

CHALMERS



Framkomlighet i cirkulationsplatser - en metodstudie om utformningens påverkan på kapaciteten

Pär Sköld

Institutionen Vatten Miljö Transport
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, 2001

*Kör några varv runt rondellen, och sedan ut ur stan.
Passerar gränsen som gör det omöjligt att vända tillbaks...
/Bo Kaspers Orkester, Amerika*

Kontaktpersoner:



CHALMERS

Gunnar Lannér
Chalmers tekniska högskola
Sven Hultins gata 8
412 96 Göteborg
031-772 10 00



Vägverket

Åke Löfqvist
Vägverket Region Väst
Lilla Bommen 8
405 33 Göteborg
031-63 50 00



FLYGFÄLTSSBYRÅN

Magnus Ståhl
FB Engineering AB
Box 12076
402 41 Göteborg
031-775 10 00

Framkomlighet i cirkulationsplatser

-en metodstudie om utformningens påverkan på kapaciteten

Pär Sköld

Availability in Roundabouts

- a method study of design effects on capacity

sig.
ideri vi-

En drabbad, Norrtälje

Visa alltid tecken ut ur en rondell

svar på tal



■ Svar till "Rond-Ellen, Bandhagen" (18/7).

Du gnäller över att ingen kan köra i rondeller och så har du själv fel om reglerna!

Man ska numera sedan ett år tillbaka ungefär, alltid visa tecken ut ur en rondell. Även om man kör rakt igenom ska man ge tecken att man svänger ut höger.

Det är katastrof att man kan gnälla på andra men själv inte ha någon koll!

Du skrev att signal endast behövs vid filbyte, kolla trafikförordningen eller ta körkort.

Yrkes-
chaufför,
Eskilstuna



så
te
sp
na
ran
lyck

■ Är
mokra
när LO
en pres
te ha m
drivkraft



att dera
lön i
politie
De
laga
styr
de
du
LO
lem
roll.

gen - folk
ARS NYBERG

kan ig

köpsställen
rkvaror där
mer "konti-

erna ha nå
ag på alko
en så heter
verade priser
entet.

mmar Sys
hela fol-

sson

rfilmen"

Urklipp ur Expressen den 22/7 2001
Cirkulationsplatser är något som berör...

FÖRORD

Examensarbetet "Framkomlighet i cirkulationsplatser - en metodstudie om utformningens påverkan på kapaciteten" har utförts vid Institutionen Vatten Miljö Transport, Chalmers tekniska högskola med handledare och examinator **Gunnar Lannér**, Vatten Miljö Transport och biträdande handledare **Magnus Ståhl**, FB Engineering AB. Arbetet har utförts under sommaren och hösten 2001 på FB Engineering AB i Göteborg på uppdrag av Vägverket Region Väst med **Åke Löfqvist** som kontaktperson.

Syftet med examensarbetet är att påvisa hur utformningen av en cirkulationsplats påverkar förarnas acceptans av tidluckor och därefter visa hur detta påverkar kapaciteten. Inom ramarna för projektet har också en videofilm klippts ihop för att åskådliggöra olika framkomlighetsstandarder i cirkulationer under olika trafikförhållande samt typiskt felbeteende hos trafikanterna.

Uppdraget är genomfört i projektform med stöd av en referensgrupp, som jag vill tacka för deras engagemang och förmåga att driva arbetet framåt. I gruppen har förutom tidigare nämnda personer följande ingått: **Bengt Holm**, Vägverket Region Väst och **Bertil Hallman**, FB Engineering AB.

Jag vill dessutom tacka:

Åke Eriksson på Vägverket Region Väst för att han ville stödja projektet,
Christer Olsson på FB Engineering AB för att han orkade korrekturläsa,
Övrig personal i Trafik/Landskapsgruppen på FB Engineering AB för att de tagit sig tid att svara på mina frågor, samt
Robert Furén, **HannaSofie Jonsson** och **Jenny Persson** som hjälpt mig på ett eller annat sätt.

Speciellt tack till biträdande handledare **Magnus Ståhl**.

Göteborg, december 2001



Pär Sköld

SAMMANFATTNING

Cirkulationsplatsen är en mycket populär korsningstyp med stora trafiksäkerhets- och framkomlighetsmässiga fördelar. Utformningen varierar dock kraftigt och alla är inte heller lyckade.

Studien inriktas på att se hur acceptansen av tidluckor inne i en cirkulationsplats varierar för inkommande trafikanter, för olika typer av utformningar. Syftet med studien är att påvisa hur olika utformningar skapar olika acceptansmönster för tidluckor, och sedan visa hur detta faktum påverkar framkomligheten och därmed också kapaciteten i korsningen.

I projektet har avgränsningen att endast cirkulationer som i liten utsträckning påverkas av gång- och cykeltrafik gjorts. Dessutom beaktas endast acceptansen av tidluckor hos förare av personbilar, ej tunga fordon eller motorcyklar.

Sammanlagt har fem cirkulationsplatser i västra Sverige studerats med hjälp av videodokumentation av trafikanternas beteende. De återfinns i Lindome, Hjuvik, Kålleröd, Sisjön och på riksväg 45 genom Trollhättan. De har valts ut på grund av att de har varierande utformningar och trafikförhållanden.

Ett rimligt antagande är att inte endast utformningen påverkar acceptansen av tidluckor, utan också de trafikförhållanden som råder i korsningen. Studien visar att förare är mer benägna att acceptera små tidluckor om man till exempel är vanebilist och vet att det i vanliga fall är svårt att ta sig ut i cirkulationsplatsen på grund av speciella trafikförhållanden. Komplexa trafiksituationer i en cirkulationsplats med flera genomgående körfält, stor trafikmängd och höga ingångshastigheter kan däremot leda till att förarna önskar större säkerhetsmarginaler och därmed också större tidluckor. I små cirkulationer krävs förhållandevis stora tidluckor.

Det är svårt att påvisa i vilken grad olika parametrar i utformningen av cirkulationsplatser, utöver storlek och antal körfält, påverkar framkomligheten i korsningen. Det går att visa hur acceptansen av tidluckor varierar mellan olika cirkulationer men för att bestämma exakt vilka parametrar det beror på krävs ett stort underlag bestående av mätningar av många cirkulationsplatser med varierande utformning och trafikförhållande.

Videodokumentation som metod fungerar bra tack vare hög tillförlitlighet och låg personalinsats. Det ger också fördelen att videomaterialet på ett enkelt sätt kan användas för att åskådliggöra trafiksituationer för till exempel beslutsfattare och allmänhet.

Vad gäller ytterligare mätningar så bör man speciellt koncentrera sig på små cirkulationsplatser. De är av intresse dels för att det byggs fler och fler sådana idag, dels för att beräkningsprogram som används av trafikplanerare ger något felaktiga resultat för små cirkulationsplatser.

På nästa sida återfinns en sammanställning i tabellform av utformningsparametrar, trafikförhållanden och mätresultat för de fem studerade objekten.

Sammanställning av utformningsparametrar, trafikförhållanden och mätresultat.

	Lindome	Hjuvik	Källered	Sisjön	Trollhättan
Byggår	1991	1998	1995	1992	2000
Miljö	Landsbygd	Landsbygd	Samhälle	Samhälle	Landsbygd
Gatutyp	Större väg	Större väg	Lokalgata	Lokalgata	Riksväg
Hastighetsbegr. (km/h)	50	50	50/70	50	50/70
Rondellradie*	15 m	15 m	6 m	15 m	25 m
Överkörningsbar yta	Nej	Ja (målad)	Ja (stensatt)	Ja (stensatt)	Nej
Överkörningsbar bredd	-	2.5 m	2 m	2 m	-
Kanthöjd överkörningsbar yta	-	-	2 cm, fasad	3 cm, rak	-
Antal genomgående körfält	1	1	1	1	2+1
Körfältsbredd	10 m	8,9 m	4,5-5,5 m	13 m	11 + 6 m
Vävningssträckans längd	27-32 m	25-28 m	14-17 m	35-38 m	28-51 m
Vävningssträckans bredd	11 m	9,1 m	5-6 m	12-16 m	11-14 m
Refugbredd	6-8 m	8,5-10,5 m	5,5-6,5 m	10-11 m	11-17 m
Antal GC-överfarter	2	1	1	2	0
Belysning	Stolpar	Stolpar	Stolpar	Stolpar	Pollare+stolpar
Genomsikt	Ja	Begränsad	Ja	Ja	Ja
Totalt inkommande fordon / dygn**					
	15 600	16 900	10 600	22 900	31 100
Andel tung trafik					
	10%	4%	3,5%	6%	8%
Trafiktyp					
	Vanetrafik	Vanetrafik	Sällantrafik	Vanetrafik	Vanetrafik
Beräkn. bel.grad under maxtimme***					
	0.55	1.19	0.43	0.72	0.73
Körlängd under maxtimme***					
	0.1 m	133.3 m	0.3 m	0.9 m	1.2 m
Fördröjningstid under maxtimme***					
	8.9 s	476 s	5.7 s	8.9 s	18.3 s
Studerad tid på dygnet					
	Em vardag	Morgon vardag	Em helg	Em vardag	Morgon+Em
Acceptans av tidlucka på 3 s.					
	39 %	48 %	10 %	22 %	22 %
Acceptans av tidlucka på 4 s.					
	83 %	82 %	69 %	82 %	57 %

* För utförlig ritning, se bilaga 4

** För utförlig trafikdata, se bilaga 3

*** Enligt CapCal

SUMMARY

A roundabout is a very popular type of intersection with great road safety and trafficable advantages. The design in between different kinds of roundabouts varies a lot and all solutions are not acceptable.

The aim of the study is to investigate how the acceptance of gaps in a roundabout varies; for incoming road users and for different types of design solutions. The purpose of the study is to point out how different design solutions effects the acceptance pattern, and thereby also the capacity of the intersection.

This analysis only considers roundabouts where there is a limited effect by pedestrians and bicycle traffic. Besides that only acceptance among private cars is considered and acceptance among motorcycles and heavy vehicles is disregarded.

A total of five roundabouts in the western parts of Sweden have been studied. The study is performed with video documentation of the road users behaviour. This advantages of this method are high reliability, low staff effort and also that the material can be used in order to clarify traffic situations to decision-makers and the public. The analysed roundabouts are situated in Lindome, Hjuvik, Kålleröd, Sisjön and on highway 45 that runs through Trollhättan. They have been chosen, due to their varying design and traffic conditions.

A reasonable assumption is, that not only the design affects the acceptance of gaps, but also the traffic conditions in the intersection. The study shows that drivers are inclined to accept small gaps, if they for instance are habit drivers and know that it is difficult to enter the roundabout due to certain traffic conditions. Complex traffic conditions in a roundabout, such as several lanes, a large amount of traffic and high velocity entries can have the opposite effect on the drivers. The drivers then adjust to the conditions and keep greater safety margins and bigger gaps. In small roundabouts rather big gaps are required.

Besides the size of the roundabout and number of lanes, it is difficult to show to which degree different design parameters affect the trafficability in the intersection. It is possible to show how the gap acceptance varies between different types of roundabouts. To be able to define which specific design parameters this is a result of, a much bigger selection of roundabouts, with varying design and traffic conditions have to be analysed.

Future research and measurements should be focused on small roundabouts. They are of main interest since traffic planners frequently use them now days and since the estimation programmes used by traffic planners gives slightly incorrect results for small roundabouts.

Below, a list of combinations of design parameters, traffic conditions and measurement results for the five studied objects is presented.

List of combinations of design parameters, traffic conditions and measurement results.

	Lindome	Hjuvik	Kållerød	Sisjön	Trollhättan
Construction year	1991	1998	1995	1992	2000
Environment	Rural area	Rural area	Municipality	Municipality	Rural area
Street type	Major road	Major road	Local street	Local street	Nat. highway
Speed limit (km/h)	50	50	50/70	50	50/70
Centre island radius	15 m	15 m	6 m	15 m	25 m
Drivable surface	No	Yes (painted)	Yes (painted)	Yes (painted)	No
Width of drivable surface	-	2.5 m	2 m	2 m	-
Height edge of drivable surface	-	-	2 cm, chamfered	3 cm, straight	-
Number of through traffic lanes	1	1	1	1	2+1
Width of traffic lanes	10 m	8,9 m	4,5-5,5 m	13 m	11 + 6 m
Length of weaving section	27-32 m	25-28 m	14-17 m	35-38 m	28-51 m
Width of weaving section	11 m	9,1 m	5-6 m	12-16 m	11-14 m
Width of traffic islands	6-8 m	8,5-10,5 m	5,5-6,5 m	10-11 m	11-17 m
Number of crossingplaces	2	1	1	2	0
Lighting	Poles	Poles	Poles	Poles	Bollards+poles
Look-through centre island	Yes	Limited	Yes	Yes	Yes
Number of incoming veh. / 24 hrs**	15 600	16 900	10 600	22 900	31 100
Share heavy traffic	10%	4%	3,5%	6%	8%
Type of traffic	Habitual	Habitual	Seldom	Habitual	Habitual
Comp. degree of sat. during max. hour***	0.55	1.19	0.43	0.72	0.73
Length of queue during max. hour****	0.1 m	133.3 m	0.3 m	0.9 m	1.2 m
Time of delay during max. hour****	8.9 s	476 s	5.7 s	8.9 s	18.3 s
Studied	Afternoon work-day	Morning work-day	Afternoon weekend	Afternoon work-day	Morning+Afternoon
Acceptance of gap, 3 s.	39 %	48 %	10 %	22 %	22 %
Acceptance of gap, 4 s.	83 %	82 %	69 %	82 %	57 %

* Detailed blueprint, appendix 4

** Detailed traffic data, appendix 3

*** According to CapCal

BEGREPPSFÖRKLARING

Belastningsgrad Kvoten mellan verkligt trafikflöde och *kapacitet*.

Ben Till- och frånfart i samma riktning till/från en *cirkulationsplats*. (Se figur 1.4.)

CapCal Datorprogram för framräkning av bl.a. *kapacitet* i korsningar.

Cirkulationsplats ”I en cirkulationsplats skall ett fordon föras motsols i cirkulationen runt *rondellen*. Ett fordon skall passera till höger om en refug eller annan anordning placerad i mitten av en körbana med trafik i båda riktningarna.” (*TrF kap. 3, 13 § 1998*)

GC-trafik Gång- och cykeltrafik.

Kapacitet Det maximala antal fordon som kan passera en viss punkt på ett körfält eller en körbana under ett visst tidsintervall under rådande väg- och trafikförhållanden.

Maxtimme Den timme på dygnet då *trafikbelastningen* är som störst. Inträffar i regel på morgon och/eller eftermiddag under rusningstrafiken. Motsvarande gäller t.ex. maxkvart.

Nollvisionen Grunden för trafiksäkerhetsarbetet i Sverige enligt beslut från Riksdagen 1997. Innebär att ingen skall dödas eller skadas svårt i trafiken.

Primärväg Den väg i en vägkorsning som getts en överordnad trafikfunktion.

Rondell Trafikdelare i mitten av *cirkulationsplatsen* som enkelriktar trafiken. Cirkulationsplatser kallas populärt och något felaktigt ofta för ”rondell”.

Sekundärväg Väg som ansluter till *primärväg* och getts en underordnad trafikfunktion. Vanligen är *trafikbelastningen* lägre på sekundärvägen än på primärvägen.

Tidlucka Tidsrymd mellan två efter varandra framförda fordon.

Trafikbelastning Antal inkommande fordon i en korsning. Mäts i t.ex. *ÅDT*.

VU 94 Vägutformning 94. Styr- och hjälpmedel för utformning av vägar för att garantera önskvärd kvalitet, utgiven av Vägverket.

ÅDT Årsdygnstrafik. Den trafik som passerar ett snitt av en väg under ett för året genomsnittligt trafikerat dygn.

Överkörningsbar yta Yta närmast *rondellen* som tunga och långa fordon kan gena över för att lättare komma fram genom *cirkulationsplatsen*. Ibland endast målat spårrområde.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	I
SAMMANFATTNING	III
SUMMARY	V
BEGREPPSFÖRKLARING	VII
1 BAKGRUND	1
1.1 Historik	1
1.2 Varför cirkulationsplats?	2
1.3 Definitioner	3
1.4 Problemställning	5
1.5 Syfte	6
1.6 Avgränsningar	6
2 METOD	7
2.1 Teoretisk metod	7
2.2 Praktisk metod (fältmätningar)	7
3 TEORETISK BEDÖMNING	10
3.1 Fördelning av tidluckor	10
3.2 CapCal	12
3.3 Typexempel	17
4 FÄLTSTUDIER	19
4.1 Objektsbeskrivning	19
4.2 Mätresultat	28
4.3 Analys av mätresultat	31
4.4 Teoretiska belastningsgrader i CapCal	35
4.5 Beräknade kapaciteter utifrån fältstudier	36
5 TRAFIKANTBETEENDE	38
6 SLUTSATSER	41
6.1 Utformningens påverkan på kapaciteten	41
6.2 Kapacitetsberäkningar utifrån acceptans	41
6.3 Videodokumentation som mätmetod	42
6.4 Beräkningsprogrammet CapCal	42
7 FORTSATT ARBETE	43
8 REFERENSER	44

BILAGOR

Bilaga 1 - Indata för sannolikhetsfördelningar

Bilaga 2 - Mätresultat för de studerade objekten

Bilaga 3 - Trafikdata för de studerade objekten

Bilaga 4 - Ritningar över de studerade cirkulationsplatserna

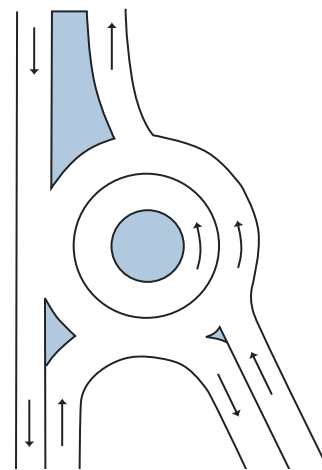
1 BAKGRUND

I det inledande kapitlet beskrivs utvecklingen från en simpel trafikcirkel till dagens moderna cirkulationsplats, samt varför utvecklingen har tagit den riktning den har gjort. Kapitlet innehåller också den problembeskrivning som ligger till grund för examensarbetet, tillsammans med mål och avgränsningar.

1.1 Historik

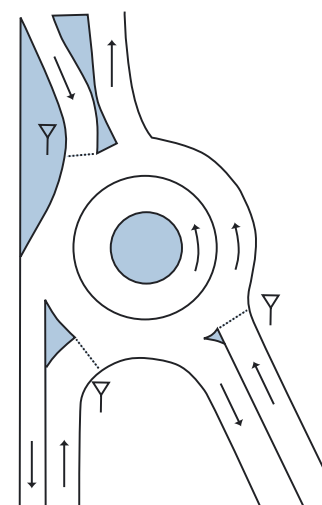
Så kallade trafikcirkel har länge funnits i korsningar. I Jordaniens huvudstad Amman guidar man sig fortfarande runt i staden med hjälp av hänvisningar till exempelvis den andra cirkeln eller den sjätte (Jordan, *Touristic Sites 2001*) tack vare att det på toppen av Ammans sju kullar fanns en trafikcirkel för att förbättra framkomligheten. De har nu byggts om till signalreglerade korsningar, en utveckling som inte är representativ.

I Storbritannien använde man sig tidigt av trafikcirkel för att underlätta för svängande fordon i korsningar. I dessa var det fordonsföraren som var på väg in i trafikcirkeln som hade företräde framför fordonen inne i cirkeln. Det var lätt för trafikanterna att hålla hög hastighet in i cirkeln och de var mycket olycksdrabbade, därför insåg trafikplanerare att något måste göras. De moderna cirkulationsplatsernas era började 1956 då den första ”lämna-företräde-vid-infart”-cirkulationen byggdes (TFHRC, 1995). Det var inte endast skillnaden att trafikanter skulle lämna företräde som gjorde att den nya modellen blev säkrare. En kraftigare krökning av infarten, som tidigare var mycket direkt, samt utplacering av refuger gjorde att hastigheterna sänktes. Tio år senare infördes den landsomfattande ”lämna-företräde-vid-infart”-regeln och efter detta följde många engelskinfluerade länder utvecklingen, medan länder med högertrafik var mer restriktiva.



Figur 1.1: En äldre trafikcirkel från USA. (Källa: TFHRC, 1995)

Resterande Europa följde ändå snart efter, där Norge är ett bra exempel (Gjaever, T. 1992). 1980 fanns 15 cirkulationsplatser där och antalet hade 1992 ökat till 500 stycken. Många av dem var så kallade ”minirondeller” som var tänkta att få ner hastigheterna i korsningar inne i tätorter. I Sverige hade försök gjorts med cirkulationsplatser innan 1960, mestadels med väldigt stora sådana. Opinionsen mot denna trafiklösning var dock stor vilket ledde till att det mellan 1960 och 1990 inte byggdes många, istället använde man sig av trafiksignaler. Under 90-talet ändrades detta radikalt och man följde Norges exempel efter det att resultatet slagit väl ut. Cirkulationsplatsen blev decenniets populäraste trafikanläggning i Sverige, en utveckling som inte visar några tendenser till att avstanna.



Figur 1.2: Ombyggd trafikcirkel. (Källa: TFHRC, 1995)

1.2 Varför cirkulationsplats?

Varför är då cirkulationsplatser så mycket bättre än en ”vanlig” fyrvägs korsning med stopp- eller väjningsplikt, eller en signalreglerad sådan? Det finns flera skäl men två huvudsakliga; trafiksäkerhet och framkomlighet.

Förutsatt att cirkulationsplatsen är korrekt utformad ges den ökade trafiksäkerheten av följande:

- Risken för en olycka minskar i och med sänkt hastighet.
- Den sänkta hastigheten ger lägre skadeverkningar vid en eventuell olycka.
- Kollisionsvinkeln minskas vilket ger samma fördel som ovan.
- Konfliktpunkterna mellan de olika trafikströmmarna i korsningen sprids ut vilket gör situationen mer lätthanterlig för föraren.
- Stressmomentet försvinner i och med att man slipper riskera stopp för rött ljus, en risk som uppmuntrar vissa förare att öka hastigheten in i korsningen.
- En korsning utformad som en cirkulationsplats kan bli betydligt mer lättöverskådlig för trafikanten som färdas mot den, förutsatt att den inte är för liten.

I ett försök i Växjö (*Svenska Kommunförbundet, 2000*) byggdes 21 korsningar om till cirkulationsplatser sedan man i en studie kommit fram till att 75 % av alla olyckor med personskador inträffade i korsningar. Den största orsaken till olyckorna var hög hastighet och man ville därför pröva om det gick att dämpa hastigheterna och därmed minska olycksrisken i korsningarna. Det visade sig att risken för personskador minskade med 35 % i 14 studerade cirkulationsplatser. I en av cirkulationsplatserna ökade dock olycksrisken med 240 %. Detta berodde på att utformningen var oklar och missuppfattades av trafikanterna, ett tecken på att utformningen är mycket viktig.

Den ökade framkomligheten beskrivs i *Säkra korsningen! (Iivari, M. 1998)*. Enligt studien påvisas att medelfördröjningen för fordonen minimeras i en cirkulationsplats jämfört med andra korsningstyper. Skillnaderna blir tydligast om förhållandet mellan trafikbelastningen på primär- och sekundärvägen inte överstiger 4 på 1.

Man räknar med att kapaciteten i en cirkulationsplats är cirka 30 % högre än för en signalreglerad korsning (*Wallwork, M. & Siegman, P. 1997*). Detta beror på att tiden i en cirkulationsplats utnyttjas fullt ut av trafikanterna. I en signalreglerad korsning kan det däremot under låg belastning vara grönt ljus i en riktning utan att det finns några fordon som utnyttjar det, vilket leder till en sänkning av kapaciteten. Detta problem minimeras genom den nya typen av smarta trafiksignaler med detektorer. Under högbelastning förloras tid på grund av signalens växlings- och säkerhetstid. I regel tillåts dessutom endast två fordonsströmmar att vara i rörelse åt gången medan det i en cirkulationsplats är möjligt att fordon kör in från alla infarter samtidigt. För att detta skall inträffa krävs dock att cirkulationen är av en viss storlek och inte allt för liten.

Jämfört med en korsning med stopplikt är en cirkulationsplats mer tidseffektiv eftersom fordonen inte måste genomföra ett fullständigt stopp innan de kör in i korsningen. Det problemet finns inte i en korsning med väjningsplikt men här kan det å andra sidan vara svårt för fordonen som befinner sig på sekundärvägen att ta sig ut eller över primärvägen.

De tidigare nämnda trafiksäkerhets- och framkomlighetsmässiga fördelarna är inte de enda. Man får också ett bättre flyt i trafiken. Vid lågtrafik såväl som högtrafik undviks fordon som står stilla och väntar på grönt ljus med motorn på tomgång. De kan upplevas som ett miljöproblem med avseende på buller och utsläpp, av boende och andra runt korsningen.

