



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R57:1986

Utformning av cykeltrafik- anläggningar

**Del 2: Undersökning av olika
alternativ**

Christer Ljungberg

R/mw

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	800

Byggeforskningsrådet

R57:1986

UTFORMNING AV CYKELTRAFIKANLÄGGNINGAR

Del 2: Undersökning av olika alternativ

Christer Ljungberg

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791250-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen
för trafikteknik, Lunds tekniska högskola, Lund.

REFERAT

I en tidigare etapp inom detta projekt utvecklades den metod som använts för att beskriva egenskaper hos olika cykeltrafikanläggningar. (R 135:1982). Del 2 koncentreras nu mot detaljutformningen av anläggningarna och den betydelse denna har för cyklisternas beteende.

Ett annat syfte har varit att visa vilka utformningsvariabelr som kan ha betydelse för uppkomsten av cykleolyckor. Detta har gjorts genom en olycksstudie av sjukhusrapporterade olyckor. Denna studie har gett möjligheter till en bättre prioritering av vilka variabler som skulle undersökas.

De utformningskaraktäristika som behandlas är cykellänkar: bredd, radier, lutning, beläggning och belysning. Vad beträffar korsningar diskuteras för planskilda, signalreglerade respektive ej signalreglerade korsningar t ex stoppsträcka, kantstensanslutningar, cykelbanans placering, etc. Ett kapitel behandlar cykelparkering och underhåll av cykeltrafikanläggningar.

Rapporten är en licentiatavhandling. Den vänder sig till cykeltrafikplanerare alla kategorier.

I Byggnadsforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R57:1986

ISBN 91-540-4579-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1986

Förord

Byggforskningsrådet, BFR, har sedan början av 1980-talet finansierat ett flertal projekt om cykeltrafik vid institutionen för trafikteknik, LTH.

Denna rapport utgör slutredovisning av ett av dessa projekt: "Utformning av cykeltrafikaneläggningar, del 2". Detta projekt har föregåtts av del 1, som finns rapporterad i BFR:s rapportserie, BFR R135:1982.

Projektledare har varit Christer Ljungberg, som också utfört arbetet, tillsammans med Per Gunnar Andersson. Övriga medlemmar inom cykel-forskningsgruppen, Karin Brundell-Freij, Ulf Persson och forskningsledare Bengt Holmberg, har bidragit med tips, idéer och givande diskussioner.

Rapporten har författats av Christer Ljungberg. Bilaga 2 är dock skriven av Per Gunnar Andersson.

Teckningarna är gjorda av författaren som tillsammans med Per Gunnar Andersson också svarat för övriga figurer och diagram samt rapportens layout. Mia Sinclair har svarat för utskriften.

Ett stort tack till alla som bidragit med hjälp och inspiration, oavsett om de nämnts ovan eller ej.

Lund 1986-02-11

Christer Ljungberg

Innehåll

SAMMANFATTNING	4
SUMMARY	8
1 INLEDNING	12
2 BAKGRUND	14
3 SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR	17
4 BASDATA OCH DEFINITIONER	18
4.1 Basdata för utformning	18
4.2 Definition av begreppet cykellänk	19
5 OLYCKSSTUDIE I LUND	21
5.1 Allmänt om undersökningen	21
5.2 Två huvudsakliga olyckstyper	22
5.2.1 Fördelning mellan olyckstyper	22
5.2.2 Kollisionsolyckor	25
5.2.3 Singelolyckor	28
5.3 Trafikmiljöns inverkan	29
5.3.1 Cykelolyckor och trafikmiljö	29
5.3.2 Ansats till riskbestämning i olika trafikmiljöer	36
5.4 Cykelolyckor och utformning	38
5.5 Sammanfattning	41
6 UTFORMNING PÅ STRÄCKOR	42
6.1 Allmänt om utformning på sträcka	42
6.2 Blandning av fotgängare och cyklister	42
6.2.1 Problemet	43
6.2.2 Hur görs delningen idag?	43
6.2.3 Undersökning av blandning	45
6.2.4 Blandning - en sammanfattning	50
6.3 Cykellänkars bredd	51
6.3.1 Bredden - ett problem?	51
6.3.2 Val av breddsektion	52
6.4 Cykellänkars radier	53
6.4.1 Olika sätt att beräkna radier	53
6.4.2 Cyklisters radier - ett experiment	56
6.4.3 Val av radier	59
6.5 Cykellänkars lutning	60
6.5.1 Allmänt om cykellänkars lutning	60
6.5.2 Bestämning av lämplig lutning	61
6.5.3 Val av lämplig lutning	63
6.6 Cykellänkars beläggning	66
6.6.1 Krav på cykellänkars beläggning	66
6.6.2 Materialval för cykellänkar	67
6.7 Cykellänkars belysning	70
6.7.1 Belysningstekniska krav för cykellänkar	70
6.7.2 Anläggningsgeometri	71
6.7.3 Belysning i GC-tunnlar	73
6.8 Speciallösningar	75

7	UTFORMNING I KORSNING	77
7.1	Planskilda korsningar	77
7.2	Signalreglerade korsningar	79
7.2.1	Allmänt om signalreglering för cyk- listor	80
7.2.2	Friliggande korsning	81
7.2.3	I anslutning till korsning i bil- nätet	83
7.2.4	Detektering av cyklistor	85
7.3	Ej signalreglerade korsningar	88
7.3.1	Friliggande korsningar	88
7.3.2	I anslutning till korsning i bil- nätet	90
7.4	Detaljutformning i korsning	91
7.4.1	Cyklisters stoppsträcka - fri sikt	91
7.4.2	Kantstensanslutning	95
7.4.3	Planering av detaljutformning	100
8	UTFORMNING AV CYKELPARKERING	103
8.1	Krav på cykelparkering	103
8.2	Planering av cykelparkering	105
8.3	Nya typer av cykelparkering	106
8.4	Cykel och kollektivtrafik	112
8.4.1	Cyklar på tåg	112
8.4.2	Cykelparkering vid stationer/termi- naler	114
9	UNDERHÅLL AV CYKELTRAFIKANLÄGG- NINGAR	115
9.1	Underhållets betydelse	115
9.2	Planering av underhållet	116
9.2.1	Barmarksunderhåll	116
9.2.2	Barmarksunderhåll och standard	117
9.2.3	Vinterväghållning	120
9.2.4	Organisation av underhåll	121
9.3	Kostnader för underhåll	121
Bilaga 1	123
Bilaga 2	125
LITTERATUR	131

Sammanfattning

Vid institutionen för trafikteknik, LTH, pågår sedan början av 80-talet en omfattande forskning om cykeltrafik.

Goda kunskaper om cykling, cykeltrafik och planering för cykeltrafik är en förutsättning för att få största möjliga nytta av de ekonomiska resurser som satsas på anläggningar för cykeltrafik.

Flera av svagheter med dagens cykeltrafikplanering beror förmodligen på att säkerhetsproblemen överskuggat cykelns funktion som transportmedel. De viktiga faktorerna framkomlighet och bekvämlighet har ofta helt glömts bort. Långa omvägar vid planskilda korsningar, dåliga detaljlösningar med skarpa kantstenar o s v är faktorer som medverkar till att cyklister inte använder de dyra, i sig trafiksäkra, anläggningar som byggts.

För att de anläggningar som byggs ska få den avsedda trafiksäkerhetseffekten räcker det alltså inte med att de är trafiksäkra, de måste även utformas på så sätt att cyklisterna väljer att använda dem framför andra mindre trafiksäkra vägar.

Basdata

För att kunna föreslå en lämplig utformning av olika cykeltrafikanläggningar måste vi känna egenskaperna hos den cyklist som skall använda dessa anläggningar. Man skulle önska sig en dimensionerande cyklist med kända egenskaper.

De basdata som är aktuella är: cyklisters utrymmesbehov, hastighet, bromssträcka och prestationsförmåga.

Olycksstudie

För att få en bild av var de säkerhetsmässiga problemen med dagens cykeltrafikanläggningar finns har en olycksstudie genomförts. Samtliga personer som kommit till akutmottagningen på Lunds lasarett under 2 år har registrerats. Att man använder sig av sjukhusrapporterade olyckor istället för polisrapporterade är av stor vikt eftersom flera studier visat att endast c:a 20 procent av de sjukhusregistrerade olyckorna polisrapporteras.

Undersökningen visar att 2/3 av olyckorna är singelolyckor, och 1/3 kollisionsoolyckor. Av de senare är c:a hälften kollisioner bil-cykel och hälften kollisioner cykel-cykel.

Andelen kollisioner mellan cykel och motorfordon är betydligt större i blandtrafik än på cykelstråk. Med hjälp av uppskattningar av exponeringen har ett försök till riskbestämning gjorts. Denna visar att risken att skadas i en cykeloycka är lika stor på cykelstråk som i blandtrafik. Dock blir "medelolyckan" på cykelstråk av lindrigare typ eftersom man här oftare kolliderar med cykel än med bil.

Brister i underhåll och utformning är vanliga orsaker till olyckor. I blandtrafik har 38 % av olyckorna en orsak som kan hänföras till någon av dessa kategorier. För cykelstråk är motsvarande siffra 54 %.

Utformning på sträcka

Det tillgängliga utrymmet för cykeltrafikanläggningar är ofta begränsat. Detta medför att man ibland måste blanda cyklister och fotgängare. Oftast innebär detta inga säkerhetsproblem, men väl en känsla av otrygghet hos fotgängarna.

En undersökning av cykellänkar med olika former av uppdelning mellan cyklister och fotgängare har gjorts. Denna visar att uppdelningen mellan trafikantslagen blir bättre med en målad linje, och allra bäst om man använder olika beläggning på de båda bandelarna.

Ytterst få cykellänkar har ett flöde som närmar sig kapaciteten. Istället blir andra faktorer ofta bestämmande för bredden på en cykellänk. Störst problem har man i centrumområden med brist på utrymme. I rapporten föreslås lämpliga bredder för olika typer av cykellänkar.

En studie av lämplig radie för cykellänkar visar att de flesta cyklister upplever radien som bekväm om den följer sambandet $R = 1.73 + 0.01V^2$. I rapporten föreslås lämpliga radier för olika typer av cykellänkar, med 16 m radie som normalvärde.

Lutningen på en cykellänk är av stor betydelse för cyklisters bekvämlighet. Rapporten beskriver en amerikansk metod för beräkning av lämplig lutning. Metoden bygger på en beräkning av hur syreupptagningsförmågan påverkar hur länge man orkar cykla uppför en viss lutning. Rapporten förelår lämpliga lutningar vid olika längd på lutningen.

För att en cykellänk skall användas krävs en jämn beläggning. De parametrar som beskriver beläggningsens standard är jämnhet, friktion, rullmotstånd och ljus tekniska egenskaper. Beläggningsen utsätts för i huvudsak av tre typer av påverkan: från trafik, av klimatet, "vägtekniska". Rapporten behandlar olika typer av beläggningar och deras för- och nackdelar.

Belysning av cykellänkar behandlas i en litteraturinventering. Här diskuteras belysningstekniska krav och anläggningsgeometri.

Utformning i korsning

Planskilda korsningar är det mest trafiksäkra sättet att lösa en korsning mellan bilväg och cykellänk. Broar ger fördelar som att ingen belysning behövs, enklare dränering o s v, plus att de i många fall blir billigare. Tunnlar ger oftare mindre nivåskillnader, ger mindre visuellt intrång etc.

Signalreglerade korsningar ger ofta fördröjningar för cyklisterna och bör förses med automatisk detektering.

Cykelbanans placering i dessa korsningar har stor betydelse för cyklistens säkerhet. En placering intill bilvägen ger bra samspel mellan bilist och cyklist och därmed lägst risk.

För utformningen i korsning krävs kunskap om cyklisters stoppsträcka. En undersökning har som resultat givit förslag till dimensionerande stoppsträckor för cyklar. Hastigheten 30 km/h ger en stoppsträcka på normalt 23 m.

Kantstensanslutningarna, mellan gata och cykelbana, har ofta en dålig utformning. Detta medför ofta att cyklisterna väljer att cykla på gatan istället för på cykelbanan. Däremot tycks inte flödet på bilvägen ha någon större inverkan på om man använder cykelbanan eller ej.

Utformning av cykelparkering

Det ökade intresset för cykling har också medfört ett ökat behov av cykelparkering. På många håll har man fått betydande problem med parkering av cyklar.

I rapporten presenteras en kravlista för en idealt utformad cykelparkering. Denna omfattar: cyklistens krav, utseende, tillgänglighet, krav från gatumyndighet, fastighetsägare etc.

Vid planering av cykelparkering bör man tänka på:

- cyklisten försöker alltid minimera gångavståndet mellan cykelparkering och målpunkt
- cyklisten är inte beredd att cykla "tillbaka" för att parkera sin cykel.

Under senare år har ett flertal nya typer av cykelparkeringsanordningar tagits fram. Bäst av dessa är de där cykeln kan låsas fast med sitt eget lås.

Underhåll av cykeltrafikanläggningar

Det är viktigt att cykellänken inte ges ett sämre underhåll än parallella bilvägar. Om t ex snöröjningen är dålig eller obefintlig på cykellänkarna, använder cyklisterna bilvägarna istället, med ökad olycksrisk som följd.

Vinterväghållningen på cykellänkarna kan också ha betydelse för planeringen av en kommuns kollektivtrafik. En förbättrad snöröjning av cykellänkarna skulle förmodligen kunna ge en ökad cykelanvändning vintertid. Detta skulle i sin tur kunna ge minskat behov av busstrafik.

Det är viktigt att underhållet organiseras så att det får en jämn standard över hela kommunen.

Summary

At Lund Institute of Technology, Department of traffic planning and engineering, there are since the beginning of the eighties, a lot of research on bicycle traffic going on.

To have a thorough knowledge of cycling, bicycle traffic and bicycle traffic planning is necessary in order to get maximal benefit out of the economic resources invested in bicycle traffic.

Much of the weakness in today's bicycle traffic planning presumably depends on that the safety problems have overshadowed the bicycle's function as a means of transport. The important factors trafficability and comfort have often been forgotten. Long roundabout-ways at grade separated intersections, bad detail solutions with sharp curbstones etc are factors contributing to the fact that cyclists do not use the expensive, in itself safe, facilities that are built.

To get the intended traffic safety effect, out of the facilities that are built, it is not enough that they are safe, they also must be well designed to attract the cyclists from the less safe roads.

Basic data

To be able to recommend a convenient design of the different bicycle facilities you have to know the characteristics of the cyclists who are to use these facilities. One would desire a design cyclist with known characteristics.

The actual data are: space requirement, bicycle speed, braking distance and physiological capability.

Accident study

To get an illustration of the safety problems, with today's facilities, an accident study has been made. All persons coming to the casualty department of the hospital in Lund during two years have been registered. It is important to use hospital reported accidents instead of police reported, since many studies show that only about 20% of the hospital reported accidents are police reported.

This investigation shows that 2/3 of the accidents are single vehicle accidents and 1/3 collisions. Half of the later ones are car-bicycle collisions and half are bicycle-bicycle collisions.

The percentage of collisions between bicycle and motor vehicle are significant greater in mixed traffic than on bicycle routes. An attempt to define the risk has been made through an estimation of the exposition. It shows that the risk of being wounded in a bicycle accident is as big on bicycle routes as in mixed traffic. Still the average accident on bicycle routes will be less severe as you here more often collide with a bicycle than with a car.

Shortages in maintenance and bad design are common reason for bicycle accidents. 39 % of the accidents in mixed traffic have reasons that refers to these categories. The corresponding figure for bicycle routes is 58 %.

Design on links

The space available for bicycle facilities is often limited and this sometimes force you to mix pedestrians and cyclists. Most of the time this doesn't cause any safety problems, but to some extent a feeling of insecurity among the pedestrians.

An investigation of bicycle links with different kinds of division between pedestrians and cyclists have been made. It shows that you get a better division between the roadusers by using a painted line, and a even better one if you use different paving on the two parts of the link.

Very few bicycle links have a traffic flow near capacity. Often other factors determine the width of a bicycle link, such as the limited available space in city areas. This report recommend appropriate widths for different types of bicycle links.

A study of convenient radius on bicycle links show that most cyclists experience the radius as comfortable if it corresponds to the formula $R = 1.73 + 0.01 V$. This report recommend convenient radius for different types of bicycle links, with 16 m as normal.

Grades at bicycle links means a lot to the comfort of cyclists. This report describes an american method for calculating the oxygen uptake and its effect on how long a cyclist can ride uphill a certain grade. It recommends convenient grades for different length on the grades.

To be used, a bicycle link must have smooth paving. The parameters describing the pavement standard are: evenness, friction, rolling friction and brightness properties.

The paving is mainly exposed to three different kinds of stresses: from traffic, by climate and "road technical". This report deals with different types of paving and its pros and cons.

Bicycle link lighting is dealt with in a literature study, discussing lighting technical demand and facility geometry.

Design of intersections

Grade separated intersections are the most traffic safe way to solve a crossing between a street and a bicycle link. Bridges have advantages like no need for lighting, more simple draining and are in many cases cheaper. Tunnels more often result in smaller differences in level, and less visual intrusion.

Signalized intersections often cause delays to cyclists and ought to be provided with automatic detection.

The location of the cycle lane in the intersection, influence the safety of the cyclist. A location close to the street result in good teamwork between car and cyclist, and the lowest accident risk.

Designing an intersection requires the knowledge of cyclists braking distance. An investigation, resulting in proposals for dimensioning stopping distance, have been carried out.

The velocity of 30 km/h normally requires a stopping distance of 23 m.

Curbside connections, from street to cycle lane, are often bad designed. This gives as a result that cyclists choose to ride in the street, instead of on the cycle lane. On the other hand there doesn't seem to be any great influence by the magnitude of the car flow in the street, on whether the cycle lane will be used or not.

Design of bicycle parking

The increasing interest for cycling has led to a increasing need for bicycle parking. In many places there are considerable problems with parked bicycles.

This report presents a list of demands on a ideal designed bicycle parking. This list includes: cyclist demand, appearance, accessibility, road authority demands, etc.

When planning bicycle traffic one must consider the following:

- cyclists tend to minimize the walking distance between bicycle parking and destination point
- cyclists are not prepared to ride "back" to park the bicycle.

In recent years many new types of bicycle racks have been constructed. The best ones are those where the bicycle are locked to the rack through it's own lock.

