wiedemann tog 1974 fram en modell för hur fordon agerar när de ligger i samma körfält och är en så kallad beteende modell. Modellen bygger på en stor mängd mätningar av motorfordons beteenden (Wiedemann, 1974).

Den grundläggande idén i Wiedemanns car-following-modell är att föraren befinner sig i ett av fyra körlägen beroende på avståndet till framförvarande.

- *Fri körning*: Fordonet påverkas inte av framförvarande fordon utan föraren försöker att uppnå sin målhastighet. Denna hastighet kan i verkligheten inte hållas helt konstant utan oscillerar vilket också är inbyggt i modellen.
- *Närmande*: När föraren kommer ikapp ett mer långsamt körande fordon anpassar föraren hastigheten till detta och bromsar in för att till slut hamna på det säkerhetsavstånd som föraren eftersträvar.
- *Efterföljande*: Föraren följer nu bara efter det framförvarande fordonet på det aktuella säkerhetsavståndet. En förare kan inte göra detta precist utan avståndet ändras något via oscillation i förarens hastighet.
- *Inbromsning*: Inbromsning sker om fordonet kommer närmare framförvarande fordon än det önskade säkerhetsavståndet. Detta händer då framförvarande fordon bromsar eller om filbyten görs framför föraren som i sin tur påverkar framförvarandes hastighet.

Under tiden som förhållandena ändra flyttas fordonen mellan de olika lägena. På grund av att förare uppfattar hastigheter och säkerhetsavstånd på olika sätt samtidigt som många av fordonens och modellens beskaftenheter har speciella värden sägs modellen vara en psykofysisk car-following modell eftersom modellen tar hänsyn till både psykiska och fysiska faktorer (PTV AG, 2010). Wiedemann 74 var den första modellen som togs fram men en variant av den modellen finns också i form av Wiedemann 99 som tillåter för större möjligheter att påverka modellen i form av att fler parametrar finns som kan sättas av användaren för att bättre kunna efterlikna trafikanters beteenden.

De parametrar som finns i Wiedemann 74 är följande:

- *Genomsnittligt avstånd vid stillastående (Average standstill distance)*: Denna parameter beskriver det genomsnittliga avståndet mellan stillastående fordon. Det finns en fast variation av ± 1 m för detta värde.
- *Tillskjutande del av önskat säkerhetsavstånd (Additive part of desired safety distance)*: Denna parameter påverkar säkerhetsavståndet genom en rad ekvationer innehållande bland annat parametern för ”genomsnittligt avstånd till annan”.

De inparametrar som finns i Wiedemann 99 är följande:

- *CCO Avstånd vid stillastående (standstill distance)*: Sätter det önskade avståndet mellan fordon som står still och har ingen variation.

- *CC1 Tid till framförvarande (Headway time)*: Den tid som en trafikant vill hålla till framförvarande fordon. Ju högre värde desto mer försiktig är föraren. Säkerhetsavståndet beror alltså på hastigheten och kan beräknas enligt: $dx_{safe} = CC0 + CC1 \cdot v$ där v är hastigheten i m/s. Säkerhetsavståndet är det minsta avstånd ett fordon håller när det följer ett annat fordon.
- *CC2 Efterföljande variation (Following variation)*: Detta värde bestämmer den variation i säkerhetsavståndet som används. Förare har i praktiken svårt att hålla ett konstant avstånd till framförvarande fordon utan det varierar. Säkerhetsavståndet varierar mellan det minsta säkerhetsavståndet dx_{safe} och $dx_{safe} + \text{värdet av CC2}$.
- *CC3 Tröskel för att gå in i efterföljning (Threshold for entering "following")*: Bestämmer det avstånd som krävs innan en förare börjar anpassa sin hastighet till framförvarande.
- *CC4 Tröskel för efterföljande (Following thresholds)*: Beskriver hastighetsskillnaden under efterföljande fasen. Värdet bestämmer känsligheten för negativa hastighetsförändringar hos det fordon som fordonet följer efter.
- CC5 fungerar som CC4 fast för positiva hastighetsförändringar.
- *CC6 Svängningens hastighetsberoende (Speed dependency of oscillation)*: Beskriver hur svängningarna i hastighet varierar beroende på avståndet till framförvarande fordon.
- *CC7 Svängningar i acceleration (Oscillation acceleration)*: Bestämmer accelerationen som används vid svängningarna i avståndet mellan fordon.
- *CC8 Stillastående acceleration (standstill acceleration)*: Önskad acceleration när fordon startar från stillastående.
- *CC9 Acceleration vid 80 km/h (Acceleration at 80 km/h)*: Den önskade accelerationen för fordonet vid hastigheten 80 km/h

2.3.1 Körfältsbyte (Lane change)

Det finns två typer av körfältsbyte att välja mellan i modellen. Den ena är necessary lane change och används då ett fordon "tvingas" till ett filbyte p.g.a. inbromsning eller för att ta sig fram. Den bygger på att parametrarna för maximal inbromsning och avståndet till det mer långsamtgående fordonet framför (PTV AG, 2010).

Den andra typen är den vanligaste och kallas free lane change. Det är den vanligaste typen och används där det finns mer plats för att utföra filbyten och omkörningar. Modellen undersöker då säkerhetsavstånden för att se om filbytet är möjligt. Genom att ändra parametern för säkerhetsavståndet kan beteendet bli mer eller mindre aggressivt.

Båda metoderna använder sig av parametern "time headway" för att beräkna om det finns tillräckligt med tid för att utföra körfältsbytet.

Det generella beteendet ställs sedan in och det avgör om körfältsbyte får göras vart som helst eller om det ska finnas en lägsta hastighetsgräns i den långsamtgående filen innan ett körfältsbyte görs. Sedan kommer en lång rad parametrar som bestämmer när och hur omkörningar görs, där de flesta bygger på accelerations- och retardationsparametrarna tillsammans med en avståndsbedömning.

Under ”Lateral behavior” finns parametrar som gör det möjligt att ställa in att fordon i samma körfält kan köra om varandra om det finns plats. Detta är kanske den tydligaste skillnaden i de grundinställningar Vissim har mellan motortrafik och cykeltrafik då cyklar kan tillåtas passera i samma körfält både på vänster och höger sida om cykeln som körs om. Här finns också ett val som tillåter cyklister att köa i en mer diamantformad kö vilket bättre efterliknar cyklisters beteende (PTV AG, 2010).

2.3.2 Sidled (Lateral)

För att beskriva hur fordonen är placerade på vägen kan inställningar under lateral behavior justeras (PTV AG, 2010). Här bestäms vilken sida av länken fordon tenderar att ockupera samt hur många fordon från andra filer som ska tillåtas påverka det aktuella fordonet. Genom att fordon från andra filer tillåts påverka fordonet kan ett minsta avstånd till dessa bättre hållas när fordonens position i sidled förändras. Här finns också inställningen som tillåter användaren att bestämma formen på den kö som bildas. För cyklister bör ”diamond shaped queuing” användas.

2.4 Mikrosimulering av cykeltrafik

Transport for London beskriver i deras manual Traffic modelling guidelines att många simuleringsprogram har förmågan att hantera cyklister men understryker att hastigheten och ”overtaking behavior” behöver kontrolleras. De ser också ett behov av att cyklister modelleras redan nu men nämner att vid en resandeandel om 20 procent så påverkar cykelflödena resten av modellen så pass mycket att mer arbete måste läggas på att anpassa och förbättra modellerna för cyklister (Transport for London, 2010).

Köpenhamns stad har arbetat mycket med cykeltrafik och gör också ett gediget arbete för att förbättra förutsättningarna för cyklister (Köpenhamn stad, 2011). De har tillsammans med COWI (2013) gjort en utredning för att titta på hur Vissim kan anpassa till cyklister samt gjort en utredning för att ta fram en hel rad parametrar som anses speciellt viktiga för cyklister. De har i det arbetet fokuserat på tio olika delar av modellen enligt tabell 2 nedan.

Tabell 2. Parametrar som Cowi valt att studera för cykelsimuleringar i Köpenhamn.

Grundläggande parametrar	Cykelvägarna (cycle track)	Modellering av cyklister i korsningar
Accelerationsfördelning	Parametrar för efterföljande (Car- following in driving behavior)	Beteende vid högersväng
Cyklarnas utformning	Omkörningsparametrar (Lateral in driving behavior)	Beteende i väntzoner
Hastighetsfördelning	Beteende vid avsmalnande sektion	Beteende vid stopplinjer
	Beteende vid busshållplats	

Parametrarna som studerats har delvis genom mätningar och delvis genom att pröva sig fram till rimliga värden fastställts. Först har en lämplig geometrisk utformning tagits fram för cyklar där det också finns en variation av cykeltyper med bland annat lådcyklar och

elcyklar. Den fysiska storleken på cyklarna är viktig för att kunna uppskatta det utrymme som krävs dels under cykling men också för densiteten i köer.

GPS-baserade mätningar på hastighetsfördelningar och accelerationsfördelningar har gjorts och resulterat i mycket lägre värden än de som Vissim använder i sin fördefinierade fordonsklass för cyklar. Flera olika fordonstyper har tagits fram för elcyklar, lådcyklar och vanliga cyklar för att bättre kunna kontrollera andelen av de olika typerna i modellen och samtidigt få ett sätt att identifiera olika cyklister som representerar olika grupper under simuleringen. Vissa typer av problem som uppstår i simuleringen kan då lättare hänföras till en viss cykeltyp.

När det kommer till beteendemodellen har man argumenterat kring valet av Wiedemann 99 istället för Wiedemann 74. Wiedemann 99-modellen är mer komplex och har större möjlighet att ändras av användaren när tillräcklig indata finns. De anser den därför bättre lämpad för cykelsimuleringar där det finns ett behov av att kunna styra så många parametrar som möjligt med tanke på att cyklar skiljer sig mycket från motorfordon och modellerna i grunden är framtagna för motortrafik. Ett mindre jämförelsetest gjordes också mellan de två modellerna och Wiedemann 99 ansågs vara fördelaktig att använda. CC-parametrarna i Wiedemann 99 har stor betydelse för modellen och rekommendationer för vissa av värdena ges.

Rapporten (COWI, 2013) tar också upp omkörningsparametrar och beskriver här att cyklar tenderar att hålla sig till höger i körbanan och att omkörningar därför endast ska göras till vänster. Vidare så är det vanligt i Köpenhamn att busshållplatser är mycket smala och belägna i direkt anslutning till cykelbanor vilket gör att cykelbanan tillfälligt befolkas av kollektivtrafikresenärer och därmed stör cyklarna och är relevant att ta i beaktning för simuleringar i Köpenhamn på ett annat sätt än de kanske är i Sverige.

Rapporten pekar också på behovet av att ha en speciell beteendetyper för den delen av länkar som befinner sig närmare än 75 m från sen stopplinje. Detta för att kunna aktivera "Smooth closeup behavior" och sätta "Standstill distance for static obstacles" till noll. Rödkörning är inte så ovanligt och kan tas med i modellen genom att justera för "rate of compliance" för signalen. Det är då viktigt att ha separata signaler för cyklar och motorfordon för att kunna ha olika andel rödkörning på de olika fordonen. Under de mätningar som gjort har andelen rödkörande uppmätts till hela trettio procent för cyklister som svänger höger eller fortsätter rakt fram i mindre korsningar medan det i större korsningar bara är enstaka rödkörare och endast bland högersvängande. Det har också iakttagits att cyklister på flera ställen väljer att använda gångbanan för att genomföra högersvängar något som blir svårt att efterlikna på ett bra sätt.

Under litteraturstudien har inga simuleringsprogram hittats som har modeller som är konstruerade och avsedda för cyklister utan simuleringen av cyklister bygger helt på att modeller för motortrafik används med parametersättningar som bättre lämpar sig för cykeltrafik.

2.5 Kalibrering av modeller

Att kalibrera en trafiksimuleringsmodell innebär att man kontrollerar elementens representativitet men också att processerna som styr elementen påverkar varandra på ett korrekt sätt (Lord, Archer, & Persliden, 2008). Aktuell trafikdata är tillsammans med

erfarenheter och kännedom om trafikprocesser utgångspunkt för kalibreringen. Enligt Lord et al. (2008) är det många med goda kunskaper inom mikrosimulering som anser att kalibreringen mest handlar om att få modellbeteendet att återspegla trafikprocesserna i verkligheten.

Som grund för kalibreringen anges att man bör starta med trafikgenereringen på alla länkar och få den till att bli rätt enligt data man har sedan tidigare. Man tar också specifikt upp problemet med komplexiteten i parametersättningen i beteendemodellen där parametrarna många gånger samverkar. Även Archer et al. (2005) tar upp känslighetsanalyser som ett redskap för att skapa en förståelse för hur stor påverkan parametrarnas värde har för slutresultatet och därmed ge en indikation på hur mycket tid som bör läggas på att kalibrera enskilda parametrar. En rekommendation lämnas också om att inte låta känslighetsanalysen ta för mycket tid då de anser det vara svårt att göra en konkret analys av resultatet.

Qiao och Mendez (2012) genomförde en enkätundersökning där frågor ställdes om hur personer som använder mikrosimuleringsmodeller kalibrerar modellerna. Resultatet visar att 85% använder sig av att den manuella metoden att köra ”trial and error”. 10 % använde en mer automatiserad metod och resten uppgavs använda någon annan metod. På frågan huruvida vetenskapliga publikationer eller vetenskapliga riktlinjer användes eller följdes under kalibreringen blev svaret att drygt hälften av de tillfrågade gjorde det. Det är inte rimligt att kalibrera samtliga parametrar i modellen och det är därför extra viktigt att veta vilka parametrar man bör fokusera på.

2.6 Känslighetsanalys

Vissim är en kommersiell programvara som skyddas av upphovsrätt och de exakta matematiska modeller som programvaran använder för att generera trafiken är inte kända. Den fungerar som en ”blackbox” där värden matas in - ut kommer ett resultat. Enligt (Qiao & Menendez, 2012) har Vissim över 190 olika in-parametrar som på olika sätt påverkar resultatet direkt men också indirekt genom att många parametrar är beroende av andra. Som ett exempel kan nämnas att accelerationen för ett fordon inte påverkar lika mycket om den eftersträvande hastigheten är låg då accelerationsfasen då blir kortare. Genom att göra en känslighetsanalys kan förståelsen för hur indata påverkar resultatet förbättras (Habtemichael, F. and Picado-Santos, L). Detta är information som kan vara av stor betydelse i kalibreringsskedet då en känslighetsanalys kan peka ut de parametrar som i olika utsträckning påverkar modellen. Kalibreringen av Vissim modeller kan bli mycket komplex då det ofta finns flera parametrar som påverkar samma beteende i mer eller mindre utsträckning men som riskerar att förväxlas under kalibreringen. Qiao och Menendez (2012) menar därför att det kan finnas både tidsmässiga vinster med känslighetsanalyser men också bidra till att öka modellens validitet.

Eftersom alla modeller som byggs i simuleringsprogram blir unika vad det gäller både länkarnas uppbyggnad men också flöde. Detta gör att det blir svårt att utföra en känslighetsanalys som kan användas generellt då känsligheten för många parametrar beror på dessa platsspecifika faktorer. Det gör att det behövs en ny känslighetsanalys för varje ny modell vilket underlättas av en bra metod för att utföra dem.

Trots en relativt stor osäkerhet kan dock en känslighetsanalys ge en mer övergripande bild av de olika parametrarnas osäkerhet. Ett stort problem med känslighetsanalyser i mikrosimuleringssammanhang är den stora tidsåtgången för de mycket tunga beräkningarna (Qiao & Menendez, 2012). ”En åt gången-metoden” bygger på att ett stort antal simuleringar körs för att få hög noggrannhet. Qiao et al. har använt värdet på restiden från de olika simuleringarna som utdata att dra slutsatser från.