En annan fördel är att drifts- och underhållskostnaderna för en cirkulationsplats är lägre jämfört med en signalreglerad korsning (Mikaelsson, A. 2001).

Cirkulationsplatser fungerar också som landmärken och vägvisningsreferenser, precis som i gamla Amman. Ofta tar de mera plats än en vanlig korsning, men av den yta som krävs för trafikanläggningen består en mindre del av asfalt, och en större del av ytor som kan användas till exempelvis konstnärliga installationer.



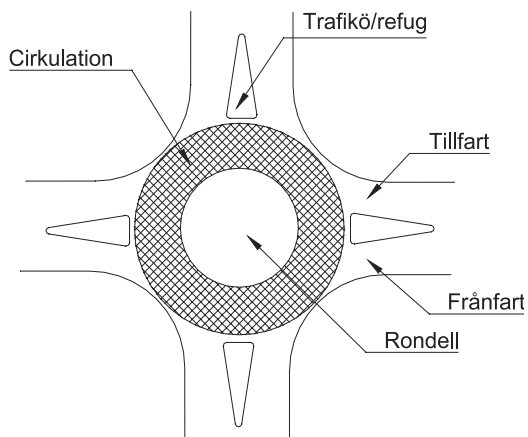
Figur 1.3: "33 Lågor" i centrala Landskrona vann år 2000 tävlingen "Nordens bästa rondell". (Källa: Svenska Kommunförbundet, 2001)

1.3 Definitioner

1.3.1 Cirkulationsplatsens delar

I vardagligt tal används ofta uttrycket rondell om den mer trafiktekniskt korrekta termen cirkulationsplats. I själva verket så är det endast trafikön i mitten som skapar den cirkulerande enkelriktade trafiken som är själva rondellen. (Se figur 1.4) I denna rapport används genomgående korrekt terminologi.

Ytterligare delar i en cirkulationsplats är trafiköar eller refuger mellan varje tillfart och frånfart. En tillfart och frånfart i samma riktning kallas populärt för ett av cirkulationens ben.



Figur 1.4: Cirkulationsplatsens delar. (Källa: Winstrand, B. m.fl. 2000)

1.3.2 Storleksklasser

Cirkulationsplatser klassificeras ofta efter rondellradien. Enligt VU 94 delas de in i tre klasser. Svenska kommunförbundets och Vägverkets Åtgärds katalog använder sig av fyra.

Tabell 1.1: Storleksklasser enligt VU 94.
(Källa: Bergh, T., Andersson B. 1994)

Klass	Rondellradie
Mini	Mindre än 2 meter
Liten	2-10 meter
Normal	Större än 10 meter

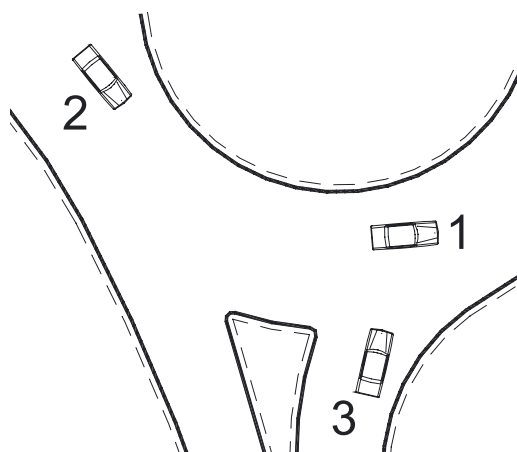
Tabell 1.2: Storleksklasser enligt Åtgärds katalogen.
(Källa: Svenska Kommunförb. & Vägverket 1996)

Klass	Rondellradie
Mini	Mindre än 2 meter
Liten	2-10 meter
Normal	10-40 meter
Stor	Större än 40 meter

1.3.3 Tidlucka

Figur 1.5 åskådliggör den för studien betraktade tidluckan i en cirkulationsplats. Tidluckan definieras som tiden som förflyter från det att fordon 1:s bakände passerar rakt framför fordon 3, till det att fordon 2:s framände når samma punkt.

I figuren visas en tidlucka på 3 sekunder med antagandena att hastigheten hos de cirkulerande fordonen är 30 km/h och rondellradien 15 meter.



Figur 1.5: Definitionen av tidlucka.



Figur 1.6: En tidlucka på cirka 2 sekunder ur förarens synvinkel.

1.4 Problemställning

Efterhand som fler och fler cirkulationsplatser byggs så ser man att de varierar mycket i utförande. Det finns idag ingen trafikteknisk standardisering av cirkulationsplatser vilket resulterar i stor variation vid val av storlek, geometri, körfältsindelning, siktförhållande, hantering av GC-trafik, linjemarkeringar, skyltsättning och belysning vid nybyggnation. Ett tydligt tecken på att inte alla lösningar fungerar tillfredsställande är uppkomsten av långa köer, vilket leder till kostnader för trafikanterna i tidsförluster. Andra följder på grund av otillfredsställande lösningar är en ökad olycksrisk och eventuellt en hög ombyggnadskostnad. Resurserna används inte optimalt.

Önskvärt hade varit om det funnits en samlad beskrivning för utformning av cirkulationsplatser. En sådan skulle beskriva vilka parametrar som skall beaktas och hur de skall prioriteras. Några exempel på önskvärda parametrar som bör tas upp är följande:

1. Trafikmängder och flöden
2. GC-trafik
3. Andel tunga fordon/dimensionerande fordon
4. Miljö/omgivning, landsbygd/tätort
5. Plats, utrymme
6. Dimensionerande hastighet
7. Kollektivtrafik

Det finns alltså en mängd parametrar att beakta vid utformningen av en ny cirkulationsplats. De olika trafikmängderna och fördelningen av dessa, trafikantgruppernas, det vill säga personbilers, bussars, GC-trafikanters och tung trafiks förekomst och beteende, påverkar framkomligheten.

Den parameter att lägga störst vikt vid får ses som trafikmängder och fördelningar (*Lundström, H. & Martinsson, S. 2001*). Dessa ingångsvärden är de första trafikplanerare tittar på i början av utformningsarbetet och de kommer också att ligga till grund för storlek på cirkulationsplats och rondell samt antal körfält.

Problem och felaktigheter kan dessutom uppstå när man beräknar kapaciteter för de cirkulationsplatser som byggs idag. Detta beror bland annat på att tillgängliga beräkningsprogram har begränsade möjligheter att beräkna variationer i en rad parametrar, till exempel antal körfält, siktförhållanden, körfältsbredd och trafikanternas beteende.

1.5 Syfte

Studien inriktas på att se hur acceptansen av tidluckor inne i en cirkulationsplats varierar för inkommande trafikanter, för olika typer av utformningar. Syftet med studien är att påvisa hur olika utformningar skapar olika acceptansmönster för tidluckor, och sedan visa hur detta faktum påverkar framkomligheten och därmed också kapaciteten i korsningen.

För några cirkulationsplatser görs en jämförelse mellan CapCal och uppmätt kapacitet. Jämförelsen har som syfte att påvisa eventuella avvikelser i beräkningsprogrammet.

För att nå målet måste det påvisas hur utformningen av en cirkulationsplats påverkar acceptansen av tidluckor, samt visa hur detta påverkar kapaciteten. Då kan tre frågeställningar med avsikt att fungera som ett underlag för det fortsatta arbetet sättas upp. Dessa är:

1. Vilka ingångsparametrar kan vara värdefulla vid utvärdering av en korsning?
2. Hur kan dessa parametrar mätas och utvärderas?
3. När är det lämpligt att mätningar utförs och under vilken tidsrymd?

Utöver detta kommer följande att utföras inom ramarna för projektet:

- Åskådliggöra sambandet mellan teoretisk belastningsgrad och de verkliga förhållandena i cirkulationsplatser.
- Redovisa ett antal exempel på byggnation av cirkulationsplatser inklusive ritningar och trafikuppgifter.

1.6 Avgränsningar

Arbetet avgränsas genom ett urval av cirkulationsplatser där GC-trafik inte påverkar framkomligheten i någon större utsträckning.

Dessutom betraktas endast acceptansen av tidluckor för personbilar och ej tunga fordon eller motorcyklar.

2 METOD

I kapitel 2 presenteras metodiken för examensarbetet, dels för den teoretiska bakgrunden, dels för de praktiska fältmätningarna. Urvalsprocessen, mätningarna och utvärderingen beskrivs, tillsammans med utrustningen. Här beskrivs också tankarna bakom jämförelserna mellan teori och verklighet.

2.1 Teoretisk metod

För att kontrollera standarden på framkomlighet i en korsning beräknar man korsningens belastningsgrad, väntetider för fordon och kölängder. Mest använt är belastningsgraden som enkelt kan beskrivas som det verkliga flödet fordon genom kapaciteten. Eftersom beräkningarna tenderar att bli komplicerade med många parametrar så finns beräkningsprogram för detta, där ett av de mest använda är CapCal, framtaget på uppdrag av Vägverket (*Hagring, O. 1998*).

För ett antal olika typer av cirkulationsplatser genomförs beräkningar i CapCal för ett åskådliggörande av hur belastningsgraden varierar med olika parametrar. De parametrar som testas är stor/liten trafikmängd samt jämn/sned fördelning av trafik på de olika benen. Detta testas för olika rondellradier och antal körfält genom cirkulationen.

2.2 Praktisk metod (fältmätningar)

För att försöka verifiera teorin att utformningen på en cirkulationsplats påverkar förarnas acceptans av tidluckor och därmed också kapaciteten, gjordes studier på fem objekt. De olika stegen i processen var urval, mätningar och utrustning för detta, samt utvärdering.

2.2.1 Urval

I samråd med referensgruppen togs en bruttolista med tänkbara cirkulationsplatser fram. De flesta återfinns i göteborgstrakten, men ytterligare några speciellt omtalade cirkulationsplatser, där till exempel cirkulationen på riksväg 45 genom Trollhättan också ingick. Ett resonemang hölls inom arbetsgruppen runt de olika objekten och vissa sållades bort. En slutlig lista erhöles bestående av fem cirkulationsplatser som uppfyllde kriterierna:

- Representativ för nybyggnationen av cirkulationsplatser idag.
- Trafikmängden är så stor att kösituationer uppstår någon gång under dygnet.
- Skall ha varit i drift ett tag så att trafikanterna skall ha hunnit ”vänja sig”.
- Liten inblandning av GC-trafik som skulle kunna störa beteendet.

De fem utvalda cirkulationsplatserna ligger i Lindome, Hjuvik, Kålleröd, Sisjön och Trollhättan. En närmare presentation finns i *kapitel 4.1, Objektsbeskrivning*.

2.2.2 Mätning

De utvalda objekten studerades först på karta för att få kunskap om området och den fördelning av trafik som kunde väntas på plats. Inte minst viktig var också fördelningen av trafiken mellan de olika benen i cirkulationsplatsen. I vissa av fallen fanns gamla trafikräkningar att tillgå som stöd för de teorier som ställdes upp. Detta gav i förväg kunskap om vilket av benen som var intressantast att koncentrera sig på.



Figur 2.1: Kameran rullar vid Ekenleden.



Figur 2.2: Bilden kontrolleras i Gärdhem

Väl på plats placerades en videokamera i en så hög position som möjligt för att ge god överblick. Mätningarna genomfördes uteslutande på morgon eller eftermiddag för att kunna ta del av den presumtiva maxtimmen. Kameran dokumenterade sedan trafikanternas beteende i 60 till 90 minuter beroende på bandlängd.

Två saker filmades:

- Acceptansen av tidluckorna i ett av cirkulationens ben där köer uppstod.
- Fördelningen mellan svängande fordon i hela cirkulationsplatsen för att ge underlag till körningar i CapCal.

2.2.3 Utrustning



Två videokameror användes. Kamera nummer ett var en Hi8-kamera och hyrdes. Märket var Sony, modell CCDTRV78. Till den användes 90-minutersband av samma märke.

Kamera två var en DV-kamera och tillhandahölls av FB Engineering AB. Även den var av märket Sony, en DCR-VX1000E, och 60-minutersband användes.

Till båda kamerorna användes en enkel tripod som stöd.



2.2.4 *Utvärdering*

Videomaterialet studerades genom att materialet spelades upp och tidluckornas längd mättes manuellt med ett tidtagningsur i enlighet med tidigare definition av tidlucka för denna studie. Tid lades ner på att finna ett system bestående av till exempel en ljuskälla och en reflektor kopplade till ett minne som registrerade fordonspassager gentemot en klocka, men ett enkelt sådant kunde ej påträffas. Marknaden för trafikräkning verkar domineras av avancerade system bestående av slang- och platteknik. I samråd med referensgruppen användes alltså ej noggrannare mätmetoder än tidtagningsur, även om exempelvis räkning av filmrutor (1 ruta = 1/25 sekund) är möjligt vid användandet av DV-kamera.

Tidluckan uppmättes och klassificerades som accepterad eller förkastad, beroende på om bilisten valde att köra eller stå kvar när tillfälle erbjöds. Värdena registrerades och utvärderades därefter vidare.

2.2.5 *Jämförelse teori - verklighet*

Det första steget i utvärderingen var att renodla ett antal typexempel på utformning av cirkulationsplatser. De varierande parametrarna dem emellan är storlek, antal genomgående körfält samt olika trafikförhållanden. Dessa olika typexempel kom att behandlas i CapCal för att få fram värden på belastningsgrader och kölängder. Detta fungerar sedan som ett diskussionsunderlag för hur olika typer av cirkulationsplatser klarar av olika trafikförhållanden.

De fem för studien utvalda cirkulationsplatserna studerades på plats och på video. De är representativa exempel på de renodlade typexemplen. Tack vare det inspelade videomaterialet kunde sedan trafikmängder och fördelningar lätt beräknas på till exempel basis av maxkvart eller ännu mindre intervall för att få extrema trafikbelastningar. Ingångsparametrarna behandlades därefter i CapCal för att jämföra dessa verkliga fall med tidigare teoretiska. För att detta skulle vara möjligt beskrivs den teoretiska bakgrunden för kapacitetsberäkningar och CapCal.

Videomaterialet användes dessutom för att åskådliggöra hur trafikförhållanden i olika typer av cirkulationsplatser verkligen är för olika belastningsgrader.

3 TEORETISK BEDÖMNING

Nedan beskrivs den teoretiska bakgrunden till examensarbetet, det vill säga olika sannolikhetsfördelningar för uppkomst av tidluckor i en fordonsström. Här finns också en beskrivning av beräkningsprogrammet CapCal med dess beräkningsgång och resultat. Ett antal typexempel för olika cirkulationsplatser har analyserats i CapCal och resultaten av detta redovisas här.

3.1 Fördelning av tidluckor

En förutsättning för att kunna beräkna en kapacitet med hjälp av tidluckor är att man använder sig av sannolikhetssteori (Homburger, W. 1982). En ankomstfördelning ger det mönster som fordonen anländer till korsningen och därefter ger en intervallfördelning sannolikheten att en tidlucka av en given storlek uppstår. Här fokuseras på den senare intervallfördelningen, närmare bestämt två olika vanligt förekommande typer. De är:

- Negativ exponentiell fördelning
- Skiftad negativ exponentiell fördelning

3.1.1 Negativ exponentiell fördelning

Den negativa exponentiella fördelningen är den elementära intervallfördelningen och härleds direkt utifrån Poissonfördelningen. Om inga fordon anländer i ett tidsintervall t , så kommer en tidlucka h som är minst t sekunder lång att uppstå mellan den senaste ankomsten av ett fordon och nästa. Ekvationen för detta blir:

$$P(0) = P(h \geq t) = e^{-t/\bar{t}} \quad (3:1)$$

Ur ovanstående kan sannolikheten för att noll fordon skall dyka upp under ett visst tidsintervall utläsas, det vill säga att en tidlucka $h \geq t$ uppstår, där

t är det önskade tidsintervallet man vill beräkna sannolikheten för, och

\bar{t} är medeltidluckan

3.1.2 Skiftad negativ exponentiell fördelning

Den skiftade negativa exponentiella fördelningen tar hänsyn till att det är osannolikt att väldigt små tidluckor uppstår. I ett verkligt fall så håller förarna ett visst avstånd sinsemellan vilket gör att tidluckor under en sekund väldigt sällan förekommer men den negativa exponentiella fördelningen i föregående kapitel förutsätter högst sannolikhet för väldigt små tidluckor. Ett sätt att angripa detta på är att ange ett minsta tillåtet värde som gör att fördelningskurvan skiftas åt höger med en storhet c .

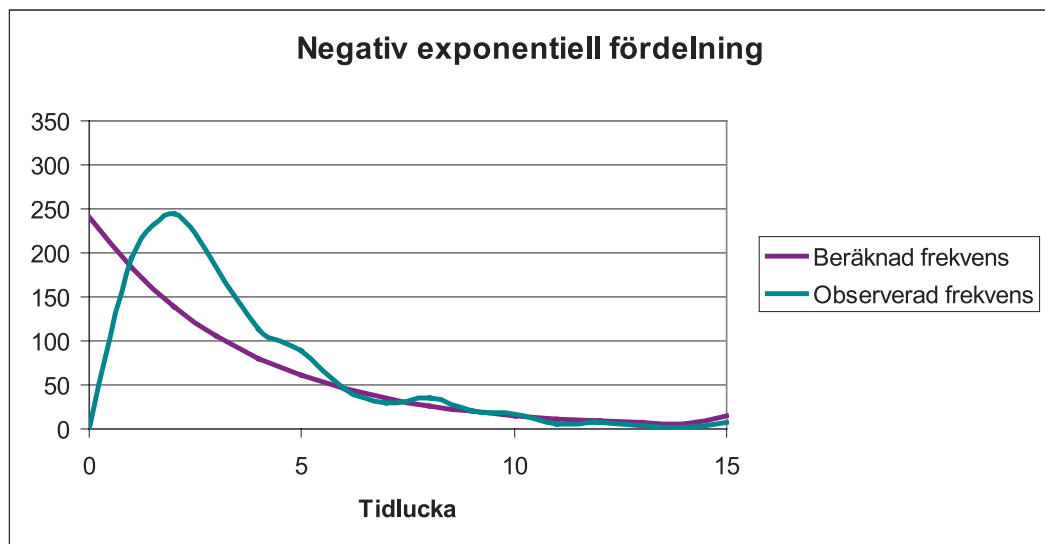
För den skiftade negativa exponentiella fördelningen blir sannolikhetsfördelningen:

$$P(h \geq t) = e^{-[(t-c)/(\bar{t}-c)]} \quad (3:2)$$

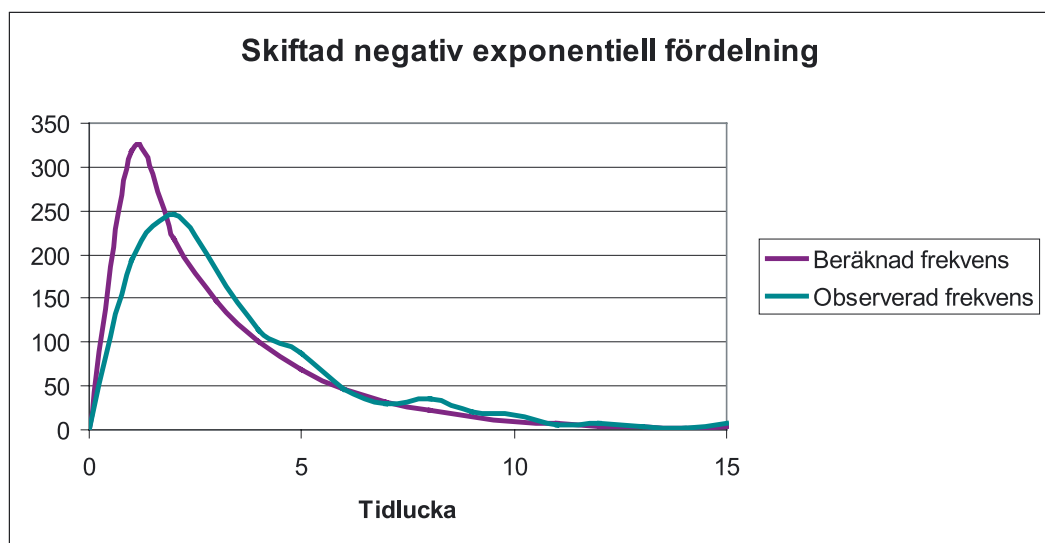
Uttryck 3:2 ger som tidigare sannolikheten för att en tidlucka $h \geq t$ skall uppstå, men nu med skillnaden att inga tidluckor mindre än c kan uppstå.

3.1.3 Jämförelse mellan fördelningar

Ett exempel på uppmätta tidluckor för ett vägparti har gjorts för en motorväg i USA (Wohl, M. 1967). Detta används nu för att åskådliggöra de olika fördelningarnas riktighet. I fallet nedan så var trafikflödet 997 fordon under en timme. Detta ger en medeltidluckan på 3.61 sekunder. Den minsta tidluckan är satt till 1.0 sekund. Översiktlig indata återfinns i bilaga 1.



Figur 3.1: Jämförelse mellan observerade värden och negativ exponentiell fördelning.



Figur 3.2: Jämförelse mellan observerade värden och skiftad negativ exponentiell fördelning.

Frekvensen vid den negativa exponentiella fördelningen följer det verkliga utfallet bra, men bristen att det blir en hög sannolikhet för väldigt små tidluckor är påtaglig. I ett verkligt fall är det väldigt sällsynt med så små tidluckor.

Det inses lätt genom att titta på graferna på föregående sida att frekvensen vid den skiftade negativa exponentiella fördelningen, figur 3.2, är den som passar bäst in på de verkliga observerade värdena. Detta tack vare att sannolikheten för uppkomst av tidluckor under 1.0 sekunder är satt till noll.

Jämförelserna kan variera under olika trafikförutsättningar så ingen slutsats skall dras att den skiftade negativa exponentiella fördelningen alltid är den bästa.

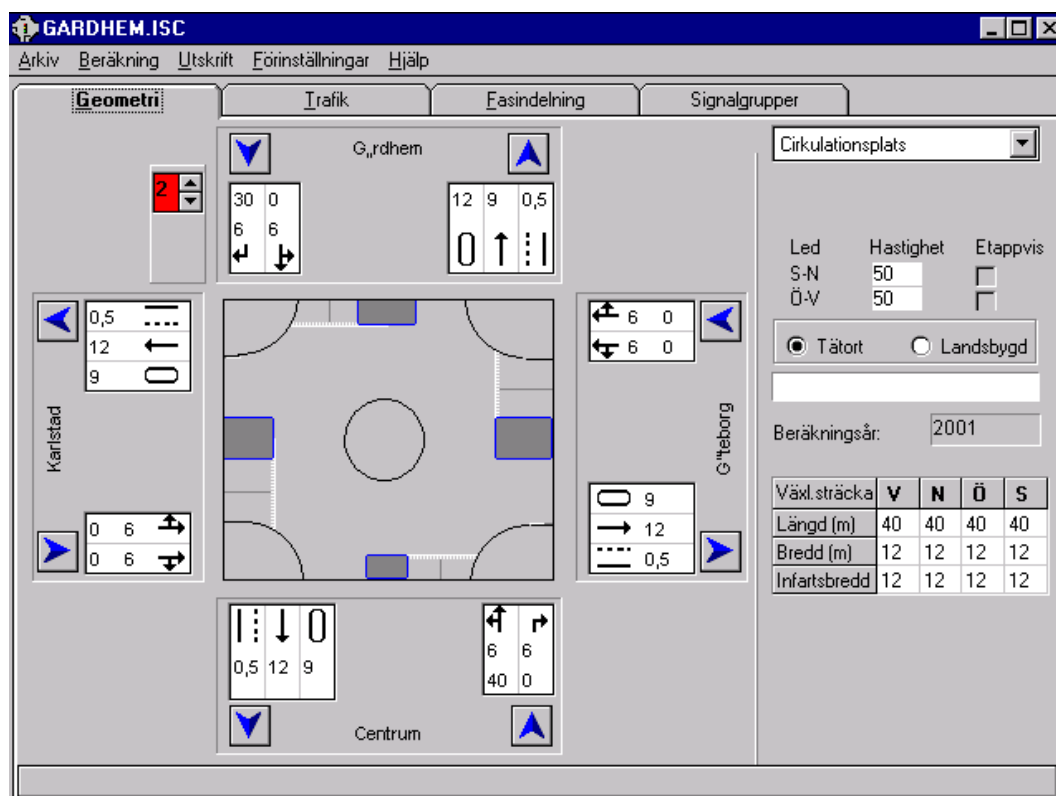
3.2 CapCal

Beräkningsprogrammet CapCal 2 används för att beräkna olika prestandamått såsom kapacitet, fördröjning och kölängder i ”vanliga” korsningar, så väl signalreglerade som cirkulationsplatser. Resultat som fordonskostnader och emissioner erhålls också (Stenberg, L., Bergh, T. 1995a).