Maintenance of bicycle facilities

It is important that the maintenance of bicycle links are at least as good as on parallel streets. If snow-clearance is bad, or non-existent, on the bicycle links, the cyclists will use the streets instead, which lead to higher accident risk.

Winter maintenance on bicycle links may also influence the community bus planning. Better snow-clearance on bicycle links may result in a higher degree of bicycle use during the winter. This could lead to a smaller demand for bus-traffic.

It is important that the maintenance is well organized so that the bicycle network gets an even standard all over the community.

1. Inledning

Goda kunskaper om cykling, cykeltrafik och planering för cykeltrafik är en förutsättning för att få största möjliga nytta av de ekonomiska resurser som satsas på anläggningar för cykeltrafik.

Det ökade cykelintresset, och ökningen av antalet cykelolyckor, under senare år ger också en fingervisning om behovet av förbättrad kunskap.

Vid institutionen för trafikteknik, LTH, pågår sedan början av 80-talet en omfattande forskning om cykeltrafik. I avslutade projekt har behandlats:

- cyklisters resvanor, BFR
- metoder att uppskatta cykeltrafikmängder, BFR
- samhällsekonomisk utvärdering av cykeltrafikinvesteringar, BFR
- utformning av cykeltrafikanläggningar, BFR
- informationens inverkan på vägvalet, BFR
- cyklister i signalreglerade korsningar, TFD
- cykeltrafikdata för landsbygd om små orter, Vägverket
- utvärdering av låsbart cykelställ, STU

Dessa projekt, förutom utformningsprojektet, som redovisas här, finns publicerade i rapporter som presenteras i referenslistan.

För närvarande (hösten 1985) pågår följande projekt:

- cykelolyckor och trafikmiljö, TFB, rapporteras 1986
- cykeltrafikanläggningar i centrumområden, TFB, rapporteras 1987
- cyklisters vägval, TFB, rapporteras 1986
- handbok om cykeltrafik, BFR, rapporteras 1986.

För de följande åren planeras forskning om:

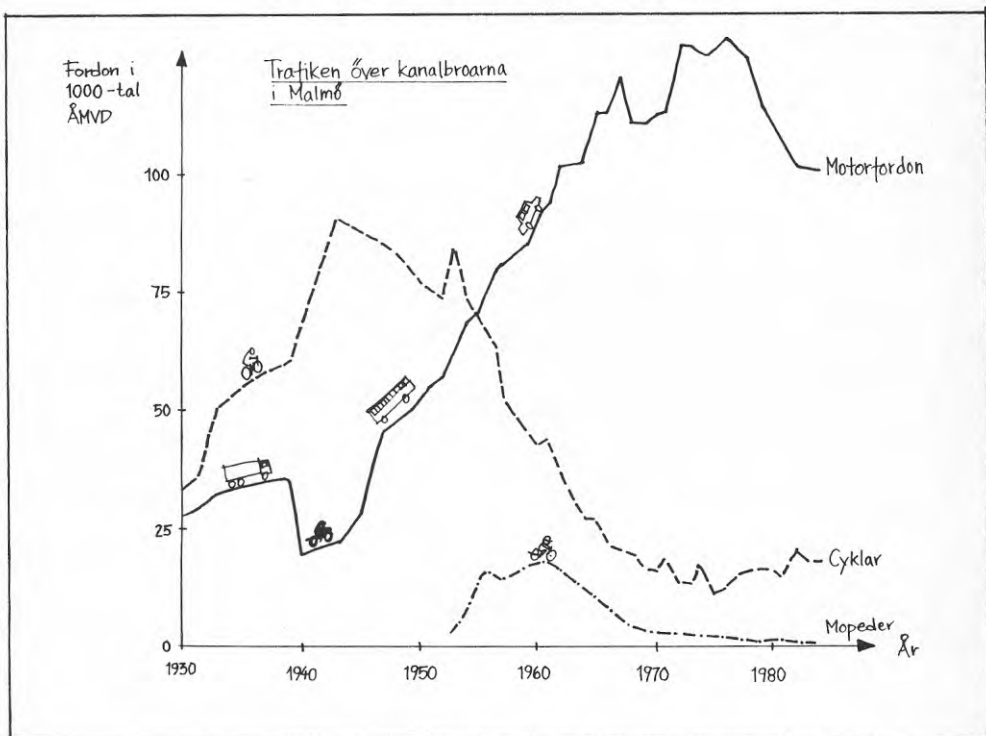
- cyklisters trafik kunskap och informationsbehov
- utformning av cykelvägnät
- cykeltrafik och vinterväghållning
- samverkan cykel - kollektivtrafik
- cykelparkering

Föreliggande rapport utgör slutrapportering av projektet "Utformning av cykeltrafikanläggningar, Del 2: Undersökning av olika utform-

ningsalternativ". (BFR proj-nr 791250-6) finansierat av Statens Råd för Byggnadsforskning, BFR. Projektet har föregåtts av en etapp 1 som finns redovisad i rapporten: "Ljungberg, Christer, 1982, Utformning av cykeltrafikplanläggningar, Del 1: Basdata och metoder för undersökning, BFR R135:1982".

2. Bakgrund

Under de senaste 10 åren har cyklandet ökat markant. Ökningen i cykeltrafikarbete kan uppskattas till mellan 20-50 %, beroende av vilken miljö man ser på. Den "stora" ökningen av cykeltrafiken är dock bara krusningar på ytan om man jämför med cykeltrafiken under 40-talet. Figur 2.1 visar cyklandet utveckling i Malmö. Jämförelser med motsvarande material för Stockholm och Odense visar en mycket likartad utveckling där. Det finns alltså en stor möjlig potential för ett ökat cyklande.



Figur 2.1 Trafiken över kanalbroarna i Malmö.
Källa: Gatukontoret i Malmö.

För att cyklandet skall kunna öka eller i alla fall ligga kvar på nuvarande nivå, krävs att de cykeltrafikanläggningar som byggs är av god kvalitet.

Planeringen för cyklister under senare år, har först och främst tagit sikte på trafiksäkerhetsproblemen. Forsknings- och utredningsinsatser har också i hög grad varit inriktade på cyklisters säkerhet. Detta har betytt att man i många fall har skjutit över målen.

Dagens trafikmiljö är ofta komplex och svåröverskådlig. För cyklister gäller dessutom trafikregler och förordningar som många ej känner till. Att man lagligen är tvingad att använda en parallell cykelbana känner t ex endast c:a 50 % av cyklisterna till, se vidare avsnitt 7.4.3.

Flera av svagheterna med dagens cykeltrafikplanering beror förmodligen just på att säkerhetsproblemen helt överskuggat cykelns funktion som transportmedel. De viktiga faktorerna framkomlighet och bekvämlighet har ofta helt glömts bort. Långa omväga vid planskilda korsningar, dåliga detaljlösningar med skarpa kantstenar o s v är faktorer som medverkar till att cyklister inte använder de dyra, i sig trafiksäkra, anläggningar som byggts. Brister i framkomlighet och bekvämlighet gör helt enkelt att cyklister väljer andra vägar än de avsedda.

För att de anläggningar som byggs ska få den avsedda trafiksäkerhetseffekten räcker det alltså inte med att de är trafiksäkra, de måste även utformas på så sätt att cyklisterna väljer att använda dem framför andra mindre trafiksäkra vägar.

Cyklister är mycket känsliga för hur cykeltrafikanläggningarna detaljutformas. Vid den nätuppbyggnad för cyklister, som pågår i många kommuner, är det av stor vikt att planeraren har kunskap även av hur detaljutformningen påverkar cyklisters beteende.

Många av de cykeltrafikanläggningar vi har idag har en utformning som grundar sig på gissningar och antaganden. I den mån man aktivt utfört någon speciell cykelplanering har denna ofta, i brist på annat, grundat sig på normer och regler för biltrafiken. Fakta, som att cykeltrafiken är mer känslig för omvägar, mer klimat- och väderkänslig, mer beroende av ett jämnt underlag etc än biltrafiken har ofta glömts bort.

En lämplig utformning av olika cykeltrafikanläggningar kräver kännedom om egenskaperna hos den cyklist som skall använda dem. De data som krävs som hjälp för en korrekt utformning kan vara basdata (t ex om hastighet), resultat från beteendestudier och studier av konflikter i trafiken, resultat från olycksundersökningar o s v. Det kan också krävas specialundersökningar av mera försökskaraktär (t ex om lämplig beläggningsstruktur).

Man bör komma ihåg att cykeltrafikanten är mycket lite intresserad av beteendestudier, olycksstudier etc. En riktig och bra utformning är det enda sätt på vilket cyklisten märker resultatet av planerarens och forskarens veder-

mödor.

Enligt den tidigare publicerade första delen av denna undersökning bör morgondagens cykeltrafikanläggningar utformas så att de

- ger god säkerhet
- är bekväma
- är minst lika gena som de alternativa bilvägarna
- medger en cykelhastighet som är oberoende av övrig trafik
- ger trygghet vid parkering av cykel
- ger möjlighet till kedjeresor cykel-kollektivtrafik.

3. Syfte och avgränsningar

Syftet med detta projekt har varit att använda den metodik som framtagits i den tidigare publicerade etapp 1 för att beskriva egenskaper hos olika cykeltrafikanläggningar. Projektet har koncentrerats mot detaljutformningen av anläggningarna, och den betydelse denna har för cyklisternas beteende.

Ett annat syfte har varit att visa vilka utformningsvariabler som kan ha betydelse för uppkomsten av cykelolyckor. Detta har gjorts genom en olycksstudie av sjukhusrapporterade olyckor. Denna studie har gett möjligheter till en bättre av prioritering av vilka variabler som skulle undersökas.

I rapporten har även medtagits utformningsvariabler/egenskaper där vi inom projektet endast utfört litteraturstudier och inga egna undersökningar. Detta har gjorts för att rapporten skall ge en heltäckande belysning av hela problemområdet utformning av cykeltrafikanläggningar.

De utformningskaraktäristika som behandlas är för cykellänkar: bredd, radier, lutning, beläggning, belysning. Vad beträffar korsningar diskuteras för planskilda, signalreglerade och ej signalreglerade korsningar t ex stoppsträcka, kantstensanslutningar, cykelbanas placering etc. Dessutom finns kapitel om cykelparkering och om underhåll av cykeltrafikanläggningar.

Den geometriska korsningsutformningens betydelse för beteende har inte särskilt studerats i detta projekt eftersom ett annat projekt vid institutionen för trafikteknik, LTH, behandlar dessa frågor.

4. Basdata och definitioner

I detta kapitel behandlas dels de basdata som är dimensionerande vid utformningen, dels de definitioner av vissa begrepp som används i rapporten.

4.1 Basdata för utformning

För att kunna föreslå en lämplig utformning av olika cykeltrafikanläggningar måste vi känna egenskaperna hos den cyklist som skall använda dessa anläggningar. Man skulle önska sig en dimensionerande cyklist med kända egenskaper.

Dessa basdata, som hastighet, utrymmesbehov etc för olika situationer, måste vara kända för att ett bra kunskapsunderlag för utformning skall kunna tas fram.

Vid närmare betraktande av de personer som kan benämnas cyklister, visar det sig dock att dessa långtifrån utgör någon enhetlig grupp (Warsén 1983). Bland cyklisterna finns skolbarn som väsentligen håller sig i bostadens närhet, vuxna trafikanter som företrädesvis ser cykeln som ett lämpligt fortskaffningsmedel för att ta sig till arbetsplats eller inköpsställe, men även en växande grupp cyklister som ser cykeln som en källa till nöje och rekreation.

Inom dessa grupper finns sedan ytterligare stora skillnader i t ex ålders- och hastighetsfördelning, antal växlar på cykeln o s v.

Denna heterogenitet bland cyklisterna gör att ovan nämnda basdata måste tas fram för olika grupper och situationer.

Basdata om cyklisters förmåga behövs också som ingångsdata i den vidare forskningen om trafik-säkerhet och trafikplanering för oskyddade trafikanter. För att rätt kunna bedöma effekten av olika åtgärder är det viktigt att känna t ex cyklistens hastighet i olika situationer, bromssträckor för olika underlag etc.

Följande basdata är aktuella

a) Cyklisters utrymmesbehov

Cyklistens fysiska dimensioner samt utrymmeskrav i olika trafiksituationer.

b) Cyklisters hastighet

Cyklisters färdhastighet för olika grupper och olika trafiksituationer.

c) Cyklisters bromssträcka

Bromssträckor för olika typer av cyklar och olika underlag.

d) Cyklisters prestationsförmåga

Cyklisters fysiska prestationsförmåga. Kan användas för att t ex ta fram lämplig lutning för olika åldersgrupper.

Cyklisters utrymmesbehov har beskrivits utförligt i den tidigare del 1, avsnitt 6.7. Där har även cyklisters hastighet behandlats, avsnitt 6.2.

I ett pågående examensarbete vid LTH har cyklisthastigheterna undersökts på samma platser som i del 1, två år efter denna första undersökning. Här kan man se att andelen cyklar med 10 växlar ökat från 10 % till 20 % på två år. Detta har medfört en ökning av medelhastigheten, för det totala materialet, från 15,5 km/h till 17 km/h. Detta betyder att man måste vara uppmärksam på hur hastigheten ändras när cyklistgruppens sammansättning ändras.

Med enkla hastighetsmätningar under en följd av år kan man få en uppfattning om hur medelhastigheten ändras och om detta medför något behov av ändrad dimensionerande hastighet.

En undersökning om cyklisters bromssträcka presenteras i kapitlet om utformning i korsning, avsnitt 7.4.1.

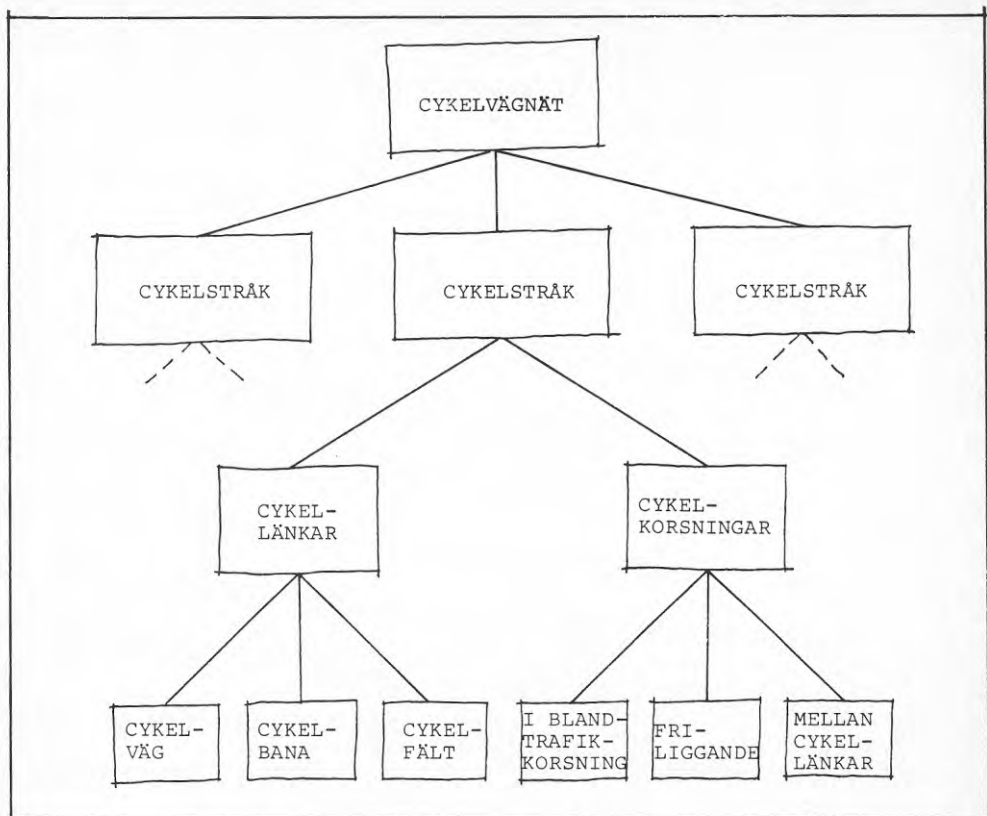
Cyklisters prestationsförmåga, och hur denna sammanhänger med lämplig lutning, diskuteras i avsnitt 6.5.

4.2 Definition av begreppet cykellänk

I del 1, avsnitt 4.1, har de olika begreppen cykelväg, cykelbana, cykelfält, cykelöverfart, cykellänk och cykelstråk definierats.

Här skall endast definitionen av begreppet cykellänk rekapituleras.

Cykelvägnätet kan sägas vara uppbyggt av cykelstråk, som i sin tur består av cykelkorsningar, och cykellänkar mellan dessa, se figur 4.1.



Figur 4.1 Indelning av cykelvägnätet

Begreppet cykellänk används här som ett samlande namn för länkar för cykeltrafik. Cykellänk är en sammanfattande benämning på cykelväg, cykelbana och cykelfält och avser själva den fysiska anordningen. Begreppen cykelstråk och cykelled avser mera den abstrakta möjligheten att ta sig mellan två punkter. Man kan t ex, med denna definition, tala om en cykellänks bredd, men inte om bredden på ett cykelstråk.

Cykelkorsningarna är av tre typer. Dels finns cykelöverfarter i anslutning till blandtrafik-korsning och friliggande cykelöverfarter, dels korsningar mellan två cykellänkar.

5. Olycksstudie i Lund

För att få en bild av var de säkerhetsmässiga problemen med dagens cykeltrafikanläggningar finns har en olycksstudie genomförts. Undersökningens syfte har varit att få grepp om vilka utformningsdetaljer i trafikmiljön som kan ge upphov till olyckstillbud. Denna kunskap har sedan använts för att prioritera bland de utformningsvariabler som kommuner och andra angett som intressanta.

5.1 Allmänt om undersökningen

Undersökningen har utförts i samarbete med de ortopediska och kirurgiska klinikerna vid Lunds Lasarett. Samtliga personer som kommit till akutmottagningen vid lasarettet och skadats till följd av cykelolycka har registrerats. Därefter har en enkät sänts ut till cyklister. Enkäterna innehöll frågor om var och hur olyckan skedde, typ av cykel o s v. Vidare ombads patienterna att rita en skiss för att ange händelseförloppet. Denna skiss visade sig sedan vara mycket värdefull för att komplettera och verifiera den skrivna redogörelsen.