I en rapport av Lownes & Machemehl, 2006 redovisas hur parametrarna för car-following-modellen påverkar kapaciteten på huvudvägar vad gäller biltrafik. Som grund i detta arbete har Vissim med car-following-modellen Wiedemann 99 använts för att studera kapacitet på huvudvägar för motortrafik. Eftersom Wiedemann 99 använts bör det gå att dra slutsatser från detta även på cykeltrafik då samma modell används där. Deras arbete visar att det finns kopplingar mellan vissa av de ingående CC-parametrarna och att det mellan de parametrar som har en sådan koppling finns flera parametervärden som resulterar i samma kapacitet för vägen. Deras studier är gjorda med en modell över en begränsande korsning varpå trafikmängden uppmätts på en punkt efter denna flaskhals för att få fram ett värde på flödet i fordon per timme.

2.7 Elementäreffektsmetoden

Elementäreffektsmetoden är en metod som bygger på en-åt-gången metoden och används ofta för känslighetsanalyser av miljörelaterade modeller. Metoden beskrevs av Morris (1991) och har sedan dess använts i flera olika sammanhang. Qiao och Menendez (2012) beskriver hur modellen kan användas för känslighetsanalyser på mikrosimuleringsmodeller och redogör också för hur metoden kan effektiviseras med mer eller mindre inverkan på resultatet.

Den enklaste metoden för beräkning av parametrarnas känslighet bygger på att alla parametrar hålls konstanta utom den parametern som studeras och brukar refereras till som en-åt-gången metoden. Elementäreffektsmetoden är en metod som bygger på detta och har använts av (Qiao & Menendez, 2012) för att utföra känslighetsanalyser för Vissim.

Parametern som studeras kallas X_i och ändras med ett litet värde Δ mellan varje simulering. Genom att plocka fram skillnaden mellan ett simuleringsresultat för körningen med $X_i + \Delta$ med den ändrade parametern gentemot en simulering utan ändrade värde (X_i) samtidigt som det divideras med förändringen Δ får man ut elementäreffekten, här kallad EE_i , hos X_i som är den studerade parametern. I ekvationen nedan är k det antal parametrar som analysen berör.

$$EE_i = \frac{Y(X_i, \dots, X_{i-1}, X_i + \Delta, X_{i+1} \dots X_k) - Y(X_i, \dots, X_{i-1}, X_i, X_{i+1} \dots X_k)}{\Delta} \quad Ekv. 1$$

Genom att slumpvis ta fram m kombinationer på $X_i - X_k$ som ligger inom det tillåtna spannet för varje parameter X_i körs sedan modellen en gång för varje kombination med en efterföljande körning där endast X_i ändras till $X_i + \Delta$ inför nästa körning. Man kan på det här sättet pröva parametrarna över hela det spannet som parametrarna tillåts variera över (ibid.). Tillslut har m EE värden från X_i tagits fram och standardavvikelsen μ och

medelvärde σ kan beräknas för dessa EE. Dessa värden används för att jämföra parametrarna och desto lägre värden på μ och σ desto mindre känslig är modellen för den parametern X_i .

Det som skiljer metoden från en mer simpel en- åt- gången metod är skillnaden mellan utdata från de båda körningarna divideras med Δ för att få fram elementäreffekten.

Nackdelen med metod är att den är relativt långsam då det krävs två simuleringar för att få ut en elementär effekt och (Qiao & Menendez, 2012) betonar att ett stort antal EE värden behövs för att få en hög konfidsgrad. Den totala beräkningstiden blir: (tiden för en simulering) $\cdot 2 \cdot k \cdot m$, där m är antalet EE som ska plockas fram. Storleken på m bestäms av vilken noggrannhet som behövs på analysen. Qiao et al. har använt m värde på tvåhundra i sina försök. Trots att metoden är beräkningskrävande finns det flera exempel på när metoden använts effektivt för mindre beräkningskrävande modeller. Modellen över korsningen som beskrivs i kapitel 6 är liten och metoden bör fungera väl.

Metoden bygger på att ett eller flera olika värden tas ut ur modellen för att använda för jämförelsen. Utdata som används varierar och bör väljas utifrån den studerade trafiksituationen. Ofta kan restiden över en sträcka användas eller i mer speciella fall den maximala kapaciteten i fordon per timme som bland annat gjorts i försök av Lownes och Machemehl (2006). I deras studie var det kapaciteten på en motorvägspåfart som studerades. Genom att ha ett flöde som var större än påfarten klarade av kunde ett kapacitetvärde fås genom att mäta antal fordon per timme efter flaskhalsen.

Dessa metoder kräver många iterationer vilket medför att det finns ett behov av att kunna automatisera beräkningarna. Vissim har därför ett COM interface som möjliggör för externa program att kommunicera med Vissim (PTV AG, 2010). COM interfacet kan nås genom en rad programmeringsspråk som Visual Basic, Python eller MatLab. Utdata från modellen kan sedan exporteras till bland annat Microsoft Access som databas.

2.8 Styra Vissim med COM object

Vissim kan styras via andra programspråk via COM- objekt från ett flertal olika programspråk som Visual Basic, MatLab och Python med fler (PTV AG, 2010). Detta underlättar eftersom det gör det möjligt att automatisera många uppgifter som att t.ex. iterera simuleringar med olika värden eller att ändra värden i simuleringen under en körning. Alla vanliga satser som *if-then-else*-satser och *for*-loopar stöds.

2.9 Allmänt om osäkerheter i simuleringar

Eftersom modellen använder sig av olika så kallade ”slumpfrö” för varje simulering skiljer sig utdata från varje körning. För att generera utdata med tillräcklig stor noggrannhet krävs det därför att modellen körs ett antal gånger och att sedan median eller medelvärde från dessa körningar används som ett mått på värdena för den aktuella trafiksituationen. För att veta hur många körningar som behöver göras för varje enskild modell rekommenderar Hourdakis et al att några körningar görs för att värden till en t -fördelning ska kunna plockas fram (Hourdakis, Michalopoulos, & Kottommannil, 2002). Ett riktvärde som ofta

används vid kalibrering men där osäkerheterna varierar är att minst tio körningar krävs för att få bra värden från en modell (Archer & Cunningham , 2005).

3 Känslighetsanalys

3.1 Uppbyggnad och ramar för analysen

Elementäreffektmetoden genomförs genom iterationer av Ekv. 1 i kap 2.7 ovan. För att kunna iterera modellen med olika värden utan att behöva göra detta manuellt har ett script i Visual Basic skrivits som kör simuleringarna efter varandra och genererar den utdata som behövs för vidare beräkningar. I detta arbete kommer ett mindre antal simuleringar göras än i Qiao & Menendez (2012) artikel för varje parameter som studeras för att spara beräkningstid. Detta görs på bekostnad av osäkerheten i mätningarna men eftersom detta arbete främst syftar till att visa på en fungerande metod är inte det av avgörande betydelse. Utdata har valts till restid men bör med fördel väljas utifrån vad den tänkta modellen ska användas till. Det är också fullt möjligt att använda flera olika typer av utdata för analysen med mer eller mindre oförändrad beräkningstid.

Eftersom det är oklart vilka av de CC parametrar som finns i beteendemodellen Wiedemann 99 som påverkar varandra kommer samtliga tio parametrar att användas i känslighetsanalysen och slumpstal tilldelas varje parameter för att få en variation mellan värdena när sedan en av parametrarna testas. Parametrarnas känslighet testas genom att modellen körs förs en gång med de slumpvis valda parametrarna och gången efter körs modellen med samma värden på samtliga parametrar som gången innan förutom på den studerade parametern som ändras med Δ . Storleken på Δ är i detta fall satt till 1.

Anledningen till att det är viktigt att slumpa fram värden på de nio andra CC parametrarna som inte testas är för att resultatet inte ska bli beroende av parametrarnas inbördes beroende. Som arbetet tidigare tagit upp är många parametrar beroende av varandra och detta skulle påverka utdata åt ett eller annat håll om de värdena hållits konstanta.



Figur 3. Den arbetsgång och beräkningsgång som används vid känslighetsanalysen.

Värdena som tilldelas CC0 till CC9 måste hålla sig inom någon form av rimligt intervall vilket i vissa fall kan vara svårt att uppskatta. Vad de olika parametrarna beskriver har gått igenom i den teoretiska genomgången av Wiedemanns car-following-modell under kapitel 2. Alla parametrar är relevanta för cyklister förutom CC9 som beskriver acceleration vid hastigheter över 80 km/h och därför sätts till 0 för samtliga iterationer.

Den uppskattning som gjorts av vilket intervall som varje parameter kan tillåtas variera mellan är satt med god marginal och för respektive parameter rimliga antaganden. Eftersom det är svårt att uttala sig om inom vilket spann parametrarna används av olika modellmakare och vilka som kan vara aktuella för cykeltrafik har marginal tagits. Som försvar av metoden kan sägas att orimliga värden inte sällan antas i modeller med dålig validitet för att uppnå önskat resultat. Man bör vara på det klara med om det finns parametrar som inte kan tillåtas anta värden nära noll. Ett exempel skulle kunna vara acceleration då värden nära noll kommer leda till att målhastigheten aldrig nås och hastigheten kan förbli extremt låg vilket skulle leda till extrema restider och därför få oproportionerligt stort genomslag.

Tabell 3. Intervall som respektive parameters slumpantal hämtas från.

Parameter	Intervall
CC0	5 - 0
CC1	5 - 0
CC2	5 - 0
CC3	-2 - 0
CC4	-3 - 0
CC5	3 - 0
CC6	50 - 0
CC7	2.5 - 0
CC8	5 - 0.1
CC9	0

För att minimera antalet obekanta faktorer sätts slumpfröet för varje iteration till samma siffra (42 i detta fall). För att det ska komma tillräckligt många cyklisterna för att ge ett tillräckligt statistiskt underlag körs modellen under 3600 simuleringssekunder motsvarande en timmes trafik. Det har visat sig generera ca 150 cyklisterna på den valda sträckan vilket har ansetts ett tillräckligt antal för att slumpens inverkan ska bli liten.

3.2 Program i VB.net för känslighetsanalysen

Det övergripande målet med denna kod är att skapa ett program i Visual Basic som med hjälp av COM objekt startar och kör den tänkta simuleringen genom att ladda in .inpx filen som innehåller all data som behövs för att köra simuleringen. Genom att byta ut texten i .inpx filen på den rad som motsvarar den parameter som ska varieras kan ny text med parametrar med nya värden stoppas in och filen sparas på nytt. När den nya filen sedan laddas in kommer den nya raden och dess parametrar också att läsas in och programmet kan återigen köras. Hela denna process itereras med hjälp av en for-loop tillräckligt många gånger för att en önskad mängd elementäreffekter ska kunna beräknas. Hela programkoden finns i appendix 1. I detta arbete har 100 elementäreffekter plockats fram för varje studerad parameter. För att skriva en programkod som med hjälp av COM objekt startar och kör Vissim skapas först objektet Vissim genom:

```
Dim Vissim As Object
```

```
Vissim = CreateObject("Vissim.Vissim.700")
```

För att ladda in ett nätverk används *Vissim.LoadNet("C:\fil.inpx")* där sökvägen till filen som ska köras anges.

Filen som används har redan skapats som vanligt i Vissims visuella gränssnitt där nätverket och trafiken redan genererats tillsammans med en rad andra inställningar. Alla dessa inställningar är lagrade i .inpx filen vilket gör att det endast är raden med den aktuella parametern som behöver justeras mellan simuleringarna. Nya värden på de parametrar som studeras genereras med hjälp av *Rnd()* funktionen. Viktigt att komma ihåg är att skriva in raden *Randomize()* för att de slumpade värdena ska bli olika varje gång.

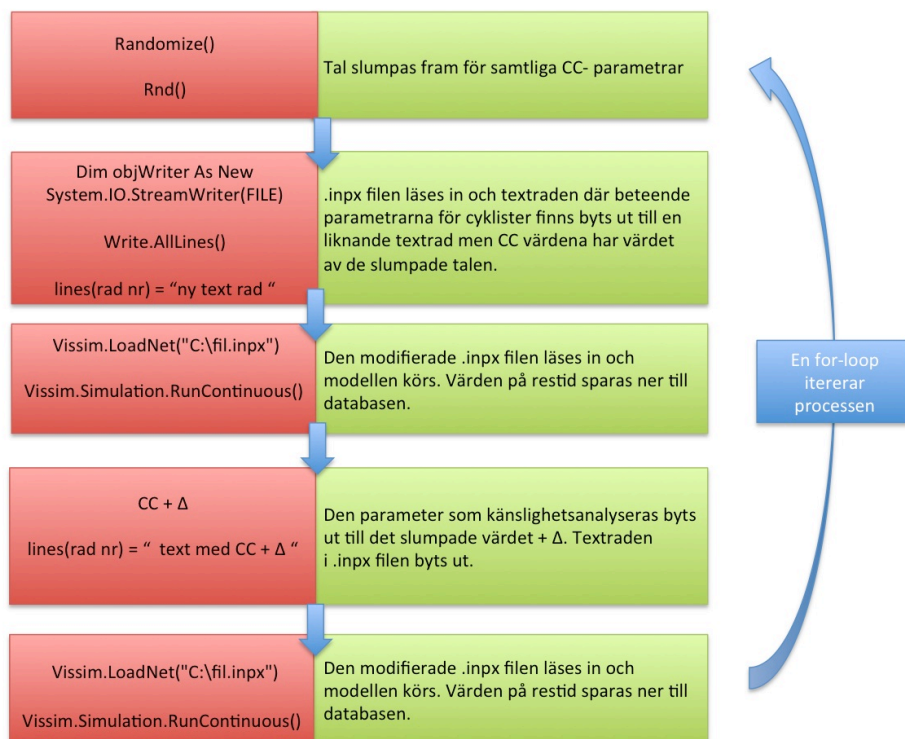
Den aktuella raden som innehåller beteendeparametrarna för cyklister byts sedan ut med hjälp av funktionen `Write.Line("texten som innehåller de nya parametrarna")`.

När `.inpx` filen har laddats in kan simuleringen startas genom följande rad `Vissim.Simulation.RunContinuous()`

Sparat i `.inpx` filen är redan sökvägen till den databas dit utdata sparas från varje simulering vilket i detta fall är restiden mellan två punkter.

Textraden byts nu ut en gång till men alla parametrar får samma värde förutom den studerade parametern som får det ursprungliga värdet plus Δ . Viktigt är nu att den nya filen läses in av Vissim innan nästa simulering körs. Processen upprepas med hjälp av en for-loop och nya värden genereras för varje par av körningar. Figur 4 beskriver arbetsgången och vilka operatorer som är viktigast för uppgiften till höger.

Med denna kod tar det ca en minut att köra en simulering i det använda nätverket med 3600 simuleringssekunder vilket genererar ungefär 150 fordon på den sträcka där restiden mäts. Själva simuleringen tar relativt liten del av den totala tiden men att läsa in de modifierade `.inpx` filerna i Vissim tar längre tid. Det är troligt att det skulle gå att optimera koden speciellt för inmatning av nya parametrar genom att enbart läsa in den aktuella raden på nytt och inte hela `.inpx` filen.



Figur 4. Till vänster ses den kod som huvudsakligen använts för att utföra uppgiften i den högra raden.

3.3 Modelluppbyggnad

En modell har byggts i Vissim främst för att användas för känslighetsanalysen samt för att testa de fördelningar och värden som plockats fram.

3.3.1 Trafikräkning

För att samla indata till modellen har en trafikräkning utförts i den valda korsningen. Korsningen är vald på grund av dess stora flöde av cyklister, att flera av cykelöverfarterna är hastighetsäkrade och att inga trafikljus finns i korsningen. Att inte ha en signalreglering i korsningen gör det lättare att simulera korsningen på ett korrekt sätt utan att behöva information om signalschemat. Hastighetsäkringen av överfarterna gör att regelefterlevnaden är större vilket gör det lättare att bygga en modell med enkla väjningsregler som speglar verkligheten på ett bra sätt. Trafikräkningen har gjorts under två på varandra följande vardagar då först motortrafiken räknats och cyklisterna dagen efter.

Väggkorsningen Delfinvägen- Magistratsvägen

2014-11-26 kl 17:00-17:20



Figur 5. Studerade korsningen mellan Magistratsvägen och Delfinvägen.