3.2.1 Indata

Geometrisk utformning

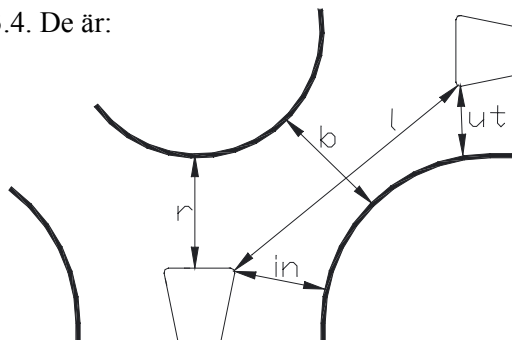
Generella parametrar som antal körfält, hastighet, tätort/landsbygd och beräkningsår väljs och cirkulationsplatsens geometri anges i programfönstret enligt figur 3.3.



Figur 3.3: Gränssnittet i CapCal 2 visar tydligt cirkulationens geometri.

Geometriska parametrar åskådliggörs i figur 3.4. De är:

- Frånfartsbredd (ut)
- Infartsbredd (in)
- Växlingssträckans infartsbredd (r)
- Växlingssträckans längd (l)
- Växlingssträckans bredd (b)



Figur 3.4: Definition av sträckor i CapCal 2.
(Källa: Stenberg, L., Bergh, T. 1995b)

Dessutom skall man innan beräkning ange:

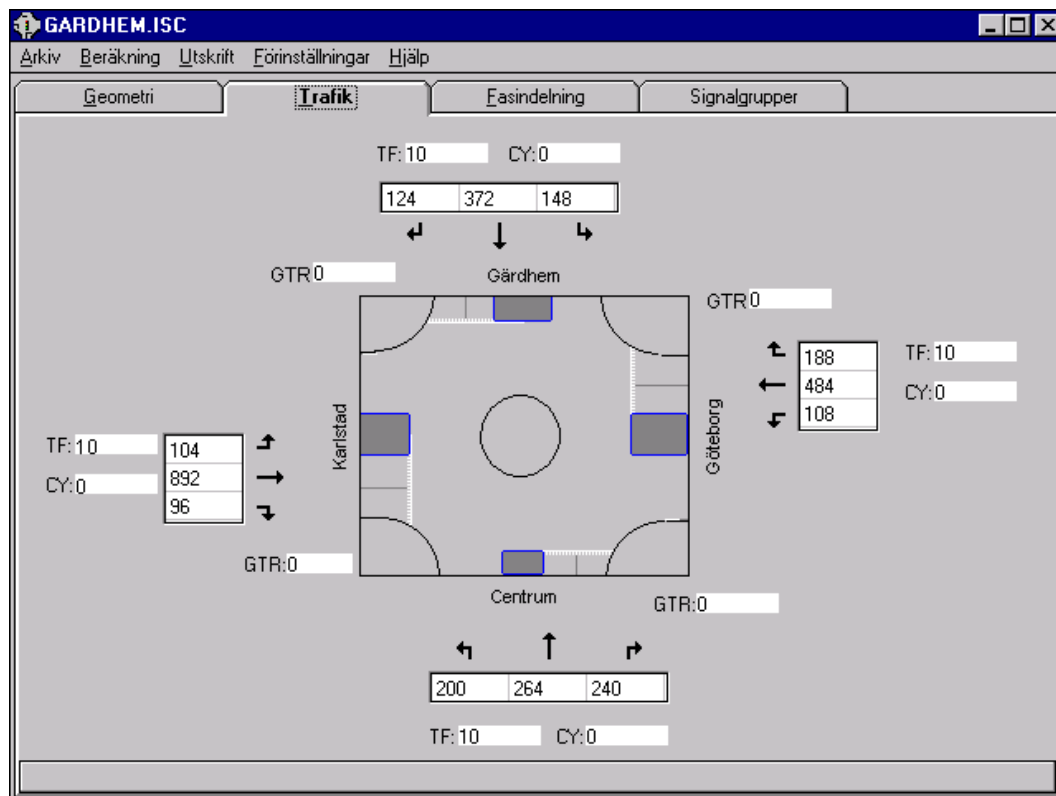
- Körfältslängd (anges för in- och utfart)
- Refugens bredd tvärs trafikriktningen
- Vägrensbredd

Trafikförhållanden

Trafikdata som har samlats in maskinellt eller manuellt anges på timbasis. Fördelningen mellan höger- och vänstersvägande fordon och de som kör rakt fram är viktig för kapacitetsberäkningen i de olika benen.

Som ses i figur 3.5 nedan behövs också andelen tung trafik, cyklister och gångtrafikanter i procent för att beräkningarna skall bli korrekta.

De båda exemplen är hämtade från en mätning i Gärdhems krysset i Trollhättan.



Figur 3.5: Trafikdatadelen i CapCal 2.

3.2.2 Beräkningsgång

Beräkningsgången är som följer (Hagring, O. 2000):

- Bestämning av överordnat flöde.
- Beräkning av kritiskt tidsavstånd och följdtider.
- Beräkning av betjäningstid.
- Fördelning av trafikflöden på deltillfarer.
- Korrigering av betjäningstider med avseende på korta körfält med flera faktorer.

CapCals beräkningsmetod för cirkulationsplatser är alltså baserad på teorin om acceptans av tidluckor och beskrivs i programmanualen (Stenberg, L., Bergh, T. 1995b). I en cirkulationsplats skiljer man mellan över- och underordnade strömmar av fordon. De fordon som befinner sig inne i cirkulationen tillhör en överordnad ström, gentemot dem som väntar vid infarterna. Föraren av ett fordon i en underordnad ström väntar på att en tidlucka mellan två fordon i den överordnade strömmen skall uppstå som är så pass stor att den kan accepteras, det vill säga föraren kör ut. Den minsta tidluckan som accepteras av en förare definieras som ”kritisk lucka”.

Storleken på den kritiska tidluckan skiljer sig beroende på om föraren ska svänga höger eller om en överordnad ström ska korsas.

Kritiska tidluckans storlek bestäms enligt följande för högersvängande:

$$a = 3,06 + 1,1 \frac{b}{l} + 2,375 \frac{b^2}{l^2} \quad (3:3)$$

där b och l är växlingssträckans bredd respektive längd, enligt figur 3.4. För korsande fordon (vänstersvängande och rakt fram) blir den kritiska tidluckan:

$$a = 3,06 + 2,6 \frac{b}{l} + 2,75 \frac{b^2}{l^2} \quad (3:4)$$

Randvillkoren för att dessa formler ska gå att använda är att $b > 6$ meter och $l < 60$ meter.

Den teoretiska kritiska tidluckan används sedan tillsammans med fordonens flödet i den överordnade strömmen för framräknande av betjäningstiden b_{qm} för varje fordon. Detta sker med hjälp av en negativ exponentiell fördelning som beskrevs i kapitel 3.1.1.

Efter att ha tagit med fördelningen mellan fordonen, det vill säga hur många som ska åt vilket håll, kan man beräkna en teoretisk kapacitet för cirkulationsplatsen genom följande:

$$K = \frac{c_l}{\sum b_{qm} \frac{q_m}{q}} \quad (3:5)$$

där c_l är en korrektionsfaktor för varje körfälts kapacitet, b_{qm} är betjäningstiden och q och q_m är fordonsflödet för respektive ben och totalt cirkulerande flöde.

3.2.3 Utdata

Belastningsgrad

CapCal 2 är som tidigare nämnts ett beräkningsprogram som i huvudsak används av trafikplanerare för funktionsutvärderingar av korsningar. Det resultat som används mest i planeringssammanhang är belastningsgraden, det vill säga kvoten mellan det verkliga trafikflödet och kapaciteten. Värdet på belastningsgraden ger standarden på korsningen ur framkomlighetssynpunkt och kan beskrivas enligt följande:

Tabell 3.1: Standarden på en korsning med avseende på belastningsgrad.
(Källa: Bergh, T., Andersson B. 1994)

God	Mindre god	Låg
< 0.5	0.5-0.7	0.7-1.0

I enlighet med tabell 3.1 så kräver beteckningen god standard en belastningsgrad under 0.5 och så vidare. En belastningsgrad större än 1.0 innebär att köerna in i korsningen inte avvecklas utan växer.

Resultatet baseras alltså på trafikflödet under en timme, i regel maxtimmen, men i vissa fall önskar man kortare tidsintervall. Då används trafikflödet under maxkvarten och räknas upp med en faktor 4 till timsbasis för att anpassas till CapCal 2. Detta får ses som ett mer verkligt värde för korsningens standard eftersom trafikflödet varierar oerhört mycket under 60 minuter. I den kompletterande videofilmen till projektet har för åskådliggörandets skull körningarna i CapCal 2 baserats på 5-minutersintervall, som räknats upp med en faktor 12. Detta gjordes efter upptäckten att flödet varierar för mycket även under en kvart för att ge en rättvisande bild av situationen.

Övriga resultat

Körlängd medel: Medelkörlängden. (Antal fordon)

Körlängd 90%: 90-percentilen för körlängden. (Antal fordon)

Medelfördröjning stopplinje: Den fördröjning som uppstår på grund av konflikter med andra fordon. (Sekunder/fordon)

Medelfördröjning övrigt: Fördröjning på grund av retardation och acceleration jämfört med om korsningen ej funnits. (Sekunder/fordon)

Andel fördröjda stopplinje: Andel fördröjda av konflikt. (%)

Andel fördröjda övr.: Andel fördröjda av korsningens geometriska utformning. (%)

Andel stopp: Andel som faktiskt stannar. (%)

Fordonskostnader: Anger dels antal fordon uppdelat på fordonsklasser (miljöklasser). Vidare också bränsle- och däckförbrukning uppdelat på fordonstyp (personbil, lastbil/buss och lastbil med släp). Däckförbrukningen anges som promille av ett däck. Kostnaden för däck- och bränsleförbrukning liksom kapitalkostnader redovisas. Kostnads- och förbrukningsparametrarna är hämtade från VU 94.

Emissioner: Anger emissioner för respektive fordonstyp (personbil, lastbil/buss och lastbil med släp). Följande emissioner anges: kväveoxider, kolväten, kolmonoxid och koldioxid. Vidare också kostnaderna för emissionerna. Kostnads- och emissionsparametrarna är hämtade från VU 94.

Olyckskostnader: Nytt i CapCal 2.10 är beräkning av årsdygnskostnader för olyckor i enlighet med Vägverkets nollvision.

3.2.4 *Brister*

CapCal bidrar med mycket värdefull information om hur den tänkta korsningsutformningen kommer att fungera. Det finns dock vissa begränsningar i programmet som nämns nedan. Dessa är inte på något sätt okända. I Roundabout Entry Capacity (*Hagring, O. 1996*) söker författaren efter en ny kapacitetsmodell för svenska cirkulationsplatser baserad på deras utformning. Målet är att anpassa modellen så att den kan ersätta den existerande CapCal-modellen. Det fastslås i studien att den empiriska basen för nuvarande modell i CapCal är liten och att ytterligare informationsinhämtning krävs.

Några av problemen man kan stöta på under arbete med programmet är:

- Vävningssträckans längd ändras automatiskt till minimivärdet 20 meter om en kortare sträcka anges. Detta får till följd att kapaciteten i små cirkulationsplatser av till exempel typen mini inte beräknas på rätt sätt.

- Om det i cirkulationsplatsens tillfarter finns ett körfält bredare än 5 meter på grund av till exempel krav på svepareor, så lägger CapCal till ett extra körfält i infarten. Det ger då en teoretisk kapacitetshöjning.
- Körfältsbredden för ett genomgående körfält måste vara större än sex meter, det förekommer cirkulationer med körfältsbredder närmare fem meter.
- Det finns ingen naturlig känsla för hur en korsning fungerar vid exempelvis belastningsgrad 0.7, exempel på hur olika utformningar fungerar vid olika belastningsgrader behövs.

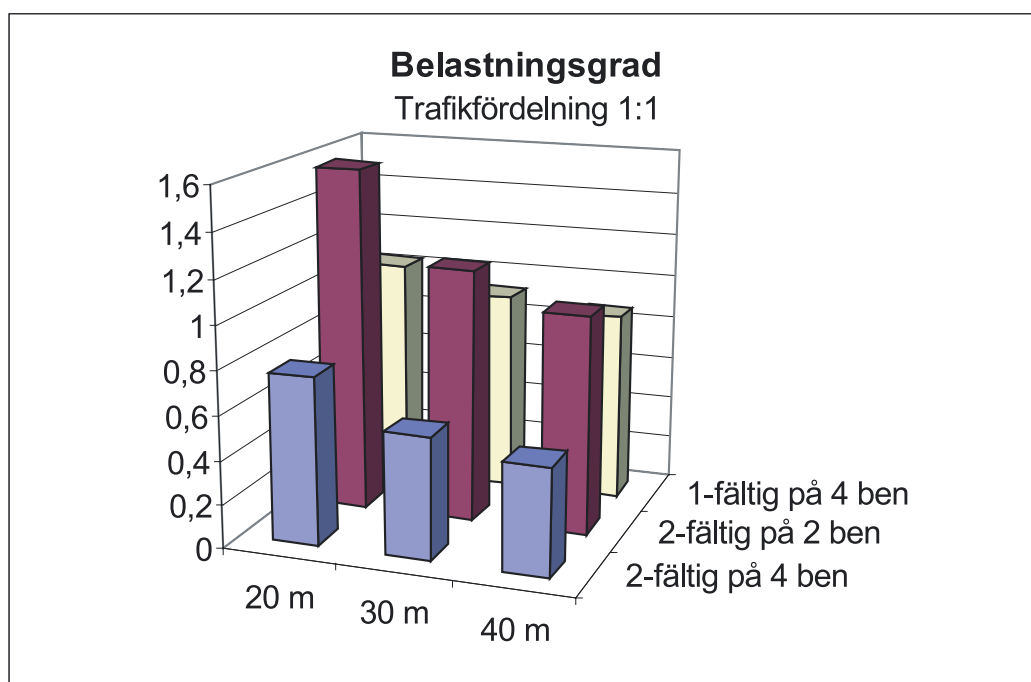
3.3 Typexempel

För att se hur olika typer av cirkulationsplatser förväntas fungera så renodlades några olika exempel med varierande storlek och antal genomgående körfält. De jämförs sedan för två olika fiktiva trafikscenarion, ett där trafikfördelningen är 1:1 mellan primär- och sekundärväg, samt ett scenario då fördelningen är 1:4. Trafikmängderna har medvetet valts för att ge en hög belastningsgrad.

De tre olika storleksmått som prövas är 20, 30 respektive 40 meters längd på vävningssträckan. Att just använda vävningssträckans längd görs eftersom detta mått anges i CapCal. Förenklat är rondellens diameter ungefär lika med vävningssträckan.

3.3.1 Trafikfördelning 1:1 mellan primär- och sekundärväg

I det första fallet är det lika mycket inkommande trafik på respektive ben. Fördelningen mellan de som svänger höger, vänster eller kör rakt fram är också 1:1:1. Belastningsgraden för detta trafikförhållande jämförs i diagrammet nedan mellan de nio olika kombinationerna av storlekar och körfältsutformning.



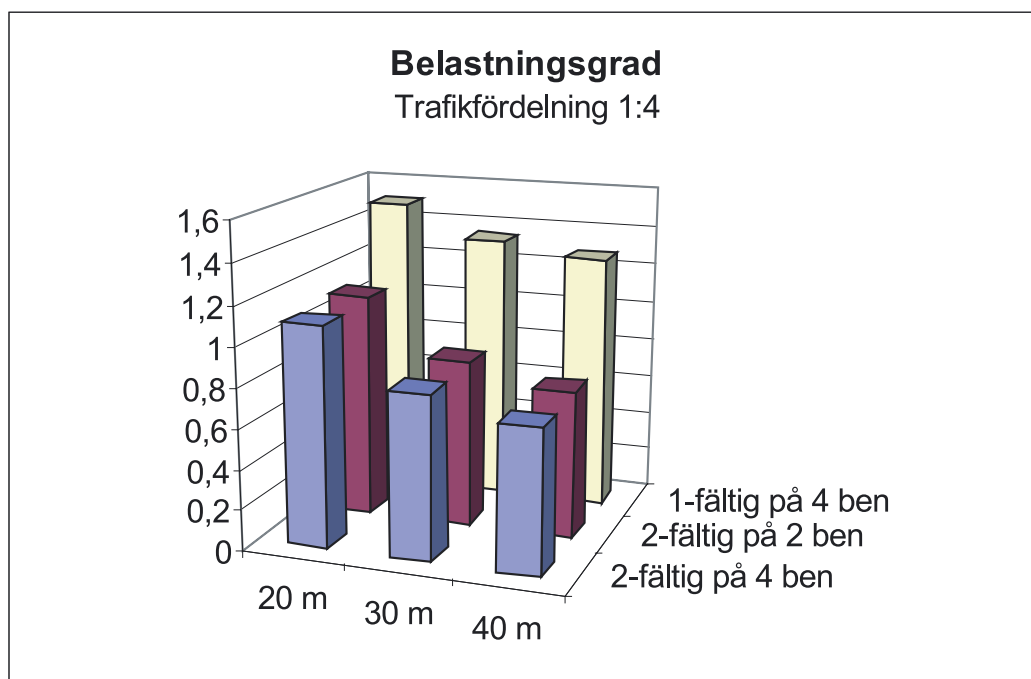
Figur 3.6: Belastningsgrad vid trafikfördelningen 1:1.

Som figur 3.6 visar så är det bästa alternativet en stor cirkulationsplats som är tvåfältig på samtliga ben. Anmärkningsvärt är att belastningsgraden blir högre för en cirkulation med två genomgående körfält på den ena vägen, än om den varit enfältig på alla håll. Detta på grund av att det blir mycket svårare för trafiken på sekundärvägen att hitta acceptabla tidluckor för att ta sig in i cirkulationen. Nämnvärt är också att belastningsgraden för en liten tvåfältig cirkulation är fullt jämförbar med belastningsgraden hos en stor enfältig, ett problem trafikplanerare ofta ställs inför, skall man välja en stor modell eller lägga till flera körfält och därmed också flera konfliktpunkter.

För typexemplen med en jämn trafikfördelning kan Lindome liknas vid en medelstor enfältig cirkulation, Kålleröd en liten enfältig och Sisjön en medelstor enfältig.

3.3.2 Trafikfördelning 1:4 mellan primär- och sekundärväg

I scenario två är trafikfördelningen en annan, med ett förhållande 1:4. Det rör sig alltså om en sned fördelning där det är fyra gånger mer inkommande fordon på den ena av vägarna. Fördelningen mellan svängande fordon är fortfarande 1:1:1.



Figur 3.7: Belastningsgrad vid trafikfördelningen 1:4.

Av staplarna i figur 3.7 framgår att korsningsstandarden blir likvärdig om man anlägger en cirkulationsplats med två genomgående körfält som om man bara har två genomgående körfält på den av vägarna som har den högsta trafikbelastningen. Då bör man också ha i åtanke att man uppnår en ökad trafiksäkerhet ju färre körfält man har genom en reducering av konfliktpunkter. Även här ser man att belastningsgraden minskar och kapaciteten ökar ju större cirkulation man väljer.

Vid en sned trafikfördelning kan Hjuvik ses som en medelstor enfältig cirkulation, och Gärdhem som en stor med två genomgående körfält på den av vägarna med högst trafikbelastning.

4 FÄLTSTUDIER

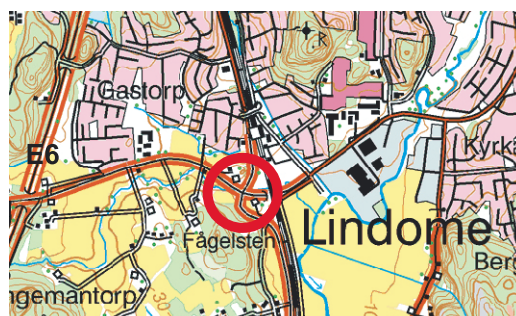
För att kunna jämföra de teoretiska modellerna beskrivna i föregående kapitel med verkliga trafiksituationer gjordes omfattande fältstudier. Fältstudierna omfattade studier av trafikanternas beteende på plats samt videodokumentering av trafikflöden och acceptans av tidluckor. I kapitel 4 beskrivs dessutom de studerade objekten och resultaten från mätningarna.

4.1 Objektsbeskrivning

Nedan följer en kort presentation av de fem cirkulationsplatser som ingått i studien. De har valts ut i samråd med arbetsgruppen i enlighet med vad som beskrivs i kapitel 2.2.1, Urval. Utförliga trafikdata för alla cirkulationsplatser återfinns i bilaga 3, ritningar över desamma i bilaga 4.

Lindome

Cirkulationsplatsen återfinns i korsningen mellan Gamla Riksvägen och Industrivägen/Spårhagsvägen, det vill säga de södra delarna av Lindome på vägen mot Kungsbacka. Objektet var det första som videofilmades för studien och fick fungera som ett testobjekt, dels för teorierna, dels för utrustningen. En höjd strax sydost om cirkulationsplatsen möjliggjorde filmning på ett mycket föredömligt sätt.



Figur 4.1: Karta över Lindome.
(Källa: Lantmäteriverket, 1999)



Figur 4.2: Den studerade cirkulationsplatsen i Lindome från sydost.

Cirkulationsplatsen byggdes 1991-92 i samband med att Väst kustbanan strax intill byggdes ut till dubbelspår och en befintlig plankorsning med denna skulle ersättas med en planskild korsning. Med byggnation av den nya vägporten och en cirkulationsplats förväntade man sig att antalet olyckor skulle minska (Andersson, L. 2001).

På de anslutande vägarna råder en hastighetsbegränsning på 50 km/h. Med en rondellradie på 15 meter så klassas cirkulationen som en normalstor enligt Vägverkets och Svenska kommunförbundets Åtgärds katalog, och fördelningen av trafiken är relativt jämn mellan de olika benen. Totalt antal inkommande fordon i cirkulationen per veckodygn var i maj 2000 cirka 15 600 stycken. Gatukontoret i Mölndal räknar med att cirka 10 % av dem är tunga, en något hög siffra som i verkligheten antagligen är något lägre.

Det förekommer gångtrafik på två av benen och cykeltrafik på tre. Bedömningen gjordes dock att det är så pass lite GC-trafik att det inte skulle påverka framkomligheten för biltrafiken nämnvärt. Under filmningarna bekräftades också detta.

Gatukontoret i Mölndal är nöjda med cirkulationens funktion. Sedan 1992 har det endast varit två polisrapporterade olyckor med lindriga personskador och fem egendomsskador.

Ritning över cirkulationsplatsen återfinns som bilaga 3. Här ser man tydligt att utfarterna österut och västerut från cirkulationsplatsen har en väldigt rak linjeföring och föga hastighetsdämpande effekt, medan utfarten norrut mot centrala Lindome har en kraftigare böj. Detta är ett bra exempel på en av cirkulationsplatsens huvudanvändningsområden, nämligen som en övergång mellan öppet landskap och samhälle, där man vill ändra karaktär på vägmiljön och bland annat sänka hastigheten.

Trafikanterna som kör genom cirkulationsplatsen är mestadels boende i området med omnejd vilket får till följd att den största trafikbelastningen uppstår vid morgon och eftermiddag då de tar sig till och från arbetet.

Ett ovanligt grepp är att lägga en öppen kulvert inne i själva rondellen. Det gjordes med motiveringen att det var lite annorlunda och estetiskt. Det djupa hålets kanter skall dock ses som oeftergivliga, dessutom finns utstickande trumändar som kan få allvarliga konsekvenser om ett fordon skulle köra rakt fram i, och i detta fall, ner i rondellen.

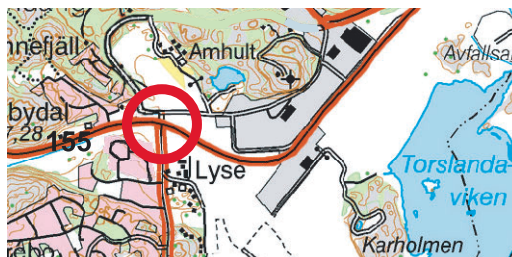


Figur 4.3: Kulvertering inne i rondellen

Cirkulationsplatsen filmades vid två tillfällen, båda gångerna på eftermiddagen mellan 16.00 och 17.30. Detta för att kunna ta del av köproblematiken vid rusningstrafik.

Hjuvik

På Hjuviksvägen, väg 155, har ett flertal cirkulationsplatser anlagts. De är dels av typen "liten" med radier på 2-10 meter dels "normalstora". En av dem ingår i studien, närmare bestämt den vid det gamla flygfältet, korsningen mellan väg 155 och Flyghamnsvägen.



Figur 4.4: Karta över Hjuvik.
(Källa: Lantmäteriverket, 1999)



Figur 4.5: Cirkulationsplatsen i korsningen Hjuviksvägen - Flyghamnsvägen.