Att man använder sig av sjukhusrapporterade olyckor istället för polisrapporterade har stor betydelse. Nilsson et al, 1982, och flera andra studier har visat att den officiella polisstatistiken endast omfattar c:a 20 procent i patientstatistiken.

De frågor vi sökt svar på är bl a:

- vilka olyckstyper förekommer, hur vanliga är de?
- var sker olyckorna, i vilken trafikmiljö sker de, förekommer de även på cykellänkar?
- i vilken omfattning utgör brister i utformningen bidragande orsaker till olycksfall med cyklister?

Undersökningen har pågått fr o m maj 1981 t o m april 1983, d v s totalt två år. Under denna tid har 365 olyckor registrerats. Svarsprocenten på de utsända enkäterna låg på c:a 85 %.

Enkäterna har kodats, stansats och datorbearbetats med det statistiska programpaketet SPSS.

Ungefär hälften av olyckorna har hänt inom Lunds tätort. De resterande har skett inom mindre tätorter inom Lunds kommun (Dalby, Södra

Sandby, Genarp, Veberöd), kranskommuner (Lomma/Bjärred, Arlöv, Staffanstorp o s v) och i några fall i mer avlägsna orter.

Tabell 5.1 Hur olyckorna fördelar sig på olika orter.

Ort	Lund	Lomma/ Bjärred	Staffans- torp	Veberöd	Genarp
Antal	163	14	14	5	2
Ort	Södra Sandby	Kävlinge/ Furulund	Lödde- köpinge	Åkarp	Arlöv/ Burlöv
Antal	4	6	5	6	3
Ort	Höör	Malmö	Röstånga	Eslöv	Landsbygd Lunds kommun
Antal	6	4	1	1	8
Ort	Övrig landsbygd	Övriga orter	Okänd	Totalt	
Antal	7	14	99	365	

De olyckor som har "okänd" ort hänförs till den del av undersökningen där enkätformuläret utformats av lasarettet. Dessa olyckor bör därför ha ungefär samma fördelning som de övriga. Detta innebär i så fall att ungefär 225 av olyckorna har inträffat i Lund. Detta betyder att det i Lunds tätort inträffar c:a 100 cykelolyckor per år med personskada som leder till besök på akutmottagningen.

5.2 Två huvudsakliga olyckstyper

Cykelolyckor består av två huvudsakliga olyckstyper: Singelolyckor och kollisionsolyckor. Med singelolyckor menas här de olyckor där endast en cykel varit inblandad. Kollisioner med fordon som ej är i trafik, t ex en parkerad bil, räknas dock som singelolycka. Avsnitt 5.2.1 handlar om fördelningen mellan dessa båda huvudtyper. I avsnitt 5.2.2 resp 5.2.3 behandlas därefter de båda typerna separat. De renodlade jämförelserna mellan olyckor i blandtrafik och på cykelstråk görs i huvudsak i avsnitt 5.3.

5.2.1 Fördelning mellan olyckstyper

Singelolyckor är den vanligaste typen av cykelolyckor. Ungefär 2/3 (69 %) av cyklisterna hade skadats i singelolyckor.

Av kollisionso olyckorna (31 %) var ungefär hälften kollisioner cykel-cykel och hälften kollisioner cykel-motorfordon, se figur 5.1.

Kollision 1/3		Singel 2/3
Motorfordon - cykel 16%	Cykel - cykel 15%	Cykel singel 69%

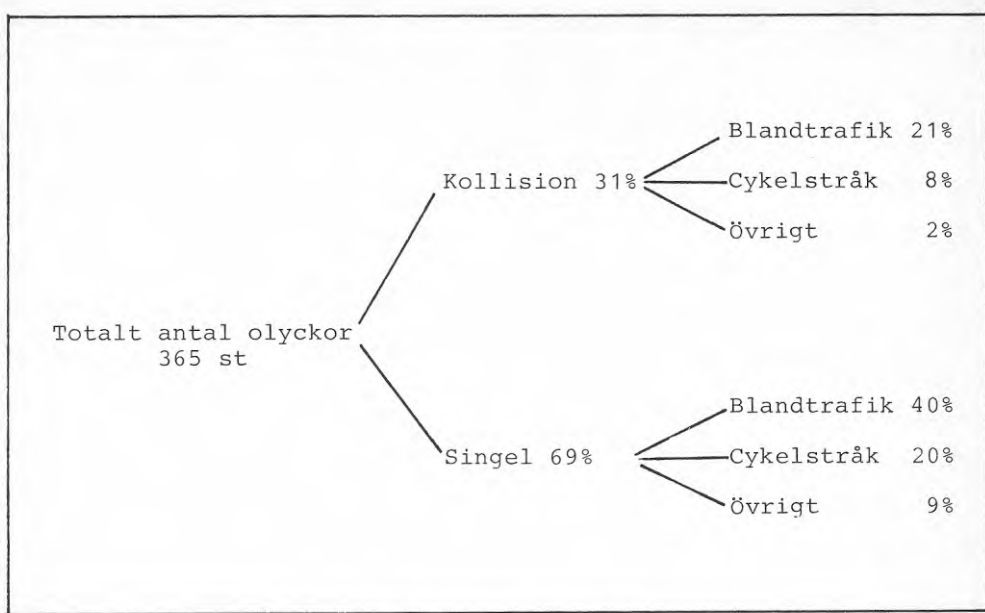
Figur 5.1 Olyckornas fördelning på olika olyckstyper.

Endast i ett fall av de 365 skadades en cyklist till följd av kollision med fotgängare. Hur många fotgängare som skadats till följd av kollision med en cyklist har inte undersökts. En pågående undersökning av cykel- och fotgängarolyckor, inom cykelforskningen vid LTH, har dock hittills visat att cykel-fotgängarolyckor endast utgör 1,7 %, räknat på cykelolyckorna och 1,5 % räknat på fotgängarolyckorna.

Av de 365 olyckorna har 28 % skett på separat cykelstråk, 62 % i blandtrafik och 10 % på övriga platser som t ex parkeringsplatser, torg etc. Observera att med cykelstråk förstås, som diskuterats i kap 4, cykelänkar plus cykelkorsningar. Om en olycka har skett på en cykelöverfart i en blandtrafikkorsning, och cyklisten färdats på en cykellänk före det att han kom fram till till korsningen, räknas olyckan till "cykelstråksolyckorna" trots att olyckan skett i blandtrafikmiljö. Om cyklisten cyklat i blandtrafikmiljö, men råkat befinna sig på t ex en cykelöverfart i en korsning när olyckan skedde, räknas olyckan till "blandtrafikolyckorna". Dessa definitioner av den trafikmiljö där olyckorna skett gäller för hela kapitel 5.

Definition av "cykelstråk"

Om vi delar upp de båda olyckstyperna på trafikmiljö får vi följande figurer.



Figur 5.2 Hur de båda olyckstyperna fördelar sig på olika trafikmiljö.

Som figur 5.2 visar har den övervägande andelen av cykelolyckorna skett i blandtrafik. Detta gäller både kollisionsolyckor och singelolyckor. För singelolyckor är gruppen som inträffat i "övriga" miljöer större än för kollisionsolyckor. Dessa miljöer innefattar platser som parkering, torg, skolgård, lekplats o s v.

Om vi delar upp kollisionsolyckorna i kollisioner med motorfordon resp cykel får vi tabell 5.2.

Tabell 5.2 Hur olyckorna fördelar sig på olika olyckstyper och trafikmiljö. (N = 357).

	Kollision		Singel	Totalt
	Cykel-Motorfordon	Cykel-Cykel	Cykel Singel	
Blandtrafik	44 (20%)	30 (14%)	147 (67%)	221 (100 %)
Cykelstråk	5 (5%)	23 (23%)	72 (72%)	100 (100 %)
Övrigt	3	5	28	36
Summa skadade personer	52	58	247	357 (100 %)

Enligt tabell 5.2 visar undersökningen på en betydligt större andel kollisioner mellan cykel och motorfordon i blandtrafik än på cykelstråk. För att uttala sig om risken i de båda trafikmiljöerna måste man dock känna till exponeringen, d v s hur stor del av trafiken som sker på cykelstråk resp i blandtrafik. Denna typ av riskuppskattningar diskuteras i avsnitt 5.3.

Om man ser på olycksmaterialet totalt (både singel- och kollisionsolyckor) har endast 25 % inträffat i korsning medan 75 % skett på länk. Tabell 5.3 visar fördelningen på korsning resp länk för de båda olyckstyperna.

Tabell 5.3 Hur olyckorna (N = 311) fördelar sig på korsning resp länk.

	Kollisions- olyckor	Singel- olyckor	Totalt
Korsning	46	33	79
Länk	56	176	232

Att man "normalt" räknar med att de flesta cykelolyckor sker i korsning beror på att den olycksstatistik man arbetar med oftast grundar sig på polisrapporterade olyckor. I dessa finns inte singelolyckor, och oftast inte cykelcykelolyckor, med.

5.2.2 Kollisionsolyckor

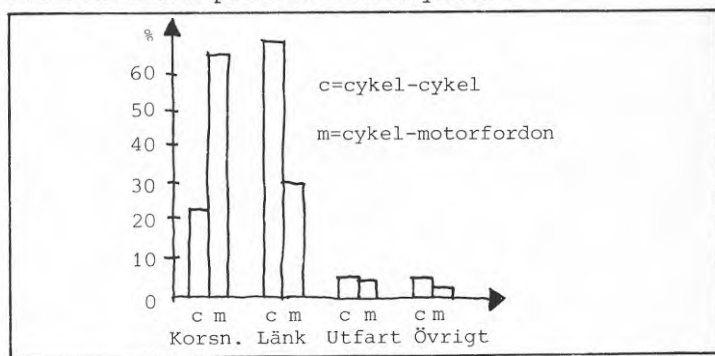
Av undersökningens totalt 365 olyckor är 111 st (31 %) kollisionsolyckor. Av dessa kollisionsolyckor är 53 % olyckor cykel-cykel inkl moped och 46 % kollisioner cykel-motorfordon.

Om man ser på var kollisionsolyckorna med olika färdmedel inträffar får man följande bild.

Tabell 5.4 I vilket trafikelement kollisionsolyckorna med olika färdmedel inblandade har inträffat.

Trafik- element	Kollision med							
	Bil	Buss	Moped	Cykel	Fotgängare	Mc	Traktor etc	Totalt
Korsning	29	3	-	13	-	1	-	46
Länk	13	-	4	36	1	-	2	56
Utfart	2	-	-	3	-	-	-	5
Övrigt	1	-	-	3	-	-	-	4
Totalt	45	3	4	55	1	1	2	111

Om man studerar kollisionerna med motorfordon resp cykel, finner man att dessa inte har samma fördelning vad gäller i vilket trafikelement de har inträffat. I figur 5.3 jämförs cykel-cykel-kollisionerna med cykel-motorfordonsolyckorna vad beträffar platsen för olyckan.



Figur 5.3 Hur kollisioner cykel-cykel (inkl moped), C, (N=59) och cykel-motorfordon, M, (N=52) fördelar sig på olika trafikelement.

Figur 5.3 visar att 65 % av kollisionerna cykel-motorfordon sker i korsning och endast 30 % på länk. Av kollisionerna cykel-cykel sker endast 22 % i korsning och 68 % på länk.

Anledningen till att en så hög andel som 55 % av det totala antalet kollisionsolyckor i materialet har skett på länk står alltså att finna i det faktum att en stor del av dessa är kollisioner cykel-cykel som normalt inte ingår i den olycksstatistik som bygger på polisrapporterade olyckor. Varför dessa cykel-cykelolyckor inträffar diskuteras i avsnitt 5.3.

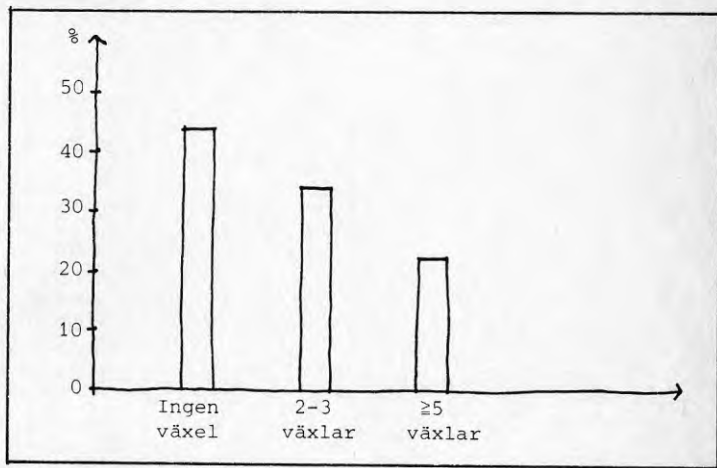
Under senare år har problemen med snabba växelscyklar på cykellänkarna debatterats både bland tjänstemän på kommunernas gatukontor och på tidningarnas insändarsidor.

Vi har i del 1 av denna rapport, R135:1982, slagit hål på myten om att cyklister med många växlar cyklar "lika fort som bilar" etc.

Men trots allt har dessa cyklister en högre medelhastighet (20 km/h) än övriga (16 km/h). Hur är det då med olyckorna? Är cyklister med flerväxlade cyklar oftare inblandade i kollisionsolyckor än övriga?

Om vi ser på de kollisionsolyckor som inträffat på gatorna att en häck skytt sikten borde de mångväxlade cyklarna vara överrepresenterade eftersom den något högre medelhastigheten också bör ge en något längre bromssträcka, se avsnitt 7.2.

Denna teori visar sig dock inte hålla. För samtliga olyckor gäller att växeltyperna fördelas enligt figur 5.4.



Figur 5.4 Vilken typ av växlar de inblandade cyklarna (hela undersökningen) har.

Om man ser på vilken typ av växlar de cyklister haft, som varit inblandade i olyckor med skyddssikt på gatorna, (N=20 st) visar det sig att fördelningen på växlar är exakt samma.

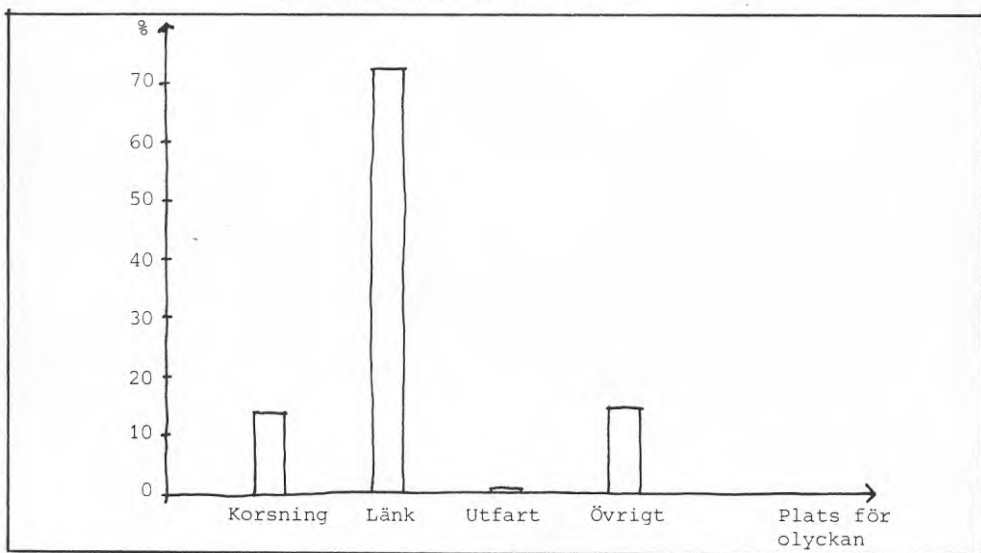
Om man dessutom ser att fördelningen i figur 5.4 stämmer väl överens med cyklisternas fördelning på växlar t ex i Malmö, se kap 4, kan man dra slutsatsen att cyklister med flerväxlade cyklar inte är mer inblandade i olyckor än cyklister med cyklar utan växlar.

För alla jämförelser av kollisionsolyckor i blandtrafik resp på cykelstråk hänvisas till avsnitt 5.3.1.

5.2.3 Singelolyckor

Av undersökningens 365 olyckor är 252 st (69 %) singelolyckor.

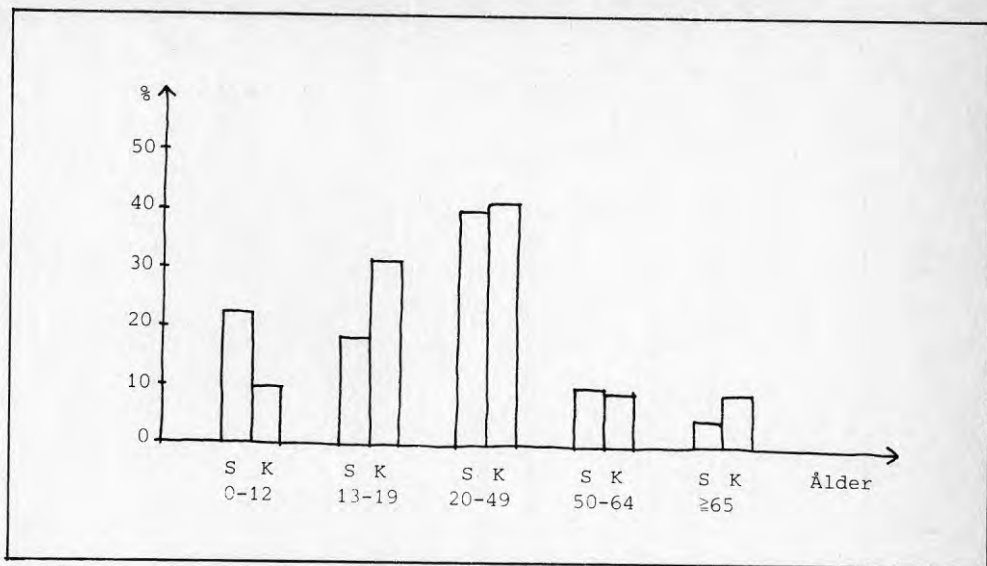
De flesta singelolyckor sker på länk. Figur 5.5 visar den rumsliga fördelningen för undersökningens singelolyckor.



Figur 5.5 Var singelolyckorna (N=245) har inträffat.