Fältstudien gjordes strax efter fem då det uppskattats vara den mest hektiska tiden på platsen. Höskolan slutar vid fem tillsammans med många av de företag som finns i området och värdena bör ses som maxvärden. Tempot var högt och många cyklister passerade överfarterna. Kölängder räknades inte men både från utfart A och B bildades

regelbundet köer. Korsningen är hastighetssäkrad genom upphöjning av övergångsställe och cykelöverfarer från tillfart C där också den största andelen cyklister passerar. Hastighetssäkringen gör också att motorfordon i mycket hög utsträckning väjer för både fotgängare och cyklister. Både cyklister och bilar räknades från samtliga riktningar och vädret var vid tillfället årstidstypiskt och utan nederbörd. Räkningarna utfördes i slutet av oktober.

3.3.2 Resultat trafikräkning

Tabell 4. Motorfordon i korsningen Magistratsvägen - Delphinvägen. Vägarna A, B, C och D är definierade i figur 5.

Motorfordon	17:00 -	17:10			
A			Veh/h	Totalt	Andel
	Vänster	47	282	432	0,65
	Rakt	20	120		0,28
	Höger	5	30		0,07
B					
	Vänster	31	186	438	0,42
	Rakt	6	36		0,08
	Höger	36	216		0,49
C					
	Vänster	7	42	156	0,27
	Rakt	8	48		0,31
	Höger	11	66		0,42
D					
	Vänster	1	6	54	0,11
	Rakt	7	42		0,78
	Höger	1	6		0,11

Tabell 5. Cyklister i korsningen Magistratsvägen - Delphinvägen

Cyklister

17:00-17:10	"Mot Delphi"	"Från Delphi"
A	1	6
B	16	96
C	108	648
D	75	450

Tabell 6. Fotgängare i korsningen mellan Magistratsvägen - Delphinvägen

Fotgängare

17:00-17:10	"Mot Delphi"	"Från Delphi"
A	0	0
B	2	12
C	11	66
D	12	72

3.3.3 Särskilda iakttagelser

Det är mycket vanligt att cyklister cyklar tillsammans i bredd eller i klungor. Något som kan vara svårt att simulera i en modell för biltrafik. Resultatet blir fler fria fordon i modellen vilket i en högre utsträckning hindrar korsande trafik.

En liten andel av cyklisterna genar också över motorkörfältet vid högersväng från C till D. Detta borde inte utgöra någon större påverkan på flödena.

3.3.4 Simulera cyklister som cyklar tillsammans

Efter fältnätningarna och ett första försök att bygga upp modellen är det tydligt att modellen inte beskriver verkligheten i korsningen på ett bra sätt vad det gäller cykelflödet då det i verkligheten är en stor andel av cyklisterna som cyklar tillsammans i bredd. Dessa cyklister räknas för sig när trafiken räknas men tiden de blockerar överfarten blir bara jämförbar med tiden som en ensam cyklist allokerar cykelöverfarten. I modellen används Wiedemann 99 som beteendemodellen för cyklisterna vilket gör att cyklarna rör sig som enskilda fordon och inget binder dem samman vilket gör att cyklarna kommer och lägger sig efter varandra. Beteendet är så vanligt i den studerade korsningen att det kan antas ha relativt stor betydelse för framkomligheten för väjande fordon.

Delar av detta problem kan lösas modelltekniskt inför valda situationer genom att en trafiksignal läggs över cykelbanan med omloppstider på några få sekunder. Detta får cyklisterna att samlas och bildar också små klungor liknande de som uppstår i verkligheten.

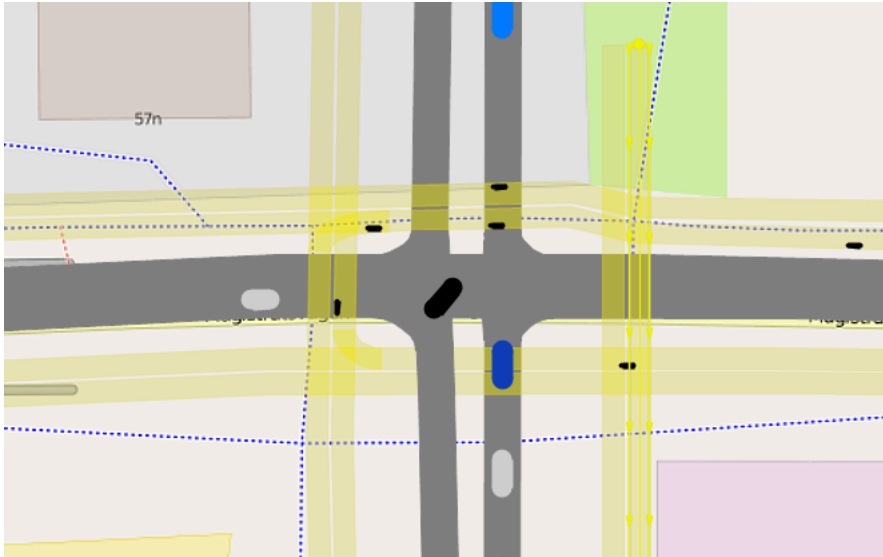
Ett problem med metoden är att cyklisterna bara binds till varandra en kort sträcka och de olika fordonens hastigheter snabbt gör att de separerar igen på grund av den relativt breda hastighetsfördelningen som beskrivits tidigare i detta arbete. Det blir också en extra startstopp plats för cyklister vilket gör att det inte är att rekommendera om fokus ligger på utdata från cykeltrafiken. Är syftet med modellen att främst studera framkomligheten bland motorfordon kan troligen metoden effektivt användas.

För att efterlikna problemet med omkörningar av cyklister i bredd kan en andel av cyklisterna ersättas av cyklister med en större bredd. Detta skulle försvåra omkörningar på smala cykelvägar men man missar samtidigt det större problemet med att mötande trafik inte får problem att passera. Detta är svårt att efterlikna när en länk endast kan ha trafik åt ett håll.

3.4 Modellens uppbyggnad i Vissim

Modellen beskriver en korsning och de tillhörande cykelvägarna. Eftersom detta arbete syftar till att studera parametersättning och användandet av modellen ska vara som grund till känslighetsanalysen har fokus valts att läggas på att korsningen ska bli tillräckligt komplex för att cyklisterna ska utsättas för olika situationer som cykelöverfart, höja och sänka hastigheten och köra på raksträcka med möjlighet till omkörning. Modellens utformning kommer ha en stor betydelse för vilka parametrar som kommer få ett stort genomslag på utdata som i det här fallet kommer att vara restiden.

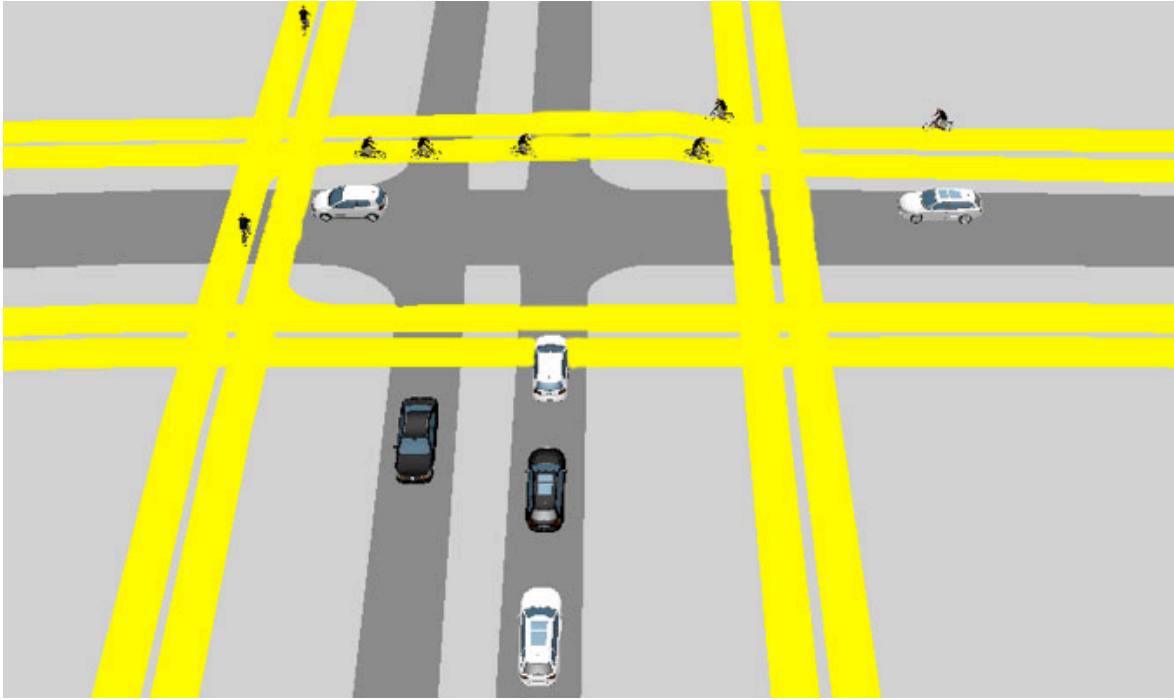
Arbetet som Cowi (2013) tagit fram i samarbete med Köpenhamns stad tar upp hur cykelvägar kan modelleras och beskriver tydligt hur man kan gå tillväga och dela in cykelvägarna i olika delar där cyklister har olika beteenden samt vilka alternativ som ska väljas. Det arbetet har till viss del följts också i denna modell men flera förenklingar har gjorts då syftet främst är att den ska kunna användas för att visa på metoden för känslighetsanalysen.



Figur 6. Korsningen i modellen från ovan.

Cykelbanornas form och geometri har satts efter mått tagna från platsen genom den automatiska kartfunktionen som finns i Vissim som importerar en karta över valt område från Openstreetmaps. Viktigt att tänka på i modellen är att hastigheten för samtliga fordon sänks när de kommer in i korsningen. Detta görs genom att en "reduced speed area" läggs in på länkarna över korsningen.

Korsningen har upphöjda övergångsställen och cykelöverfart vilket gör att motorfordonen väjer för cyklister i en mycket hög utsträckning. Detta underlättar i modellen då motorfordonen kan ges väjningsplikt vilken är strikt och inga fordon bryter mot den vilket väl stämmer väl överens med trafiksituationen på platsen. För att undvika att fordon fastnar har konnektorerna mellan länkarna gjorts korta.



Figur 7. Korsningen i modellen sedd från södra delen av Delfinvägen. De gula vägarna symboliserar cykelvägar och de gråa bilvägar.

3.5 Känslighetsanalys av indata

Om man tittar på hur just Vissim är uppbyggt är det tydligt att det är ett program som i första hand är avsett för motortrafik där vissa tillägg finns för att möjliggöra för cykeltrafik och fotgängarsimuleringar. De bakomliggande beräkningsmodellerna som Vissim bygger på är i grunden tagna från fältmätningar och studier gjorda på motortrafik som sedan generaliserats till en beräkningsmodell av Wiedemann. Många användare av denna programvara använder de förvalda värdena för de olika fordonskategorier som finns fördefinierade i programmet som utgångspunkt och har inte tid att göra fältmätningar på platsen för att på det sättet inhämta mer platsspecifik data. Detta gör det viktigt att ha en förståelse för vilka parametrar som har stor påverkan på utdata och det kan därför vara bra att ha en metod för att göra känslighetsanalyser på parametrarna. Större modeller där hela system av korsningar är uppbyggda blir mycket komplexa och det kan där vara svårt att kalibrera modellen och en känslighetsanalys kan då underlätta att förstå betydelsen av enskilda parametrars påverkan.

3.6 Parametrar att studera

De parametrar som ska studeras i denna studie är CC parametrarna i Wiedemann 99 modellen tillsammans med hastighetsfördelning och accelerationsfördelning. Fokus har valt att läggas på dessa parametrar då det är intressant ur ett cykelsimuleringsperspektiv att veta vilka parametrar i beteende modellen som har stort genomslag för resultatet, inte minst med tanke på modellens starka koppling till motortrafik. Detta ska göras för att

effektivisera arbetet med att ta fram lämpliga parametrar genom att fokus kan läggas på de parametrarna med stor inverkan.

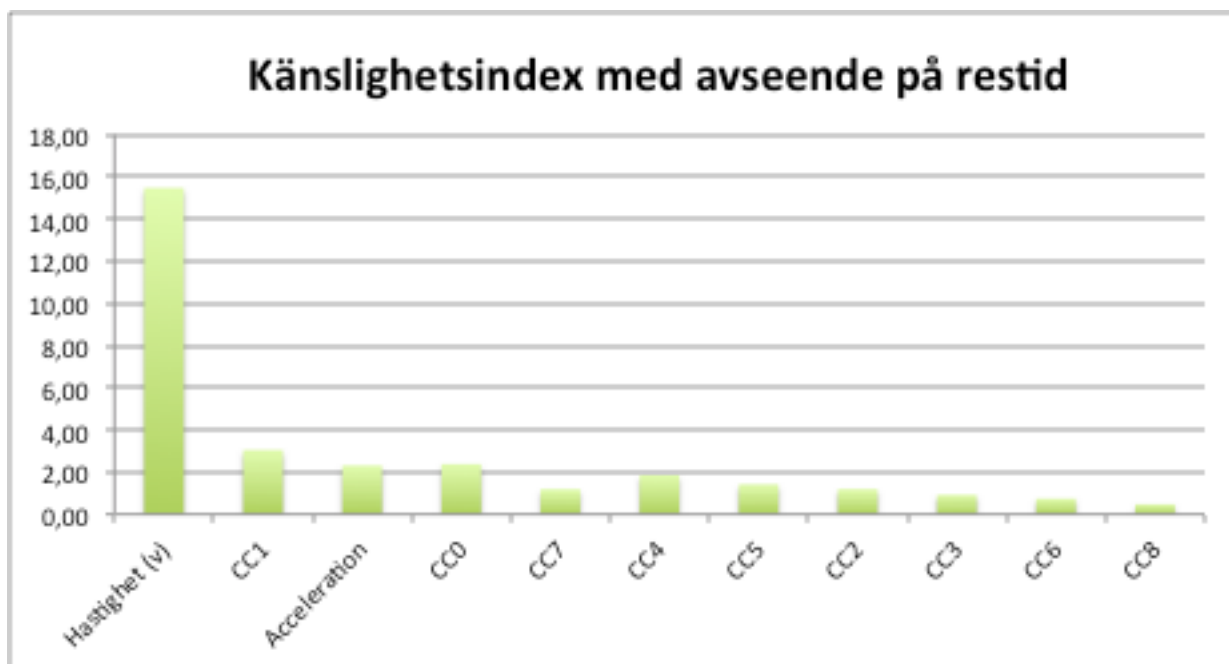
3.7 Resultat känslighetsanalys

För att beräkna de olika parametrarnas känslighetsindex har det absoluta medelvärdet och standardavvikelsen tagits fram för samtliga dataset med elementäreffekter. Dataseten med elementäreffekter innehåller 50 värden vardera. Ett totalt index för varje parameter har plockats fram genom att summera absolutbeloppet av standardavvikelsen och medelvärdet.

Vilket av de två måtten som bäst visar på parametrarnas känslighet är svårt att säga då samtliga gör det på olika sätt. För samtliga värden gäller att desto större dess absoluta värde är ju känsligare är modellen för parametern och för att ta fram ett enda värde som jämförs mot de övriga har summan av absolutbeloppen av de tidigare valts som parametrarnas sammanlagda index. Resultaten från analysen visas i tabell 7 och figur 8.

Tabell 7. Parametrarna som varit med i analysen och olika tal som beskriver modellens känslighet för variabeln

	Absolut medel	Stdav	Index (abs sum)
Hastighet (v)	9,96	5,51	15,47
CC1	1,91	1,62	3,53
Acceleration	0,72	1,87	2,59
CC0	0,94	1,44	2,38
CC7	0,95	0,84	1,79
CC4	0,76	1,38	2,14
CC5	0,67	1,01	1,68
CC2	0,57	0,85	1,42
CC3	0,47	0,63	1,10
CC6	0,32	0,56	0,88
CC8	0,13	0,41	0,54



Figur 8. Parametrarnas känslighetsindex. Rankade efter storlek från vänster till höger.

3.8 Analys av resultatet från känslighetsanalysen

Modellen som har använts har mätt restiden över en sträcka på 270 meter där en korsning ingår. Mätningen har skett på fordon som kört från väg C till D enligt figur 5 ovan. Om restiden skulle mätas över en större sträcka eller ett system med fler korsningar hade det direkt avspeglats i förändringen av restid mellan parametersjusteringarna och därmed i indexet.