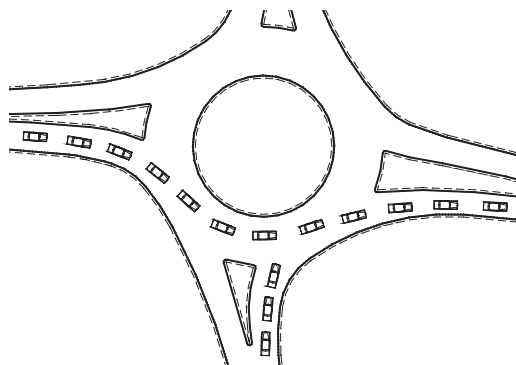
Cirkulationsplatsen, som byggdes 1998 (Mikaelsson, A. 2001), är en enkel variant med endast ett genomgående körfält i respektive riktning. Rondellradien är 15 meter och hastighetsbegränsningen är 50 km/h. Det råder dessutom omkörningsförbud på den smala väg 155 från färjeläget vid Lilla Varholmen till cirkulationen vid Flyghamnsvägen.

1999 var trafikmängden på väg 155 12 600 fordon per årsmedeldygn, på sekundärvägen 4 700 fordon. Andelen tung trafik var 1997 cirka 3.5 % (Trafikkontoret, 2001). För att underlätta för denna tunga trafik på väg till och från hamnområdet gjordes den körbara ytan i cirkulationsplatsen extra bred genom ett målat spärrområde. Även här finns dock problemet som med all målning, den slits.



Figur 4.6: Spärrområdet i Hjuvikscirkulationen.

När Vägverkets färjor kommer in med pendeltrafiken från Hönö, Björkö och Öckerö på morgonen, blir trafiken mycket intensiv på väg in mot stan och den hinner inte avvecklas innan nästa färja anländer färjeläget. Detta leder till att dessa fordonsformationer behålls länge på väg 155 på väg in mot arbetsplatserna i centrum. Så även genom cirkulationsplatsen i korsningen med Flyghamnsvägen. Den strida strömmen fordon gör det tidvis svårt för de boende i områdena Kärr och Sandvik söder om väg 155 att ta sig in i den cirkulerande strömmen. (Se principskiss, figur 4.7)

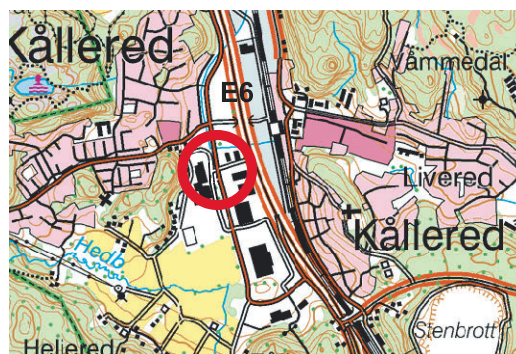


Figur 4.7: Schematisk skiss över situationen som uppstår i Hjuvik vid morgonsrusningen.

Filmningarna, två till antalet, genomfördes morgontid vardagar från en upphöjd plats i en av trädgårdarna på Mesanvägen, strax söder om cirkulationen.

Kållered

Strax söder om Mölndal ligger Kållereds köpstad, ett stort komplex av affärer och butiker där Ikea utgör ett av huvudmålen, med ungefär 15 000 besökare varje lördag (Olsson, C. 2001). Väster om Köpstaden så finns Ekenleden, med huvudsyfte att vara en förbindelse mellan Köpstaden och väg E6. Även om det inom området finns möjlighet att ta sig fram med bil så är det mycket sådan trafik som begagnar sig av Ekenleden.



Figur 4.8: Karta över Kållered. (Källa: Lantmäteriverket, 1999)

Väster om Ekenleden så finns numera nedlagda Ekenskolan, trafiken in dit är dock väldigt liten i förhållande till trafiken på själva Ekenleden.



Figur 4.9: Cirkulationsplatsen på Ekenleden i Kållered, i bakgrunden syns Köpstaden.

Utmed Ekenleden är ett flertal cirkulationsplatser byggda i korsningarna mellan köpstadsområdet och bostadsområdena. Lösningen fungerar bra för de fordon på väg ut från parkeringsplatsen som annars kunde fått problem att ta sig ut på Ekenleden. Hastigheten på sträckan är dock satt till 70 km/h, något som kan ses som högt med tanke på områdets karaktär. Det rimmar också lite illa att lägga ett flertal hastighetsdämpande cirkulationsplatser på en sträcka samtidigt som den skyltade hastigheten är 70 km/h.



Figur 4.10: 70-sträcka på Ekenleden.

Cirkulationsplatsen ses även den som en enkel enfältig cirkulation. En rondellradie på 6 meter gör att den klassas som liten. På ett av cirkulationens ben finns också ett övergångsställe men liksom tidigare gjordes bedömningen att gångtrafikanterna i området är få.

Mitt i cirkulationen står ett flertal träd planterade. De är ännu så länge relativt små men stammarna närmar sig en diameter på 10 cm vilket betraktas som oftergivligt. Som ses i figur 4.11 här till höger är ytan närmast cirkulationsplatsen stensatt och överkörningsbar. Stenkanten är cirka två centimeter hög och fasad.



Figur 4.11: Cirkulationens träd och körbara yta.

Stensättningen är en mycket tydligare signal till trafikanterna om hur fordonen skall placeras än ett målat spårrområde som i det tidigare exemplet Hjuvik.

Filmningarna gjordes denna gång på helgeftermiddagar. Det är då som trycket på området är som störst men trots detta uppstod sällan köer. Detta ledde till att två mätningar var tvungna att genomföras för att få en tillfredsställande mängd data.

Sisjön

Sisjömotet på Söderleden i Göteborg är hårt belastat och under rusningstrafik uppstår tidvis köer. Delsträckan mellan Sisjömotet och Stora Åvägen där cirkulationsplatsen är lokaliserad trafikeras av nästan 20 000 fordon/dygn. Trafikmängden på sekundärvägen Sisjövägen var 1997 ungefär 12 000 fordon per dygn (Ståhl, M. 1999). I området finns många arbetsplatser, tillsammans med försäljningsställen för bland annat matvaror och bilar. Längre söderut finns också ett bostadsområde.



Figur 4.12: Karta över Sisjön.
(Källa: Lantmäteriverket, 1999)



Figur 4.13: Cirkulationsplatsen i Sisjön sedd från Bekö Bils tak.

Cirkulationsplatsen är enkel men kan upplevas som komplex. Där finns endast ett genomgående körfält men två av benen har dubbla infarter. De är dock inte genomgående. Rondellradien är cirka 15 meter och hastighetsbegränsningen 50 km/h råder i området. Cirkulationen är hårt trafikerad från alla håll vilket gör den mycket intressant att studera. Precis som tidigare så finns GC-trafik på tre av benen, dock i liten utsträckning. På det tredje benet är cykeltrafiken planskild.

Ytan närmast rondellen är överkörningsbar för att underlätta för tung trafik i området. Stenkanten är cirka tre centimeter hög och rak.

I denna cirkulationsplats så använder man sig fortfarande av en äldre typ av målning och skyltning (figur 4.15 & 4.16 nästa sida), detta trots att cirkulationen målades om efter beläggningsarbeten i augusti 2001. (Jämför med exemplet Gärdhem, figur 4.21.)



Figur 4.14: Den överkörningsbara ytan i Sisjön.



Figur 4.15 & 4.16: En äldre typ av målning och skyltning som kan vålla förvirring vid vänstersvängar.

Filmningen genomfördes en eftermiddag under rusningstrafik med koncentration på ett av benen med två körfält, detta för att kunna jämföra tidluckor mellan högersvängande fordon, och de som ämnar korsa den cirkulerande strömmen genom att köra rakt fram eller svänga vänster.

Gärnhem

Efter ett flertal svåra olyckor i det så kallade Gärdhemskruset i Trollhättan insåg Vägverkets trafikplanerare att något måste göras. Korsningen var komplex och rödljuskörningar förekom frekvent. Tankarna väcktes på anläggning av en cirkulationsplats. Dessutom gjorde den stora trafikströmmen på väg 45, varav cirka 8 % tung trafik, att man ville ha hög framkomlighet (Lundström, H. 2001).



Figur 4.17: Karta över Gärnhem. (Källa: Lantmäteriverket, 1999)



Figur 4.18: Gärdhemskruset efter ombyggnad, sedermera kallad "Håjumsrondellen".

Modellen av cirkulationsplats som valdes är av typen normalstor med en rondellradie på 25 meter. ÅDT för väg 45 var 1999 19 000 fordon och på sekundärvägen 2020 cirka 12 000. Hastighetsbegränsningen på sträckan är 70 km/h. Efter ombyggnaden kallas korsningen för Håjumsrondellen.



Figur 4.19: Gärdhems-krysset innan ombyggnad. (Källa: Vägverket, 2001)

Cirkulationsplatsen som byggdes har två genomgående körfält på väg 45 men är enfältig på väg 2020. Detta för att minska antalet konfliktpunkter och därmed också olycksrisken. Projektörerna ansåg att detta inte skulle påverka kapaciteten i cirkulationsplatsen negativt. Enligt trafikräkningarna var den största strömmen av fordon på väg 2020 de högersvängande från Trollhättan mot Göteborg. Det högra körfältet lämnades då endast till de högersvängande. Man gjorde bedömningen att det skulle räcka med ett körfält för de trafikanter som ämnar fara rakt genom cirkulationen på väg 2020, eller svänga vänster därifrån. (Se skyltningen i figur 4.18.)



Figur 4.20: Skyltningen från norr.



Figur 4.21: Endast högerpilen målad.

För att öka tydligheten för förarna på väg in i cirkulationsplatsen så undviks numera målningen av pilar på vägbanan. I Gärdhem har endast högerpilen målats (figur 4.21). Detta på grund av missförstånd när förare kör vänstervarv genom cirkulationen, det vill säga mot trafiken. För att bidra med ytterligare information så används också den nya typen av informationstavlor (figur 4.20) som verkligen visar att det är en cirkulationsplats det handlar om. Det finns dock många cirkulationer kvar med den gamla typen av målning och skyltning, till exempel det tidigare exemplet Sisjön.

Cirkulationsplatser behöver inte se tråkiga ut, något som Håjumsrondellen är ett bra exempel på. Vacker stensättning ger ett annorlunda intryck och förstärker cirkulationens roll som referenspunkt.



Figur 4.22: Håjumsrondellen är ett bra exempel på en referenspunkt med sin vackra stensättning. (Källa: Vägverket, 2001)

Nämnvärt är att cirkulationsplatsen nu ingår i Vägverkets så kallade ”Nollvisionsslinga”, en 33 kilometer lång sträcka i både tätorts- och landsbygdsmiljö med syfte att pröva åtgärderna som ingår i Vägverkets 11-punktsprogram för trafiksäkerhet i Sverige. Utmed landsbygdssträckan har åtgärder gjorts för att bland annat förbättra sidoområdena genom att sätta upp vägräcken och ta bort fasta hinder. Man har också så kallad 2+1-väg med vajerräcke som skydd mot mötes- och omkörningsolyckor.

”Det som är unikt för projektet är att i samverkan med samtliga aktörer finna lösningar utifrån ett helhetsperspektiv” (*Vägverket, 2000*). Andra deltagare i projektet är bland annat Polisen, NTF och Saab.

Trafiksituationen filmades under morgonrusningen 07.00-08.30 samt under eftermiddagen 15.30-17.00.

4.2 Mätresultat

4.2.1 Tidluckor

Acceptansen av tidluckor ligger till grund för kapacitetsberäkningarna i CapCal. Därför är det intressant att se hur fördelningen av tidluckorna blir för olika cirkulationsplatser, och vilka slutsatser man kan dra av det.

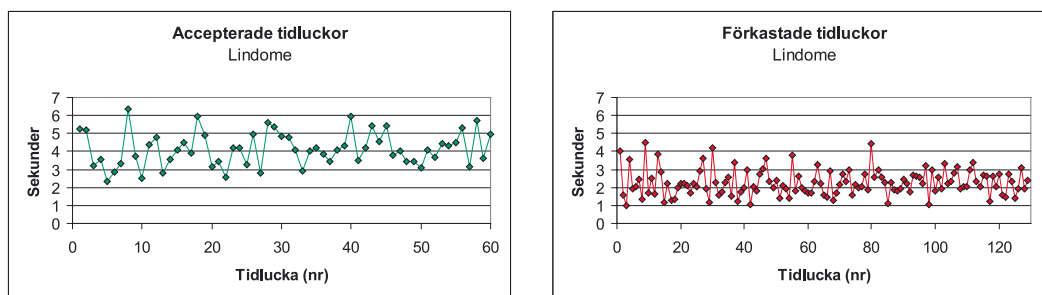
Kriteriet för att en tidlucka skulle användas i studien var att:

- Ett fordon väntade på att tillfälle skulle ges att köra in i cirkulationsplatsen.
- Endast ett fordon tog sig in i den cirkulerande strömmen per tidlucka.
- Endast personbilar beaktades gällande acceptans av tidluckor, ej tunga fordon och motorcyklar. Däremot kunde en tidlucka uppstå mellan tunga fordon och motorcyklar.
- Accepterade tidluckor större än 7 sekunder har ej beaktats, detta fall uppstår ibland då cirkulationsplatsen ej är tillräckligt fylld. 7 sekunder är att betrakta som en väldigt lång tid i detta sammanhang.
- På samma sätt beaktas ej heller tidluckor mindre än 1 sekund.

Insamlandet av mätdata skedde enligt beskrivning i kapitel 2, Metod. Tidluckorna katalogiserades därefter i accepterade och förkastade och sorterades i storleksordning. I det första exemplet Lindome nedan gås de olika stegen i analysprocessen genom noggrant.

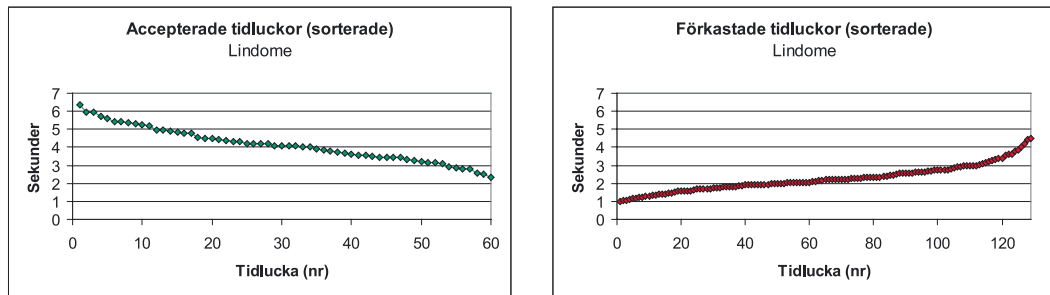
4.2.2 Exemplet Lindome

Varför just exemplet Lindome gås igenom är för att ge läsaren en bild av analysprocessen. Lindome valdes eftersom det är en relativt okomplex cirkulationsplats och den första cirkulationen som studerades. För fullständiga mätresultat för samtliga objekt hänvisas till bilaga 2. Genomgående är att **grönt** indikerar en **accepterad** tidlucka, och **rött** en **förkastad**. Mätningarna gav initialt följande resultat:



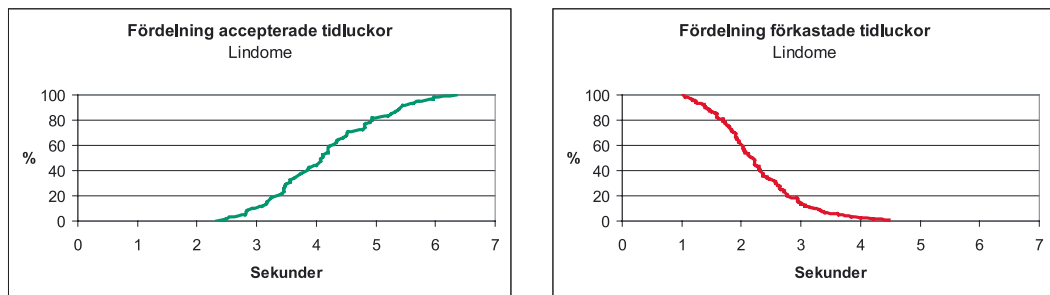
Figur 4.23: Förekomst av accepterade och förkastade tidluckor i Lindome.

Varje värde på den gröna kurvan representerar att en tidlucka mellan två fordon inne i cirkulationsplatsen har uppstått för en väntande bilist, och att den accepterats. Den väntande fordonsföraren har alltså valt att köra in i cirkulationen. På motsvarande sätt symboliserar varje värde på den röda kurvan att en tidlucka har uppstått, och förkastats. I diagrammen ovan ser man att de accepterade tidluckorna grovt varierar mellan 2 och 6 sekunder, medan de förkastade varierar mellan 1 och 4.5 sekunder.



Figur 4.24: Förekomst av accepterade och förkastade tidluckorna i Lindome, nu sorterade i storleksordning.

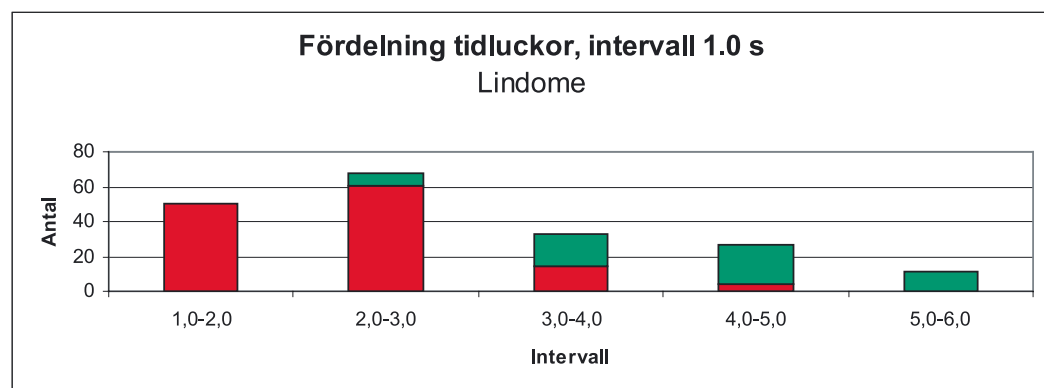
Om värdena på tidluckorna nu sorteras så ses i diagrammen ovan att den kortaste tidluckan som accepterats är 2.3 sekunder. Den röda kurvan visar att den längsta tidluckan som förkastats är nästan 4.5 sekunder. Beroende på att antalet mätvärden för accepterade och förkastade tidluckor varierar, (varje fordon kan förkasta flera tidluckor innan en accepteras) så går det tyvärr ej att plotta detta i samma diagram utan att förvränga mätdata.



Figur 4.25: Procentuell fördelning av de förkastade och accepterade tidluckorna i Lindome.

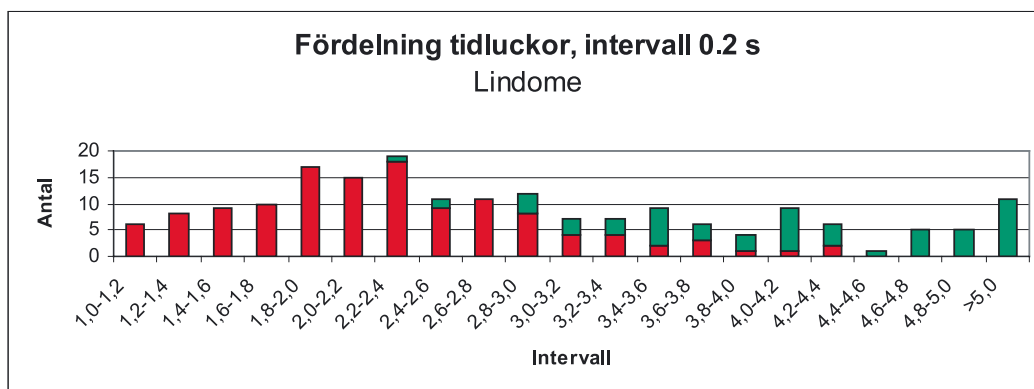
För att kunna jämföra mätningarna oberoende av antalet mätvärden ordnas tidluckorna i en procentuell fördelning. Det bör dock poängteras att det inte behöver betyda att 60 % av förarna väljer att förkasta en tidlucka bara för att 40 % accepterar den. En del av de som accepterar en tidlucka hade också kunnat tänka sig att acceptera en något mindre tidlucka. Det bör alltså ses som ett mått på fördelningen mellan de förkastade och accepterade tidluckorna var för sig.

Det kan också vara intressant att se i vilken utsträckning de olika tidluckorna uppstår för de väntande fordonen. De uppmätta tidluckorna delades då in i tidsintervall på 1.0 sekunder. Precis som tidigare så representerar grönt en accepterad tidlucka och rött en förkastad.



Figur 4.26: Antal tidluckor i olika tidsintervall om 1.0 sekunder.

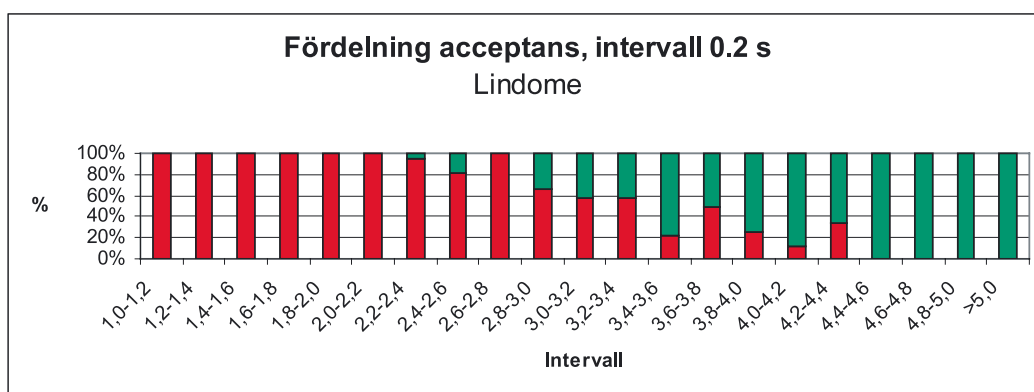
För att se fördelningen tydligare så delas intervallen in mindre intervall, nu om 0.2 sekunder.



Figur 4.27: Antal tidluckor i olika tidsintervall om 0.2 sekunder.

Eftersom det finns varierande mängder mätvärden från cirkulationsplatserna är det svårt att jämföra acceptansen dem emellan om diagrammet ovan inte normeras. Det görs enklast genom att man betraktar en procentuell fördelning i de olika intervallen.

Antalet tidluckor i respektive intervall är fortfarande uppdelade i accepterade och förkastade, men räknas nu upp till 100 % för varje intervall om 0.2 sekunder. Detta ger en mer rättvisande bild än resonemanget runt figur 4.25. Figur 4.28 ligger till grund för kapacitetsberäkningarna tillsammans med figur 4.27, fördelningen av tidluckor i intervallen.



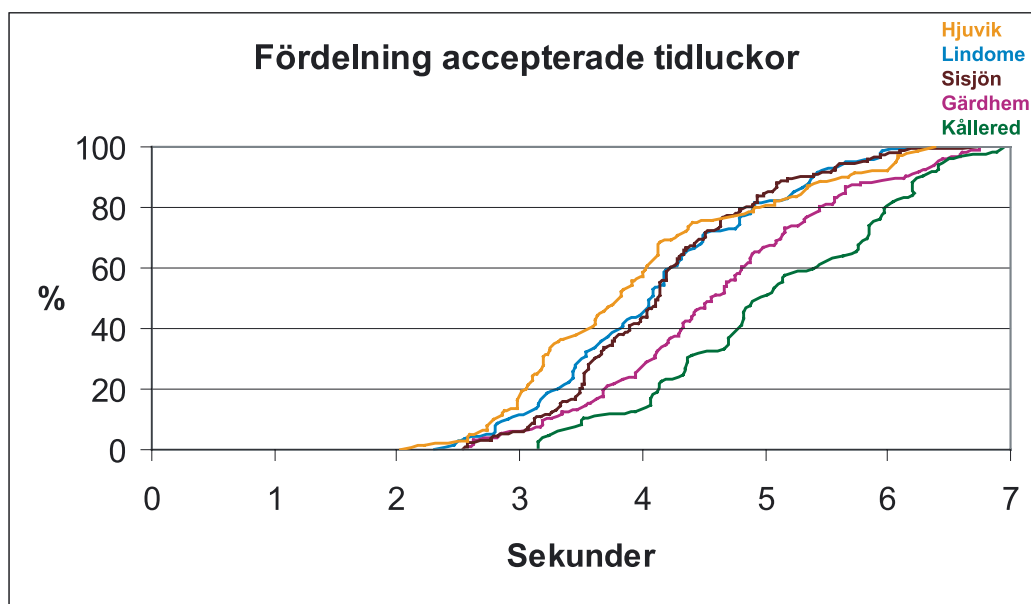
Figur 4.28: Procentuell fördelning av de accepterade och förkastade tidluckorna i olika intervall.

Här ser man en tydlig tendens till en kurva mellan accepterade och förkastade tidluckor. Ett exempel: om en tidlucka uppstår inom intervallet 2.8-3.0 sekunder så väljer cirka 65 % av förarna att inte köra ut i cirkulationsplatsen. Varför kurvan inte är jämn kan förklaras med den begränsade mängden mätdata.