Som figur 5.5 visar sker 72 % av singelolyckorna på länkar mellan korsningar. Att trots allt 14 % av singelolyckorna inträffar i korsningar beror till övervägande del på dåligt utförda kantstenar. Detta problem diskuteras i avsnitt 5.4.

Åldersfördelningen för de som skadas i singelolyckor skiljer sig inte signifikant mot åldersfördelningen för de som skadas i kollisionsolyckor. Åldersfördelningen för skadade i de båda olyckstyperna visas i figur 5.6.



Figur 5.6 Åldersfördelning för undersökningens singel- resp kollisionsolyckor. $N_{\text{singel}} = 243$,
 $N_{\text{kollision}} = 111$.

Den enda notabla skillnaden mellan de båda fördelningarna är för den yngsta åldersgruppen 0-12 år som verkar något överrepresenterade bland singelolyckorna. Dessa singelolyckor i låga åldrar är ofta av typen "lekolyckor", d v s barnen cyklar omkull vid lek utan någon "yttre" anledning.

Frågor om varför singelolyckorna inträffar diskuteras i avsnitt 5.3 där jämförelser görs mellan olika trafikmiljöer.

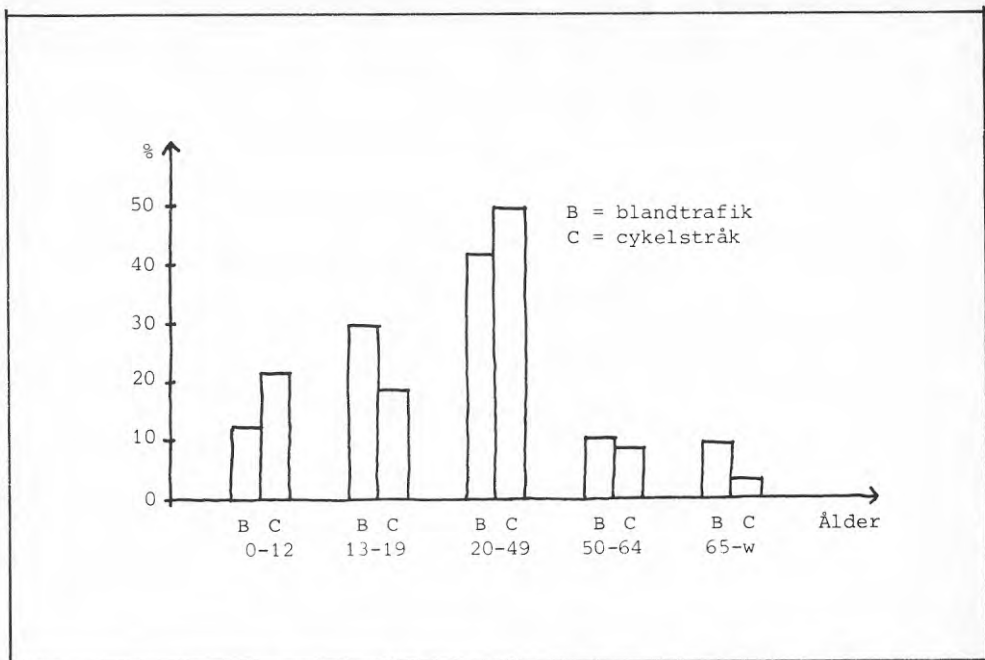
5.3 Trafikmiljöns inverkan

Det här avsnittet pekar på de skillnader i olyckshänseende som finns mellan blandtrafik och cykelstråk. Avsnitt 5.3.1 tar upp olika aspekter på olyckorna och jämför dem för de båda miljöerna. I avsnitt 5.3.2 görs en ansats till att bestämma risken för cykelolycka i de båda miljöerna.

5.3.1 Cykelolyckor och trafikmiljö

Åldersfördelning

Vi börjar med att se på åldersfördelningen för de cyklister som råkar ut för olyckor i de båda trafikmiljöerna som visas i figur 5.7.



Figur 5.7 Åldersfördelning för cyklister som skadats i blandtrafik (B) N=221 och på cykelstråk (C) N=100.

Vi kan i figur 5.7 se att för olyckor på cykelstråk är andelen som skadas i åldersgruppen 0-12 år större än i blandtrafik. Detta beror troligen på att de yngre barnen företrädesvis cyklar inom bostadsområdet där cykelvägarna är separerade. När barnen sedan blir äldre kommer de ut i blandtrafiken och vi får då, som figuren visar, fler olyckor i blandtrafik.

För åldersgrupperna över 20 år är skillnaderna inte så stora mellan blandtrafik och cykelstråk.

Enligt figur 5.6 i föregående avsnitt finns ingen signifikant skillnad mellan åldersfördelningarna för de som varit inblandade i singel- resp kollisionsolyckor. Detta faktum kvarstår även då man gör en uppdelning av dessa två olyckstyper på cykelstråk resp blandtrafik.

Var olyckor skett

Man brukar normalt anta att de flesta kollisionsolyckor sker i korsning. I avsnitt 5.2.2 visade vi att detta inte gällde för denna undersökning och att det berodde på att vi har med cykel-cykelolyckor i undersökningen som inte kommer med om man bara arbetar med polisrapporterade olyckor.

Hur är då fördelningen mellan kollisionsoolyckor i korsning resp på länk, om man ser på varje trafikmiljö för sig?

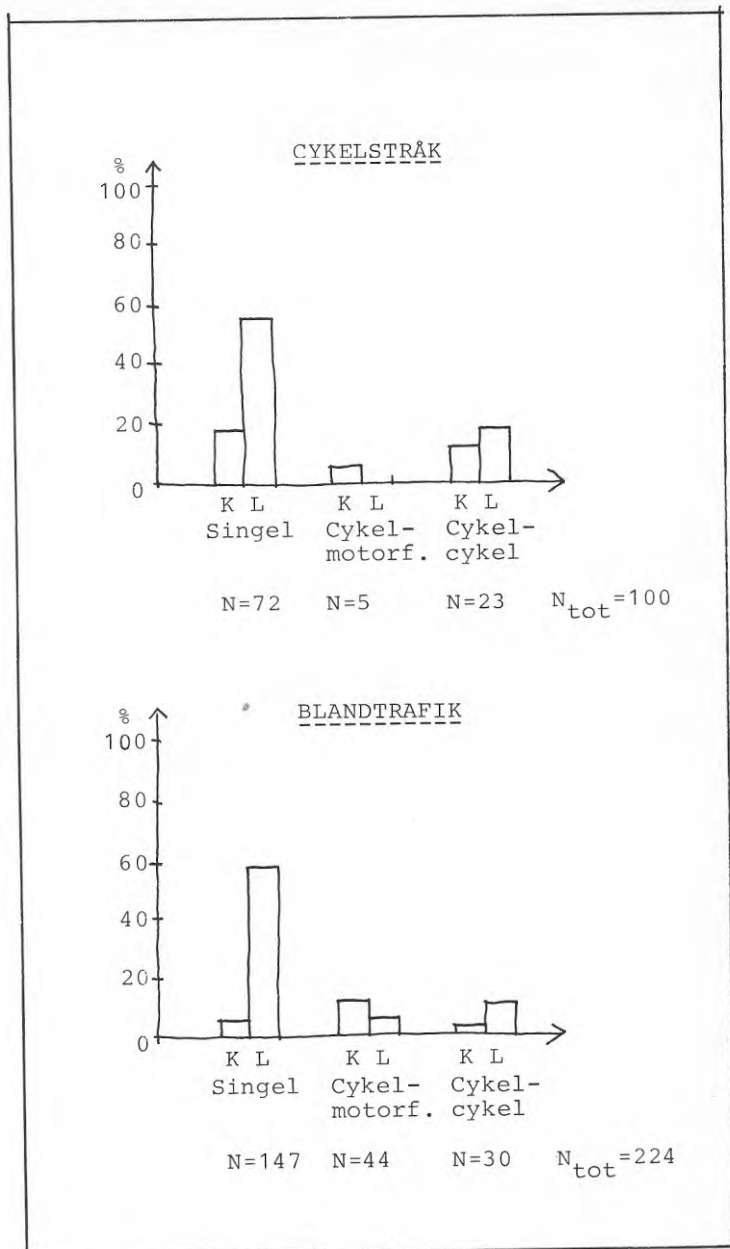
Tabell 5.5 Hur antal kollisionsoolyckor på cykelstråk resp i blandtrafik, fördelar sig på korsning resp länk.

Trafikmiljö	Trafikelement	
	Korsning	Länk
Blandtrafik	33	39
Cykelstråk	13	15

Som tabell 5:5 visar är kollisionsoolyckornas fördelning på korsning resp länk mycket likartad för de båda trafikmiljöerna. Kan man då av detta dra slutsatsen att cykelstråk inte är en säkrare trafikmiljö än blandtrafik för cyklisten, eftersom de farligare olyckorna i korsningar tycks uppträda i lika stor omfattning?

Om man ser på vilken typ av korsningsolycka som inträffar i de båda trafikmiljöerna finner man att på cykelstråk är 8 av 13 korsningsolyckor (61 %) cykel-cykel sammanstötningar. För blandtrafiken är endast 5 av 28 korsningsolyckor (18 %) av typen cykel-cykel. Detta betyder alltså att de korsningsolyckor man har på cykelstråk är av en lindrigare karaktär än korsningsolyckor i blandtrafik. Persson (1984) har visat att skadeföljden för olyckor cykel-motorfordon är betydligt allvarligare än för cykel-cykelolyckor. Den genomsnittliga vårdtiden är bara hälften så lång för de senare som för de förra.

Övriga frågor om risk i de båda trafikmiljöerna behandlas i avsnitt 5.3.2. För att kunna se på hur de olika olyckstyperna (singel, kollision cykel/motorfordon, kollision cykel/cykel) fördelar sig på olika trafikelement (korsning, länk), i de olika trafikmiljöerna (cykelstråk, blandtrafik) kan information, från ett flertal tabeller och figurer ovan, sammanställas enligt figur 5.8.



Figur 5.8 Hur singel- resp kollisionsolyckor fördelar sig på länk resp korsning för olika trafikmiljöer. K = korsning, L = länk.

Som figur 5.8 visar sker singelolyckor i korsning, i högre grad på cykelstråk än i blandtrafik. Detta kan förklaras med brister i utformning av övergången mellan cykellänk och cykelöverfart. Detta problem diskuteras vidare i avsnitt 7.3.

Kollisioner mellan cykel och motorfordon sker på cykelstråk uteslutande i korsningar (cykelöverfarter) medan man i blandtrafik har c:a 35 % av denna olyckstyp på länkar mellan korsningar.

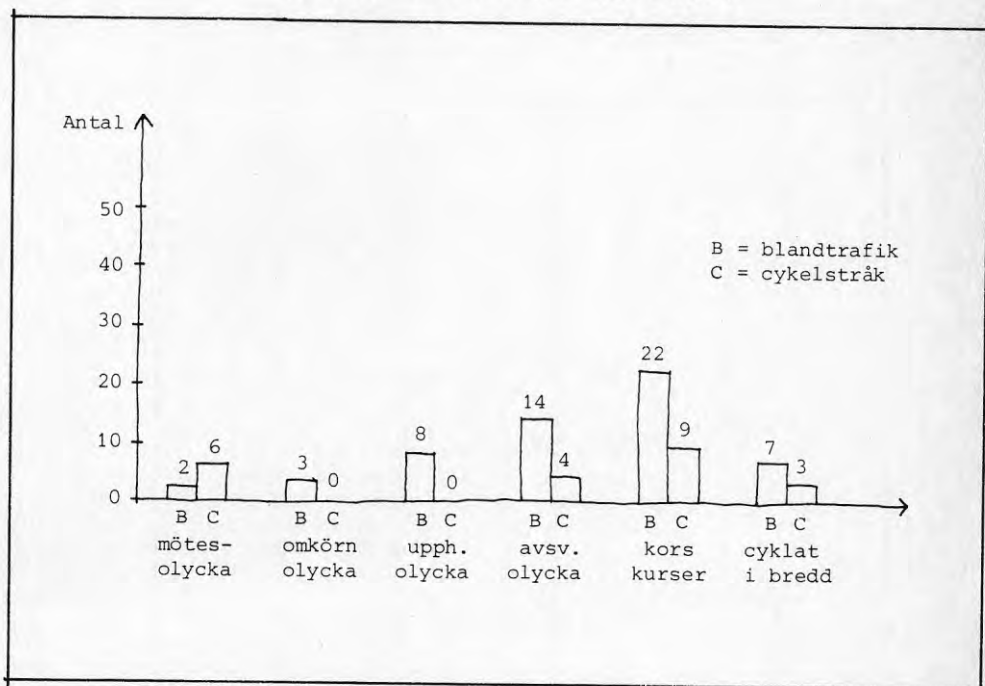
Denna typ av olyckor mellan korsningar i blandtrafik borde alltså kunna elimineras, helt eller delvis, om man bygger cykellänkar parallellt med bilvägen. Detta förutsätter dock att cyklisterna använder cykellänken. Detta problem diskuteras vidare i kap 6 och 7.

Vad beträffar kollisioner cykel-cykel sker dessa på cykelstråk i högre grad i korsning än på länk än vad de gör i blandtrafik.

Detta förklaras, vilket visas i avsnitt 5.4, av att många korsningar mellan två cykellänkar har väldigt små sikttrianglar, ibland inga alls.

Hur har fordonen stött samman?

Om man ser på hur de inblandade fordonen i kollisionsolyckorna har stött samman kan man se tydliga skillnader mellan de olika trafikmiljöerna, vilket figur 5.9 visar.

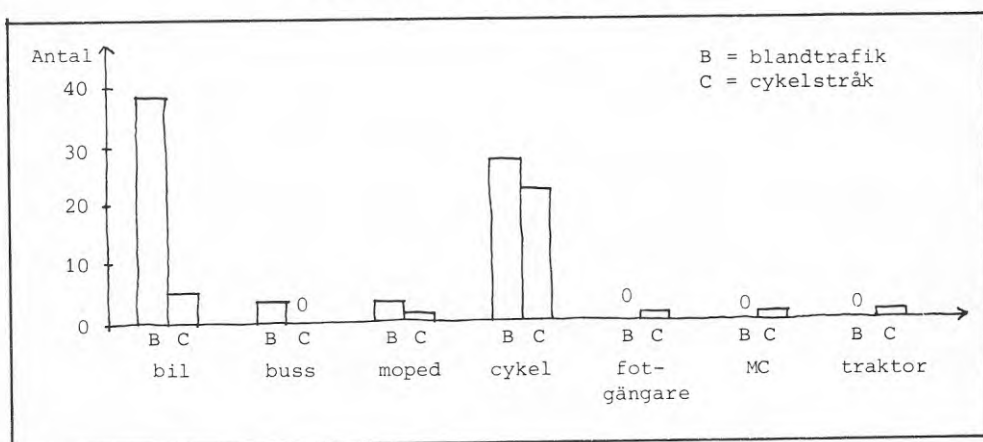


Figur 5.9 Hur fordonen stött samman vid kollisionsolyckor i blandtrafik (N=55) och på cykelstråk (N=24).

Det är en signifikant skillnad mellan de båda fördelningarna. Framförallt sker avsvängningsolyckor och olyckor med korsande kurser i betydligt större utsträckning i blandtrafik än på cykelstråk. Den enda olyckstyp som är vanligare på cykelstråk är mötesolyckor. Här spelar, som diskuteras i avsnitt 5.4, faktorer som dåligt klippta häckar en stor roll.

Vilket fordon kolliderar man med?

Vilket fordon man kolliderar med skiljer sig naturligtvis också mellan de båda trafikmiljöerna, vilket figur 5.10 visar.



Figur 5.10 Vilket fordon cyklisten kolliderar med i blandtrafik (N=75) och på cykelstråk (N=28).

I blandtrafik kolliderar cyklisten med en bil i hälften av fallen. På cykelstråk utgör denna typ bara en liten andel (5 av 28). I stället kolliderar man på cykelstråken med andra cyklar. De ofta diskuterade problemen med blandning av cykeltrafik med mopeder respektive fotgängare avspeglar sig inte i olyckor i denna undersökning.

Endast i en av kollisionerna, som lett till att cyklisten skadats, har sammanstötningen skett med en fotgängare. Skadade fotgängare har dock, som nämnts, inte registrerats i denna undersökning. Resultat från andra olycksstudier, och från avsnitt 6.3 i denna rapport, tyder dock på att olyckor mellan cyklister och fotgängare på cykellänkar är ett litet problem.

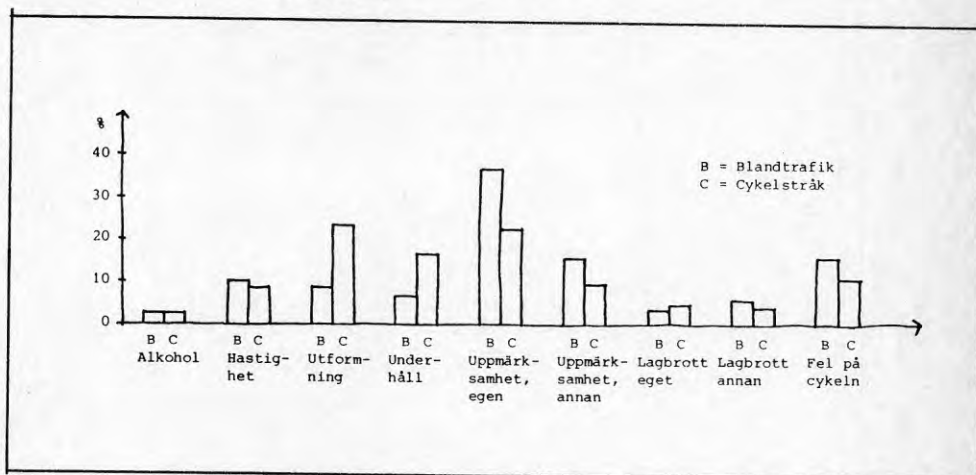
Även kollisioner med mopeder tycks vara ett mindre problem. På cykelstråk har endast 1 cyklist skadats till följd av kollision med moped, medan 3 kollisioner cykel-moped lett till personskada för cyklisten i blandtrafik-

miljö. Man bör beakta att det oftast inte är tillåtet att köra moped på cykelbanor i Lund.