Som delvis redan antagits i detta arbete är det tydligt att hastigheten och accelerationens betydelse för restiden är stor och många av de andra parametrarnas effekt är betydligt mindre i denna modell.

Alla värden från känslighetsanalysen har enheten sekunder. Enligt tabell 7 ovan har alltså de flesta Δ -förändringarna genererat skillnader som har ett medelvärde under 0,5 sekunder. Det Δ -värde som använts har i samtliga fall varit 1, delvis för att underlätta beräkningarna av formeln för EE värden i Ekv.1. Eftersom förändringen i utdata mellan de två simuleringarna delas med Δ får inte dess storlek någon särskilt stor betydelse för EE värdena.

De tre beteendeparametrar som har visat sig ha störst inverkan på restiden i den här modellen är följande:

- CC1 är parametern för headway- time och är den tid som en trafikant vill hålla till framförvarande fordon. Ett högre värde ger mer försiktiga förare.

CC1 är också den parameter som Cowi (2013) pekar ut som den parameter som i störst utsträckning påverkar kapaciteten i ett system. Resultatet från detta arbete tyder också på att det är den CC parameter som har störst inverkan på restiden, åtminstone i den här modellen.

- CC0 är avståndet mellan fordon vid stillastående.

Avståndet mellan fordon vid stillastående bör vara relativt enkelt att mäta upp. Det är inte helt intuitivt varför denna parameter påverkar restiden i så pass stor utsträckning.

- CC7 bestämmer accelerationen i oscillationerna som används vid svängningarna i avståndet mellan fordon.

De övriga parametrarnas index hamnar under två vilket är att jämför med CC1 på 5,2 CC0 på 2,9.

Kanske inte lika viktigt som att identifiera de känsligaste parametrarna men som ändå är användbart är att kolla på vilka parametrar som inte har särskilt stort genomslag.

CC3, CC6 och CC8 har alla index under ett. Eftersom cykelbanan är två meter bred och ingen mötande trafik finns på samma bana är det inte helt förvånande att CC3 återfinns här då den beskriver när ett fordon går in i efterföljande efter ett mer långsamtgående fordon. På grund av cykelbanans bredd är det mycket lätt att åstadkomma omkörningar. Troligtvis är det också anledningen till att CC6 fick ett lågt index då cyklisterna sällan tenderar att hamna i "efterföljande" på grund av att det är mycket lätt att göra omkörningar. CC8 beskriver acceleration från stillastående. Trafiksituationen ger cyklister företräde i korsningen och inga trafikljus eller andra situationer får cyklarna att stanna vilket bör ha lett till dess låga värde.

Eftersom den enskilda parameterens värde för simulering x slumpas inom det tillåtna intervallet (som innehåller samtliga rimliga värden) får detta intervall en intressant roll. Den parameter som hade det snävaste intervallet var CC3 enligt tabell 3 och intervallet var mellan -2 – 0. Störst intervall hade CC6 med ett intervall mellan 50 - 0. Δ -värdet var även i dessa fall satt till ett precis som i övriga fall. De båda parametrarnas känslighetsindex hamnar mycket nära varandra med värdet 1,1 för CC3 och 0,98 för CC6 enligt tabell 7. Det intressanta i detta är att CC3 varierades med ett Δ -värde motsvarande 50 % av intervallets totala storlek och CC6 med ett delavärde motsvarande 2 % av det totala intervallets storlek. Intuitivt känns det som att CC6 befinner sig i en större skala än CC3 och borde vara betydligt mindre känslig för en förändring men så är inte fallet. Inte heller de andra parametrarnas index tyder på att det finns något direkt samband mellan intervallets rimliga storlek och parameterens känslighet.

4 Fältmätningar

Känslighetsanalysen har visat på att hastigheten är den parameter som har i särklass störst inverkan på restiden i den studerade modellen. Accelerationsfördelningar har också relativt stor inverkan och är parametern med tredje högst känslighetsindex som togs med i känslighetsanalysen. På grund av att hastighetsfördelning och accelerationsfördelning har visat sig ha stor inverkan på resultatet har dessa studerats närmare. Modellens känslighet för retardation har inte testats men eftersom data behövs till cykelmodeller och metoden och utrustningen redan varit på plats har också cyklisters inbromsning (retardation) mätts. Metoderna som har använts i detta arbete för att studera hastighet och acceleration beskrivs nedan.

4.1 Metod för hastighetsmätningar

För att ta fram hastighetsfördelningar för cyklister kan radarmätningar lämpligen göras. Radarmätningar görs med hjälp av en trafikradarpistol som sänder ut radiopuls som sedan studsar på objektet som mäts varpå radiopulsen kommer tillbaka till radarpistolen. När pulsen reflekteras ändras frekvensen på signalen beroende på föremålets hastighet. Detta detekteras av radarenheten och hastigheten kan då bestämmas med relativt stor noggrannhet (NTF, 2006). Metoden är vanlig i trafiksammanhang då den med stor säkerhet kan bestämma fordons hastighet på håll och inga direkta förberedelser behövs.

Metoden kan behöva justeras för det vinkelfel som uppkommer då mätenheten inte befinner sig i linje med föremålet som man mäter på. Detta går att korrigera i efterhand om några enkla mått tas på platsen där mätningarna genomförs. Genom att mäta avståndet mellan mätenheten och mitten av vägbanan samt avståndet fram till platsen där fordonets hastighet mäts kan enkel trigonometri användas för att justera för det vinkelfel som uppstår.

4.2 Metod för accelerationsmätningar

Det finns olika metoder att mäta acceleration. Accelerationen beskriver förändringen av hastighet över tid och är alltså derivatan av hastigheten som i sin tur är derivatan av positionen. Cyklister accelererar upp till sin hastighet under några sekunder och på en relativt kort sträcka vilket gör att mätningarna behöver ha en hög frekvens för att flera mätpunkter ska fås.

Metoden som har valts för att mäta acceleration i detta arbete är en form av manuell videoanalys. Genom att montera en kamera på en hög position och rikta den mot testplatsen kan bilder av cyklisten tas ca 21 gånger i sekunden. Till varje bild lagras också den exakta tiden för bilden. Marken vid testområdet förbereds genom att markeringar görs med en meters mellanrum där cykeln ska framföras. Metermarkeringarna fungerar som

referenspunkter i bilden för de bilder kameran tar så att cykelns position kan fastställas. Cykelns position tillsammans med tiden för positionen används sedan för de manuella beräkningar av acceleration som görs utifrån bilderna.

Beräkningar av position kan nu göras exakt över de markeringar som gjorts på testplatsen. För att få tätare positioneringar kan möjligen också fler avståndsmarkeringar räknas fram i bilden. Om endast de uppmätta områdena används och cykelns hastighet i genomsnitt är 4 m/s fås ca 4 positioner varje sekund med lägre täthet ju längre cykeln accelererat. Den teoretiskt maximala tätheten av positioneringar sätts här av kamerans bildupptagnings hastighet och många kameror har idag möjligheten att fånga långt mer än de vanliga tjugofyra bilder i sekunden och därmed få fler positioner.

Kameran som har använts i det här försöket har en flytande bildtagningsfrekvens med ett medelvärde på 21 bilder per sekund.

Metoden kan tyckas vara primitiv då den på många sätt tar problemet tillbaka till de enkla och grundläggande byggstenarna för acceleration men det är också dess styrka. fördelarna med metoden är att den är lätt att använda och ingen avancerad utrustning krävs som ofta både är dyr att införskaffa och svår att helt förstå. Eftersom metoden är lätt att förstå blir felkällor och osäkerheter lättare att hitta och uppskatta.

Metodens nackdelar är framförallt att den är svår att genomföra på platser i trafiken på grund av att det krävs en hög bildvinkel för bildavläsningen samt att en hel del markeringar måste göras. I detta arbete har två cyklister deltagit i försöken och cyklat under ordnade former på en för försöken lämplig plats.

Mätningarna syftar till att ta fram värden på vad som i Vissim kallas ”Desired Acceleration” och ”Desired Deceleration”. Samtliga mätpunkter kommer att plottas i ett Väg- tid diagram där accelerationen tas ut som kurvans derivata i ett antal olika delar av kurvan.

4.2.1 Metoder som valts bort för accelerationsmätningar

Några av de metoder som valts bort redovisas här för underlätta för fortsatta studier på området och tar upp de fördelar och nackdelar med respektive metod som utretts under arbetet.

4.2.1.1 Mätning med GPS

Genom att bestämma positioner med hjälp av GPS utrustning kan en position tas fram. GPS har också den fördelen att de kan logga den exakta tiden för varje positionering. Genom att sedan derivata positionerna kan en acceleration bestämmas. Metoden har förutsättningar att fungera bra för praktiska mätningar av cykeltrafik om utrustningen har en bra noggrannhet samt att frekvensen för mätningarna är tillräckligt hög. För att beräkna accelerationen över en liten sträcka krävs tre positioner, detta för att två på varandra följande hastigheter ska räknas fram och differensen mellan dessa tillsammans med tidsskillnaden ger accelerationen. De GPS enheter som återfinns i mobiltelefoner eller andra liknande produkter har ofta en uppdateringsfrekvens på 1 Hz vilket gör att endast en position per sekund fås. Detta tillsammans med att vanliga GPS mätningars standardavvikelse kan vara flera meter gör dem olämpliga för dessa mätningar. Metoden ska dock inte uteslutas då hårdvara som lever upp till högre krav finns men är relativt dyr.

4.2.1.2 Mätning med accelerometer i mobiltelefon

Dagens mobiltelefoner har möjligheten att mäta accelerationen med hjälp av mycket små sensorer som registrerar accelerationen i samtliga riktningar. Under arbetet har mätningar av acceleration utförts med denna metod genom att en mobiltelefon med accelerometer har monterats på cykelramen. Utdata visade sig snabbt vara mycket svår att analysera då bruset från bland annat vibrationer under cyklandet effektivt döljer alla värden som är av intresse. Trots att vibrationer är mycket små rörelser verkar deras stötaktiga karaktär åstadkomma stora accelerationer som helt döljer den av cyklandet uppkomna accelerationen. Försök att i efterhand matematiskt utjämna bruset med diverse metoder har prövats men med liten framgång. Inte heller denna metod bör underskattas då det kan finnas effektivare metoder för att reducera bruset, både under försöket men också i obehandlade data. För att få rätt värden för accelerationen krävs också att mätenheten är placerad i plan med underlaget, något som är svårt att göra exakt till en början men omöjlig att behålla vid cyklande. Detta gör att denna typ av mätningar bör kombineras med information om enhetens lutning i samtliga led för att samma plan ska kunna användas trots att enheten rör sig.

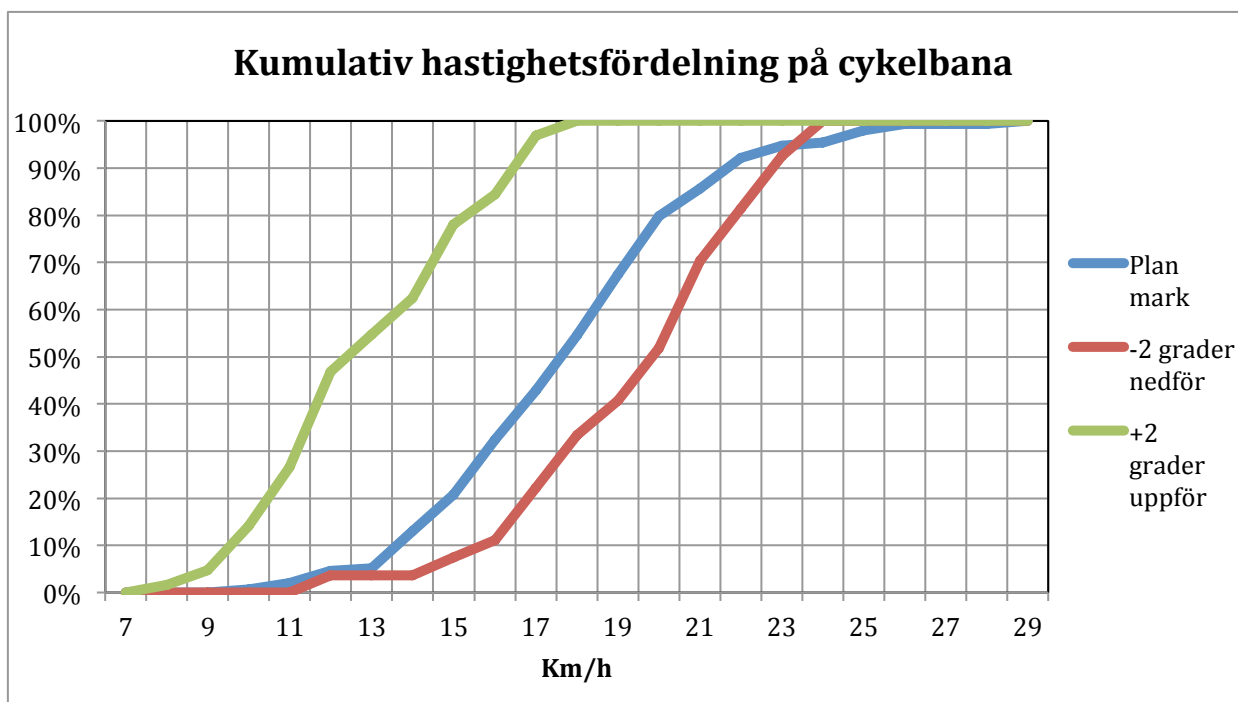
5 Resultat från fältmätningar

5.1 Hastighetsmätningar

För att ta fram värden för cyklisters hastighetsfördelning har radarmätningar gjorts på cyklister i Lund. Mätningarna har gjorts på sträckningar som har en längre sträcka med liknande lutning för att få värden som är representativa för det studerade fallet.

Mätningarna som gjorts på plan mark gjordes på mitten av en 100 m lång plan bit av cykelbana utefter Scheelevägen i Lund. Raksträckan var belägen så att det var uppförsbacke på båda sidor om raksträckan vilket gör att cyklisternas hastighet inte påverkas av en tidigare nedförsbacke. Mätningarna har utförts under början av november månad på fria cyklister med för årstiden normal väderlek och utan nederbörd. Mätvärdena är vinkeljusterade för att minimera vinkelfelet som uppkommer vid radarmätning. Resultatet från mätningarna redovisas med hjälp av kumulativa kurvor. Hastighetsfördelningen för cyklister i en backe med en lutning på två grader har också gjorts. Mätningarna har gjorts i Lund på Sölvegatan. Backen är relativt jämnt sluttande och tillräckligt lång för att cyklister ska hinna nå sin önskade hastighet i båda riktningarna. Hastighetsfördelningarna ses i figur 9.

Hastigheten har mätts på hundra fria cyklister på plan mark medan urvalet har varit något lägre på de sluttande cykelbanorna.



Figur 9. Hastighetsfördelningen bland cyklister i Lund där cykelbanan har olika lutning. Mätningarna är endast gjorda på fria cyklister.