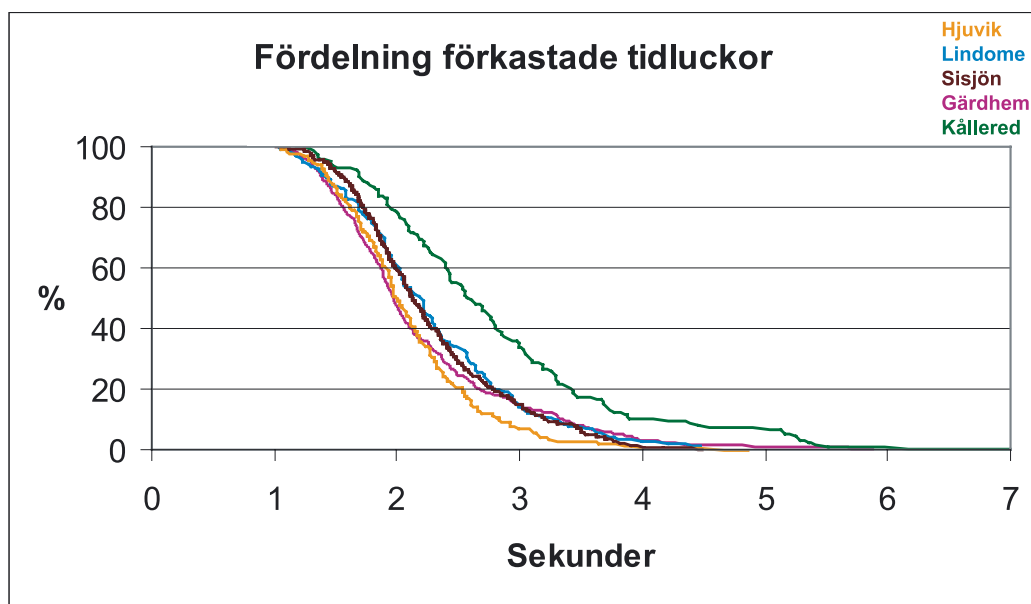
4.3 Analys av mätresultat

För att kunna jämföra de mätresultaten från de olika cirkulationsplatserna med varandra har resultaten sammanställts i diagram där cirkulationerna kännetecknas av olika färger på linjerna. Sammanställningar har gjorts för tre av mätningarna; accepterade/förkastade tidluckor, fördelning av tidluckor i intervall om 0.2 sekunder samt fördelning av acceptans i intervall om 0.2 sekunder.

4.3.1 Fördelning av accepterade och förkastade tidluckor



Figur 4.29: Fördelningen av de accepterade tidluckorna för de studerade objekten.

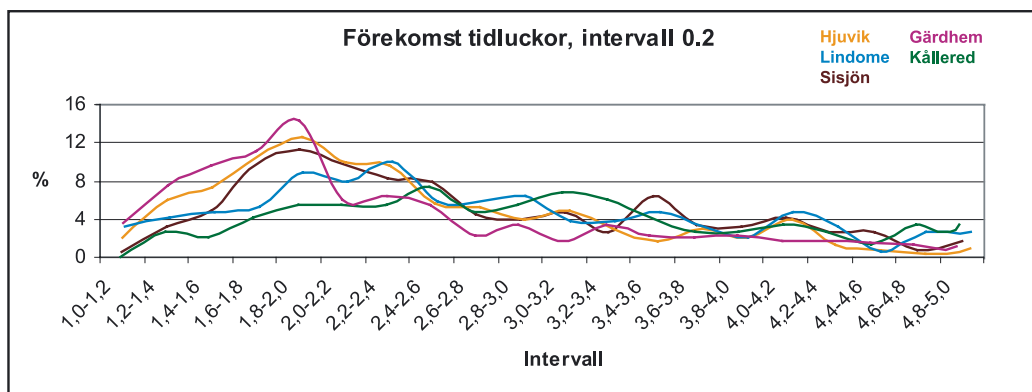


Figur 4.30: Fördelningen av de förkastade tidluckorna för de studerade objekten.

I figur 4.29 och 4.30 ovan återfinns den procentuella fördelningarna för de accepterade och förkastade tidluckorna. För de accepterade ser man i Hjuviksfallet att cirka 60 % av förarna accepterar en tidlucka som är 4 sekunder eller kortare.

4.3.2 Förekomst av tidluckor

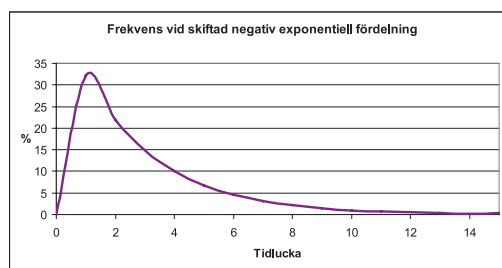
I figur 4.31 nedan visas förekomsten av tidluckor, oavsett om de accepterats eller förkastats. Diagrammet är en sammanslagning av fördelningen av tidluckor för de olika objekten (samtliga mätresultat återfinns i bilaga 2), med införda trendlinjer.



Figur 4.31: Förekomsten av tidluckor i intervall om 0.2 sekunder.

Vid en jämförelse av de olika objekten så ser man att fallen Hjuvik, Sisjön och Gärdhem har en maximal förekomst av tidluckor i intervallet 1.8-2.0 sekunder, där 10-15% av alla tidluckor återfinns. I fallet Lindome är kurvan ytterligare förskjutet åt höger, och i Källered är kurvan väldigt plan, med en stor förekomst av stora tidluckor.

Om förekomsterna ovan sedan jämförs med de i kapitel 3 tidigare beskrivna teoretiska sannolikhetsfördelningarna för förekomsten av en tidlucka av en viss storlek så ser man att fallen Hjuvik, Sisjön och Gärdhem påminner om den skiftade negativ exponentiella fördelningen av tidluckor (figur 4.32) med en minsta tidlucka satt till 1 sekund, även om det teoretiska fallet har en överrepresentation av små tidluckor. Lindome är ytterligare skiftad åt höger och Källered följer en något flackare fördelning. Vad kan det då bero på att det ser ut så här?



Figur 4.32: Skiftad negativ exponentiell fördelning.

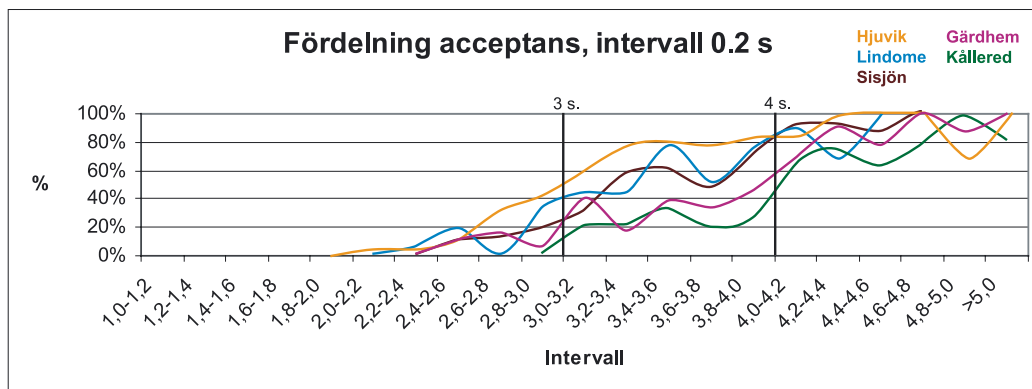
I Hjuvik, Sisjön och Gärdhem var trafikmängden större under mätningstillfällena, cirkulationsplatserna går fulla och liknar därför den teoretiska modellen mer.

I Hjuvik, Sisjön och Gärdhem förekommer bredare genomgående körfält vilket gör att fordonen inne i cirkulationen kör mer lott och tidluckorna blir mindre.

Den stora avvikelserna mellan Källered och de övriga är ytterligare ett tecken på att just den cirkulationsplatsen skiljer sig avsevärt mot de andra i studien.

4.3.3 Fördelning av acceptans

I figur 4.33 åskådliggörs fördelningen av acceptansen i intervall om 0.2 sekunder. Det är en sammanställning av de olika fördelningarna av acceptans för cirkulationsplatserna, se figur 4.28, med införda trendlinjer mellan accepterade och förkastade tidluckor istället för olikfärgade staplar.



Figur 4.33: Fördelningen av acceptans i intervall om 0.2 sekunder.

I diagrammet ovan åskådliggörs acceptansen för respektive cirkulation. Värdet under kurvan är alltså den procentsats av tidluckorna i det intervallet som accepteras. Exempel på hur diagrammet läses: I intervallet 3.2-3.4 sekunder förkastar 22 % tidluckorna och 78 % accepterar dem i Hjuvik. I Källered däremot förkastar 79 % och 21 % accepterar dem. I tabell 4.1 nedan återfinns den procentuella acceptansen för tidluckor av längden 3 och 4 sekunder.

Tabell 4.1: Sammanställning av acceptansen av tidluckor 3 och 4 sekunder långa.

	Lindome	Hjuvik	Källered	Sisjön	Gärdhem
Acceptans av tidlucka 3.0 s.	39 %	48 %	10 %	22 %	22 %
Acceptans av tidlucka 4.0 s.	83 %	82 %	69 %	82 %	57 %

4.3.4 Teorier om mätresultaten

Några givna svar på vad skillnaderna beror på kan vara svåra att hitta, däremot kan man söka hypoteser. Analyserna av mätresultaten skall alltså ses som teorier och inte som fakta.

Lindome

39 % accepterar en 3 sekunder lång tidlucka och hela 83 % en på 4 sekunder.

Cirkulationen är enkel med ett körfält. Den är lätt att överblicka och förstå vilket ger relativt hög acceptans av korta tidluckor.

Körfälten samt till- och frånfarter är breda och det finns gott om plats.

Man kan i större utsträckning anpassa sig till trafiken inne i cirkulationen, sikta på en tidlucka och ta sig in rullande.

Trafikanterna kör ej på det ryckiga sätt som ofta förekommer i stadstrafik.

Hjuvik

Så många som 48 % accepterar en 3-sekunders tidlucka, 82 % en på 4 sekunder.

Den höga acceptansen av små tidluckor beror på den sneda trafikfördelningen och förekomsten av vanetrafik.

Förarna är medvetna om svårigheterna att ta sig ut i cirkulationen, vilket leder till att man accepterar mindre tidluckor.

De breda körfälten ger trafikanterna gott om utrymme så att de till viss del kan köra ”om lott”.

Källered

Endast 10 % accepterar en 3 sekunder lång tidlucka och 69 % en 4-sekunders.

Mätningen gjordes en helg, förarna är mindre stressade eftersom de i detta fall inte har någon tid att passa till jobbet. De har därför inget behov att chansa.

Vanetrafik är mindre förekommande i detta området.

Det rör sig om en liten cirkulation och förarna påverkas av andra fordon i större utsträckning, det vill säga förarna på väg in i cirkulationen vet inte om de cirkulerande fordonen kommer att korsas deras väg eller ej.

Låg trafikbelastning gör att korta luckor förekommer mer sällan.

Benet som acceptansen av tidluckorna uppmätts i ligger i en uppförsbacke.

Sisjön

I Sisjön accepterar 22 % av förarna tidluckan på 3 sekunder, 82 % den på 4 sekunder.

Utformningen med liten rondellradie leder till låga hastigheter, extra svängfält ger en komplexare trafiksituation. Den komplexa situationen ger i sin tur relativt låg acceptans av små tidluckor, medan den låga hastigheten ger en fortsatt hög acceptans av tidluckor på 4 sekunder.

Den höga trafikbelastningen ger hög förekomst av mindre tidluckor.

I området förekommer mestadels vanetrafik.

Gårdhem

Acceptansen av en 3-sekunders tidlucka är 22 %, men endast 57 % av den på 4 sekunder.

Den låga acceptansen av tidluckor på 3 sekunder beror på den komplexa situationen med flera genomgående körfält.

Nu har även acceptansen av tidluckor på 4 sekunder sjunkit i jämförelse med Sisjön. Det beror på att en del fordon kommer in i cirkulationen med hög hastighet vilket leder till ytterligare osäkerhet för trafikanterna.

De långa tidluckorna som förkastas kan leda till en snedvridning av den uppmätta acceptansen på grund av för få mätvärden.

4.4 Teoretiska belastningsgrader i CapCal

Under ett 5-minutersintervall under maxtimmen kontrolleras trafikmängderna och fördelningen mellan svängande fordon för de studerade cirkulationsplatserna. Därefter utvärderas korsningen med hjälp av CapCal, och då koncentreras mest på kapacitet och belastningsgrad. Längst ner på sidan finns en sammanställning av resultaten i tabellform.

Lindome

Det studerade benet har en belastningsgrad på 0.43 och en möjlig kapacitet på 1252 fordon per timme. Den maximala belastningsgraden i cirkulationen är 0.55.

Hjuvik

Enligt CapCal så är maximal belastningsgrad 1.19, då i tillfarten från Öckerö men trafiken flyter dock på. I det studerade benet är belastningsgraden 0.67, med en kapacitet på 648 fordon per timme.

Källered

Beräkningarna i CapCal ger under ett intervall en högsta belastningsgrad i cirkulationen på 0.43. Det studerade benet har en kapacitet på 1124 fordon per timme och en belastningsgrad på 0.29.

Sisjön

Den högsta belastningsgrad i cirkulationen är 0.72. Det studerade benet har en kapacitet på 1330 fordon per timme i körfältet för högersvängande och 540 för de som ska svänga vänster eller köra rakt fram. Respektive belastningsgrader är 0.47 och 0.20.

Gårdhem

Maximal belastningsgrad är 0.73. Det studerade benet har en kapacitet på 1302 fordon per timme i körfältet för högersvängande och 714 för de som ska svänga vänster eller köra rakt fram. Respektive belastningsgrader är 0.18 och 0.62.

Tabell 4.2: Sammanställning av CapCal-resultaten.

	CapCal				
	Antal inkommande fordon aktuellt ben	Antal cirkulerande fordon framför ben	Belastningsgrad studerat ben	Maximal kapacitet aktuellt ben	Mest belastat ben i cirkulationen
Lindome	540	228	0.43	1 252	0.55
Hjuvik	432	1 488	0.67	648	1.19
Källered	330	396	0.29	1 124	0.43
Sisjön	600 / 120*	948	0.47 / 0.20*	1 330 / 540*	0.72
Gårdhem	444 / 240*	1 056	0.18 / 0.62*	1 302 / 714*	0.73

* Högersvängande / vänster + rakt fram

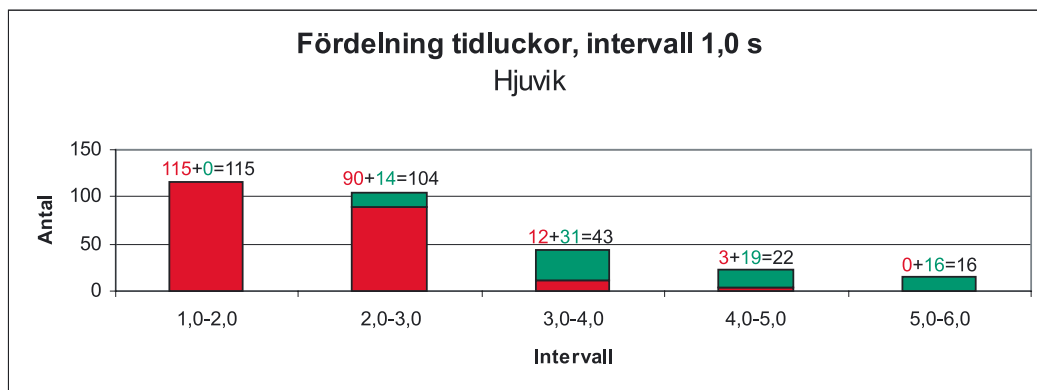
4.5 Beräknade kapaciteter utifrån fältstudier

Utifrån fältmätningarnas resultat av förekomsten av tidluckor och acceptansen av desamma så gjordes ett försök att beräkna kapaciteten för det observerade benet.

Beräkningsgången som användes är följande:

- 1: Summering av det totala antalet registrerade tidluckor i intervallen.
- 2: Summering av det totala antalet cirkulerande fordon som kan skapa tidluckor under en timmes tid.
- 3: De registrerade tidluckorna räknas upp med en faktor så att antalet blir lika med det totala antalet cirkulerande fordon. Då har man det verkliga antalet tidluckor som uppstår i respektive intervall enligt den uppmätta fördelningen under en timme.
- 4: Beräkna antalet tidluckor som utnyttjas utifrån acceptansen i respektive intervall.
- 5: Summera den verkliga kapaciteten utifrån de förekommande trafikförhållandena.

För att åskådliggöra detta ytterligare så beräknas exemplet Hjuvik nedan baserat på intervall om 1,0 sekund. Detta exempel väljs tack vare den höga trafikbelastningen som leder till att det endast uppstår ett fåtal tidluckor större än 6 sekunder, samt att endast ett fordon per uppkommen tidlucka kör ut.



Figur 4.34: Fördelningen av tidluckor i intervall om 1,0 sekund.

Det totala antalet registrerade tidluckor är 300 stycken. Summeringen av de passerande fordon framför det studerade benet utifrån videofilmen uppgår till 1 460 stycken. Eftersom det rör sig om en så pass liten cirkulation så bör man även ta hänsyn till fordonen som viker av och kör ut på samma ben som mätningarna gjorts för. Detta för att de tar upp plats och hade skapat en tidlucka om de hade fortsatt utan att svänga ut. Enligt den framräknade fördelningen rör det sig om 240 fordon. Den sammanlagda fordonsströmmen blir alltså 1 700 stycken. Det krävs alltså en faktor 5,6 (1 740/300) för att räkna upp de registrerade tidluckorna så att de skall passa det verkliga antalet passerande fordon.

Nu vet man hur många fordon som verkligen uppträder i respektive tidsintervall. Med hjälp av acceptansen finns möjlighet att beräkna hur många fordon som verkligen kan köra ut i de luckor som uppstår under rådande trafikförhållande.

Resultatet är sammanställt i tabell 4.3 på nästa sida.

Tabell 4.3: Uträkning av kapacitet utifrån fältmätningarna.

Intervall	Antal registrerade tidluckor	Antal tidluckor med faktor 5.6	Acceptans	Antal fordon som kan acceptera
1.0-2.0	115	644	0 %	0
2.0-3.0	104	582	13.5 %	79
3.0-4.0	43	241	72 %	173
4.0-5.0	22	123	83.5 %	103
5.0-6.0	16	90	100 %	90
			Summa:	445 stycken

Som syns ovan så blir kapaciteten under rådande trafikförhållande 445 fordon.

Det finns vissa problem med denna metod. Det är alltid möjligt att mäta tidluckor även om det krävs en relativt hög belastning i cirkulationen för att intressanta tidluckor skall uppstå. På grund av att det är svårt att framför allt definiera långa tidluckor där flera fordon tar sig in i den cirkulerande strömmen så uteslöts de. Det får till följd att situationen som kapaciteten sedan beräknas för blir något extrem, hela tiden uppkommer endast tidluckor mellan en och sju sekunder. Det får alltså en kapacitetsänkande effekt.

Det är bara kapacitetsberäkningarna i Hjuviksfallet som är jämförbart med beräkningarna i CapCal. Det beror på att även resultatet i CapCal baseras på den extrema situationen i Hjuvik med en stor trafikmängd. Enligt CapCal är kapaciteten på den tillfarten 648 fordon. Analys av dessa värden görs i kapitel 6, Slutsatser.

Lindome

Cirkulationsplatsen i Lindome är inte speciellt hårt belastad av trafik. Ändock inträffar kösituationer under rusningstrafik, men de avvecklas snabbt och under lågtrafik flyter trafiken fint.

På plats observerades att det går att hålla hög fart in i cirkulationsplatsen österifrån, ett problem som blev väldigt påtagligt då två personbilar med relativt hög fart körde in i cirkulationen för att fortsätta rakt fram. Samtidigt gick en fotgängare ut på övergångsstället vid bilisternas utfart och förare nummer ett bromsar in för att lämna företräde, något som förare två lägger märke till något sent. Den höga farten gör det svårt att hinna stanna och en olycka undviks med endast några centimeter till godo. Cirkulationens ”snälla” kurvradier möjliggör höga hastigheter, inget ovanligt i den landsbygdsmiljö som den befinner sig i. Dock bör det tas i beaktande att det trots allt finns GC-överfarter på två av benen.

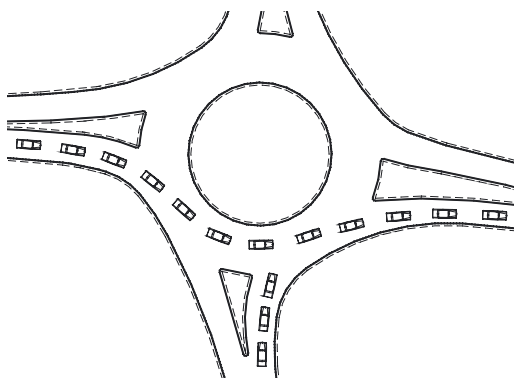
Som ses på figur 5.1 till höger så är utfarterna i cirkulationsplatsen breda, närmare bestämt 7.5 meter. Även om tanken är att cirkulationsplatsen endast ska ha ett körfält in och ett ut i vardera riktning så får rymligheten till följd att ett visst tvåfältsbeteende uppstår, vilket kan leda till onödiga konfliktsituationer. Figuren visar hur gott om plats det finns i körfältet även om ett fordon befinner sig i frånfarten.



Figur 5.1: De breda utfarterna i Lindome

Hjuvik

Den tidigare beskrivna situationen om problematiken för de bosatta i Kärr och Sandvik att komma ut i cirkulationen gör också beteendet lite speciellt. Eftersom det är mycket vanetrafik på sträckan vid denna tidpunkt så är de flesta införstådda med problemet. Detta får ibland till följd att blixtlåsprincipen nyttjas, det vill säga att förarna inne i cirkulationen saktar in och vinkar fram dem på väg in. Ett annat observerat beteende är att de på väg in ”tar sig plats” och mer eller mindre trycker sig in i den cirkulerande strömmen.



Figur 5.2: Problemet som uppstår i Hjuvik.

Det breda genomgående körfältet med sitt målade spärrområde ledde till att trafikanterna ibland under köttillfällen börjar uppföra sig som i en tvåfältig cirkulation, det vill säga de kör i två tåter. Vägverket hade föredragit en upphöjd överkörningsbar yta för att förhindra detta men då felbeteendet upptäcktes först efter byggnationen så nöjde man sig med ett cirka tre meter brett målat spärrområde. Målningen slits dock bort vilket leder till att det snart igen råder oklarheter för förarna om hur fordonen skall placeras.



Figur 5.3: Det slitna spärrområdet.

Något som kan uppfattas som ett problem i cirkulationsplatsen är den höga växtligheten i anslutning till korsningen som gör att bilisternas synfält kraftigt begränsas. Det tvistas visserligen om huruvida genomsikten i en rondell skall vara spärrad eller ej, i Danmark har man till och med gått så pass långt att man rekommenderar spärrad genomsikt, men sidoområdena skall givetvis ej ge någon siktförsämring.



Figur 5.4: Bilen bakom buskaget syns knappt.

Kållerød

Trafiken i Kållerød är av lite annan karaktär än i de övriga fyra objekten. I detta fall rör det sig mer om tillfällig trafik som inte kör i området så ofta, medan det i de övriga fallen rör sig om vanetrafik.

På plats gjordes en kontroll av hur många av trafikanterna som använde körriktningsvisare. Av de förare som skulle svänga höger eller vänster använde endast 55 % blinkers på något sätt. Ingen skillnad gjordes på hur man gav tecken, det vill säga huruvida användandet skedde på det nya av Vägverket rekommenderade sättet eller inte, utan endast om körriktningsvisare användes över huvud taget. Det bör tilläggas att kontrollen endast skedde under 30 minuters tid, och därför är det oklart om det är ett lokalt problem eller om det är en fingervisning om att svenska trafikanter är generellt dåliga på att ge tecken i korsningar.

Även om det finns en överkörningsbar yta så utnyttjar den tunga trafiken den sällan. Figur 5.5 här till höger visar att bussföraren med lätthet kan ta sig genom cirkulationen utan att tvära över den stensatta ytan.



Figur 5.5: En buss tar sig genom cirkulationen.

Sisjön

Tidvis blir det väldigt mycket köer genom cirkulationen, men de avvecklas snabbt. Köerna uppkommer speciellt på eftermiddagarna och ibland kan det ta så pass lång tid som två minuter från det att ett fordon når kön tills det att det kör in i cirkulationen. Väntetiden uppfattas dessutom som längre av förarna än om det hade rört sig om en signalreglerad korsning. Cirkulationen har dock en hög kapacitet för sin storlek.



Figur 5.6: Köbildning i Sisjön.