Att uttala sig om hur stor risken är för denna typ av "blandningsolyckor" låter sig inte göras med utgångspunkt från denna undersökning.

Cyklistens uppfattning om orsaken till olyckan

Figur 5.11 visar hur cyklister i de båda trafikmiljöerna själv upplevt orsaken till olyckan.



Figur 5.11 Hur den skadade cyklisten själv uppfattar orsaken till olyckan. Jämförelse mellan blandtrafik, B, (N=144 st) och cykelstråk, C, (N=68 st). Observera att antalet observationer för "cykelstråk" endast är 68 st. Siffrorna presenteras i procent för att jämförelse med "blandtrafik" skall kunna göras.

Statistisk analys av materialet bakom figur 5.11 visar att det är en signifikant skillnad mellan de båda trafikmiljöerna i fråga om de orsaker till olyckan som den skadade cyklisten själv angett. Faktorer som alkohol, egen hastighet, eget lagbrott, annans lagbrott och fel på cykeln finns ungefär i lika stor omfattning i de båda trafikmiljöerna. Däremot är det stor skillnad mellan "blandtrafik" och "cykelstråk" vad avser orsakerna "utformning" och "underhåll". På cykelstråk är dessa båda orsaker 3 ggr så vanliga som i blandtrafik. Detta tyder på att utformningen av våra cykeltrafikanläggningar i många fall är dåligt gjorda och att underhållet sköts sämre än på blandtrafikgator. Underhållet och utformningens betydelse för olyckorna diskuteras vidare i avsnitt 5.4.

5.3.2 Ansats till riskbestämning i olika trafikmiljöer

I avsnitten ovan har vi sett att kollisionsolyckorna på cykelstråk är av en annan karaktär än de som sker i blandtrafik. Andelen olyckor cykel-motorfordon är betydligt högre i blandtrafik än på cykelstråk, som istället har en högre andel lindrigare cykel-cykelolyckor.

För att kunna uttala sig om huruvida en överflyttning av cyklister från "blandtrafik" till "cykelstråk" skulle ge en överföring av cykel-motorfordonsolyckor till cykel-cykelolyckor måste man känna till exponeringen, d v s hur stor andel av cykeltrafikarbetet som sker i resp trafikmiljö. Några mätningar av exponeringen finns ej.

För att få ett grepp om exponeringen kan man se på den typ av olyckor som bör vara oberoende av trafikmiljön.

Eftersom dessa olyckor bör inträffa i lika hög grad i båda trafikmiljöerna kan de användas som ett slags mått på exponeringen.

De olyckor som kan användas är till övervägande delen singelolyckor och har någon av följande orsaker:

- kasse på styret fastnar i hjulet
- föremål i hjul, ex dynamo, skärm
- föremål i hjul, ex fot, kläder
- fel på cykel, ex bromsfel, lossnat styre
- balansmiss, svimning
- halkat med foten på pedalen.

I det undersökta olycksmaterialet finns 95 olyckor som har någon av ovanstående olycksorsaker. Av dessa har 27 skett på cykelstråk och 68 i blandtrafik. Om vi antar att olyckor med dessa olycksorsaker inträffar i lika hög grad i de båda trafikmiljöerna skulle alltså detta ge ett mått på exponeringen.

Ser vi enbart på Lunds tätort har 38 olyckor, av ovanstående typ, inträffat. Av dessa har 17 skett på cykelstråk och 21 i blandtrafik. Med dessa siffror som ett mått på exponeringen kan vi, eftersom vi vet antalet olyckor, räkna fram en sorts riskmått.

Tabell 5.6 Ett försök att bestämma risken för cykelolycka med personskada i olika trafikmiljöer.

Miljö	"Exponering" (A)	Antal (B)	"Riskmått" (B/A)
<u>Hela materialet</u>			
Blandtrafik	68	221	3,3
Cykelstråk	27	100	3,6
<u>Lunds tätort</u>			
Blandtrafik	17	60	3,5
Cykelstråk	21	75	3,5

Som vi ser i tabell 5.6 ger de båda trafikmiljöerna ungefär lika stor risk för att råka in i en personskadeolycka med cykel, oavsett om vi ser på hela materialet eller bara på olyckorna i Lunds tätort. Om man ser på hur olyckorna i respektive trafikmiljö fördelar sig på olika olyckstyper, t ex tabell 5.2, kan man se att "blandtrafik" ger betydligt högre andel olyckor cykel-motorfordon än "cykelstråk".

Om man antar att ovanstående resonemang om exponering och risk stämmer, innebär detta att om man lyckas föra över cyklister från blandtrafik till cykelstråk kommer antalet olyckor cykel-motorfordon att minska medan antalet olyckor cykel-cykel ökar. Eftersom skadeföljden för denna senare olyckstyp är lindrigare än för olyckor av typen cykel-motorfordon ger detta en förbättring ur säkerhetssynpunkt för cyklister.

Hur stor denna säkerhetsvinst skulle kunna vara vid en överflyttning av t ex 10 % av blandtrafikcyklister till cykelstråk är svårt att uttala sig om av två skäl: Dels är olycksmaterialet i denna undersökning ganska litet, dels är det svårt att veta om de cyklister som flyttas över kommer att hamna på samma typ av cykelstråk som de som finns där nu. Det är rimligt att tänka sig att en ganska stor del av det cykeltrafikarbete som utförs på cykelstråk idag, sker inom totalseparerade bostadsområden där den cyklande inte kommer i konflikt med någon biltrafik. De resor som idag sker i blandtrafik däremot är möjligen av en annan typ. Det är längre resor, vilket gör att de parallella cykelstråk som de skulle kunna flyttas upp på, korsar biltrafikvägar i högre

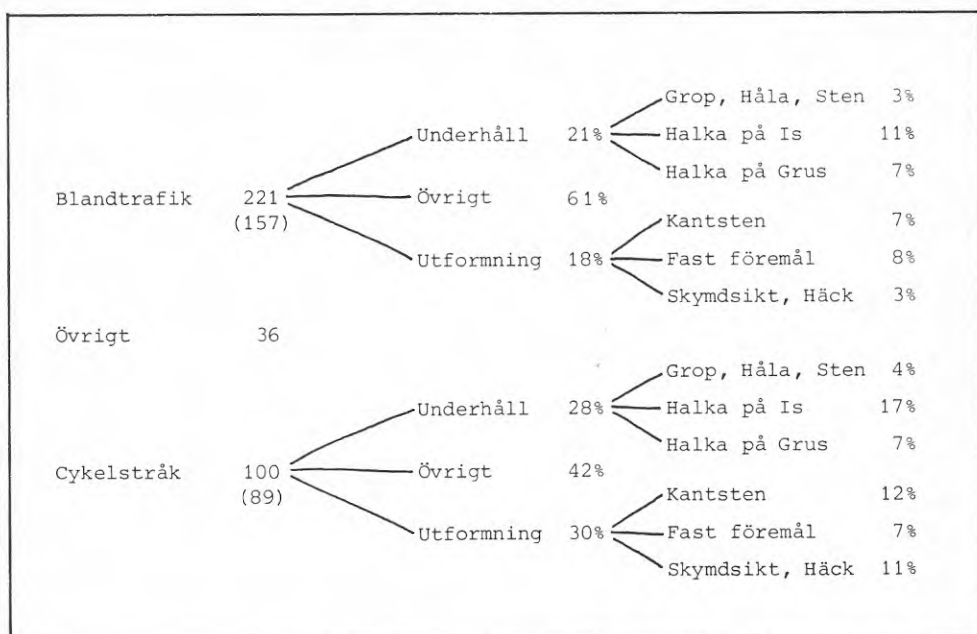
grad, och resan blir då inte så säker som i ett totalseparerat bostadsområde.

Vissa forskningsresultat, Linderholm (1984), tyder också på att en cyklist som cyklar på en "genomgående" cykelbana genom en signalreglerad korsning utsätts för 3 ggr större risk än en cyklist som cyklar i körbanan i en 1-fältig tillfart genom korsningen.

Detta försök till riskanalys har alltså visat att en överflyttning av cyklister från blandtrafik till cykelstråk bör ge en förbättrad säkerhet för cyklisterna. Det är däremot svårt att uttala sig om hur stor denna effekt är.

5.4 Cykelolyckor och utformning

Som nämnts i avsnitten ovan har många av olyckorna i undersökningen, helt eller delvis orsakats av brister i utformning och underhåll. Figur 5.12 visar hur stora andelar av olyckorna i de båda trafikmiljöerna som har utformning och/eller underhåll som bidragande orsak.



Figur 5.12 Hur olycksorsakerna "utformning" och "underhåll" fördelar sig på olika trafikmiljöer. Andelar av olyckorna i resp trafikmiljö. Siffrorna inom parentes anger antalet olyckor där orsaken kunnat utläsas.

De olycksorsaker som figur 5.12 bygger på är de som kunnat utläsas ur skissen och de skriftliga svaren i enkäten, och alltså ej de orsaker cyklisten själv angivit. I några få fall finns mer än en möjlig orsak.

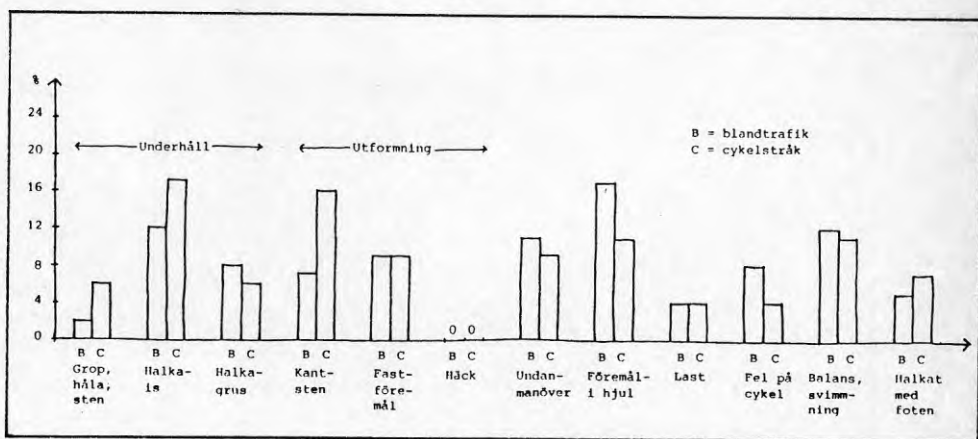
I blandtrafik har alltså 39 % av olyckorna en orsak som kan hänföras till brister i underhåll och utformning. För cykelstråk är motsvarande siffra 58 %. För totala antalet olyckor blir andelen med denna typ av olycksorsaker 43 %! Denna siffra är justerad för de olyckor som haft två olika orsaker.

Detta antyder att cykelstråken ur underhålls- och utformningsynpunkt är sämre än blandtrafiken. De största skillnaderna mellan trafikmiljöerna ligger på orsaker som "halka av is", "kantsten" och "häck". Dessa tre faktorer är betydligt vanligare som olycksorsaker på cykelstråk än i blandtrafik.

Att olycksorsaken "halka av is" är vanligare på cykelstråk kan bero på att cykelstråken ibland snöröjs sämre, vid andra tider, och av andra förvaltningar än biltrafikgatorna. Hur underhållet av cykellänkarna sköts i olika kommuner diskuteras i kapitel 9.

Dåligt utförda övergångar mellan gata och cykellänk finns i många korsningar. Hur denna övergång bör utföras, utan kantsten, diskuteras i kapitel 7.

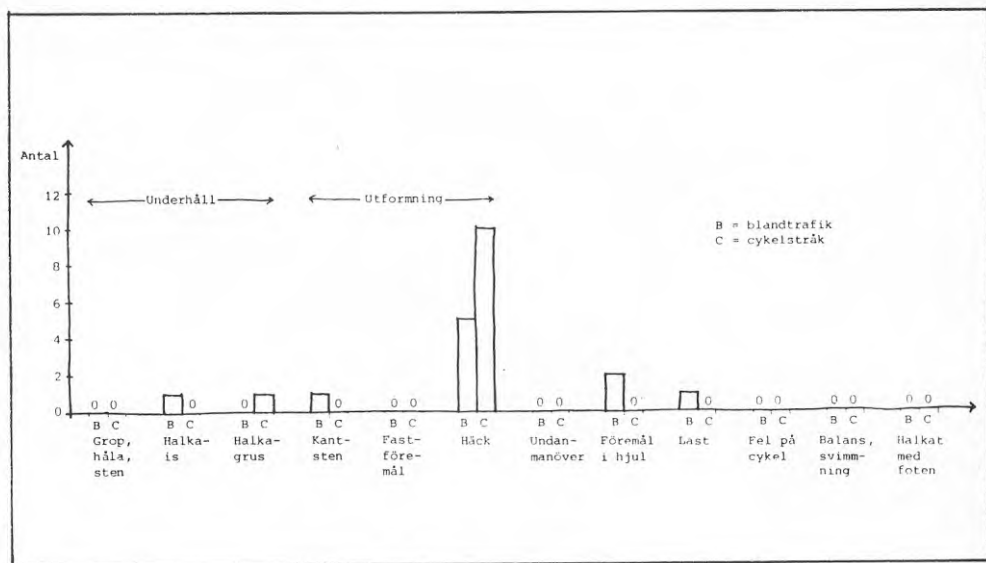
Om man ser på vilken typ av olycka de olika orsakerna har givit visar det sig att de flesta, utom "häck", har gett upphov till singelolyckor. Figur 5.13 visar orsaksfördelningen för dessa olyckor, och 5.14 för kollisionsolyckor.



Figur 5.13 Orsaker till singelolyckor. Procentandelar av olyckor i respektive trafikmiljö. N = 321.

Som figur 5.13 visar ger de olika bristerna i utformning och underhåll olika stora andelar singelolyckor i de båda miljöerna. De orsaker där skillnaden mellan de båda trafikmiljöerna är störst är "halka av is" och "kantsten". Totalt sett är dock procentandelen singelolyckor, med brist i underhåll och utformning som orsak, lika stor i de båda trafikmiljöerna, 37 %.

Figur 5.14 visar hur olycksorsakerna för kollisionsoolyckor fördelar sig. Observera att denna figur visar fördelningen i antal och inte procent.



Figur 5.14 Orsaker till kollisionsoolyckor.
N = 21. Observera y-axelns enhet.

Det mest uppseendeväckande med figur 5.14 är att orsaken "häck" totalt dominerar bilden. Det är förvånansvärt att halka på is och grus är orsak till så få kollisionsoolyckor med cykel.

Om vi ser på orsaken "häck", alltså skymd sikt på häck eller buskar, är denna procentuellt mycket vanligare på cykelstråk (10 %) än i blandtrafik (2 %).

De flesta av dessa olyckor sker i korsningar mellan två cykellänkar, eller i kurvor med liten radie och dålig sikt. Denna typ av olyckor borde vara enkel att komma tillrätta med genom att flytta eller klippa felaktigt placerade buskage.

5.5 Sammanfattning

Singelolyckor utgör 2/3 av cykelolyckorna. Kollisionsolyckor utgör 1/3 av cykelolyckorna, hälften av dessa är kollisioner cykel-cykel, hälften kollisioner cykel-motorfordon.

Olyckor cykel-fotgängare är mycket ovanliga. De flesta singelolyckor sker på länk. Kollisioner cykel-motorfordon sker huvudsakligen i korsning medan kollisioner cykel-cykel till övervägande delen sker på länk.

Risken att skadas i en cykelolycka tycks vara lika stor oberoende om man färdas i separerad miljö eller i blandtrafik. Dock verkar skadorna bli av lindrigare natur på cykelstråk, d v s andelen singelolyckor och kollisioner cykel-cykel är större.

Utformningsdetaljer som kantstenar och häckar, och underhållsfaktorer som snöröjning, lagning av potthål o s v, spelar stor roll för cykelolyckorna. Cykelstråken tycks sämre underhållna än blandtrafikgatorna.

6. Utformning på sträckor

I detta kapitel diskuteras olika aspekter på utformning av cykeltrafikanläggningar på sträckor. De utformningsvariabler som behandlas är blandning fotgängare - cyklist (6.2), bredd (6.3), radier (6.4), lutning (6.5) och beläggning (6.6). I avsnitt 6.7 diskuteras speciallösningar typ motriktade cykelbanor, gågator etc.

6.1 Allmänt om utformning på sträcka

Utformningen av cykelstråk på sträcka, mellan korsningar, kan tyckas vara av mindre intresse eftersom de flesta allvarligare olyckor inträffar i korsningar.

Om man ser på samtliga olyckor, både kollisionsolyckor och singelolyckor, visar dock olycksstudien i kap 5 att 75 % av olyckorna inträffar på sträcka. En stor andel av dessa har brister i utformning och underhåll som bidragande orsak. Dessa olyckor består till övervägande delen av singelolyckor samt kollisioner cykel-cykel och inträffar i lika hög grad på cykelstråk som i blandtrafik.

Samhällsekonomi

Persson (1983) har visat att samhällets totala kostnader för singelolyckor med cykel är lika stora som de totala kostnaderna för kollisionsolyckor med cykel. Eftersom 38 % av singelolyckorna har brister i underhåll och utformning som bidragande orsak, finns det alltså samhällsekonomiska vinster att göra på att utforma cykeltrafikanläggningar väl, även på sträcka.

6.2 Blandning av fotgängare och cyklister

Detta kapitel behandlar problemen med blandning av fotgängare och cyklister. Avsnitt 6.2.1 handlar om de problem som trafikanterna upplever vid blandning, avsnitt 6.2.2 om hur kommunerna bygger idag och avsnitt 6.2.3 beskriver den fältundersökning av blandning som genomförts på 6 olika cykellänkar i Malmö och Lund.

6.2.1 Problemet

Trafikplanerare får ofta höra synpunkter på att man blandar cyklister med fotgängare på kombinerade GC-länkar. Fotgängare, speciellt de äldre, känner sig otrygga av att cyklister, som de inte hör, cyklar förbi dem i, som de upplever, höga hastigheter.

I de flesta fall har man begränsat utrymme till förfogande och en fysisk uppdelning mellan gående och cyklister är inte möjlig. Det val man har, är ofta att blanda cyklister med biltrafiken, eller med fotgängare. Ur säkerhetssynpunkt är det senare alternativet att föredra.