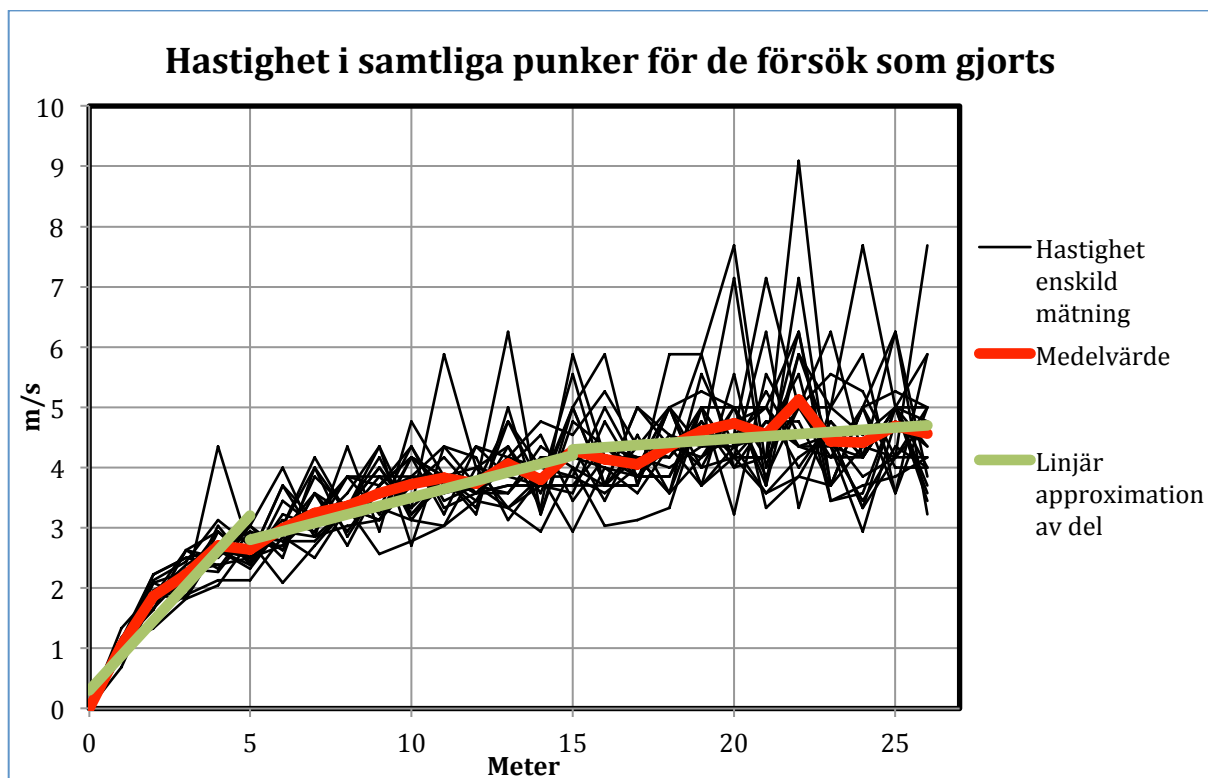
5.2 Accelerationsmätningar

Accelerationsmätningarna har inte gjorts på cyklister i trafik utan under kontrollerade former med hjälp av två försökspersoner på en uppmätt bana. Mätningarna har gjorts med hjälp av manuell videoanalys där testplatsen i förväg har förberetts med linjer med en meters mellanrum som tydligt syns genom kameran.



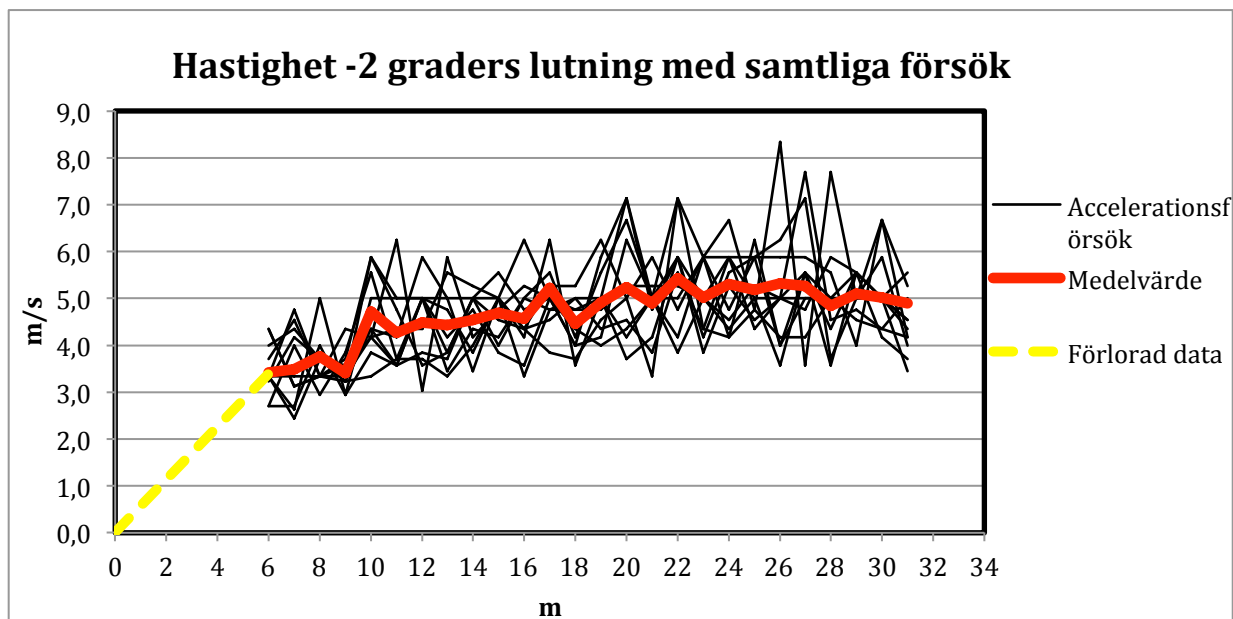
Figur 10. Den testplats som använts för accelerationsmätningarna. Cyklisten syns tydligt och linjer markerar avstånden i bilden. En exakt tid och datum finns också angivet i bildens vänstra hörn.

Kameran har filmat med ca 21 bilder i sekunden varpå position och tid har hämtats från bilderna. Eftersom markeringarna på asfalten har ett avstånd på en meter är det den enda platsen där en tillförlitlig positionering och tidsbestämning kan göras i bilden. Varje en meters markering har använts för att beräkna tid och position vilket resulterat i ca 26 punkter för varje försök. Fokus för detta försök är att få ut ett värde på genomsnittlig acceleration och därför bedöms dessa 26 punkter ge tillräckligt bra upplösning på mätningen. Mätningarna har gjorts från båda hållen då mätplatsen haft en mindre lutning. Resultaten bygger på medelvärden från 20 försök i varje riktning.



Figur 11. Medelvärdet av hastigheten från de tjugo försök som gjorts samt en linjär approximation för tre olika delar av grafen.

Accelerationen avtar efter 20 meter och hastigheten börjar svänga kring samma värde vilket indikerar att den största delen av accelerationen sker tidigare än det.



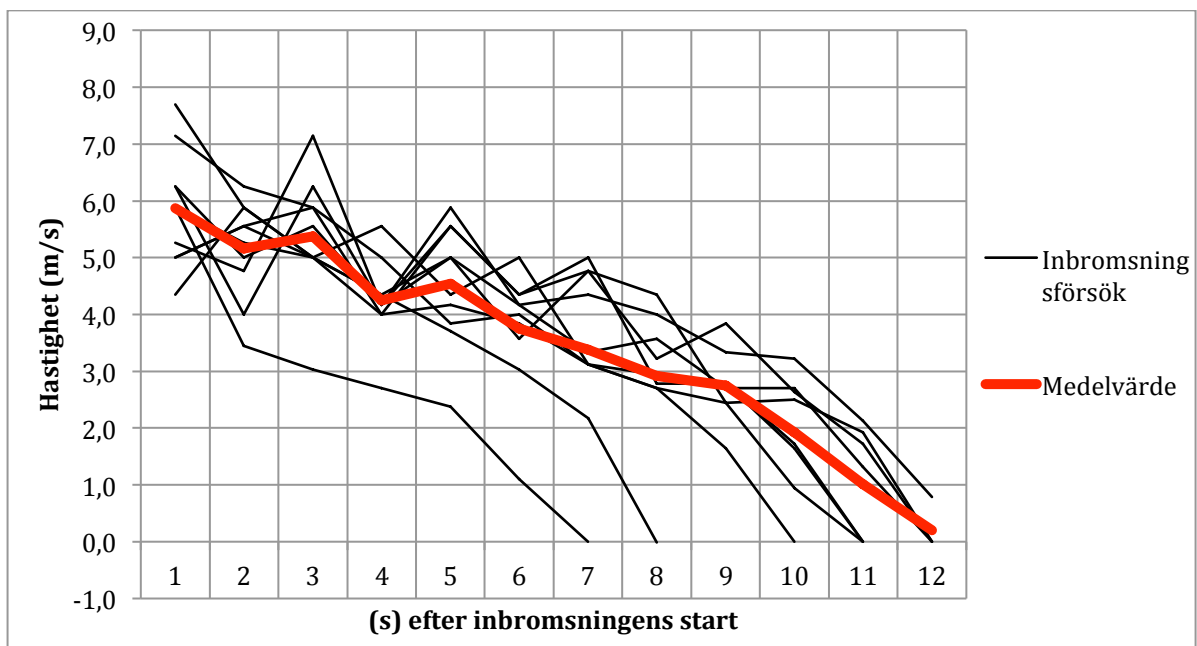
Figur 12. Medelvärdet av hastigheten i varje punkt efter 6 meters cyklande.

Det är tydligt i figur 12 att den största delen av hastighetsförändringen sker under de första 18 metrarna varefter hastigheten pendlar kring samma värde. Det område som studierna bör fokusera på är alltså de 18 första metrarna. På grund av problem med kameravinkeln börjar mätningarna för -2 grader nedför när cykeln redan rullar. Starten finns inte med.

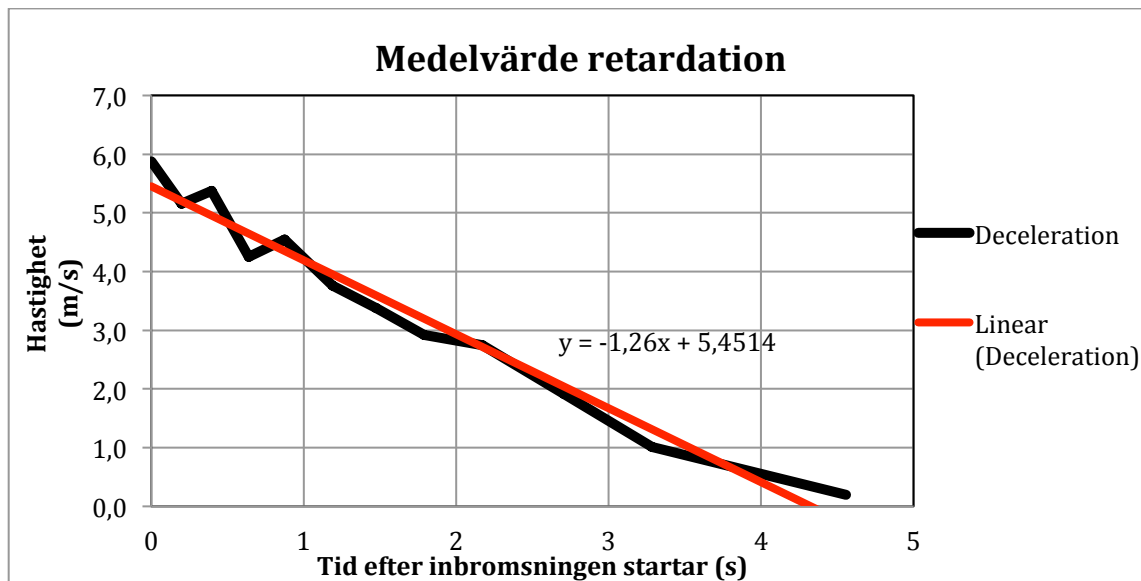
För båda graferna kan det antydast att osäkerheten ökar vid högre hastigheter vilket inte är förvånande då metoden som använts ger färre mätpunkter per meter då hastigheten ökar. Framförallt syns detta i figur 11 där samtliga linjer ligger tätt till en början och sedan sprids ut.

5.2.1 Retardation

Resultatet från videomätningarna över tio försök med inbromsning visas i diagrammen nedan.



Figur 13. Samtliga inbromsningsförsök och medelvärde.



Figur 14. Medelvärdet av retardationen av de tio försök som gjorts. Observera att det är ett hastighet-tid diagram.

Retardationen har i detta fall blivit $-1,3 \text{ m/s}^2$. Eftersom det inte syns några tydliga förändringar utan kurvan är relativt konstant sluttande finns det ingen anledning att dela in kurvan i mindre delar för att få ut olika värden vid olika hastighet.

6 Analys av fältmätningar

6.1 Hastighetsmätningar

Hastighetsmätningarna är gjorda under relativt optimala förhållanden enligt den litteratur som finns på området då årstiden är eftersträvansvärd vad gäller både temperatur och andel cyklande. Mätningarna är också gjorda på fria fordon som inte riskerar att vara påverkade av andra cyklister. Mätutrustningen som används har varit av typen handradar med hög noggrannhet vilket gör att mätningarna bör ha hög tillförlitlighet då även vinkelfelet har beaktats.

6.1.1 Jämförelse av hastighet mot andra studier

Medelhastigheten från detta arbete återfinns i tabell 8 tillsammans med den standardavvikelse som räknats fram:

Tabell 8. Medelhastighet och standardavvikelse från försöken.

	0 grader	+ 2 grader	- 2 grader
Medelhastighet	17,9	13,4	20,1
Stdav	3,1	2,9	2,4

Som tidigare har tagits upp i arbetet skriver trafikverket (Trafikverket, 2010) att cyklars hastighet brukar ligga mellan 15-20 km/h vilket stämmer väl med de värden som arbetats fram i denna studie.

Vid en jämförelse med studien från Leeds (Parker & Rotheram, 2010) samt studien från Köpenhamn (COWI, 2013) kan tydliga skillnader identifieras. Samtliga studier har information om medelhastigheten på plan mark samt vid två graders lutning både uppför och nedför. Medelvärdena från Köpenhamn är beräknade ur den kumulativa hastighetsfördelning som beskrivs i rapporten av Cowi (2013).

Tabell 9. Jämförelse av hastighetsfördelningen bland cyklister i Lund, Köpenhamn och Leeds.

Lutning	Leeds (Parker & Rotheram, 2010) km/h	Köpenhamn (COWI, 2013) km/h	Lund aktuellstudiekm/h)
-2 grader	23,3	26,5	20,1
0 grader	21,6	23,1	17,9
+2 grader	18,8	14,3	13,4

De uppmätta hastigheterna från studien i Leeds är högre vad gäller samtliga lutningar med skillnader mellan 14 och 30 procent. Skillnaderna mellan Köpenhamn och Lund ser också ut att vara stora då även danskarna tenderar att hålla en betydligt högre hastighet.

Både denna studie och trafikverkets uppgifter talar för att hastigheten bland cyklister i Sverige kan antas ligga i linje med resultaten från denna studie. Skillnaderna mellan denna studie och de övriga är flera där bland annat mätmetod och omfattning skiljer kraftigt där den studien i Leeds gjorts med hjälp av GPS och testpersoner i en mycket stor omfattning.

Resultaten bör inte skilja så här mycket enbart på grund av metod utan det är troligt att anta att cyklister i Lund, Köpenhamn och Leeds håller olika hastighet. Den brittiska studien hade också valt testpersoner som dagligen pendlar med hjälp av cykel och inte mätt på en genomsnittlig trafik vilket också kan antas påverka resultatet. Andelen som cykelpendlar i Köpenhamn är också stor och det är troligt att det kan höja medelhastigheten.

Cykelkulturen i de olika städerna kan påverka hastigheten och cyklande i framförallt Köpenhamn sker ofta på andra premisser än i Lund då andel cyklister där är mycket högre samt att infrastrukturen mer anpassad för cyklister.

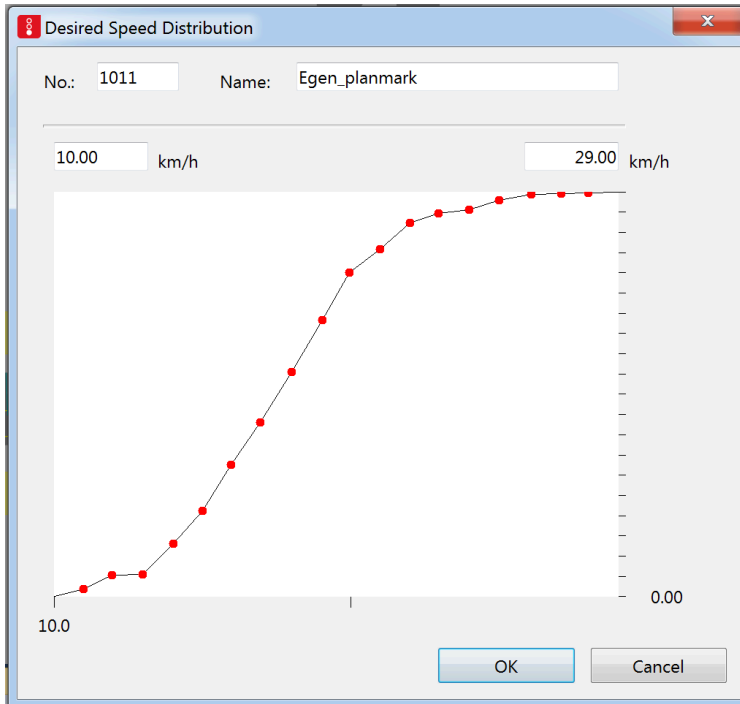
6.1.2 Hastighetsfördelning i Vissim

De kumulativa kurvorna i figur 9 kan överföras till Vissim och den önskvärda hastighetsfördelningen (Desired Speed Distribution) för de tre olika fallen.