Strax bredvid cirkulationen ligger en större matvaruaffär med mycket besökare. Vid dess infart kan ibland problem uppstå då köer dit in når ända in i cirkulationsplatsen.

Gärnhem

Trafiksituationen i Gärnhem kan uppfattas som komplex, och det råder ibland förvirring bland förarna om hur man skall placera sitt fordon. Även här är tillfarterna väldigt breda för att underlätta för den tunga trafiken och på plats observerades, speciellt vid kösituationer, att förarna gick upp på två täter i körfälten. Detta ledde givetvis till problem när de kommer in i själva cirkulationen.

På väg 45 går mycket tung trafik, vilken har en betydligt sämre acceleration än personbilar. Detta leder till att de kan blockera för fordon inne i cirkulationen när de väl kör in efter att ha varit stillastående vid en av tillfarterna. Det leder givetvis till lägre framkomlighet men eftersom cirkulationen är stor och trafikanterna har bra överblick av situationen undviks olyckor.



Figur 5.7: Långa tunga fordon i Gärnhem.

Trots att cirkulationsplatsen är utrustad med den nya typen av informationstavlor och att man låtit bli att måla ut pilen för vänstersvängande, så begås misstag. Under observationen svängde en förare direkt vänster i cirkulationen mitt under rusningstrafik. Misstaget insågs dock snabbt och föraren lyckades backa tillbaka sin bil och fortsätta färden. (Se figur 5.8)



Figur 5.8: Ett misstag som kan få allvarliga konsekvenser.

6 SLUTSATSER

Kapitlet med slutsatser delas upp med tre underrubriker; utformningens påverkan på kapaciteten, kapacitetsberäkningar utifrån acceptans, videodokumentation som mätmetod samt beräkningsprogrammet CapCal. Detta för att studien sträcker över många olika delmoment som bör utvärderas enskilt.

6.1 Utformningens påverkan på kapaciteten

Utöver parametrar som storlek på cirkulationsplats och körfältsutformning, är det svårt att peka ut de utformningsparameter som skulle vara mer eller mindre betydelsefulla. Svårigheten ligger i att vikta dem mot varandra, det vill säga specificera vilken som är mest betydelsefull. Helt klart är att antalet körfält, så väl genomgående som tillfarter, spelar stor roll för kapaciteten. Lika klart är storlekens påverkan. En ökad rondellradie ger en ökad längd på växlingssträckan och därmed också högre kapacitet. I det motsatta fallet ger en liten mindre rondellradie en mindre kapacitet.

Mer oklart är hur till exempel förekomsten av överkörningsbar yta närmast rondellen påverkar, annat än som ett hjälpmedel för att ge tung trafik en bättre framkomlighet. Den har knappast någon kapacitetshöjande effekt. Dock visas en kapacitetshöjning i fallet Hjuvik där den överkörningsbara ytan endast bestod i ett målat spärrområde, och då på grund av trafikanternas tvåfältsbeteende. Det bör dock betänkas att detta också leder till ett ökat antal konfliktpunkter.

Parametrar som begränsad genomsikt, belysning, refugstorlekar, målning/skyltning och annat påverkar sannolikt kapaciteten i mycket liten skala. Här rör det sig mer om en ökning av trafiksäkerheten och undanröjande av missförstånd trafikanter emellan.

Ett måste är att informationen som ges till trafikanterna är tydlig, det får alltså inte råda någon tvekan om att det är en cirkulationsplats man kommer fram till eller hur man skall bete sig. Tydlig skyltning, målning och belysning undanröjer till viss del risken för misstag. Information mellan trafikanter är också mycket viktig. Det kan röra sig om att ge signal i tid om var man tänker lämna cirkulationen. Ett tydligt användande av körriktningsskyltar gör att körningen kan planeras i större utsträckning av dem på väg in i cirkulationen. Speciellt rör detta tung trafik som har låg acceleration när de väl har stannat.

6.2 Kapacitetsberäkningar utifrån acceptans

Att beräkna kapaciteten utifrån acceptansen och sedan jämföra det med beräknad kapacitet i CapCal fungerade endast i Hjuviksfallet. Detta för att trafiksituationen som uppstår där liknar den extrema situationer endast med tidluckor mellan 1-7 sekunder där endast ett fordon tar sig in i cirkulationen per uppkommen tidlucka.

Resultaten utifrån fältmätningarna gav i Hjuvik en kapacitet på 445 fordon. CapCal ger en kapacitet på 648 fordon. Under mätningen tog sig 432 fordon in i cirkulationen. Med tanke på den konstanta körsituationen som uppstod ligger det verkliga kapacitetstaket närmare 445 fordon än 648, dock något högre än 445 på grund av de tillfällena då längre tidluckor uppkommer och flera fordon passar på att köra i samma lucka.

I de övriga cirkulationerna uppstod problem eftersom det trots stora trafikmängder uppstod många långa tidluckor som accepterades av fler än ett inkörande fordon. Tillräcklig mängd mätdata samlades visserligen in för att jämföra cirkulationsplatserna inbördes, men för att resultaten skall bli jämförbara med CapCal så krävs det att cirkulationen går full under en längre tid. Andra studier som gjorts inom området har också konstaterat samma problem, att just hitta tillräckligt många cirkulationsplatser med sådana stora trafikmängder. Det krävs fordon som står och köar in i cirkulationsplatsen under en tidsperiod och sådana är inte lätta att finna. En slutsats som kan dras från detta faktum är att cirkulationsplatser har en hög kapacitet och att det inte ofta är långvariga köer i dem, som ofta kan inträffa i till exempel signalreglerade korsningar.

6.3 Videodokumentation som mätmetod

Att använda videoteknik för att dokumentera trafiksituationer är ett kraftfullt verktyg och ger ett flertal fördelar gentemot observationer på plats. Några är att en person kan se och bedöma samtliga trafikflöden i en korsning genom att spela upp en sekvens flera gånger. Man behöver alltså inte mobilisera en större mängd folk för att få fördelningen mellan de svängande fordonen. Den kanske största fördelen är att man kan åskådliggöra trafiksituationer och felbeteende genom att redigera videomaterialet och sedan presentera det på ett bra sätt.

Denna studie hade inte varit möjlig att genomföra på något annat sätt än med hjälp av videodokumentation eftersom examensarbetet har utförts av en enda person och de ekonomiska resurserna har varit begränsade.

Mätmetoden som använts har varit manuell tidtagning av tidluckor och det leder givetvis till felaktigheter på grund av den mänskliga faktorn. Noggrannheten uppskattas till en tiondels sekund efter tester där samma tidluckor har mätts upprepade gånger. För denna metodstudie ansågs det dock av referensgruppen vara en tillräcklig noggrannhet.

Vid uppmätningen av tidluckor togs det sikte på något referensobjekt i terrängen bakom fordonet för att möjliggöra start av tidtagning vid ungefär samma fordonsplacering. Eftersom förarna väljer att stanna sina fordon olika långt från cirkulationen plus att de har olika placering i sidled, startas klockan inte riktigt i samma läge för alla fordon. Detta kan avhjälpas genom slangmätningar då man mäter tidluckorna mellan de cirkulerande fordonen. När man sedan synkroniserat klockan i videon med de utkörda datalistorna så är det ett enkelt jobb att klassificera de registrerade luckorna som accepterade eller förkastade.

6.4 Beräkningsprogrammet CapCal

CapCal är som tidigare sagts en ovärderlig hjälp vid utvärderingar av korsningar, mest för att arbetet annars skulle vara otroligt tidskrävande. CapCal ger dock resultat som säger att standarden på korsningen är högre än vad den i verkligheten kommer att bli. Detta sker i små cirkulationsplatser med korta vävningssträckor och små rondellradier. Med tanke på att denna typen av cirkulationsplatser är populär att anlägga, till exempel i mindre korsningar i stadsmiljö, så kan det få konsekvenser som att korsningen får en för låg standard.

7

FORTSATT ARBETE

Det fall som skilde sig mest från de övriga var Kålleröd. Den mest markanta skillnaden mellan den cirkulationen och de övriga studerade var dess storlek med en rondellradie på 6 meter. Det hade varit mycket intressant att se om acceptanskurvan ser liknande ut för andra små cirkulationer. Längre ut på Hjuviksvägen finns ett flertal små cirkulationer som kunde vara lämpliga objekt att studera eftersom trafikbilden är sådan att små tidluckor borde accepteras.

För att kunna dra några verkliga slutsatser av mätresultaten så behövs ett mycket större urval av cirkulationsplatser. För att utvärderingar då skall vara möjliga så krävs att insamlandet av data sker på ett lättare sätt, exempelvis genom slangmätningar som beskrevs i föregående kapitel.

Man bör också försöka göra mer omfattande kapacitetsberäkningar där man inkluderar samtliga tidluckor som uppstår, inte endast de mellan 1 och 7 sekunder. Man bör också ta hänsyn till de fall då 2 eller flera fordon lyckas ta sig in i den cirkulerande strömmen. Detta för att få en mer rättvisande bild av kapaciteten.

En utveckling av CapCal behövs också eftersom programmet ofta ger en för hög kapacitet, speciellt i små cirkulationsplatser.

8 REFERENSER

Litteraturreferenser

Bergh, T., Andersson B. (1994) *Vägutformning 94 del 7 Korsningar*. Publikation 1994:053, Vägverket, Borlänge.

Giaever, T. (1992) *Application, Design, and Safety of Roundabouts in Norway*. Actes du Seminaire Giratoires 92, Nantes, Frankrike.

Hagring, O. (1996) *Roundabout Entry Capacity*. Bulletin 135, Avdelningen för Trafik och väg, Lunds Tekniska Högskola.

Hagring, O. (1998) *Vehicle-vehicle Interactions at Roundabouts and their Implications for the Entry Capacity*. Bulletin 159, Avdelningen för Trafik och väg, Lunds Tekniska Högskola.

Hagring, O. (2000) *Framkomlighet i korsningar utan trafiksignaler - En litteraturöversikt*. Bulletin 190, Avdelningen för Trafik och väg, Lunds Tekniska Högskola.

Homburger, W. (1982) *Transportation and Traffic Engineering Handbook, second edition*. Institute of Transportation Engineers. Prentice-Hall, New Jersey, USA.

Iivari, M. (1998) *Säkra korsningen!* Examensarbete 1998:10, Institutionen för väg- och trafikplanering, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.

Lantmäteriverket (1999) *Gröna Kartan - Västra Götalands län*. Licensavtal MF924931. Lantmäteriverket, Gävle.

O'Flaherty, C.A. (1986) *Highways vol 1 - Traffic Planning and Engineering, third edition*. London, Storbritannien.

Stenberg, L., Bergh, T. (1995a) *CAPCAL 2, Manual för programkörning*. Publikation 1995:006, Vägverket, Borlänge.

Stenberg, L., Bergh, T. (1995b) *CAPCAL 2, Model description of Roundabouts*. Publikation 1995:009E, Vägverket, Borlänge.

Ståhl, M. (1999) *Ny förbindelse Sisjömotet - Södra Långebergsgatan och ny påfart till Söderleden*. Arbetsmaterial, Gatubolaget, Göteborg.

Svenska Kommunförbundet & Vägverket (1996) *Åtgärds katalog. För högre trafiksäkerhet med vägutformning och reglering i tätort*. Svenska Kommunförbundet och Vägverket, Stockholm.

Svenska Kommunförbundet (2000) *Rondellerna i Växjö - Vad händer sedan?* Svenska Kommunförbundet, Stockholm.

TrF (1998), *Trafikförordningen*. Näringsdepartementet, 1998:1276. Stockholm.

Wallwork, M. & Siegman, P. (1997) *Modern Roundabouts*. University of California, Institute of Transportation Studies', Palo Alto, Kalifornien, USA.

Winstrand, B., Löfqvist Å. & Malmkvist E. (2000) *Cirkulationsplatser - en idéskrift*. Vägverket Region Väst, Göteborg.

Wohl, M. (1967) *Traffic System Analysis for Engineers and Planners*. McGraw-Hill, USA.

Vägverket (2001) *På väg till Nollvisionen - nationellt projekt i Trollhättan*. Informations-CD, Vägverket Region Väst, Göteborg.

Internetreferenser

Jordan, Touristic Sites (2001) <http://www.kinghussein.gov.jo>. 2001-09-18

TFHRC (1995), Turner-Fairbank Highway Research Center, <http://www.tfhrc.gov>. 2001-09-13

Trafikkontoret (2001) Trafikkontoret Göteborg, <http://www.trafikkontoret.goteborg.se>. 2001-09-20

Vägverket (2000): <http://www.vv.se/aktuellt/pressmed/2000/pressm33.htm>.
"Nollvisionsslingan" i Trollhättan mot förverkligande. Pressmeddelande nr 33, Vägverket, Borlänge. 2000-08-09

Personreferenser

Andersson, Lars (2001), Gatukontoret, Mölndals kommun,. *Intervju 2001-09-21*, Mölndal.

Lundström, Harald (2001), FB Engineering AB. *Intervju 2001-09-21*, Göteborg.

Martinsson, Stefan (2001), FB Engineering AB. *Intervju 2001-09-12*, Göteborg.

Mikaelsson, Anders (2001) Vägverket Region Väst. *Intervju 2001-09-17*, Göteborg.

Olsson, Christer (2001) FB Engineering AB. *Intervju 2001-10-12*, Göteborg.

Fotografier

Svenska Kommunförbundet (2001) <http://www.svekom.se>. 2001-10-09

Vägverket (2001) *På väg till Nollvisionen - nationellt projekt i Trollhättan*. Informations-CD, Vägverket Region Väst, Göteborg.

Övriga foton, Pär Sköld ©

Bilagor till

Framkomlighet i cirkulationsplatser

- en metodstudie om hur utformningen påverkar kapaciteten



Bilaga 1 - Indata för sannolikhetsfördelningar	1
Bilaga 2 - Mätresultat för de studerade objekten	2-6
Bilaga 3 - Trafikdata för de studerade objekten	7-8
Bilaga 4 - Ritningar över de studerade cirkulationsplatserna	9-13

Bilaga 1: Indata för sannolikhetsfördelningar.

(Källa: Wohl, M. 1967)

Flöde $V=$ 997
Tidsintervall $T=$ 3600
Lambda(V/T)= 0,276944444
Medel tidlucka= 3,591
Minsta tidlucka= 1

Negativ exponentiell fördelning

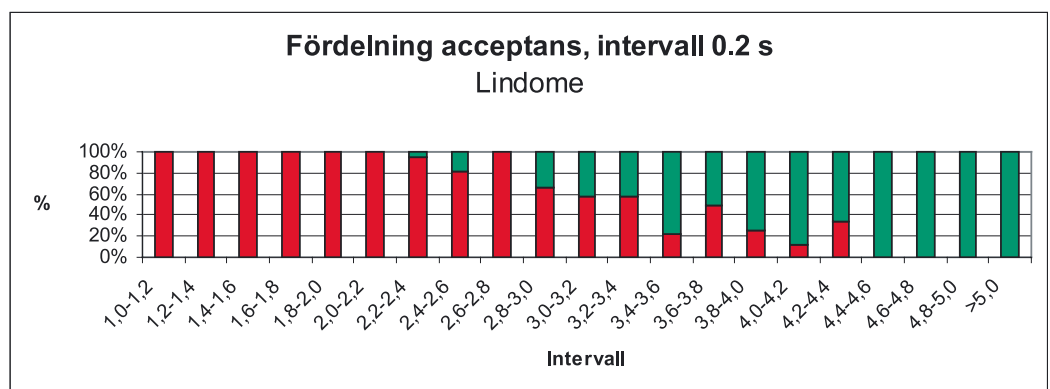
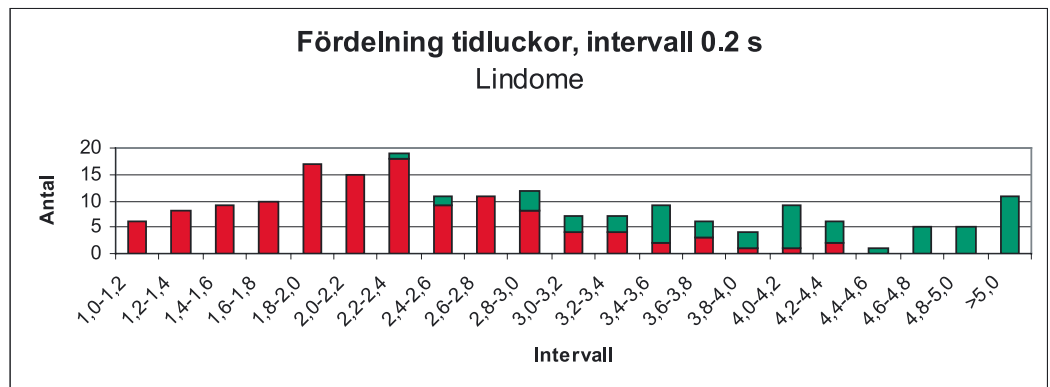
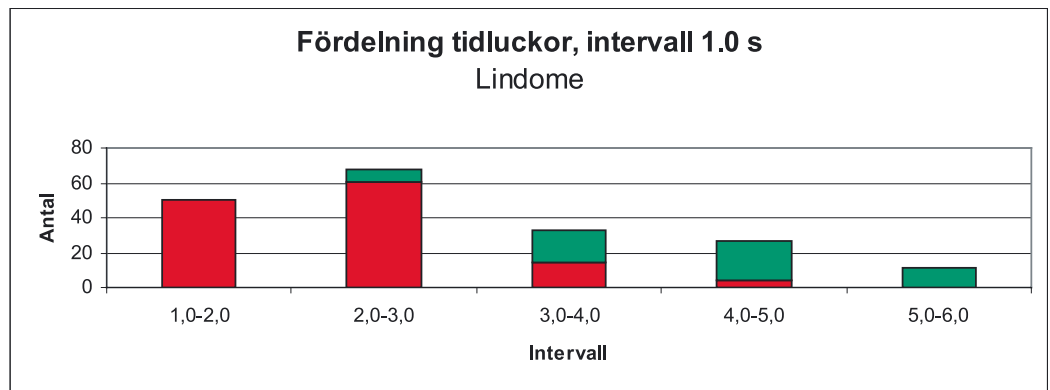
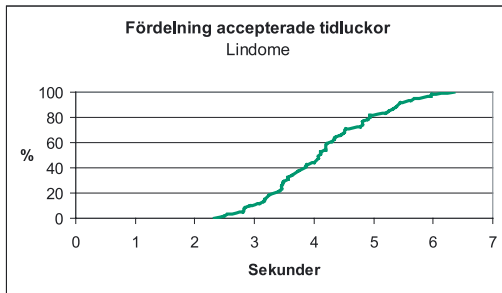
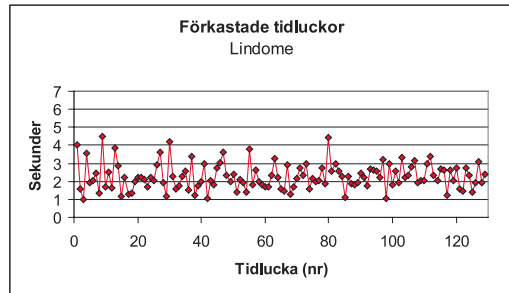
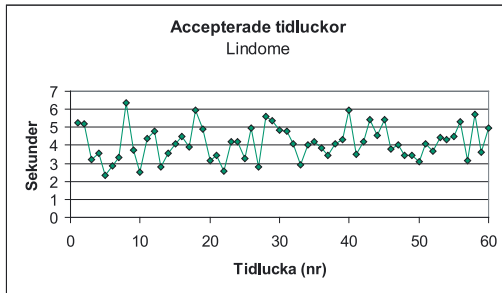
n	Tidlucka	$P(h>t_n)$	$P(h>t_n)-P(h>t_{n+1})$	Antal luckor $> t_n$ men $< t_{n+1}$		O^2/\hat{E}
				Beräknad	Oberverad	
1	0	1,000	0,242	241	0	0,0
2	1	0,758	0,183	183	194	205,8
3	2	0,575	0,139	139	245	433,1
4	3	0,436	0,105	105	183	318,7
5	4	0,330	0,080	80	113	160,3
6	5	0,250	0,061	60	88	128,2
7	6	0,190	0,046	46	46	46,2
8	7	0,144	0,035	35	30	25,9
9	8	0,109	0,026	26	35	46,6
10	9	0,083	0,020	20	20	20,1
11	10	0,063	0,015	15	16	16,9
12	11	0,048	0,011	11	6	3,1
13	12	0,036	0,009	9	7	5,6
14	13	0,027	0,007	7	4	2,4
15	14	0,021	0,005	5	2	0,8
16	15	0,016	0,016	16	8	4,1
	Summa		1,000	997	997	1417,933

Skiftad negativ exponentiell fördelning

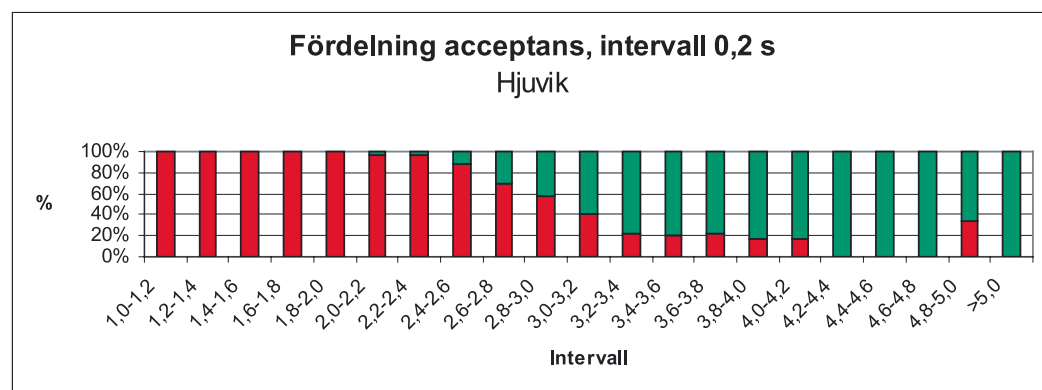
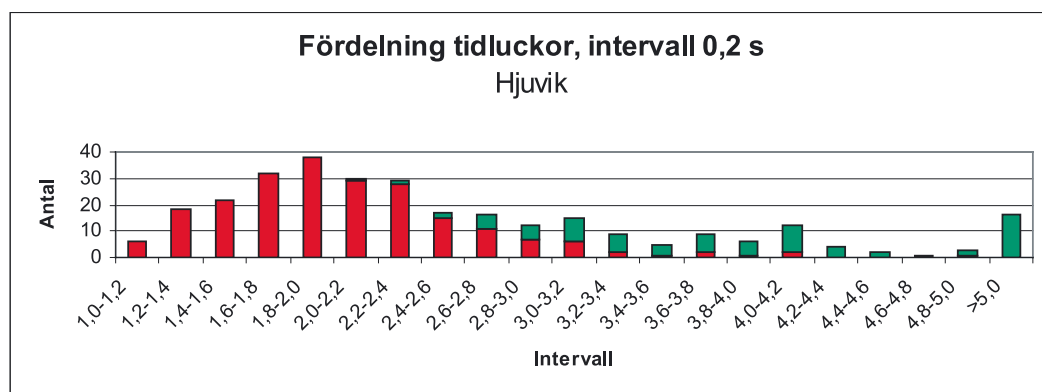
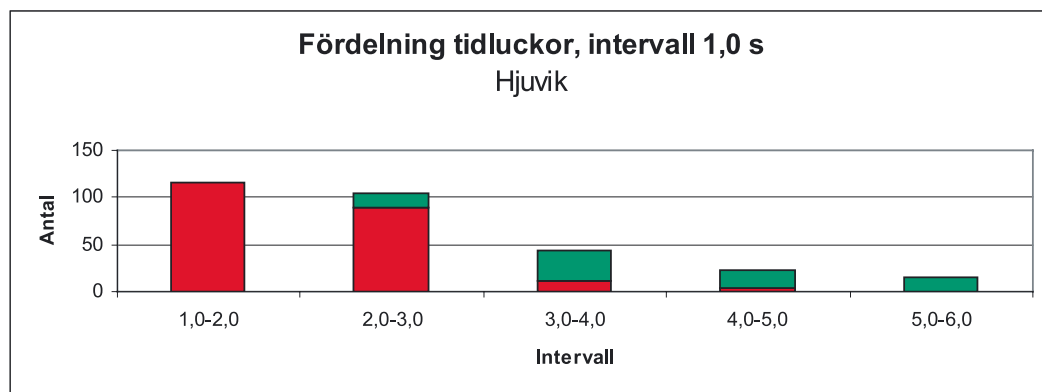
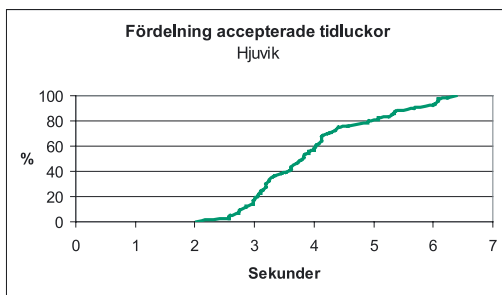
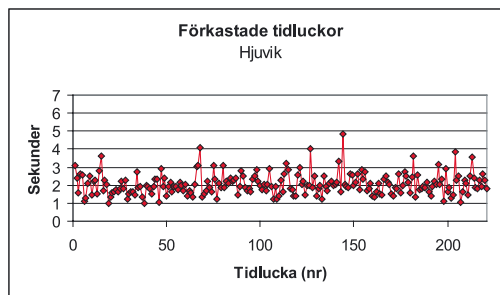
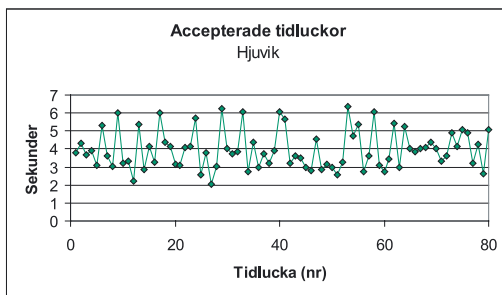
n	Tidlucka	$P(h>t_n)$	$P(h>t_n)-P(h>t_{n+1})$	Antal luckor $> t_n$ men $< t_{n+1}$		O^2/\hat{E}
				Beräknad	Oberverad	
1	0	0	0,000	0	0	
2	1	1	0,320	319	194	117,9
3	2	0,679803584	0,218	217	245	276,6
4	3	0,462132912	0,148	148	183	227,0
5	4	0,31415961	0,101	100	113	127,3
6	5	0,213566829	0,068	68	88	113,6
7	6	0,145183495	0,046	46	46	45,7
8	7	0,098696261	0,032	32	30	28,6
9	8	0,067094072	0,021	21	35	57,2
10	9	0,04561079	0,015	15	20	27,5
11	10	0,031006379	0,010	10	16	25,9
12	11	0,021078247	0,007	7	6	5,4
13	12	0,014329068	0,005	5	7	10,7
14	13	0,009740952	0,003	3	4	5,1
15	14	0,006621934	0,002	2	2	1,9
16	15	0,004501614	0,005	4	8	14,3
	Summa		1,000	997	997	1084,493

Bilaga 2: Mätresultat för de studerade objekten.