Vilka problem ger då en blandning mellan cyklister och fotgängare? Den undersökning av cykelolyckor som presenterats i kapitel 5 ovan, har inte kunnat visa att blandningen utgör ett säkerhetsproblem. Denna undersökning omfattar dock endast skadade cyklister. I en pågående undersökning av sjukhusrapporterade olyckor i trafikmiljö, vid institutionen för trafikteknik, LTH, har det visat sig att endast 1,5 % av fotgängarna som skadats, sammanstött med cyklist.

En engelsk rapport, TRRL (1982), menar också att man i praktiken ofta blandar cyklister och fotgängare och att de olyckor man får är negligerbara till antalet.

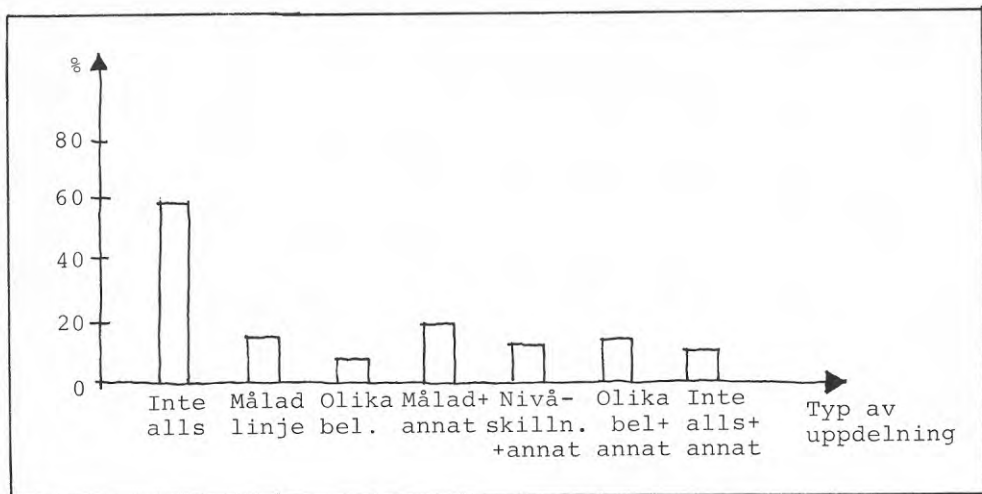
Ur säkerhetssynpunkt tycks alltså problemet med blandning inte vara stort. Däremot kvarstår det psykologiska problemet med att fotgängare känner sig hotade av att ha snabba cyklister för nära sig.

Några undersökningar av hur delningen av utrymme (linje, materialval o s v) påverkar den rumsliga fördelningen mellan de två trafikantkategorierna har veterligen inte tidigare gjorts.

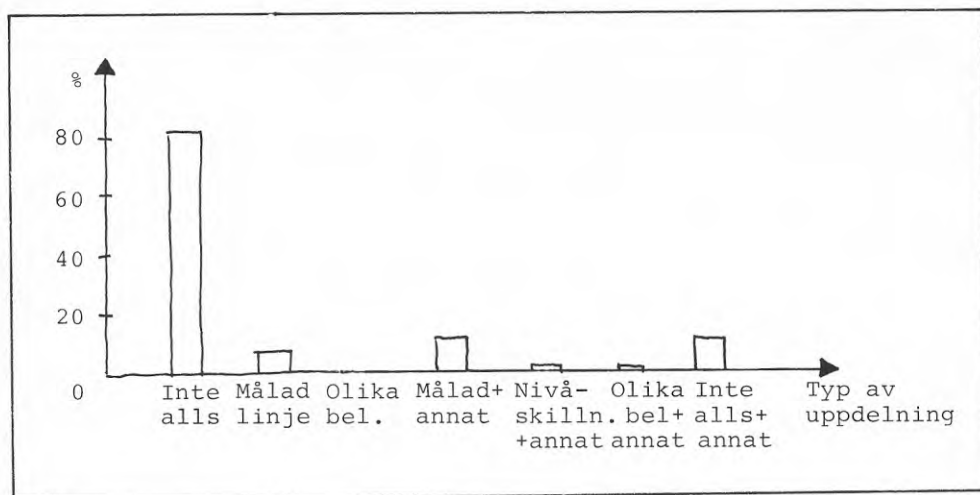
6.2.2 Hur görs delningen idag?

I en enkät till Sveriges samtliga 284 kommuner, och som besvarats av 280, har vi bl a ställt frågor om hur uppdelning mellan fotgängare och cyklister görs idag.

Den fråga som ställdes var: "Hur brukar Er kommun dela upp ytorna mellan gång- och cykeltrafik på gemensamma länkar?" I figur 6.1 och 6.2 redovisas svaren för centrala områden resp ytterområden.



Figur 6.1 Hur kommunerna delar upp ytorna mellan cyklister och fotgängare i centrumområden.



Figur 6.2 Hur kommunerna delar upp ytorna mellan cyklister och fotgängare i ytterområden.

Som figurerna 6.1 och 6.2 visar delar man oftare upp ytorna mellan fotgängare och cyklister i centrum än i ytterområden. Det vanligaste delningssättet i både centrala- och ytterområden är målad linje. I ytterområden görs uppdelningen aldrig med olika beläggning. Ett mer ingående studium av bakgrundsmaterialet visar att användandet av delning är oberoende av ortens storlek. Däremot görs delning oftare i södra Sverige än i norra.

6.2.3 Undersökning av blandning

Frågan om när man kan blanda cyklister och fotgängare är naturligtvis en fråga om den totala bredden på det tillgängliga utrymmet. Vi har valt att se på dubbelriktade GC-länkar med en bredd på 3.0 - 4.0 m, en vanlig bredd när utrymme finns. Bredder diskuteras vidare i avsnitt 6.3

Videofilmning

Undersökningen har gjorts genom att 6 olika dubbelriktade GC-länkar i Malmö och Lund har videofilmats under "högtrafik". Vilka cykellänkar som studerats visas i tabell 6.1.

Tabell 6.1 GC-länkar som undersökts med avseende på blandning fotgängare - cyklist.

Namn	Typ	Delning	Bredd	Antal trafik.
Stadsteatern	Friliggande	Målad linje	G1.5+C2.5	467
Heleneholm	Friliggande	Målad linje	G2.0+C2.0	359
Lönngatan	Intill gata	Målad linje	G1.5+C2.5	288
Rosengårdsstråket	Friliggande	Ingen	GC4.0	129
Rosengårdsstråket	Friliggande	Plattor/asfalt	G1.5+C2.5	280
Lundagårdsstråket	Friliggande	Ingen	GC3.6	451

De olika GC-länkarna har filmats 2-4 timmar och totalt har 18 timmar videofilm utvärderats. Under denna tid har 415 gående, 2143 cyklister och 2 mopeder registrerats. Bland dessa trafikanter har man haft 658 möten och 81 omkörningar, inom den registrerade sträckan.

Trafikanternas placering har registrerats på en sträcka av 50 meter. Om placeringen varit "störd" (möte, omkörning) har registrering gjorts före och efter händelsen. För personer som vinglat kring mitten har antalet passager av en befintlig, eller tänkt, mittlinje registrerats.

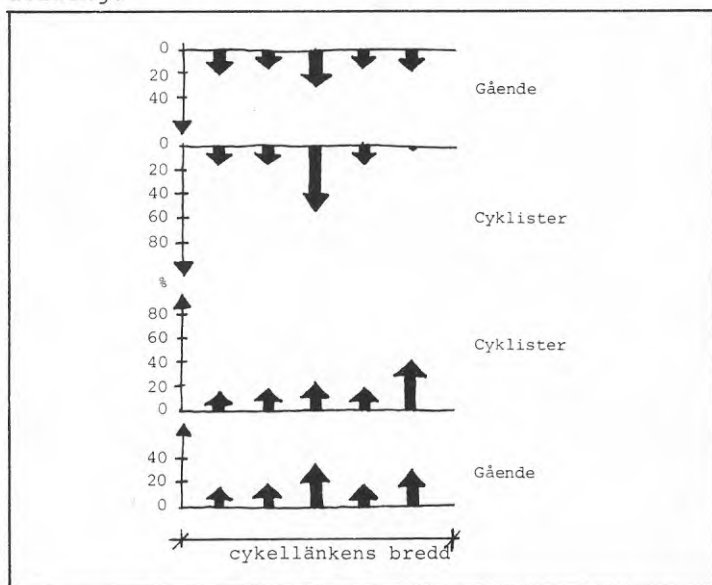
För att få en uppfattning om "vid vilket flöde" trafikanten befunnit sig på sträckan har det "aktuella" gång- respektive cykelstödet beräknats. Detta har gjorts genom att antalet trafikanter, som passerat sträckan inom + 2 minuter från den aktuella personens tid, har räknats fram.

Materialet har kodats, och bearbetats i dator.

Trafikanternas placering på GC-länken påverkas av om man har delning eller ej, och av hur denna delning är gjord.

GC-länk utan delning

Figur 6.3 visar placeringen på GC-länk utan delning.

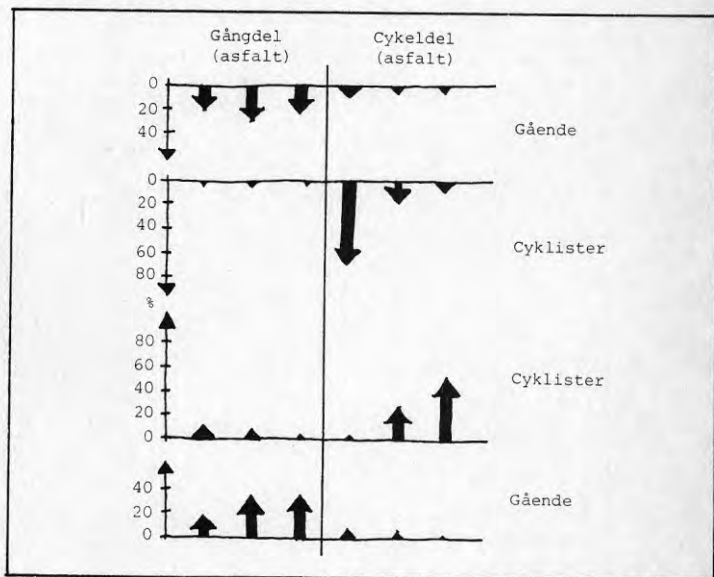


Figur 6.3 Fotgängares och cyklisters placering på friliggande GC-länk utan delning.

Figur 6.3 visar cyklisternas och fotgängarnas placering för båda riktningarna. Man ser att båda trafikantkategorierna fördelar sig över hela bredden. De ansamlingar till mitten och högerkanten man kan se beror dels på ett övergångsställe/cykelöverfart i närheten som är uppdelat mellan cykel och fotgängare, dels på en kraftig kurva med dålig sikt. Dessutom cyklrar och går man gärna "högertrafik". Det tänkta användningssättet, med cyklarna till höger på kanten och de gående "innanför" mot trafiken, tycks dock inte fungera.

GC-länk med målad mittlinje , friliggande

Hur förändras då bilden om vi målar en linje mellan gång- och cykeldelen?



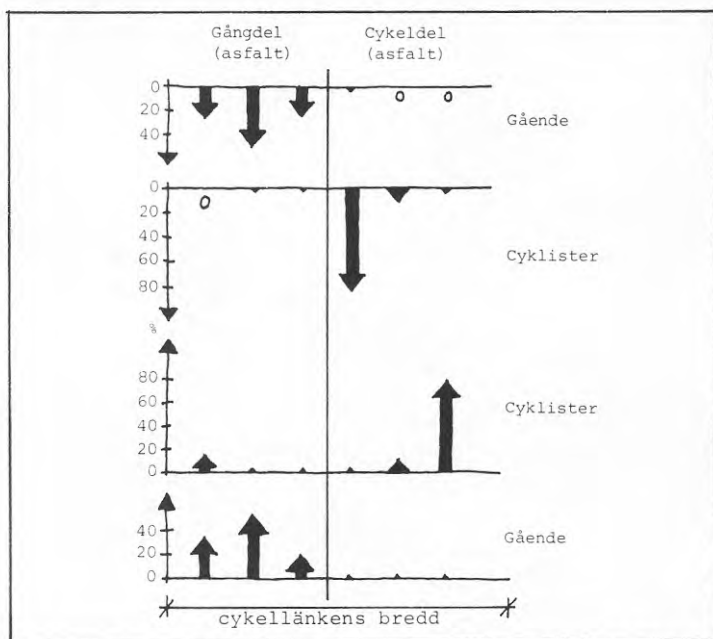
Figur 6.4 Fotgängares och cyklisters placering på friliggande GC-länk med målad skiljelinje.

Figur 6.4 visar de båda trafikantkategoriernas placering på friliggande cykellänk med målad skiljelinje. Här kan vi se att både cyklister och fotgängare till största delen håller sig på sin del av vägbanan. Cyklisterna möts till höger på sin vägdel, medan fotgängarna har en lägre hastighet och inte behöver hålla så hårt på var på vägbanan man färdas. Mycket få gående använder sig av cykeldelen och även cyklisterna färdas till största delen på "sin" bana.

Hur kan då trafikanterna veta vilken banan som är avsedd för dem? GC-länken är ju friliggande och ligger ej vid sidan av gatan, och har ej heller cykelsymboler målade. Svaret står förmodligen att finna i att de undersökta GC-länkarna, liksom de flesta liknande i tätortsmiljö, korsar bilvägar tämligen ofta. I dessa korsningspunkter får trafikanterna en påminnelse om vilken del av GC-länken som är deras eftersom gångdelen förs över gatan på övergångsställe (markering VMF 4.2.3), och cykeldelen på cykelöverfart (markering VMF 4.2.4).

GC-länk med målad skiljelinje, intill gata

Hur blir placeringen om GC-länken inte är fri-
liggande utan ligger intill en gata?

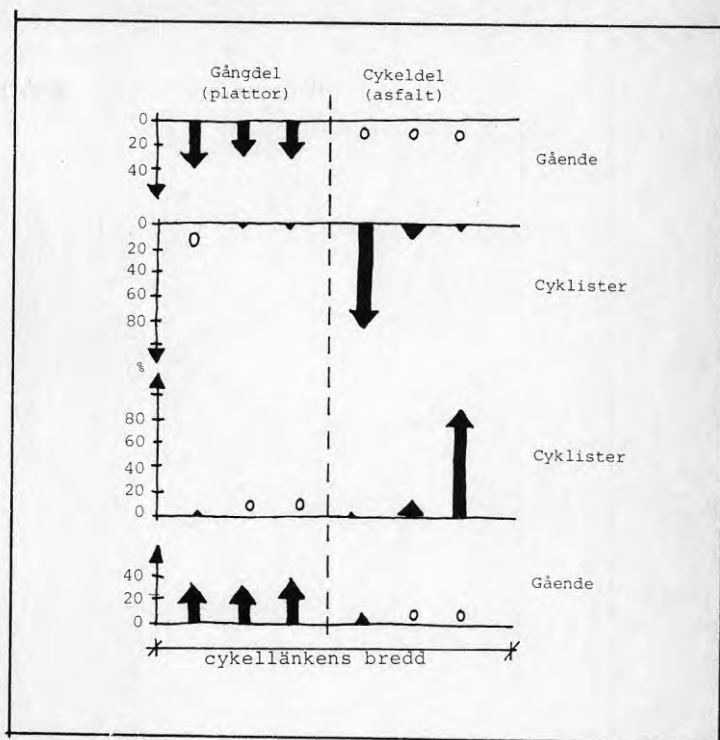


Figur 6.5 Fotgängares och cyklisters placering på GC-länk med målad skiljelinje intill gata.

Som figur 6.5 visar har inte GC-länken intill gatan någon annorlunda fördelning vad gäller trafikanternas placering, jämfört med den fri-
liggande GC-länken med linje. Att cyklisterna på ett klarare sätt håller till höger beror troligen på ett cykelflödet var högt vid undersökningen. Flödets inverkan diskuteras i slutet av detta avsnitt.

GC-länk med plattor på gångdelen

Vilken effekt på trafikanternas placering på vägbanan får man av den exklusivaste formen av delning, med plattor på gångdelen?



Figur 6.6 Fotgängares och cyklisters placering på GC-länkar med plattor på gångdelen.

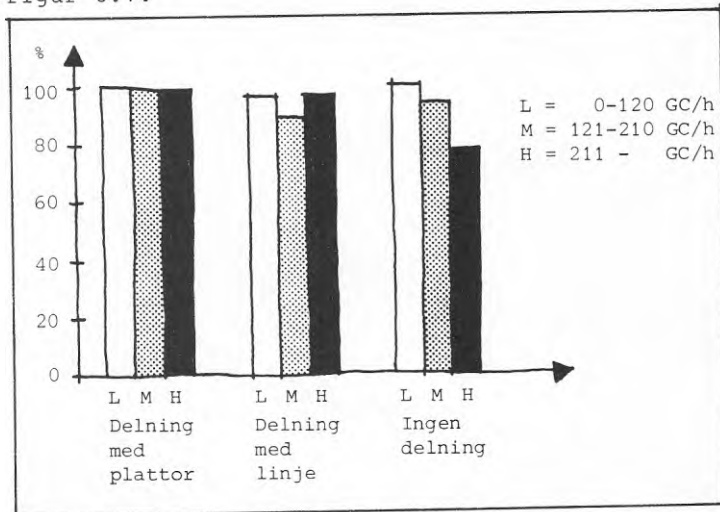
Som vi kan se i figur 6.6 ger denna form av delning, med plattor på gångdelen och asfalt på cykeldelen, den överlägset bästa uppdelningen mellan de båda trafikslagen. I stort sett samtliga trafikanter håller sig på sin egen bana och cyklister håller också väl till höger.

Mötena mellan cyklister, och mellan cyklister och gående, sker också mer korrekt än vid de övriga utformningsalternativen. Här sker 100 % av dessa möten "till höger" medan motsvarande siffra för de övriga alternativen är 90 %.

Hur flödet inverkar på placeringen

Här har det varit svårt att få fram signifikanta resultat för vissa utformningsalternativ vid uppdelning på olika flödesnivåer. Resultaten tyder dock på att man håller mer till höger vid ökande flöde.

Om man ser på hur andelen "rätta" möten varierar med flödet får man den bild som visas i figur 6.7.



Figur 6.7 Hur andel "rätta" möten varierar med flödet, för olika typer av delning mellan trafikantkategorierna (med "rätt" möte menas det sätt som är rätt för respektive länktyp).