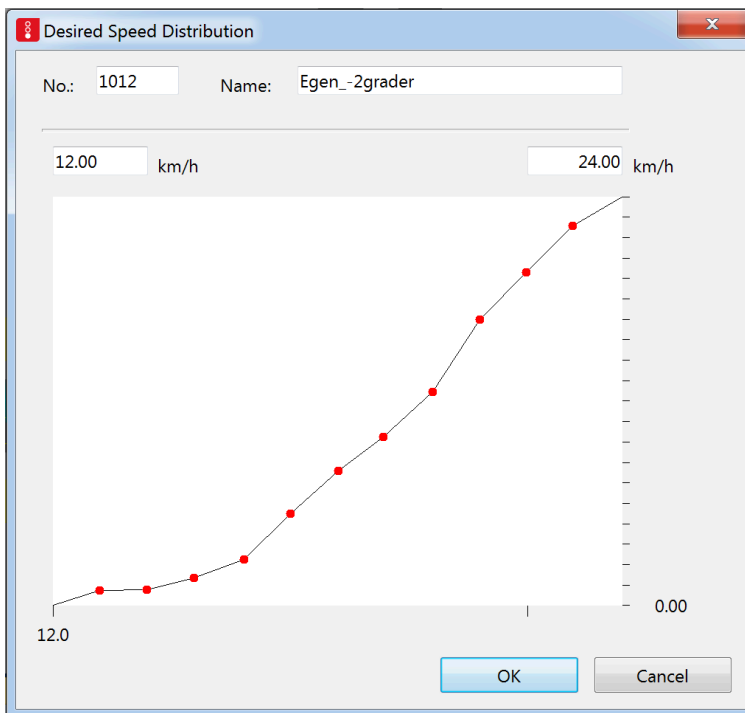
Tabell 10 a, b och c. Värdena för kumulativa kurvor för cyklisters hastighet i tre olika lutningar.

0 grader lutning		-2 grader lutning		+2 grader lutning	
Hastighet (km/h)	Andel (%)	Hastighet (km/h)	Andel (%)	Hastighet (km/h)	Andel (%)
10	1%	12	4%	7	0%
11	2%	13	4%	8	2%
12	5%	14	4%	9	5%
13	5%	15	7%	10	14%
14	13%	16	11%	11	27%
15	21%	17	22%	12	47%
16	32%	18	33%	13	55%
17	43%	19	41%	14	63%
18	55%	20	52%	15	78%
19	68%	21	70%	16	84%
20	80%	22	81%	17	97%
21	86%	23	93%	18	100%
22	92%	24	100%	19	100%
23	95%				
24	95%				
25	98%				
26	99%				
27	99%				
28	99%				
29	100%				

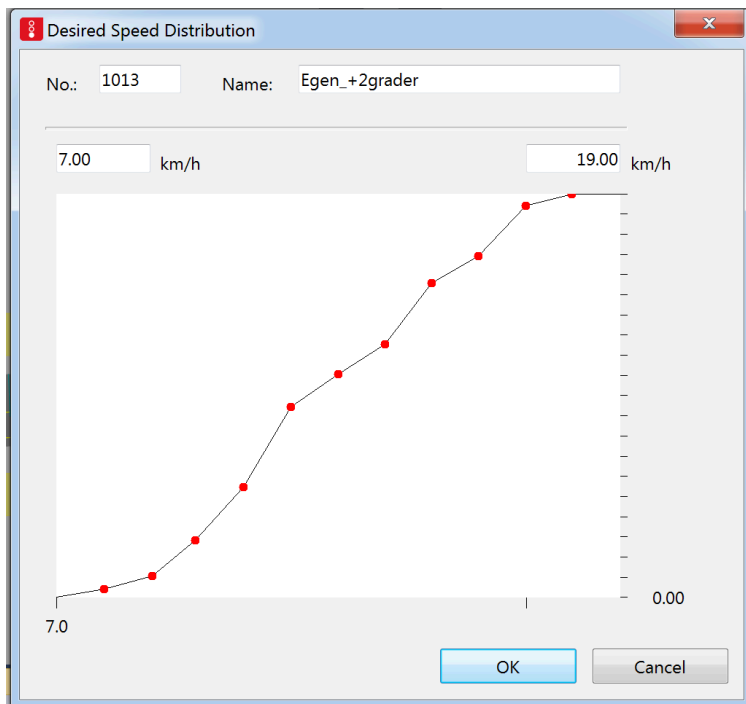
Kurvorna för de tre olika hastighetsfördelningarna på plan mark, -2 graders lutning och +2 graders lutning redogörs för nedan med illustrationer från Vissim.



Figur 15. Hastighetsfördelningen i Vissim på plan mark för cyklister med värden från fältmätningarna



Figur 16. Hastighetsfördelningen i Vissim i nedförsbacke med lutningen -2 grader för cyklister



Figur 17. Hastighetsfördelningen i Vissim för cyklisterna i uppförsbacke

6.2 Accelerationsmätningar

Metoden med manuell videoanalys för beräkning av acceleration har fungerat bra då hastigheten i de olika punkterna har kunnat beräknas med tillräcklig precision. Från den data som tagits fram har det också visat sig att upplösningen och den osäkerhet som finns i mätningarna är för stor för att accelerationen ska kunna beräknas i alla punkter under accelerationsfasen.

Indata till Vissim för accelerationer är i form av accelerationen vid respektive hastighet vilket blir en typ av accelerationsfördelning. Eftersom mätdata inte har tillräckligt hög upplösning blir det därför svårt att ta fram en kurva som beskriver accelerationen precis. Det är relativt lätt att se under vilka delar av accelerationen som hastigheten förändras snabbare och långsammare och upplösningen på mätningarna tillåter att ett antal värden tas fram. Grafen i figur 11 delas därför upp i tre delar som var för sig har tillräcklig upplösning för att kunna beskriva accelerationen under den delen.

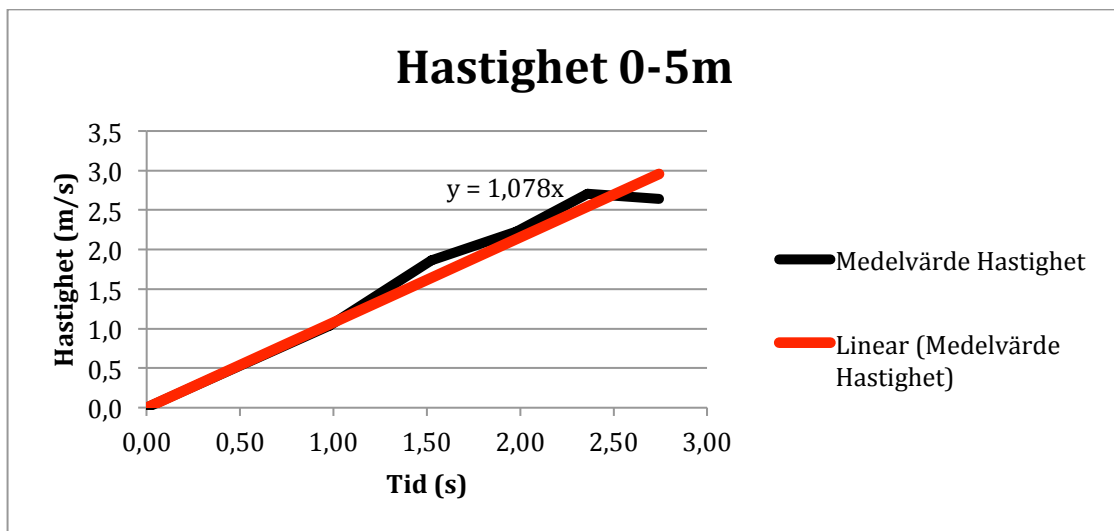
Indelningen har gjorts genom att visuellt studera grafen i figur 11 och bedöma under vilka områden som lutningen är relativt konstant. Indelningen har gjorts enligt följande:

Områden: 1-5 m, 5-15 m och 15-25 m och de kan ses i figurerna 17 – 19 nedan.

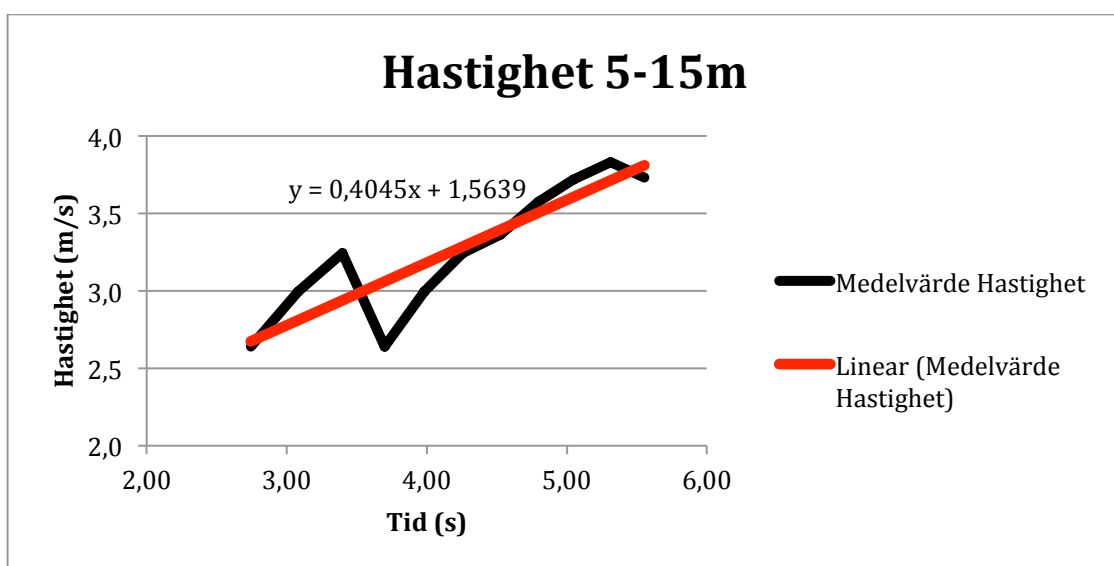
Tabell 11. Medelhastighet och medelacceleration i de valda områdena.

Område (m)	Hastighet (m/s)	Acceleration (m/s ²)
1 - 5	7,5	1,1
5 - 15	12,6	0,4
15 - 25	15,9	0,25

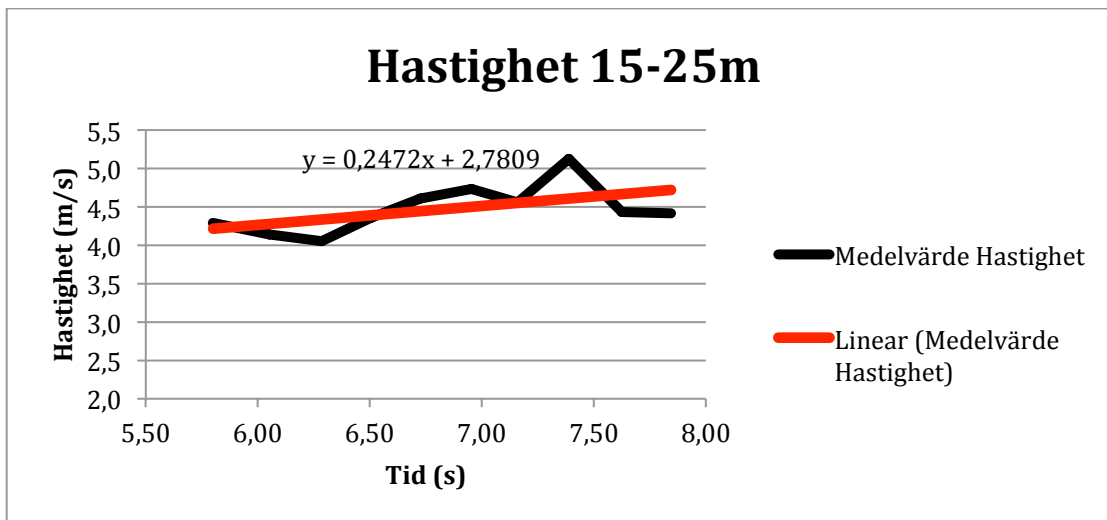
De tre olika kurvornas lutning på den linjära approximationen representerar accelerationen i respektive intervall. Värdena på acceleration och hastighet från figur 10 – 12 nedan sammanställs i tabell 3 ovan.



Figur 18. Medelhastighet och acceleration i området 1-5m.

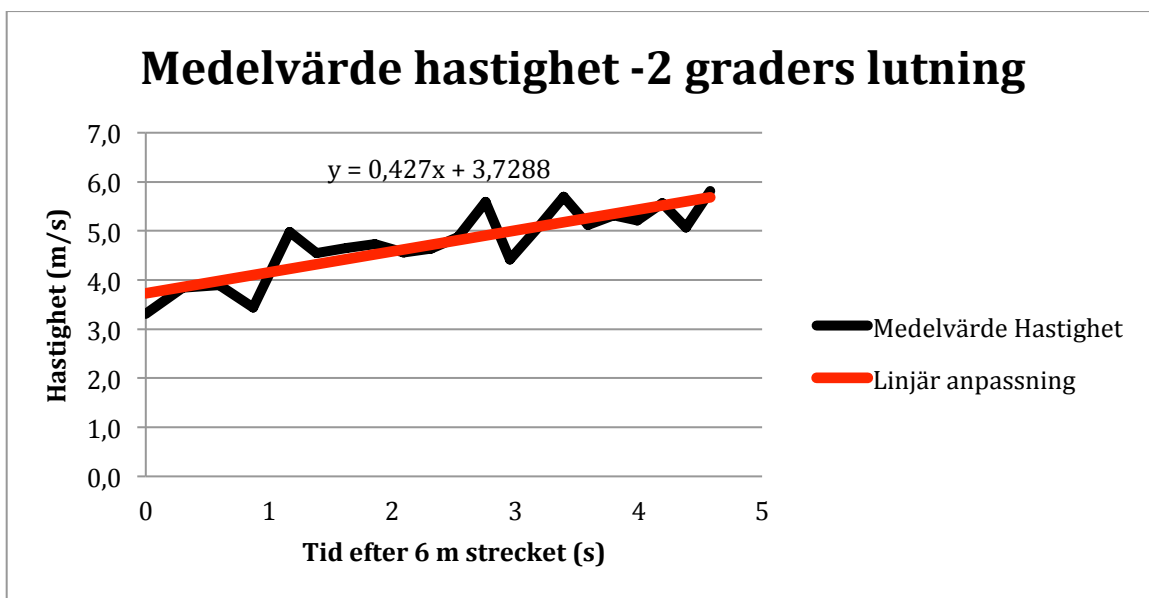


Figur 19. Medelhastighet och acceleration mellan 5-15m.



Figur 20. Medelhastighet och acceleration mellan 15-25 m.

För accelerationsmätningarna som är gjorda i nedförsbacken (-2 grader) ser grafen över området med acceleration ut enligt figur 12 nedan.