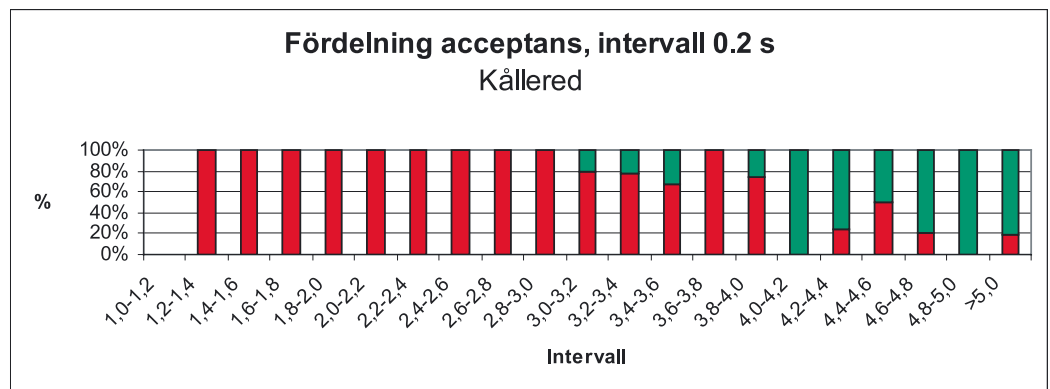
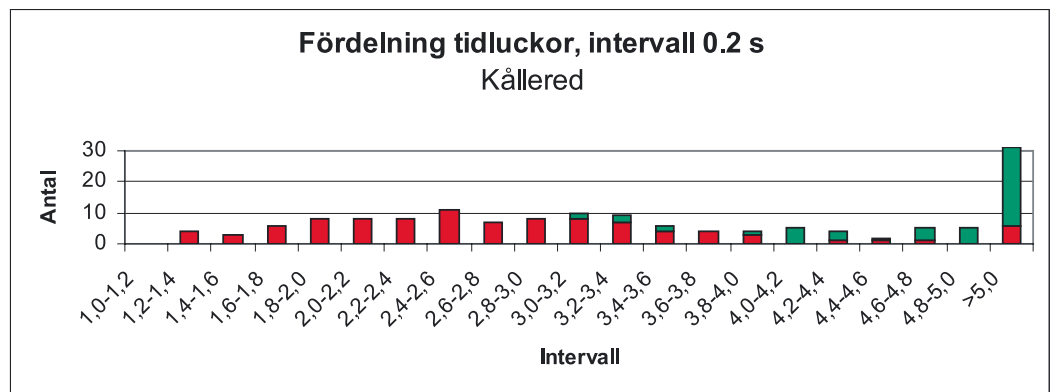
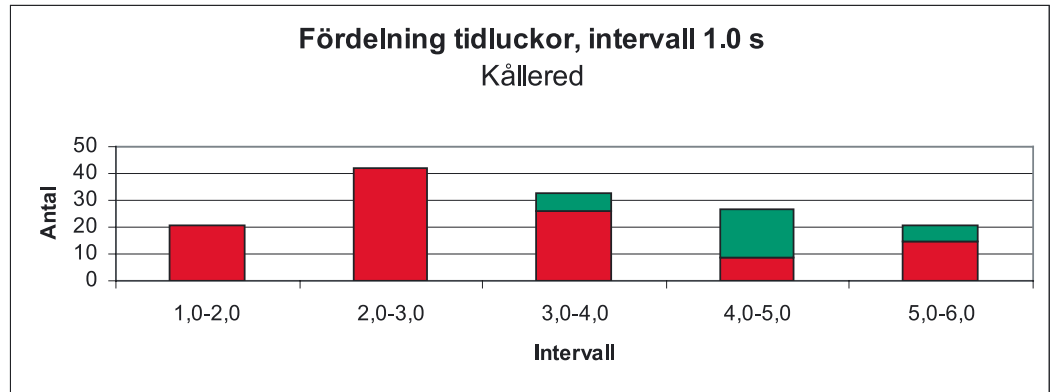
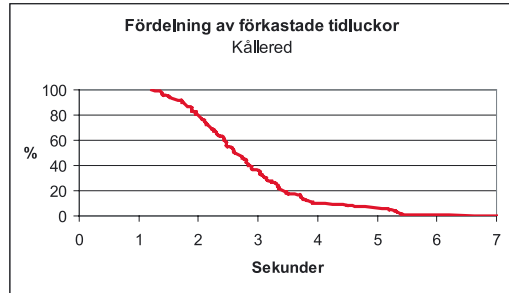
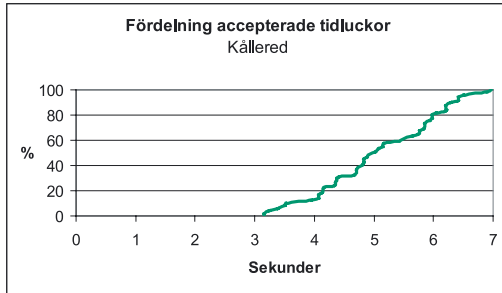
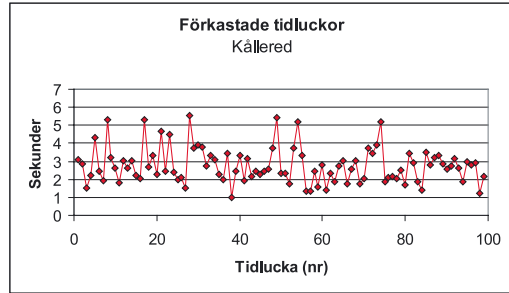
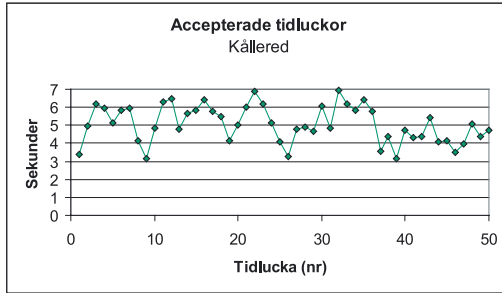
Lindome



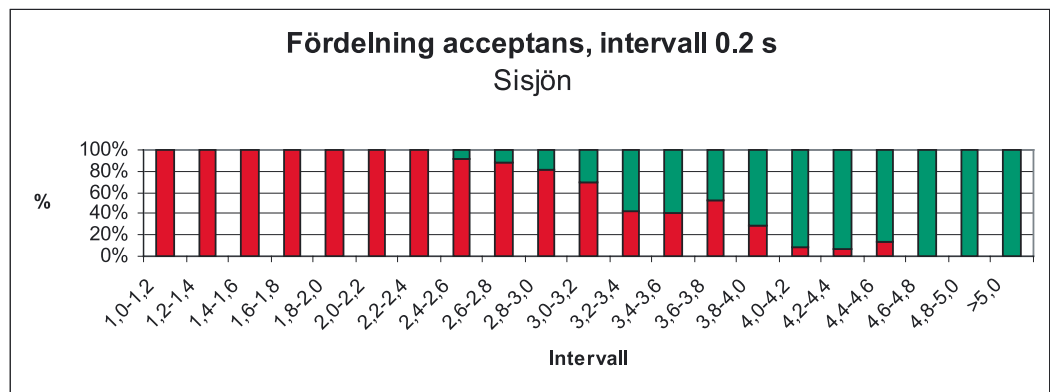
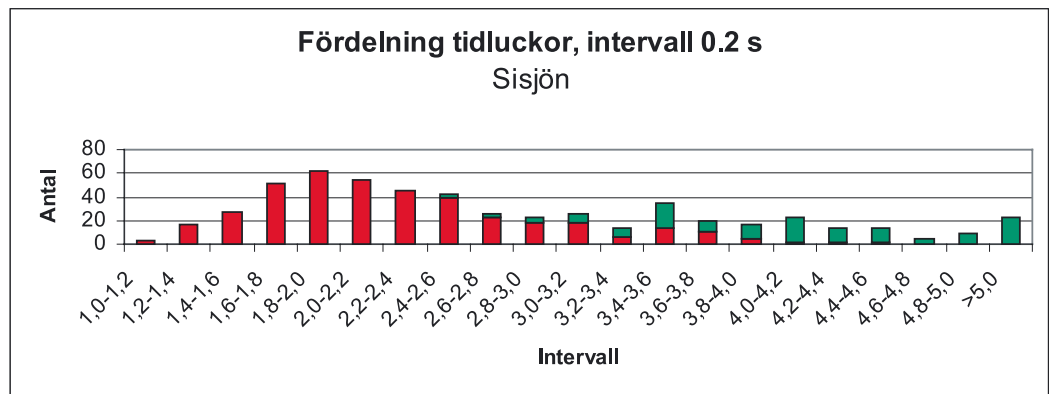
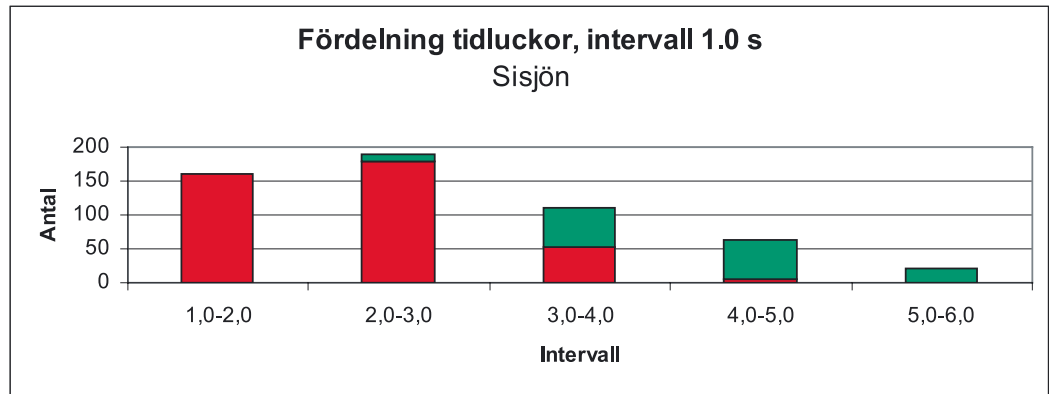
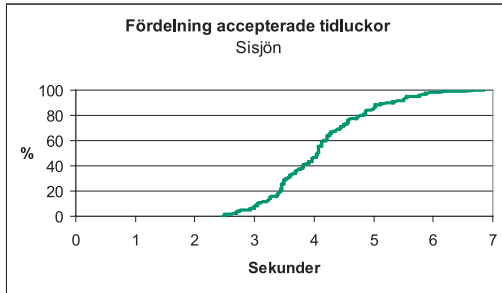
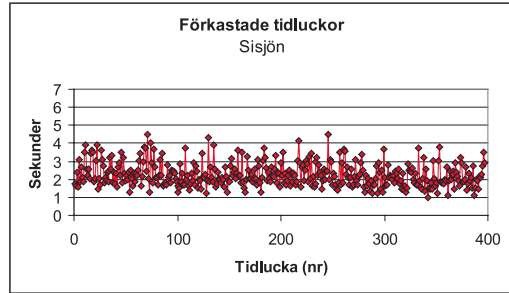
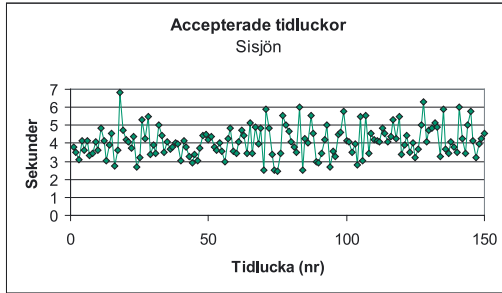
Hjuvik



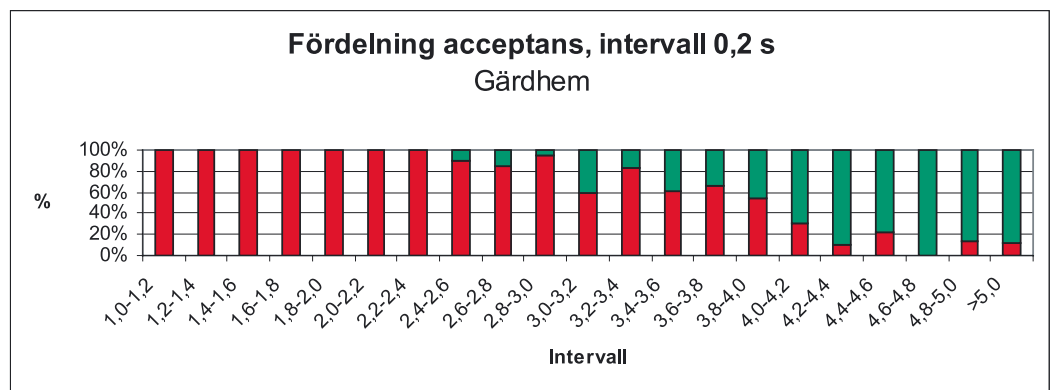
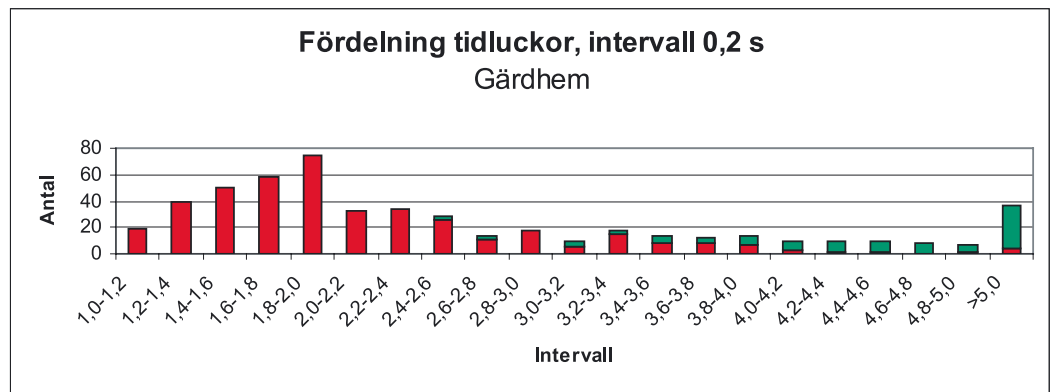
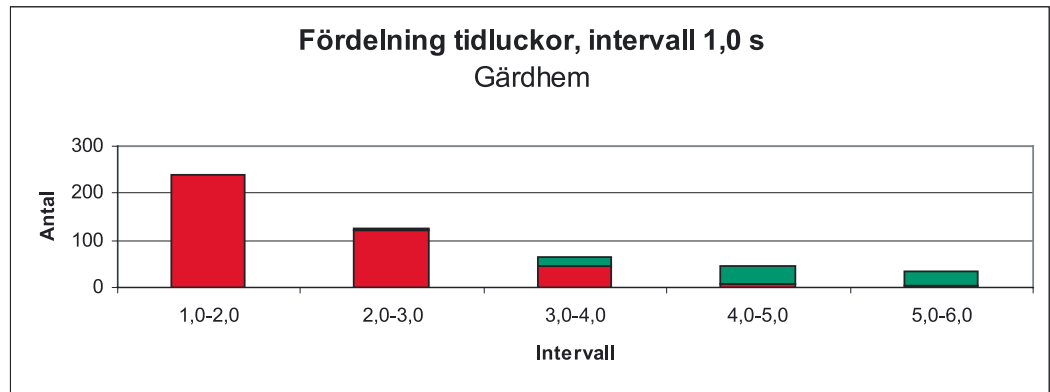
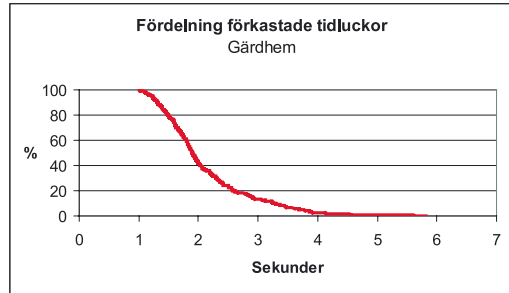
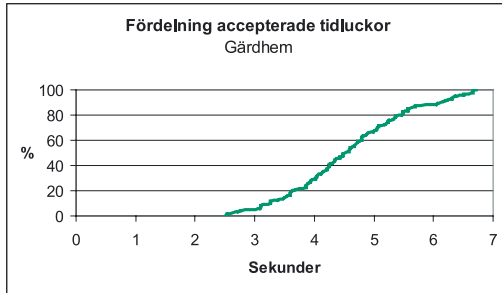
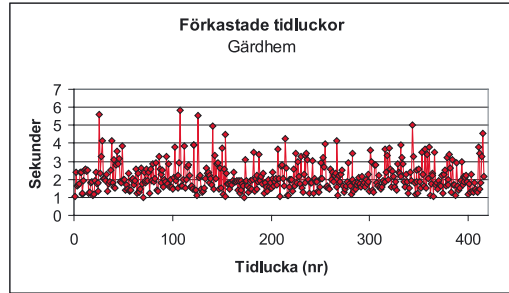
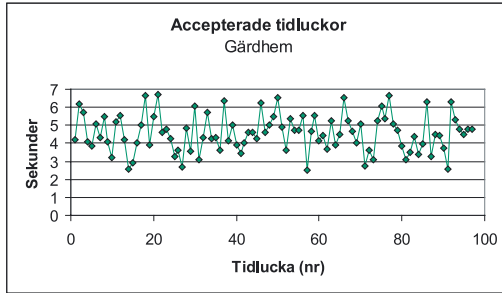
Källered



Sisjön



Gårdhem

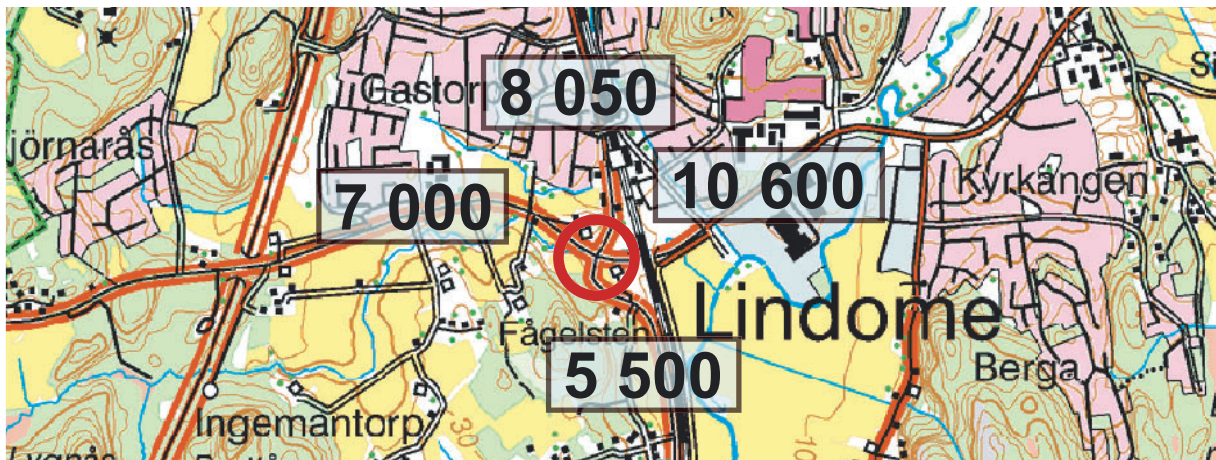


**Bilaga 3: Trafikdata för de studerade objekten.
(Källa kartmaterial: Lantmäteriverket, 1999)**

ADT Lindome

Mätdatum: 2000-05

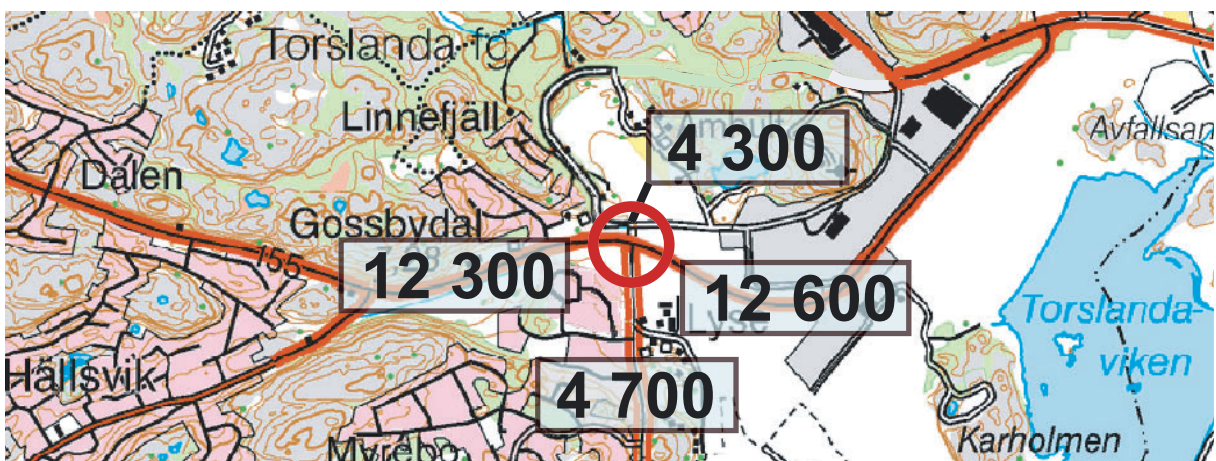
(Källa: Andersson, L. 2001)



ADT Hjuviksvägen

Mätdatum: 1999

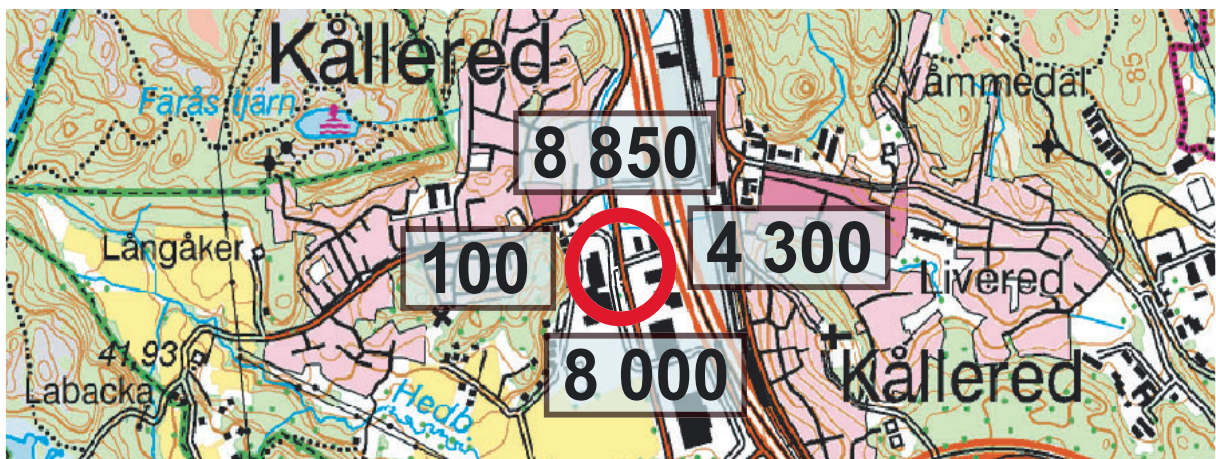
(Källa: Trafikkontoret, 2001)