Det tycks som om andelen rätta möten minskar med ökande flöde när man inte har uppdelning mellan trafikanterna.

Vid delning med linje är bilden något oklar medan man vid delning med plattor uppnår 100 % rätta möten vid samtliga flöden. Man bör dock vara försiktig vid uttolkningen av figur 6.7 eftersom figurerna för delning med plattor och ingen delning bygger på få iakttagelser.

6.2.4. Blandning – en sammanfattning

Blandning av cyklister och fotgängare är i normalfallet inget problem från säkerhetssynpunkt.

Den bästa uppdelningen mellan de två trafikantkategorierna får man genom att använda olika beläggning på gångdelen respektive cykeldelen. Denna typ av uppdelning bör man använda i innerstadsmiljö när det totala tillgängliga utrymmet är litet. Man bör också kunna använda denna typ av separering med beläggning, för att föra ett cykelstråk genom en gågata. Dessa typer av specifika cityproblem kommer att studeras ytterligare i ett projekt.

Uppdelning med målad linje ger den näst bästa uppdelningen mellan cyklister och gående. Denna typ av uppdelning är lämplig för större GC-stråk med stor eller medelstor trafik (> 2 000 cyklister och gående/dygn). Bredden på de olika bandelarna bestäms av fördelningen mellan antal gående och antal cyklister. Lämpliga varianter vid dubbelriktad cykeltrafik är t ex G1.5 + C1.5, G1.5 + C2.0 eller G1.5 + C2.5 beroende på cykelflödet. Minsta lämpliga mått är G1.0 + C1.5.

Denna typ av GC-länk med målad linje bör kompletteras med målade cykelsymboler, speciellt vid korsningar mellan två GC-länkar.

Blandning av cyklister och gående utan någon form av uppdelning bör i första hand användas när man har små eller måttliga gång- och cykelflöden, exempelvis inom bostadsområden. Den totala bredden (G + C) bör inte understiga 2,5 meter.

6.3 Cykellänkars bredd

6.3.1 Bredden - ett problem ?

Den lämpliga bredden för en cykellänk bestäms oftast av andra faktorer än själva cykeltrafiken. Det torde vara ytterst få platser där man har ett cykelflöde som närmar sig kapaciteten. I TV 131 anges denna till 1 500 cyklar/h per körfält om 1,20 m.

Istället blir det ofta andra faktorer i den omgivande miljön som bestämmer GC-länkens tvärsektion. Vid nyplanering har man oftast ingen utrymnesbrist och kan då ge cyklister och gående en hög standard med de bredder som angivits i kapitel 6.2 ovan.

De största problemen vad beträffar cykellänkars bredd upplever kommunerna vid planering av cykeltrafik i centrumområden. Det är ofta förhållandevis enkelt att ge cyklisterna en godtagbar standard på cykeltrafiknätet i tätortens yttre delar, men när man kommer fram till centrum slutar ofta cykelstråket och cyklisterna leds ut i blandtrafiken. Detta sker i många fall just i de delar av tätorten där trafiken är som mest komplex.

I stadskärnan måste bilister, cyklister och fotgängare dela på ett, på förhand givet, utrymme. Det val man har att göra är ofta att blanda cyklister med bilar, eller att blanda cyklister med fotgängare. Med hänsyn till de

resultat som framkommit av olycksstudien i kapitel 5, samt av "blandningsstudien" i avsnitt 6.2, torde det sistnämnda i de flesta fall vara att föredra. Dock finns det naturligtvis, en minsta tänkbara bredd vid givna gång- och cykelflöden.

6.3.2 Val av breddsektion

Breddvalet bestäms alltså ofta av andra faktorer än själva cykeltrafiken. Det kan ändå vara lämpligt att som utgångspunkt vid dimensioneringen ha någon form av standardmått.

Den sammanställning som redovisas i tabell 6.2 bygger dels på litteraturgenomgången i del 1, dels på fältstudien i föregående avsnitt.

Tabell 6.2 Förslag till lämpliga bredder för GC-länkar.

Typ av länk	Önskvärt (m)	Minimum (m)
<u>Dubbelriktade GC-länkar</u>		
Ingen delning (< 2000 traf/dygn)	3,0	2,5
Ingen delning (> 2000 traf/dygn)	4,0	3,0
Målad linje (< 2000 traf/dygn)	3,0a	2,5a
Målad linje (> 2000 traf/dygn)	4,0a	3,0a
Plattor + asfalt (< 2000 traf/dygn)	3,0a	2,5a
Plattor + asfalt (> 2000 traf/dygn)	4,0a	2,5a
GC-bro, GC-tunnel	≥ 3,5	≥ 3,5
<u>Enkelriktad cykellänk</u>		
< 1500 cyklar/dygn	2,0	1,5
> 1500 cyklar/dygn	3,0	2,0
Cykelfält	2,0	1,5
Gångbana	2,0	1,5
Absolut minimibredd för cykellänk		1,0

a = fördelningen mellan cykel- och fotgängarområde avgörs av förhållandet mellan antal cyklister respektive gående.

GC-länkar utan delning bör användas först och främst vid låga flöden i t ex bostadsområden. Vid dålig sikt, höga flöden och i citymiljöer är det lämpligt med någon form av delning mellan trafikanterna. I innerstadsmiljöer med dåligt utrymme, och många olika riktningar på fotgängarflödena, är den lämpligaste lösningen att använda olika beläggningar för de båda trafikantslagen. Lämpligen används asfalt för cyklistytan och plattor för fotgängarytan.

Det finns dock ett behov av att studera blandning av cyklister och fotgängare i citymiljöer närmare. Denna forskning skulle omfatta miljöer som t ex korsningar mellan GC-länkar, korsning cykellänk - fotgängarområde och cykellänk på gågator. Ett forskningsprojekt med denna inriktning kommer att startas vid LTH.

6.4 Cykellänkars radier

Den lämpliga radien för en cykellänk, i olika situationer, är naturligtvis beroende av cyklistens hastighet. Radien måste överensstämma med den dimensionerande hastighet man valt för cykellänken.

I de fall när cykellänkar skall byggas i en befintlig miljö, kan det tillgängliga utrymmet vara begränsande för vilken radie man kan använda. I sådana fall bör man låta siktkraven var bestämmande istället för den dimensionerande hastigheten. Stoppsträckor, och de siktkrav de ger, diskuteras vidare i avsnitt 7.2.

6.4.1 Olika sätt att beräkna radier

Den enda svenska anvisningen om horisontalkurvor på cykellänkar finns i RIGU. Där sägs att horisontalkurva utförs med minst 20 m radie på sträcka och kan minskas till 10 m vid begränsat utrymme. I korsning rekommenderas minst 4 m radie.

I praktiken används ofta mycket små radier som inte är anpassade till dimensionerande hastighet.

I handböcker, normer och annan cykellitteratur världen över finns ett mycket stort antal idéer om vad som är lämplig radie vid olika hastigheter.

Som exempel visas i tabell 6.3 vilka värden på radier som olika rapporter föreskriver vid den dimensionerande hastigheten 30 km/h.

Tabell 6.3 Lämplig horisontalradie vid 30 km/h enligt olika rapporter.

Rapport	Radie vid hastigheten 30 km/h (m)
Guidelines for the design of bikeways, RTAC, Canada	24
Guide for bicycle routes, AASHTO, USA	20
Bicycle planning, Mike Hudson, Storbrittanien	20
Providing for cyclists: Principles and guidelines, Ove Arue, Australien	5
Handbuch für Radverkehrsanlagen und Radverkehr, Tyskland	22
Mastering traffic engineering, USA	20
Planning and design criteria for bikeways in California, USA	18
A bikeway criteria digest, USA	20
Bikeways-planning-design-implementation, Australien	8
The preparation of engineering plans and design, Australien	8

Som tabell 6.3 visar ger de olika rapporterna betydande skillnader i lämplig radie. Lämplig radie vid 30 km/h varierar från 5 m till 24 m! De rapporter som visar på samma radie har ofta hämtat sina resultat från samma källor.

Två ofta refererade formler för beräkning av lämplig radie är

$$R = 0.24 V + 0.42 \text{ och} \quad (6:1)$$

$$R = \frac{V^2}{127 (s + \mu)} \quad (6:2)$$

där R = radien (m)

V = dimensionerande hastighet (km/h)

s = skevning (m/m)

μ = friktionskoefficient

Formel (6:1), framtagen vid Davis University i USA, är ofta refererad, men tycks ge små värden på radierna. Detta beror på att hastigheten, V,

inte kvadrerats, vilket ett fysikaliskt resonemang visar att man bör göra.

Formel (6:2), som bygger på ett rent fysikaliskt resonemang, kan med andra beteckningar, skrivas:

$$R = \frac{V^2}{g \mu} \cdot \frac{\cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha + \sin \alpha} \quad (6:3)$$

där g = gravitationskraften ($9,81 \text{ m/s}^2$)

α = cykellänkens skevning ($^\circ$)

V = hastigheten (m/s)

Friktionskoefficienten är ett dimensionslöst uttryck som beskriver bromsverkan och är kvoten mellan friktionskraft och hjulbelastning. Det antas också att den avspeglar däckens förmåga att ta upp sidokrafter för styrmanövrar och kurvtagning. Teorin om friktion och friktionskoefficienter finns närmare beskriven i bilaga 1.

Två typer av friktion är intressanta i detta sammanhang, bromsfriktion och sidofriktion. Bromsfriktionskoefficienten, μ_b , och sidofriktionskoefficienten, μ_s , ger tillsammans den resulterande friktionskoefficienten, μ_{tot} , enligt formel 6:4.

$$\mu_{tot}^2 = \mu_b^2 + \mu_s^2 \quad (6:4)$$

Detta betyder att man inte kan utnyttja hela den tillgängliga sidofriktionen eftersom man då inte "får något över" till bromsfriktion. Ett lämpligt värde på sidofriktionskoefficientensom man empiriskt har funnit, är 0,2.

Bromsfriktionskoefficienten har uppskattats till 0.63 - 0.89 av Arnberg et al (1980). En kanadensisk handbok, Guidelines for the Design of Bikeways (1983) konstaterar att den tillåtna sidofriktionskoefficienten vid sväng på asfalterad bana, varierar från 0,30 vid 25 km/h till 0,22 vid 50 km/h. Denna handbok använder formel (6.2) och får då fram de värden som visas i tabell 6.4.

Tabell 6.4 Radier och friktionskoefficienter vid asfalterad körbana. Källa: Guidelines for the Design of Bikeways (1983).

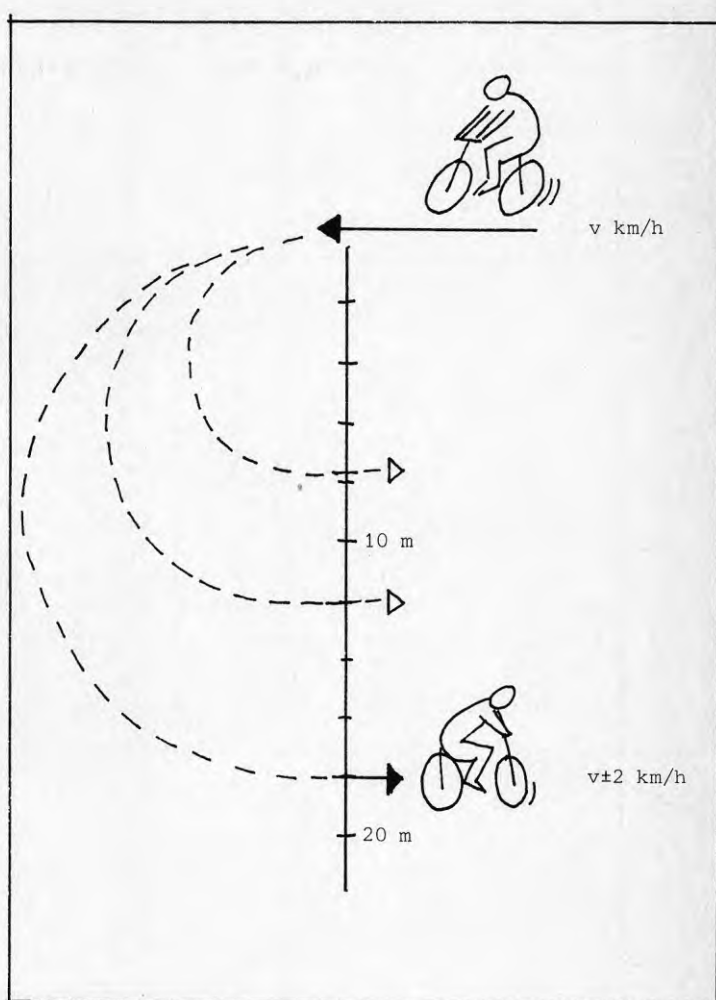
Dimensionerande hastighet (km/h)	Sidofriktionskoefficient	Radie (m)
25	0,30	15
30	0,28	24
35	0,27	33
40	0,25	47
45	0,23	64
50	0,22	82

Som vi kan se i tabell 6.4 ger formel (6:2) mycket stora värden på radierna vid högre hastigheter. Det är också intressant att konstatera att formel (6:2) beskriver ett samband som går genom origo. Ett helt korrekt samband bör inte ha detta utseende vid låga värden eftersom cykelns axelavstånd gör det besvärligt att svänga med mycket små radier.

Av de tre ekvationer som presenterats ovan verkar alltså inte någon ge ett helt korrekt samband för hur lämplig kurvradie varierar med hastigheten. Detta, plus det faktum att litteraturen visar på många olika resultat vad gäller radier har gjort att vi valt att utföra ett experiment som redovisas i avsnitt 6.4.2 nedan.

6.4.2 Cyklisters radier – ett experiment

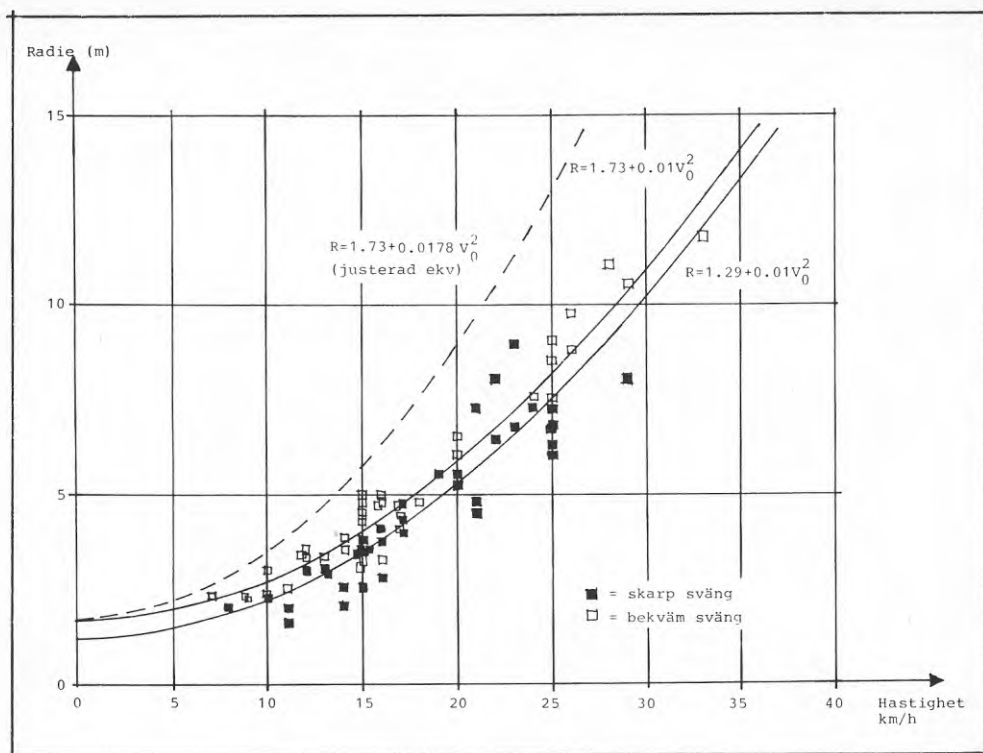
Försöket utfördes på en större asfalterad, torr, plan. Cyklister fick utföra en 180°-sväng, utan att nämnvärt minska hastigheten. Försöket videofilmades och med hjälp av markeringar på asfalten kunde radien avläsas. Cyklisternas hastighet mättes med hjälp av pistolradar, både vid ingången till (V_{in}), och utgången ur (V_{ut}) kurvan. Endast de fall där $|V_{in} - V_{ut}| \leq 2$ km/h togs med.



Figur 6.8 Försökupställning vid experiment med cyklisters radier.

Försöket genomfördes i två omgångar. I den första ombads cyklisterna göra en så skarp sväng som möjligt. I den andra omgången fick cyklisterna göra en vanlig bekväm sväng.

Resultatet av undersökningen framgår av figur 6.9.



Figur 6.9 Hur cyklisters radie beror på in-gångshastigheten i kurvan. Försök på torr asfalt.

Figur 6.9 visar de två sambanden för "skarp" och "bekväm" sväng. Ekvationerna för dessa två samband är:

$$R = 1.29 + 0.01 V^2 \quad (6:5)$$

för "skarp" sväng och

$$R = 1.73 + 0,01 V^2 \quad (6:6)$$

för bekväm sväng. Som vi kan se ger de båda sambanden ingen större skillnad i radie.

Om man räknar fram den totala friktionskoefficienten μ_{tot} ur dessa samband och ansätter sidofriktionskoefficienten $\mu_s = 0,20$, får man mycket höga värden på bromsfriktionskoefficienten. Dessa höga värden kan man bara tillgodogöra sig på ren, torr asfalt. Därför måste man justera kurvorna i figur 6.9 så att man inte använder större $\mu_b = 0,40$.

Efter denna justering har en ny kurva anpassats som fått ekvationen:

$$R = 1.73 + 0.0178 V^2 \quad (6:7)$$

6.4.3 Val av radier

Valet av lämplig radie i olika trafikmiljöer bestäms ofta av andra faktorer än den dimensionerande hastigheten på cykellänken. Det tillgängliga gatuutrymmet, hushörn, fastighetsgränser etc kan begränsa möjligheterna till en geometrisk optimal lösning.