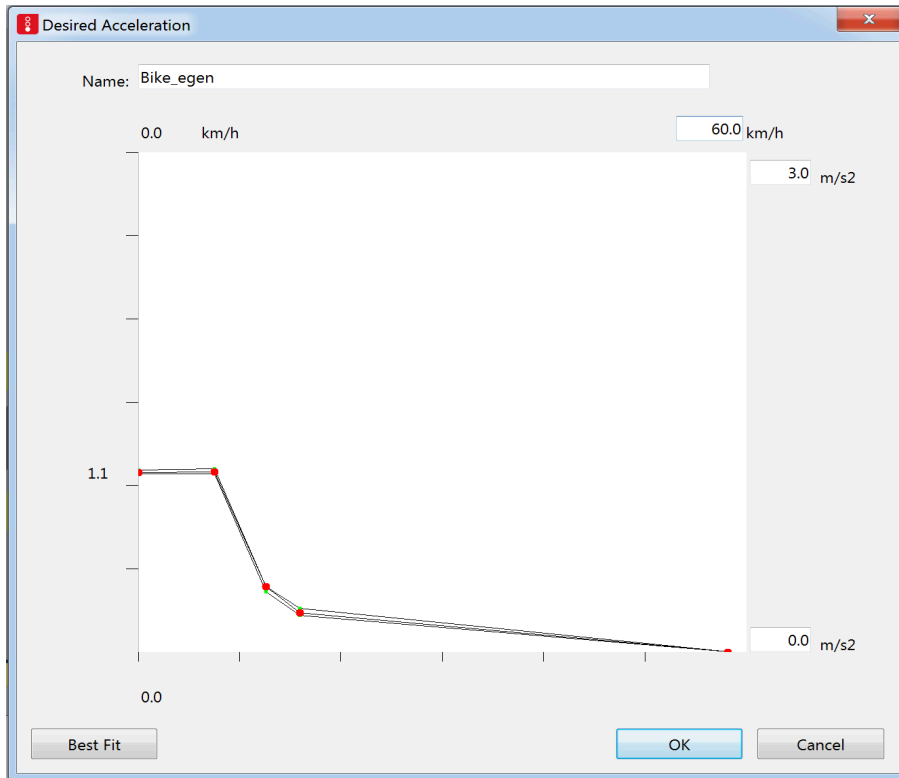
Figur 21. Hastigheten i varje punkter efter 6 meters cyklande och framåt i -2 graders nedförsbacke.

Den linjära approximationen till hastighetsfördelningen för grafen ovan ger accelerationen som k-värde med värdet $0,43 \text{ m/s}^2$. På grund av att mätdata inte kunnat beräknas tidigare än efter 6 m är detta det enda värde som fås fram för acceleration i nedförsbacke.

Viktigt att notera i figurerna 17-20 är att det är hastighet tid diagram och att kurvans lutning därför beskriver accelerationen.

6.2.1 Accelerationsfördelning i Vissim

När värdena från denna studie läggs in i Vissim fås följande graf för cyklisters acceleration. Den maximala accelerationen (Maximum Acceleration) och den önskvärda hastigheten (Desired Acceleration) antas vara samma då det är svårt att få fram tydliga skillnader, särskilt när skillnaderna inom gruppen är så stora.



Figur 22. Vissimfönstret med grafen skapad med hjälp av accelerationsmätningarna.

Eftersom accelerationen har tagits fram i tre punkter och ingen acceleration för de snabbaste cyklarnas högre hastigheter finns tillgänglig görs antagandet att accelerationen avtar linjärt från den sista kända punkten och framåt.

6.2.2 Jämförelse av accelerationsvärden

För att jämföra med andra värden på acceleration bland cyklister har värden från Köpenhamn jämförts med de värden som framkommit i denna studie.

Tabell 12. Jämförelse av acceleration mellan Lund och Köpenhamn. Vissa värden är interpolerade för att möjliggöra jämförelsen.

Vid hastighet (m/s)	Acc Lund (m/s ²)	Acc Köpenhamn (m ² /s) (COWI, 2013)
1,9	1,1	1,6
3,6	0,4	0,4
4,4	0,25	0,3

I tabell 12 syns att de uppmätta värdena från Köpenhamn är mycket lika de värden som tagits fram i denna studie. Accelerationen vid den lägsta jämförda hastigheten avviker något. Metoden som använts i Köpenhamn är något oklar då inte detta beskrivs i rapporten mer än att vissa mätningar är gjorda med GPS och andra genom någon form av videoanalys. Skillnaderna mellan länderna verkar vara mycket små.

Studien från Leeds (Parker & Rotheram, 2010) undersökte också acceleration hos cyklister genom GPS positionering enligt tabell 1. De har beräknat medelaccelerationen för samtliga olika lutningar samt olika vindhastigheter. Medelvärde för acceleration i den studien var på plan mark 0,26 m/s² och en genomsnittlig accelerationstid på 26 sekunder. Medelaccelerationen var i denna studie 0,8 enligt k värdet i figur 6 och den eftersträvade hastigheten nåddes betydligt tidigare än efter 28 sekunder, snarare mellan 5-10 sekunder. Dessa stora skillnader kan troligen förklaras med skillnader i vad som faktiskt mätts. I denna studie har acceleration från stillastående till medelhastighet mätts. Den brittiska studien verkar ha kollat på en mycket längre sträcka och räknat med den del där accelerationen är mycket låg vilket har gjort att deras värden sjunkit kraftigt gentemot denna studies värden.

6.3 Retardation

Inbromsningsförsöken har enligt figur 13 resulterat i en retardation på -1,3 m/s^s och är relativt konstanta under försöket. Resultatet är lågt i jämförelse med den danska rapporten (COWI, 2013) där också en skillnad har uppmätts mellan olika hastigheter.

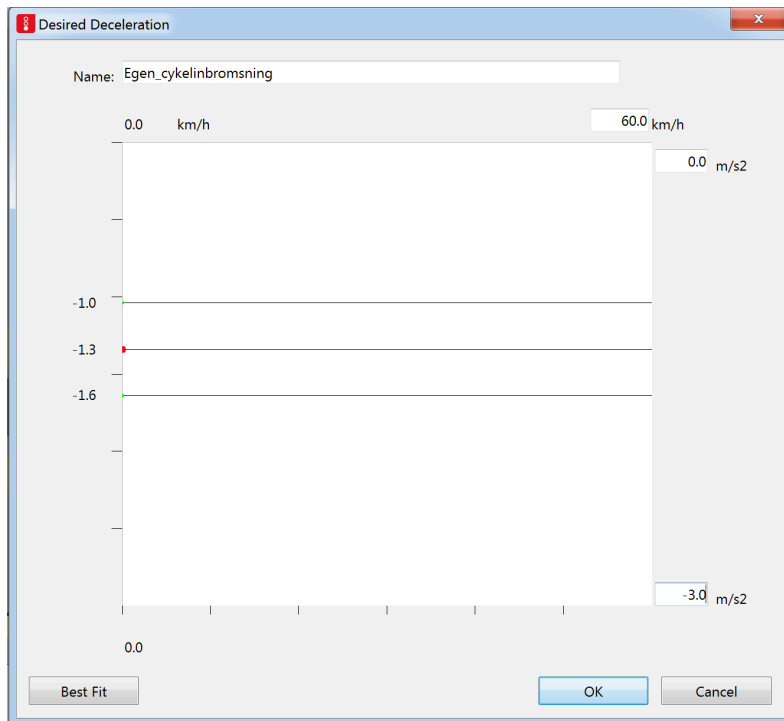
Tabell 13. Retardation bland cyklister enligt Cowi, 2013.

Hastighet (m/s)	Retardation (m/s ²)
0	-3
1,4	-4
5,6	-2

Skillnaderna mellan studierna är i detta fall relativt stora. Både i det avseendet att värdena skiljer sig mycket åt men också i att den danska studien funnit en skillnad i inbromsning vid olika hastigheter.

6.3.1 Retardationsfördelning i Vissim

Eftersom inbromsningarna skett relativt jämt under försöken har inte inbromsningen behövts delas in i olika delar utan samma värde fungerar över hela inbromsningen. Bilden nedan visar hur retardationen har lagts in i Vissim.



Figur 23. Fördelningen för retardationen inlagt i Vissim.

7 Diskussion

7.1 Känslighetsanalys

Metoden som använts i det här arbetet för att utföra känslighetsanalysen har visat sig fungera bra och vara lätt att anpassa och variera. Det är dock av största vikt att skapa en förståelse för vad man mäter och hur man gör det för att metoden ska fungera som tänkt.

Eftersom alla Vissim modeller ser olika ut kommer också känslighetsanalysen visa på olika resultat för dessa modeller och analysen är alltså modellspecifik genom att olika parametrar får olika stor påverkan beroende på linjenätets utformning. I en modell med mycket raksträckor och utan trängsel får parametrar som påverkar hastigheten och efterföljande stor påverkan medan modeller med trängsel och mycket start och stopp situationer påverkas mer av värdet på t.ex. acceleration och väjningsbeteenden.

För att effektivt kunna utföra känslighetsanalyser som ger positiva effekter genom att bidra till simuleringens validitet och minska tidsåtgången för kalibreringar behöver också vikt läggas vid att för situationen rätt utdata används för beräkning och jämförelse av elementärförändringarna. I detta arbete visades på hur restiden kan användas men det är viktigt att analysen görs på utdata som anses mest väsentlig för syftet med den studerade modellen.

Den kod som tagits fram för att köra simuleringarna finns i appendix 1 och är skriven i språket VB.net. Med små kunskaper inom programmering finns det stor möjlighet att anpassa koden för andra modeller och andra analyser. Delvis används COM objekt för att styra Vissim till att utföra olika moment men de största delarna av simuleringarnas egenskaper och utformning sätts i Vissims ordinära programmiljö vilket ökar användarvänligheten.

I analysen av känslighetsindexen framkom att det inte ser ut att finnas någon anledning att tro att ett bredare rimligt intervall för en parameter innebär att den är mindre känsligt än ett mycket snävt rimligt intervall. Resultatet går emot vad som lätt kan kännas intuitivt och visar på en svaghet med en "black-box" då användaren har svårt att få grepp om rimliga antaganden.

7.2 Hastighet och accelerationsmätningar

Att ta fram hastighetsfördelningar och accelerationsfördelningar som är användbara på ett mer generellt sätt har visat sig vara komplext då lokala väderförhållanden med framförallt vind men också nederbörd och temperatur är viktiga faktorer som påverkar fördelningarna. Naturligtvis påverkar också lutningen både hastighet och acceleration men den får i detta fall anses vara relativt lätt att justera för då lutningen är konstant till skillnad från vädrets nyckfullhet.

Trots svårigheterna och de stora osäkerhetsfaktorerna bör de fördelningar som tagits fram i det här arbetet med fördel kunna användas i modeller med cykeltrafik. Resultaten står i linje med mycket av data som sedan tidigare finns på området och tillsammans bör den utgöra en bra grund för praktiskt användande.

7.3 Vissim som simuleringsprogram för cyklister

Vissim är en programvara som i stor utsträckning gjorts för simulering av motorfordon och de beteendemodeller som finns är konstruerade för motortrafik. En del funktioner avsedda för just cykeltrafik finns så som diamantformade köbildningar och 3D-modeller med cykelutformning som kan användas med den förinställda beteendemodellen för cyklister.

En länk har en specifik riktning och fordon på samma länk kan inte färdas åt olika håll och inte heller interagera med fordon på länkar jämte den egna länken. Detta gör det svårt att simulera cyklar som kör åt båda hållen på samma cykelbana vilket är mycket vanligt förekommande. Vid större flöden av cyklister blir det dock en mycket mindre andel som kör ”mot trafiken” vilket kan göra det lättare att simulera och i många fall också mer relevant att studera situationer med mycket trafik.

Cyklister interagerar med andra cyklister under resan på flera sätt vida skiljt från resor med motorfordon. Mest uppenbart är att cyklister ofta vill kunna kommunicera med andra och väljer att cykla i bredd eller klunga. I de modeller som finns för motortrafik styr beteendemodellen när fordon kommer in i efterföljande och när omkörningar ska göras. Problemet för cyklister blir att det inte finns något som binder ihop par eller grupper av cyklister under en längre sträcka vilket leder till fel i modeller som främst avser att studera cykeltrafik. Beteendemodellen leder också till att det blir fler fria fordon bland cyklister än vad som är fallet och som i en högre utsträckning ökar fördröjningen för väjande fordon.

7.4 Metoddiskussion

7.4.1 Känslighetsanalysen

Metoden för att utföra en känslighetsanalys på parametrarna som redogjorts för i detta arbete har fokuserat på de effekter som syns i utdata. Vissim och andra mikrosimuleringsprogram används inte enbart för beräkningar utan en viktig del är att visuellt kunna presentera lösningar där fordon och trafikanter ser ut att uppföra sig som de gjort i en liknande situation, i en modell som har hög validitet bör dock inte det vara ett problem då rätt parametrar bör ge ett rättvist visuellt uttryck. Det finns dock inget som tyder på att samma parametrar som visar sig viktiga för utdata i känslighetsanalysen är viktiga för att få den visuella bilden att bli bättre utan detta är något som också måste vägas in.

Hur många värden på elementäreffekter (EE) som behöver tas fram kan också diskuteras. De statistiska osäkerheterna blir större vid färre värden men samtidigt är det inte av största vikt att det känslighetsindex som räknas fram är ett definitivt värde för modellen. Indexen används för att göra inbördes jämförelser och framförallt för att bedöma vilka parametrar

som har störst påverkan. Eftersom beräkningstiden ökar med antalet EE gånger två får varje ändring av antalet EE värden stor effekt på tidsåtgången för analysen.

Hur indexet för parametrarnas känslighet bör beräknas är inte helt klart. Både medelvärdet, det absoluta medelvärdet och standardavvikelsen indikerar hur känslig modellen är för den parametern men på olika sätt. Det skulle vara möjligt att vikta de tre talen olika när indexet beräknas för att på ett bättre sätt beskriva parametrarnas känslighet.

7.4.2 Acceleration, retardation och hastighetsmätningar

Retardationsmätningarna har varit svåra att göra och risken för att testpersonen påverkat resultatet är överhängande då inbromsningarna gjorts för att efterlikna en normal inbromsning inför ett trafikljus. Det är således ingen maximal inbromsning som gjorts utan vad testpersonen upplever som en för testpersonen normal inbromsning. Värdena bör ändå ge en relativt bra uppskattning av den önskvärda retardationen. För att få bättre värden skulle flera försökspersoner behövas eller i bästa fall skulle testerna göras i en riktig trafiksituation. Det bör inte uteslutas att det skulle gå att göra mätningarna i en riktig trafiksituation men arbetsbördan och kostnaderna för försöket hade ökat markant då bland annat lyftanordning till kameran samt tillstånd för videoövervakning behövs.

Accelerationsmätningarna har under de kontrollerade mätförsöken gått bra och det är inte troligt att resultatet från dessa skiljer sig nämnvärt från värden i trafik. Sättet testpersonen accelererar upp på går inte påverka i lika stor utsträckning som hur hårt man väljer att bromsa in och bör därför bidra till att värdena för acceleration är något bättre. Självklart hade försöken blivit ännu bättre om antalet försökspersoner ökats från de två som deltog i denna studie.

Hastighetsmätningarna har i grunden varit enkla med mätningar genom hastighetsradar men har istället öppnat för frågor kring lutningen och vädrets påverkan på resultatet. Lutningens påverkan har studerats i några olika fall för att visa på skillnaderna och ta fram värden. En alternativ metod till rena empiriska mätningar skulle kunna vara att ha grunden i fysikaliska rörelsemängdsberäkningar och energiberäkningar för att få en bredare bild av lutningen och möjligtvis vindens påverkan.

8 Slutsatser och rekommendationer

Arbetet har visat på och tagit fram värden för flera grundläggande parametrar för mikrosimuleringsmodeller för cyklister samt visat på dess komplexitet, både i hur vi kan mäta dem men också kring hur yttre faktorer påverkar resultaten.

Även om det finns förinställda parametrar eller parametrar som tagits fram på annat sätt som bör fungera bra är det viktigt att ha en förståelse för vilka parametrar som har stort genomslag för den typ av utdata som man planerar att ta ut från modellen. Det är också viktigt att ha en förståelse för vad som ligger till grund för indata och hur den kan påverkas av olika plats och tidsspecifika faktorer.