VADT Källered

Mätdatum: 2001-09

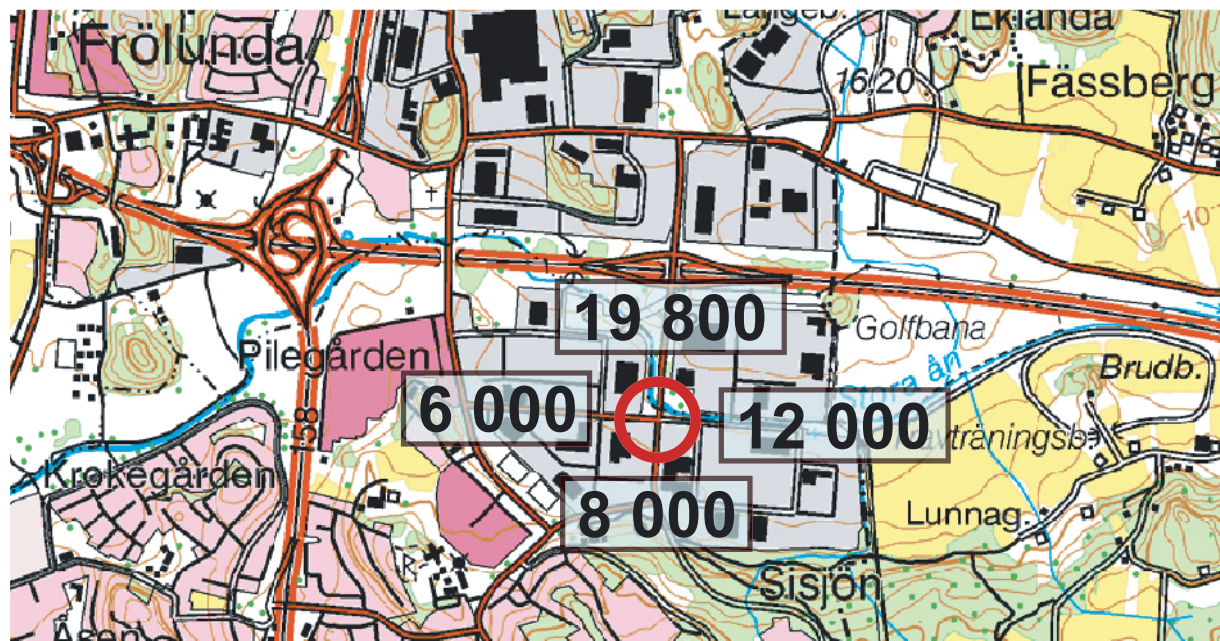
(Källa: Olsson, C. 2001)



ADT Sisjön

Mät datum: 1999-05

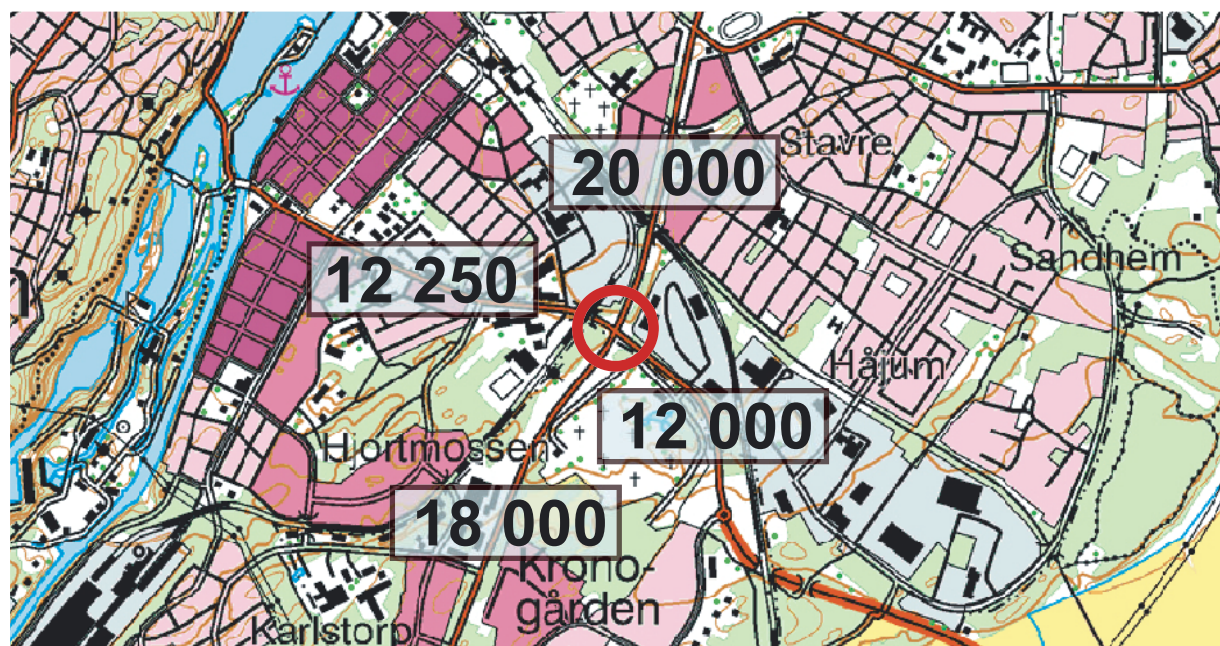
(Källa: Ståhl, M. 1999)



ADT Gärdhems-kryset

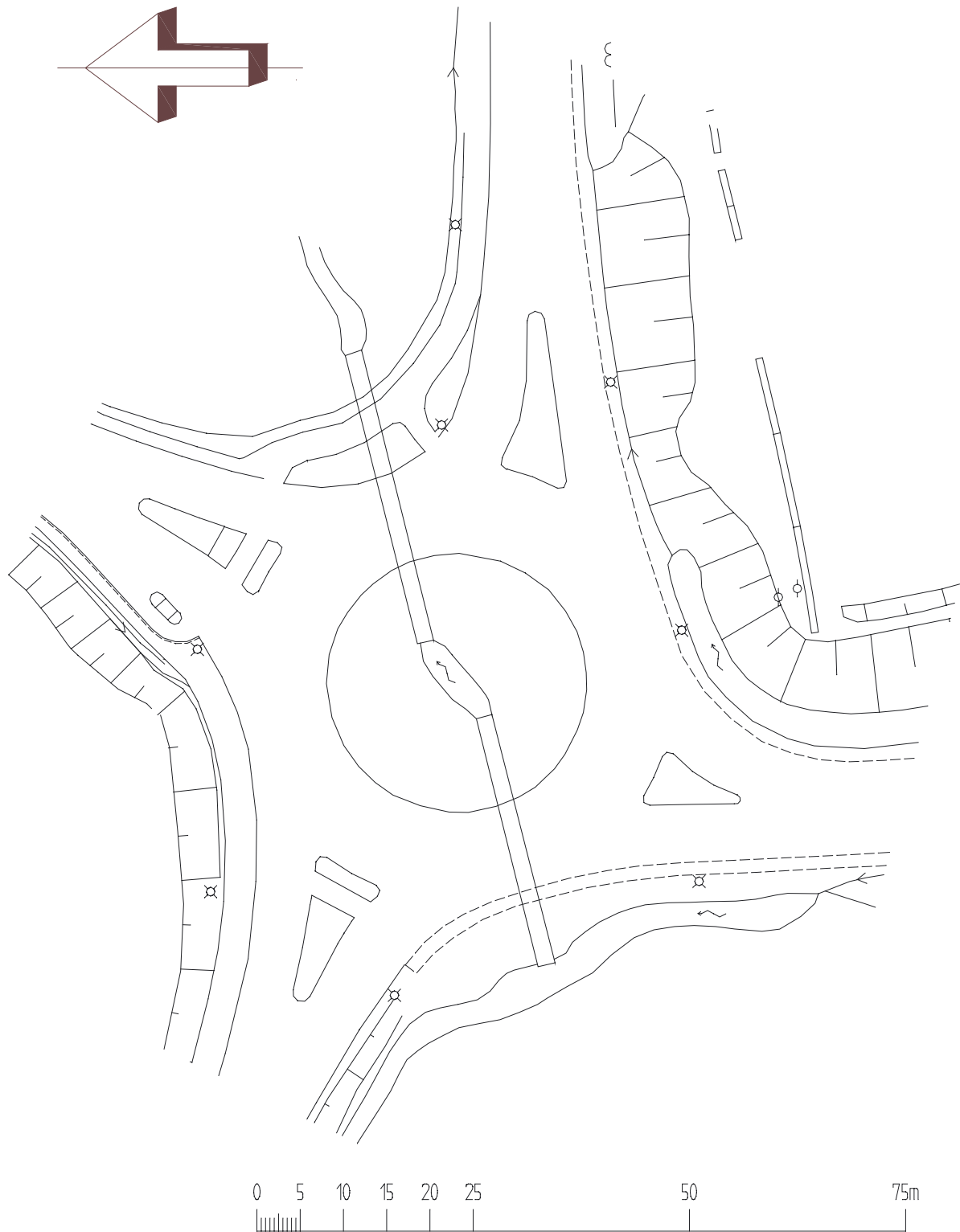
Mät datum: 1999-04

(Källa: Lundström, H. 2001)

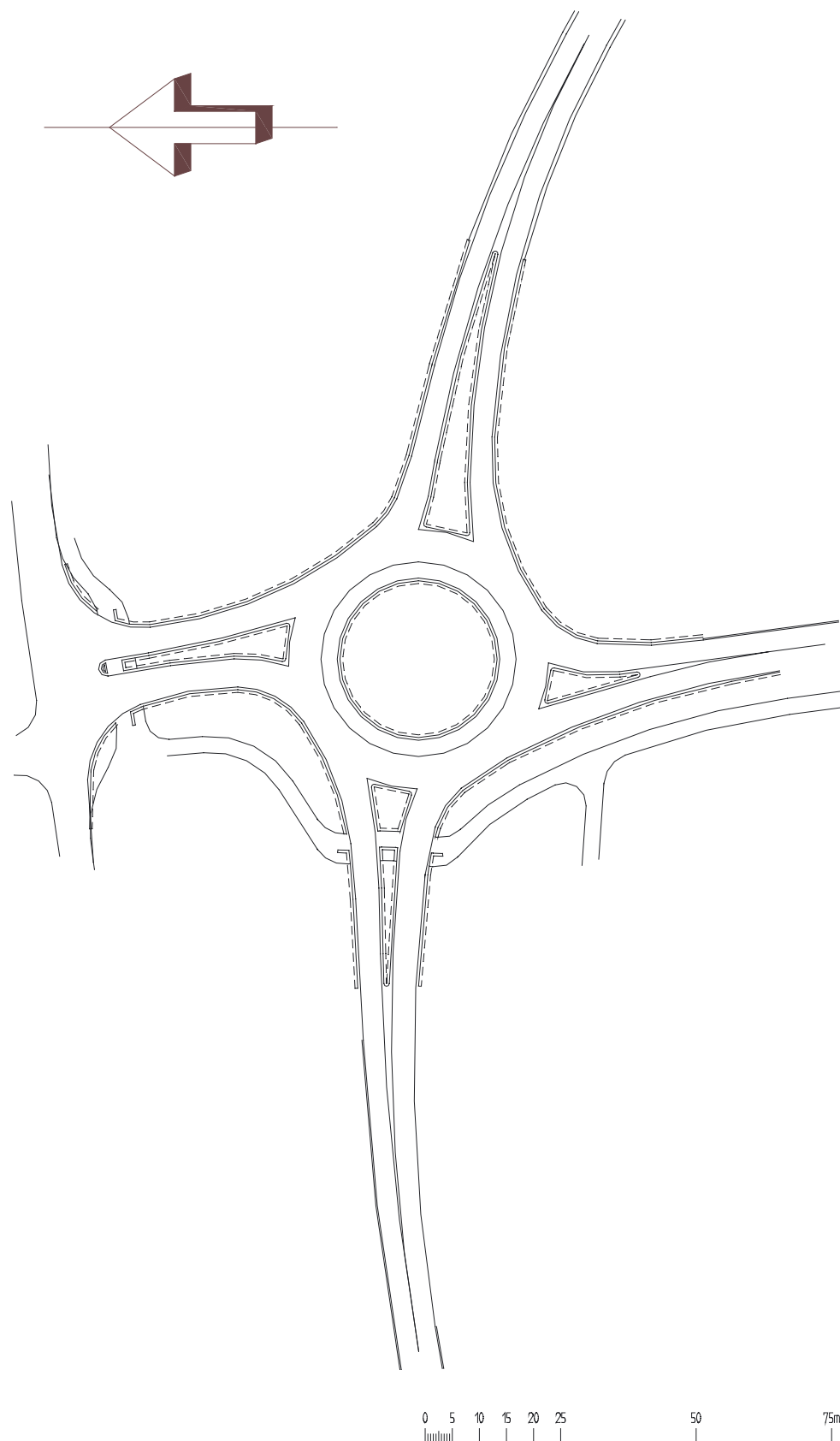


Bilaga 4: Ritningar över de studerade cirkulationsplatserna.

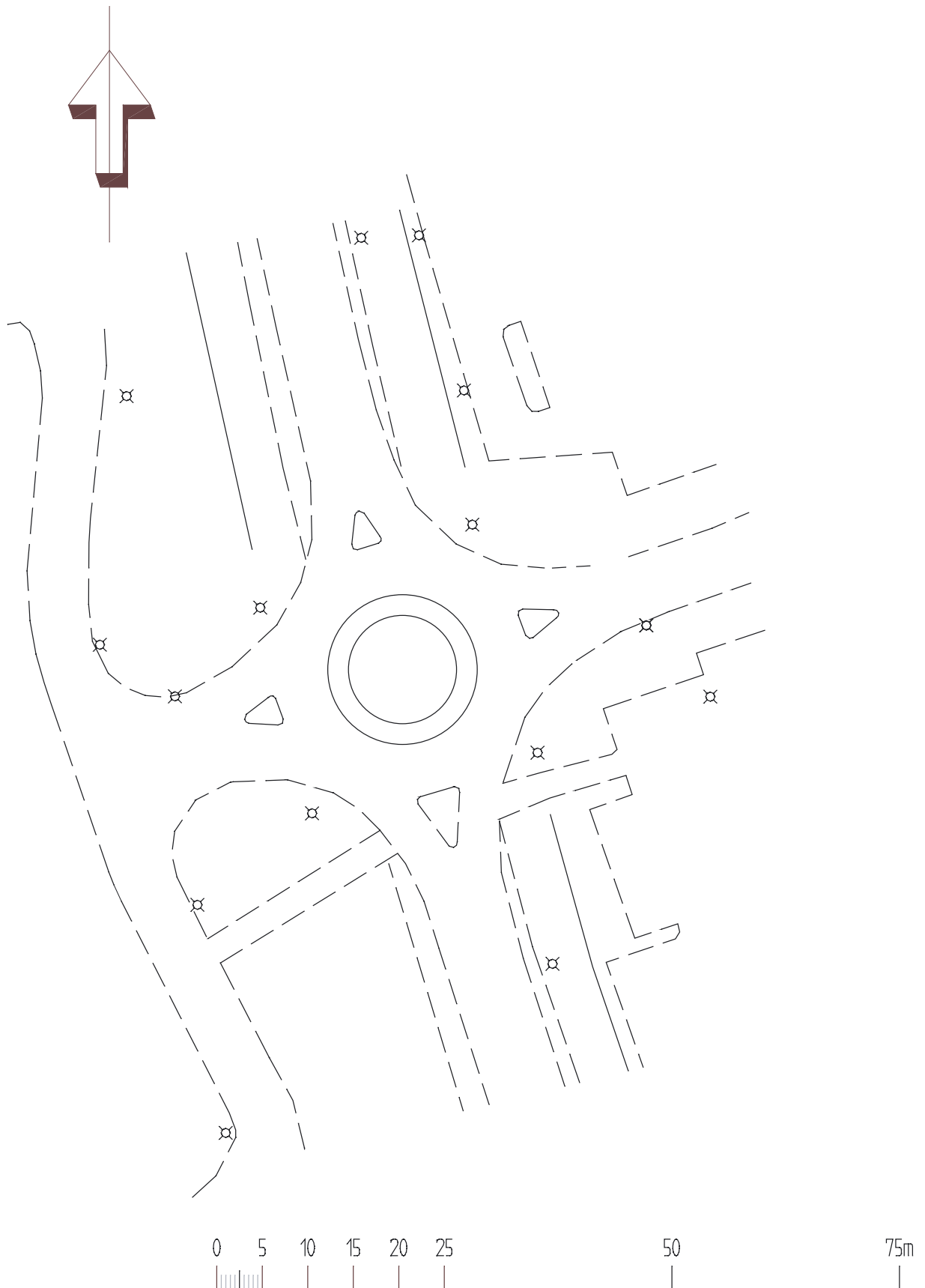
Lindome



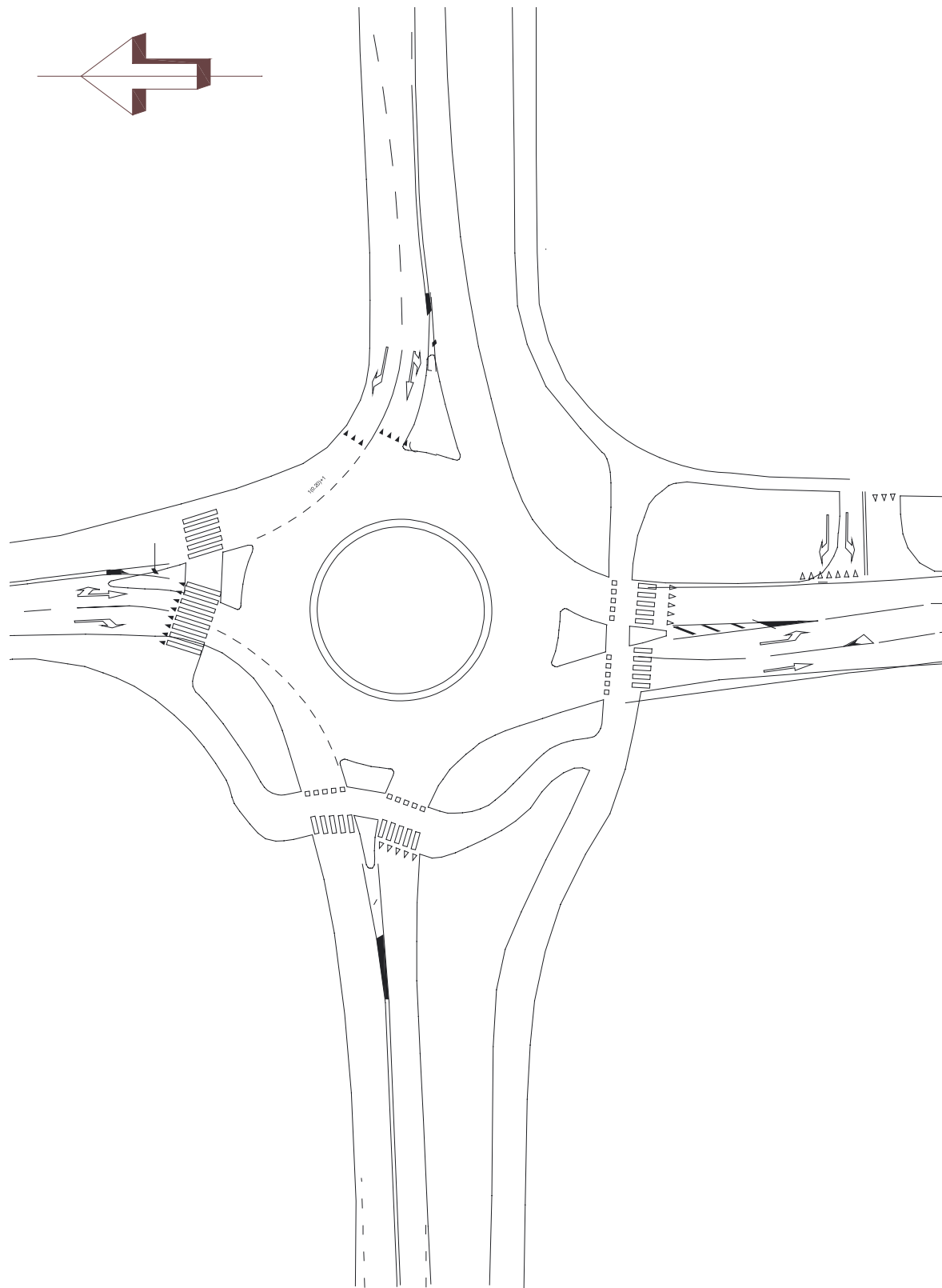
Hjuvik



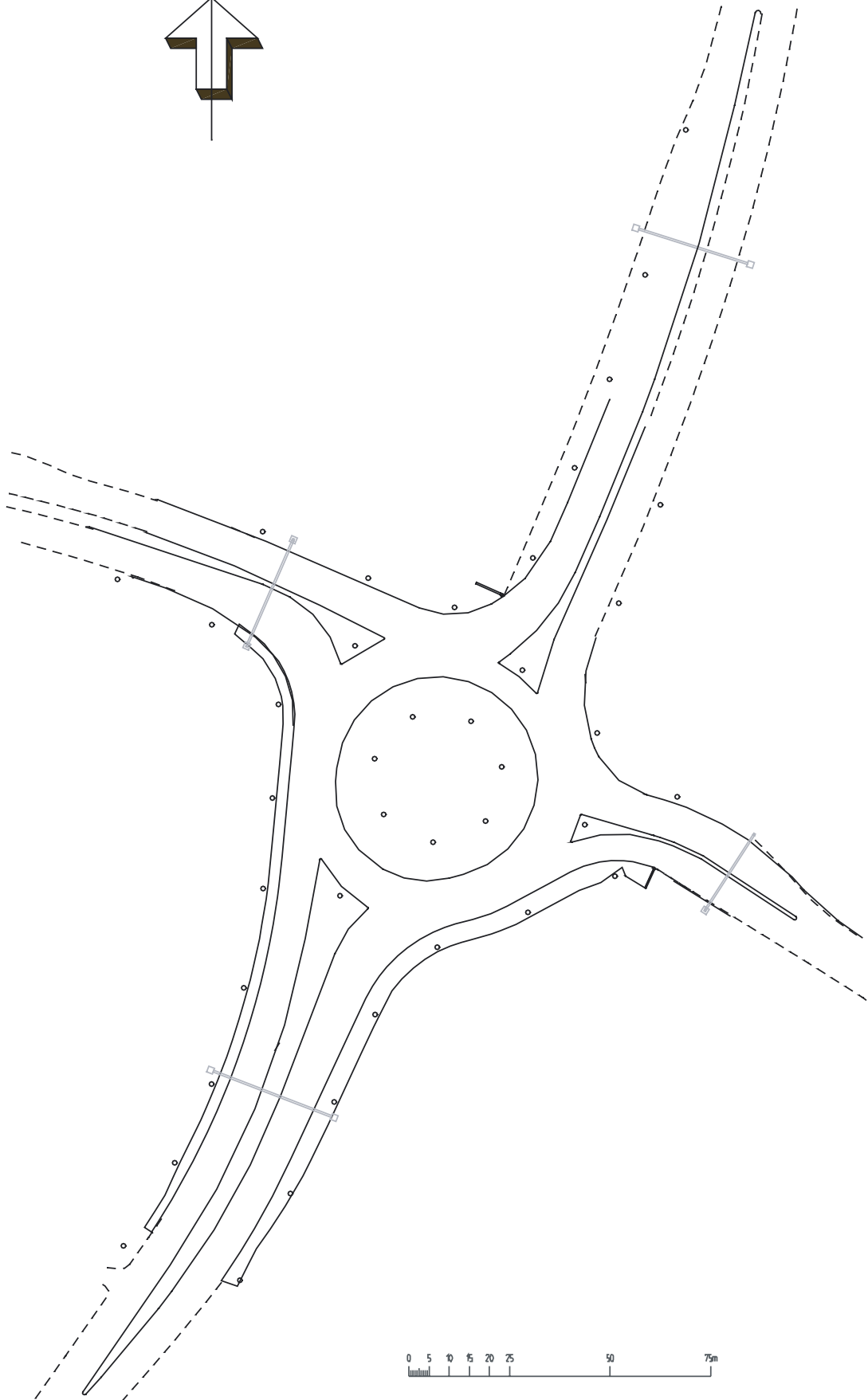
Kålleröd



Sisjön



Gårdhem



CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon: +46-(0)31 772 1000
www.chalmers.se