Hastighet och acceleration har stor betydelse för simuleringarna, inte minst då restiden används som utdata. Att ha tillgång till värden på hastighet och acceleration är därför väsentligt för valida simuleringar. Det har under arbetet visat sig vara svårt att använda sig av rätt hastighetsfördelning då cyklisters hastighet varierar i hög grad beroende på miljömässiga förutsättningar som vind, temperatur och lutning.

I många fall kommer parameterjusteringar ha en liten effekt på modeller vilket förvisso kan vara bra ur smidighetssynpunkt då ingen större vikt behöver läggas vid dem men riskerar samtidigt att få viktigare parametrar att dölja sig i den stora mängden.

En modell som ska gå att använda och justera efter en så stor bredd av simuleringar som Vissim gör får ett nästan oöverskådligt stort antal parametrar där den vanliga användaren har mycket små möjligheter att sätta sig in i och förstå alla enskilda parametrars påverkan. Inte nog med att programmet utför beräkningarna i en "black-box" utan det stora antalet parametrar som behövs riskerar att göra programmet än mer svårförståeligt och frågan huruvida den stora mängden av mer eller mindre mystiska in-parametrar faktiskt bidrar till en ökad validitet för den stora mängden av modeller som byggs känns i många fall oklar.

Enklare trafikmodellsverktyg för enklare modeller som t.ex. CapCal kan på många sätt vara begränsande men dess enkelhet är också dess styrka. Ingen förväntar sig exakta värden från en så enkel modell vilket också gör att kritiskt tänkande kan bli en mer naturlig del av ett sådant modellarbete.

Med grund i känslighetsanalysen från detta arbete är det tänkbart att osäkerheten och variationen bland data i de mest grundläggande parametrarna i många fall är tillräckligt stor för att effekterna av många parametrar med mindre genomslag helt saknar betydelse för modellen.

9 Förslag till kommande examensarbeten

De olika indata som tas upp i denna rapport är endast en liten del av den indata som behövs för att köra mikrosimuleringar och det finns många fler parametrar som vore intressanta att göra noggrannare studier på.

Detta arbete visar på en metod som kan användas för känslighetsanalys av parametrar i Vissim och det skulle också kunna vara tänkbart att utifrån denna metod göra en mer systematisk kartläggning av känsligheten för ett större antal parametrar i ett flertal olika situationer. Ett sådant arbete skulle kunna bidra med större förståelse för vilka parametrar som har stort genomslag på resultaten i flera olika situationer.

För att arbeta vidare med cykelsimuleringar mer specifikt skulle en jämförelse kunna göras mellan att simulera cyklister med hjälp av motortrafikmodeller gentemot fotgängarmodeller då även fotgängarmodeller går att anpassa till att efterlikna cyklister. Kanske kan känslighetsanalyser eller alternativt koden för iterationer i Visual Basic användas vid en sådan jämförelse.

Referenslista

Archer, J., & Cunningham, A. (2005). *MIKROSIMULERINGSUPPDRAG -Handledning för nöjda beställare och utförare*. Stockholm: Stockholmsstad Trafikkontoret.

COWI. (2013). *Micro Simulation of Cyclists in Peak Hour Traffic*. Köpenhamn: COWI.

Eriksson, j., & Varedian, M. (2008). *Vägverkets metodbeskrivning för mätning av cykelflöden. Publikation 2008:48*. Vägverket.

Department for Transport. (2007). *Guidelines for the use of Microsimulation software*. Edinburgh: Highways Agency.

Gustafsson, L. (2011). Vintercykling i Stockholm. En studie av framkomligheten på cykelvägar vintertid. *Föredrag vid Transportforum 110128 Linköping*. Stockholm: Sweco.

Gatukontoret Malmö stad. (2013). *Cykelprogram för Malmö stad 2012-2019*. Malmö: Malmö stad.

Habtemichael, F., & Picado-Santos, L. (2012). *Sensitivity analysis of VISSIM driver behavior parameters on safety of simulated vehicles and their interaction with operations of simulated traffic*.

Hourdakis, J., Michalopoulos, P. G., & Kottommannil, J. (2002). *A general practical procedure for calibrating microscopic traffic simulation models, Research Report*. USA: OCTA.

Köpenhamn stad. (2011). *Fra god til verdens bedste - Kopenhavns cykelstrategi 2011-2015*. Köpenhamn.

Lownes, N. E., & Machemehl, R. B. (2006). VISSM: A MULTI-PARAMETER SENSITIVITY ANALYSIS. *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, (ss. 1406-1413). Texas.

Lord, N., Archer, J., & Persliden, L. (2008). *Parametersättning, manual för beställare och utförare*. Vägverket.

Niska, A. (2007). *Cyklisisters syn på cykelvägars standard*. VTI rapport 585. Linköping: VTI.

NTF. (2006). *Mätinstrument och instruktioner*. NTF.

Morris, M. D. (1991). *Factorial Sampling Plans for Preliminary Computational Experiments*. Oak ridge: Technometrics.

Qiao, G., & Menendez, M. (2012). Sensitivity Analysis for Calibrating VISSIM in Modeling the Zurich Network. *Conference paper STRC 2012*. Monte Verità.

Parker, J., & Rotheram, J. (2010). *Design speeds and acceleration characteristics of bicycle traffic for use in planning, design and appraisal*. University of Bolton, Deane Road, Bolton, Bolton.

PTV AG. (2010). *Vissim 5.3 User manual*. Karlsruhe, Tyskland: PTV.

Trafikverket. (2010). *GCM-Handbok utformning drift och underhåll med gång-, cykel- och mopedtrafik i fokus*. Stockholm.

Transport for London. (2010). *Traffic modelling guidelines, TfL traffic manager and network performance best practice version 3*. London: Transport for London .

Vägverket. (1994). *Vägars utformning 94s*.

Wiedemann. (1974). *Simulation des Strassenverkehrsflusses*. Karlsruhe, Germany.

Bilaga 1

VB.net kod för iteration av simuleringarna

```
Private Sub Button1_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles Button1.Click
    System.Windows.Forms.Application.CurrentCulture = New
    System.Globalization.CultureInfo("EN-US") 'Hjälper till att ändra komma separator
    från , till . vilket används i Vissim. Kan göra fler saker som är lite okända...
    Dim thefile As String = "C:\Users\David\Documents\testfil.inpx"
    Dim lines() As String =
    System.IO.File.ReadAllLines("C:\Users\David\Documents\testfil.inpx")
    Dim Vissim As Object
    Dim var(200) As String 'Denna array behöver vara
    tillräckligt stor för att rymma alla kombinationer av parametrar som ska testas.
    Används sedan för att skriva ut kombinationerna som genererats.
    Dim FILE_NAME As String = "C:\Users\David\Documents\vara.txt"
    Dim objWriter As New System.IO.StreamWriter(FILE_NAME, False)
    Vissim = CreateObject("Vissim.Vissim.700") 'Skapar Vissim objektet som
    möjliggör för att kunna använda COM komandon för att via detta program kommunicera
    med Vissim.
    Dim i As Integer
    For i = 1 To 100 'Slumpar fram de
    kombinationer av CC parametrar som behövs för varje körning.Talet som det
    multipliceras med är största tillåtna värde som kan slumpas fram
        Randomize()
        Dim cc0 As Double = Rnd() * 5
        Dim cc1 As Double = Rnd() * 5
        Dim cc2 As Double = Rnd() * 5
        Dim cc3 As Double = Rnd() * -2
        Dim cc4 As Double = Rnd() * -3.5
        Dim cc5 As Double = Rnd() * 3.5
        Dim cc6 As Double = Rnd() * 50
        Dim cc7 As Double = Rnd() * 2.5
        Dim cc8 As Double = Rnd() * 5
        Dim cc9 As Double = Rnd() * 0
        var(i + (1 - i) * -1) = cc0 & " ;" & cc1 & " ;" & cc2 & " ;" & cc3 & "
        ;" & cc4 & " ;" & cc5 & " ;" & cc6 & " ;" & cc7 & " ;" & cc8 & " ;" & cc9

        objWriter.WriteLine(var(i + (1 - i) * -1)) 'Skriver ut
    de parametrar som används

    'raden under är den rad som byts ut. nr på raden som byts ut i inpx
    filen står innanför parentesen
    lines(1817) = " <drivingBehavior accDecelOwn="" & "-1.000000""
    & " accDecelTrail="" & "-1.000000"" & " advMerg="" & "true"" & " amberA="" &
    "1.588581"" & " amberB1="" & "-0.261981"" & " amberB2="" & "0.269453"" & "
    amberBehav="" & "CONTINUOUSCHECK"" & " carFollowModType="" & "WIEDEMANN99"" & "
    consNextTurn="" & "false"" & " coopDecel="" & "-3.000000"" & " coopLnChg="" &
    "false"" & " coopLnChgCollTm="" & "10.000000"" & " coopLnChgSpeedDiff="" &
    "10.800000"" & " decelRedDistOwn="" & "100.000000"" & " decelRedDistTrail="" &
    "100.000000"" & " desLatPos="" & "RIGHT"" & " diamQueu="" & "true"" & "
    diffusTm="" & "60.000000"" & " freeDrivTm="" & "11.000000"" & "
    latDirChgMinTm="" & "0.000000"" & " latDistDrivDef="" & "0.300000"" & "
    latDistStandDef="" & "0.100000"" & " lnChgRule="" & "FREELANESELECTION"" & "
    lookAheadDistMax="" & "250.000000"" & " lookAheadDistMin="" & "10.000000"" & "
    lookBackDistMax="" & "150.000000"" & " lookBackDistMin="" & "0.000000"" & "
```

```

maxDecelOwn="" & "-4.000000"" & " maxDecelTrail="" & "-3.000000"" & "
minCollTmGain="" & "2.000000"" & " minHdwy="" & "0.100000"" & "
minSpeedForLat="" & "3.600000"" & " name="" & "Cycle-Track (free overtaking)"" &
" no="" & "5"" & " obsrvAdjLn="" & "false"" & " obsrvdVehs="" & "2"" & "
ovtLDef="" & "true"" & " ovtRDef="" & "true"" & " ovtRedSpeedAreas="" &
"false"" & " rearCorr="" & "false"" & " rearCorrEnd="" & "10.000000"" & "
rearCorrMaxSpeed="" & "3.000000"" & " rearCorrStart="" & "1.000000"" & "
redAmberBehav="" & "GO"" & " safDistFactLnChg="" & "0.600000"" & "
safDistFactSig="" & "0.600000"" & " safDistFactSigEnd="" & "100.000000"" & "
safDistFactSigStart="" & "100.000000"" & " sleepDur="" & "0.000000"" & "
sleepProb="" & "0.000000"" & " smthClSup="" & "false"" & " standDist="" &
"0.500000"" & " standDistIsFix="" & "false"" & " vehRoutDecLookAhead="" &
"true"" & " w74ax="" & "2.000000"" & " w74bxAdd="" & "2.000000"" & "
w74bxMult="" & "3.000000"" & " w99cc0="" & cc0 & "" " & " w99cc1="" & cc1 & ""
" & " w99cc2="" & cc2 & "" " & " w99cc3="" & cc3 & "" " & " w99cc4="" & cc4 &
"" " & " w99cc5="" & cc5 & "" " & " w99cc6="" & cc6 & "" " & " w99cc7="" & cc7
& "" " & " w99cc8="" & cc8 & "" " & " w99cc9="" & cc9 & "" " & "/>"

```

```

System.IO.File.WriteAllLines("C:\Users\David\Documents\svarforsok.inpx",
lines)

```

```

'Vissim startas med den nya filen

```

```

Vissim.LoadNet("C:\Users\David\Documents\svarforsok.inpx")

```

```

SendKeys.Send("^q") 'För att köra Vissim snabbt måste

```

kommandot ctrl + q tryckas... Har inte hittat något bättre sätt än detta. Vissim
fönstret måste vara markerat för att det ska funka!

```

Vissim.Simulation.RunContinuous()

```

```

cc3 = cc3 + (0.5 * cc3) 'Det delta värde som vill användas samt
variablen CC som testas. Alltså den förändring som görs mellan de två körningarna
som sedan jämförs

```

```

var(i + i) = cc0 & " ;" & cc1 & " ;" & cc2 & " ;" & cc3 & " ;" & cc4 & "
;" & cc5 & " ;" & cc6 & " ;" & cc7 & " ;" & cc8 & " ;" & cc9

```

```

lines(1817) = " <drivingBehavior accDecelOwn="" & "-1.000000""
& " accDecelTrail="" & "-1.000000"" & " advMerg="" & "true"" & " amberA="" &
"1.588581"" & " amberB1="" & "-0.261981"" & " amberB2="" & "0.269453"" & "
amberBehav="" & "CONTINUOUSCHECK"" & " carFollowModType="" & "WIEDEMANN99"" & "
consNextTurn="" & "false"" & " coopDecel="" & "-3.000000"" & " coopLnChg="" &
"false"" & " coopLnChgCollTm="" & "10.000000"" & " coopLnChgSpeedDiff="" &
"10.800000"" & " decelRedDistOwn="" & "100.000000"" & " decelRedDistTrail="" &
"100.000000"" & " desLatPos="" & "RIGHT"" & " diamQueu="" & "true"" & "
diffusTm="" & "60.000000"" & " freeDrivTm="" & "11.000000"" & "
latDirChgMinTm="" & "0.000000"" & " latDistDrivDef="" & "0.300000"" & "
latDistStandDef="" & "0.100000"" & " lnChgRule="" & "FREELANESELECTION"" & "
lookAheadDistMax="" & "250.000000"" & " lookAheadDistMin="" & "10.000000"" & "
lookBackDistMax="" & "150.000000"" & " lookBackDistMin="" & "0.000000"" & "
maxDecelOwn="" & "-4.000000"" & " maxDecelTrail="" & "-3.000000"" & "
minCollTmGain="" & "2.000000"" & " minHdwy="" & "0.100000"" & "
minSpeedForLat="" & "3.600000"" & " name="" & "Cycle-Track (free overtaking)"" &
" no="" & "5"" & " obsrvAdjLn="" & "false"" & " obsrvdVehs="" & "2"" & "
ovtLDef="" & "true"" & " ovtRDef="" & "true"" & " ovtRedSpeedAreas="" &
"false"" & " rearCorr="" & "false"" & " rearCorrEnd="" & "10.000000"" & "
rearCorrMaxSpeed="" & "3.000000"" & " rearCorrStart="" & "1.000000"" & "
redAmberBehav="" & "GO"" & " safDistFactLnChg="" & "0.600000"" & "
safDistFactSig="" & "0.600000"" & " safDistFactSigEnd="" & "100.000000"" & "
safDistFactSigStart="" & "100.000000"" & " sleepDur="" & "0.000000"" & "
sleepProb="" & "0.000000"" & " smthClSup="" & "false"" & " standDist="" &
"0.500000"" & " standDistIsFix="" & "false"" & " vehRoutDecLookAhead="" &
"true"" & " w74ax="" & "2.000000"" & " w74bxAdd="" & "2.000000"" & "
w74bxMult="" & "3.000000"" & " w99cc0="" & cc0 & "" " & " w99cc1="" & cc1 & ""
" & " w99cc2="" & cc2 & "" " & " w99cc3="" & cc3 & "" " & " w99cc4="" & cc4 &
"" " & " w99cc5="" & cc5 & "" " & " w99cc6="" & cc6 & "" " & " w99cc7="" & cc7
& "" " & " w99cc8="" & cc8 & "" " & " w99cc9="" & cc9 & "" " & "/>"

```

```

& "" " & " w99cc8="" & cc8 & "" " & " w99cc9="" & cc9 & "" " & "/>"
'Raden i inpx filen byts ut en andra gång då endast en parameter ändrats
med delta enligt ovan.
objWriter.WriteLine(var(i + i))
Vissim.LoadNet("C:\Users\David\Documents\svarforsok.inpx") 'Filen måste
laddas om för att de nya ändringarna ska ta plats
SendKeys.Send("^q")
Vissim.Simulation.RunContinuous() 'Denna rad startar simuleringen
Next i
Vissim = Nothing 'stänger ner Vissim
For i = 1 To 200 ' skriver ut de rader där parametrarna sparats
objWriter.WriteLine(var(i))
Next
End Sub

```