Vid nybyggnad, och där utrymme finns, bör man dock använda sig av radier som är anpassade efter den dimensionerande hastighet man valt. Med utgångspunkt från den ovan presenterade undersökningen, och den i tabell 6.3 refererade litteraturen, föreslås i tabell 6.4 radier för olika dimensionerande hastigheter.

Tabell 6.4 Förslag till radier för cykellänkar vid olika dimensionerande hastighet som ej får underskridas.

Dimensionerande hastighet (km/h)	Minsta lämpliga radie (m)
Vid korsning mellan två cykellänkar 10	3
Plan mark, utrymmesbrist, ej moped 15	5
20	7
25	11
Normalfall 30	16
Vid nedförslut etc 40	29
50	45

Den normala dimensionerande hastigheten för cykelväg med tillåten mopedtrafik är 30 km/h. Vid nedförslut kan man med en enkel hastighetsmätning av cyklar, t ex på en bilväg som är parallell till den blivande cykellänken, få en uppfattning om lämplig dimensionerande hastighet och därmed radie.

De radier som anges i tabell 6.4 är att anse som rekommendationer för minsta lämpliga radie. Om man använder en radie som väsentligt understiger denna bör man på något sätt informera cyklisten om detta, t ex med vägmärke VMF 1.1.1 i miniformat.

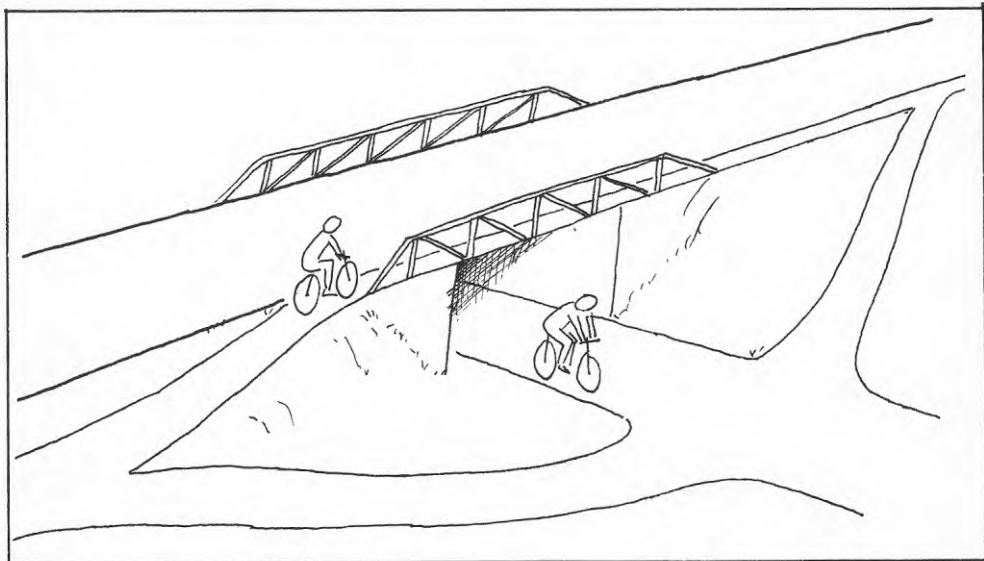
6.5 Cykellänkars lutning

En viktig parameter i cykellänkens standard är dess längdprofil. I del 1 har vi visat att rekommendationerna för lutningar på cykellänkar varierar mellan olika länder.

I detta avsnitt behandlas de faktorer som bestämmer lämplig lutning på cykellänken. Vidare behandlas en amerikansk metod för bestämning av lutning och slutligen ges rekommendationer för lutningen.

6.5.1 Allmänt om cykellänkars lutning

Vid planering av cykeltrafikanläggningar är det av stor vikt att man noga planerar även cykellänkars längdprofil. En cykellänk bör inte ha en längdprofil med större lutningar än en parallell bilväg. Vid gång-cykel tunnelar under en bilväg är det t ex viktigt att den längsgående cykelvägen intill bilvägen inte går ner i samma nivå som tunneln. Istället bör man låta den längsgående cykelvägen gå vid sidan av bilvägen, se figur 6.10.



Figur 6.10 Placering av längsgående cykellänk vid GC-tunnel.

De faktorer som bestämmer vilken lutning som är lämplig är:

- cyklistens arbetskapacitet (syreupptagningsförmåga)
- den hastighet cyklisten önskar hålla
- vindhastigheten
- luftmotståndet (cyklistens area)
- rullmotståndet (mellan hjul och underlag)

6.5.2 Bestämning av lämplig lutning

I en rapport av Adams & Ramey (1975) från universitetet i Davis, Kalifornien, presenteras en metod att bestämma lämplig lutning och lutningens längd.

Metoden bygger på fysikaliska samband för de krafter som behövs för att övervinna gravitationskraft, luftmotstånd samt rullmotstånd. Med hjälp av empiriska data för syreupptagningsförmåga, cyklistkaraktäristika som vikt, däcktryck etc beräknar man sedan hur långt en cyklist i viss ålder kan cykla i den ansatta lutningen. Hur metoden är framtagen beskrivs utförligt i bilaga 2.

Här följer en beskrivning av hur man använder sig av metoden.

Metod för bestämning av lutning och lutningens längd

1. Ansätt ett värde på lutningen ϕ hos den önskade backen. Eftersom alla rimliga lutningsvinklar är små gäller antagandet att $\sin\phi = \tan\phi = \phi$ (ϕ i radianer).
2. Bestäm för vilken personkategori som backen skall dimensioneras. Värde på syreupptagningsförmåga (β) och kroppsvikt (m_p) ur tabell 6.5.

Tabell 6.5 Maximal syreupptagningsförmåga, β (ml/min kg) och medelkroppsvikt, m_p (kg), för friska, otränade kvinnor och män.

	Ålder	90 perc	87½ perc	85 perc	medel- värde	15 perc	12½ perc	10 perc	medel- vikt (kg)
Kvinnor medel- längd 162 cm	20-29	23.9	32.0	34.2	37.1	40.0	42.2	50.3	58
	30-39	20.3	29.5	31.5	34.7	37.9	39.2	49.1	59
	40-49	22.1	27.1	28.4	30.2	32.0	33.3	38.3	63
	50-65	18.3	23.1	24.6	26.4	28.2	29.5	34.5	65
Män medel- längd 172 cm	20-29	28.4	37.6	40.1	43.4	46.7	49.2	58.4	70
	30-39	24.2	32.3	34.5	37.4	40.3	42.5	50.6	75
	40-49	23.5	30.9	32.8	35.5	38.2	40.1	47.5	76
	50-59	19.9	27.7	29.7	32.5	35.3	37.3	45.1	76
	60-69	16.4	23.8	25.7	28.4	31.1	33.0	40.4	76
	70-82	9.2	18.4	20.9	24.2	27.5	30.0	29.3	76

3. Räkna fram syreupptagningsgraden, K , ur formel 6.6.

$$K = \frac{1000}{\beta m_p} \left(0.3145 + 0.01155 [9.81 \phi (m_p + m_c) + (0.005 + \frac{0.92}{T}) \cdot (m_p + m_c) 9.81 + 0.65 (v_b + q)^2 A_D] v_b \right) \quad (6:6)$$

där

β = syreupptagningsförmåga, mlO₂/kg min
 m_p = cyklistens vikt, kg
 m_c = cykelns vikt, kg
 ϕ = ansatt lutning, radianer
 T = däcktrycket, kPa
 v_b = dimensionerande hastighet i backen, m/s
 d v s den hastighet cyklisten ej skall komma under
 q = vindhastighet, m/s (+ vid motvind, - vid medvind).
 A_D = cyklistens och cykelns tvärsnittsarea (m²)

4. Bestäm den tid t (s) en person maximalt orkar arbeta med syreupptagningsgraden K .

$$\text{Om } K < 1 \text{ (aerobt): } t = e^{\left(\frac{13.26}{K^2 + 1.31} \right)} \quad (6:7)$$

gäller för $t < 16\ 000$ sek)

$$\text{Om } K \geq 1 \text{ (anaerobt): } t = e^{\left(\frac{19.11}{K^2 + 2.32} \right)} \quad (6:8)$$

gäller för $t \geq 6$ sek)

5. Bestäm den dimensionerande tiden, t_d , (sek) med hjälp av följande säkerhetsfaktorer:

$$\text{Om } K < 1 \quad t_d = t/2 \quad (6:9)$$

$$\text{Om } K \geq 1 \quad t_d = t/3 \quad (6:10)$$

6. Bestäm hur lång backe, med lutningen ϕ , som man kommer upp för på tiden t_d

$$L_{\text{tot}} = L_c + L_p \quad (6:11)$$

där L_c är den sträcka som går åt för att sänka cykelns hastighet, v_i , till backens dimensionerande hastighet, v_b .

$$L_c = \frac{1}{\phi} (v_i^2 - v_b^2) \frac{1}{2g} \quad (6:12)$$

ϕ = backens lutning i radianer
 v_i = ingångshastighet i backen (m/s)
 v_b = dimensionerande hastighet i backen (m/s)

$$L_p = t_d \times v_b \quad (6:13)$$

7. Om backens längd L_{tot} inte är tillfredsställande (för lång eller kort), ansätter man ett nytt ϕ och början om på punkt 1.

6.5.3 Val av lämplig lutning

Med hjälp av den i avsnitt 6.5.2 beskrivna metoden kan man beräkna hur långt en viss personkategori kan cykla i en viss lutning.

I tabell 6.6 beskrivs backens längd i meter för lutningar mellan 2 - 16 %, för män resp kvinnor, i åldrarna 20, 40 resp 60 år. Längderna är beräknade för de lägsta acceptabla hastigheterna 5, 10 resp 15 km/h. Ingångshastigheten i backen är 16 km/h. Längderna gäller för 90 % av respektive personkategori, d v s det är endast de "svagaste" 10 % som inte klarar av den beräknade längden.

Tabell 6.6 Lutningens längd i meter för olika personkategorier, lutning och lägsta acceptabla hastighet. (Ingångshastighet 16 km/h).

LUTNING	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	10%	12%	14%	16%
Lägsta hast. 5 km/h											
Man 20 år	7493	5440	3837	2653	1814	1235	843	404	145	94	62
Kvinna 20 år	4334	2763	1730	1079	678	433	283	106	64	41	28
Man 40 år	5841	3865	2488	1579	1000	639	414	137	82	52	34
Kvinna 40 år	4041	2491	1510	916	562	353	158	90	54	35	24
Man 60 år	4052	2409	1407	824	490	300	140	77	46	29	20
Kvinna 60 år	2516	1380	760	429	252	122	88	49	30	20	15
Lägsta hast. 10 km/h											
Man 20 år	5081	2361	1109	546	223	145	98	49	28	18	13
Kvinna 20 år	1981	797	260	153	95	62	43	24	15	11	-
Man 40 år	3029	1224	526	202	123	79	53	28	18	12	-
Kvinna 40 år	1697	655	222	129	79	52	36	21	14	10	-
Man 60 år	1568	571	196	111	68	44	31	18	12	-	-
Kvinna 60 år	791	227	120	69	44	30	22	14	-	-	-
Lägsta hast. 15 km/h											
Man 20 år	1781	426	217	118	69	43	29	15	10	-	-
Kvinna 20 år	376	168	83	46	28	19	14	-	-	-	-
Man 40 år	866	239	115	61	36	24	17	10	-	-	-
Kvinna 40 år	327	142	69	38	24	16	12	-	-	-	-
Man 60 år	302	125	60	33	20	14	10	-	-	-	-
Kvinna 60 år	170	71	36	21	14	10	-	-	-	-	-

Man kan ur tabell 6.6 välja ut någon form av "dimensionerande person" och sedan dimensionera sina lutningar efter denna.

Vi väljer här en "dimensionerande person" för lutningar" med följande karakteristika:

Kvinna 60 år

$$\begin{aligned}\beta &= 18,3 \text{ ml O}_2 / \text{min kg} \\ m_p &= 65 \text{ kg} \\ m_c &= 15 \text{ kg} \\ T &= 414 \text{ kPa} \\ A_D &= 0.37 \text{ m} \\ v &= 16 \text{ km/h}\end{aligned}$$

Vi väljer att se på två olika alternativ. För båda alternativen gäller att 90 % av de 60-åriga kvinnorna skall klara av att cykla upp för backen. I alternativ 1 är den lägsta acceptabla hastigheten 5 km/h och i alternativ 2 10 km/h.

I tabell 6.7 redovisas längsta lämpliga längder för de båda alternativen samt en jämförelse med RIGU:s värden för externa cykelvägar.

Tabell 6.7 Längsta lämpliga längd på lutningar för cykellänkar, jämförelse med RIGU.

Längsta lämpliga längd (m)	Lutning							
	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %
Alt 1: $v = 10 \text{ km/h}$	791	227	120	69	44	30	22	14
Alt 2: $v = 5 \text{ km/h}$	2516	1380	760	429	252	122	88	49
RIGU	-	666	225	100	50	-	-	-

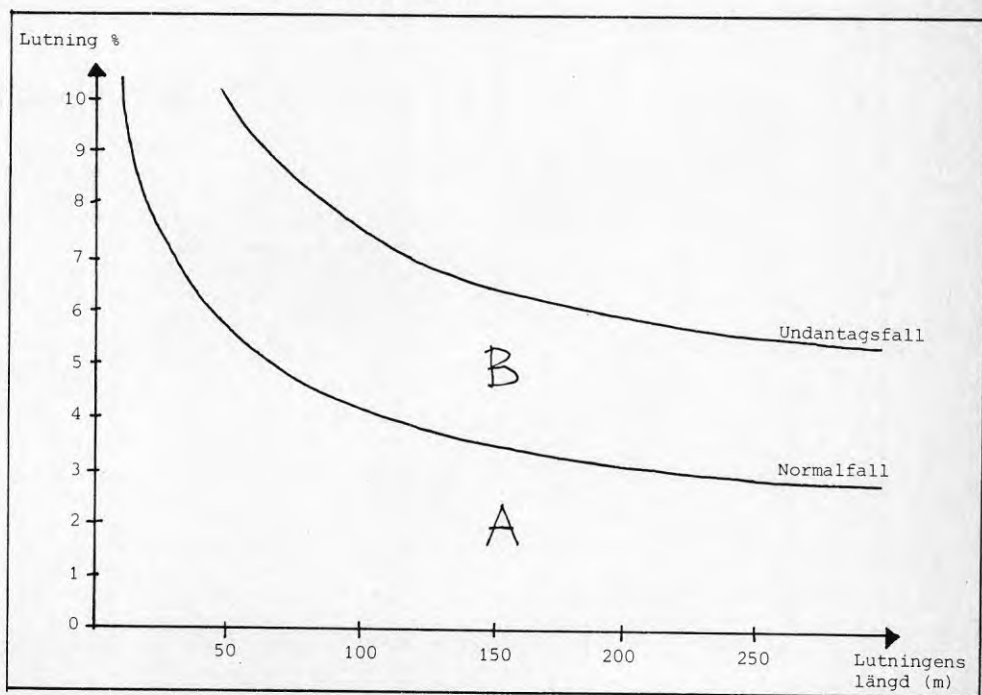
Som vi ser i tabell 6.7 ger 5 km/h som lägsta acceptabla hastighet betydligt längre längder på lutningarna, än de som föreskrivs i RIGU. En lägsta acceptabel hastighet på 10 km/h ger kortare längder på lutningarna, vid lutningar mindre än 6 %, än vad RIGU anser.

Enligt del 1, (Ljungberg 1982) är medelhastigheten för 60-åriga cyklister c:a 14 km/h. Det verkar alltså inte orimligt att tänka sig att man i normalfall dimensionerar efter en lägsta acceptabla hastighet på 10 km/h för 60-åriga kvinnor. Undantagsfall bör man dock kunna använda 5 km/h som dimensionerande.

Tabell 6.8 Längsta lämpliga längd på lutningar för cykellänkar, förslag.

Längsta lämpliga längd (m) på lutning	Lutning							
	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %
Normalfall	790	225	120	65	45	30	20	10
Undantagsfall	2 500	1 380	760	430	250	120	90	49

Som tabell 6.8 visar bör man inte använda sig av lutningar större än 10 %. Om man plottar värdena i tabell 6.8 i ett diagram får man följande figur:



Figur 6.11 Samband mellan lutning och lutningens längd.

Figur 6.11 bör användas på det sättet att man kontrollerar lutning/lutningens längd och denna punkt skall då i normalfall hamna i fält A, eller i undantagsfall i fält B. Med undantagsfall menas t ex när utrymmet inte medger en tillräckligt lång lutning, t ex vid olika typer av ramper.

6.6 Cykellänkars beläggning

En mycket viktig faktor, som bestämmer om cykellänken skall bli använd eller ej, är beläggningen. Cyklister är känsliga för ojämnheter i underlaget och väljer i princip alltid det jämnaste, slätaste underlaget. Därför är det t ex mycket viktigt att en cykelbana har en minst lika jämn yta som den parallella körbanan.

I detta avsnitt behandlas de krav som kan ställas på beläggning för cykellänkar (6.6.1) och hur kommunerna bygger cykellänkar idag, materialval etc (6.6.2).

6.6.1 Krav på cykellänkars beläggning

För att en cykellänk skall komma att användas räcker det inte med säker utformning och gensträckning. Ojämn beläggning, t ex efter uppgrävning till ledningar, dåligt utförda kantstenar vid övergång mellan cykellänk och gata och felvända brunnsgaller medverkar till att cyklister inte använder de ytor som är avsedda för dem. En dålig kvalité på beläggningen ger också den effekten att cyklisterna måste koncentrera sig på att undvika hålor och ojämnheter och blir alltså mindre uppmärksamma på trafikmiljön i övrigt.

Beläggningsens funktionella tillstånd, d v s populärt "Hur bra den är att färdas på", kan mätas med en amerikansk metod, PSR, Present Serviceability Rating. Metoden bygger på att brukarna, i det här fallet cyklisterna, får betygsätta beläggningsstandarden. PSR-värdet kan sedan användas för att bestämma vid vilken tidpunkt beläggningen behöver underhåll. Hur PSR kan användas i detta avseende diskuteras vidare i kapitel 9.

De funktionella tillståndsparametrarna som beskriver beläggningsens standard är

- jämnhet
- friktion
- rullmotstånd
- ljustekniska egenskaper

där de tre sistnämnda främst kan relateras till slitlagret.

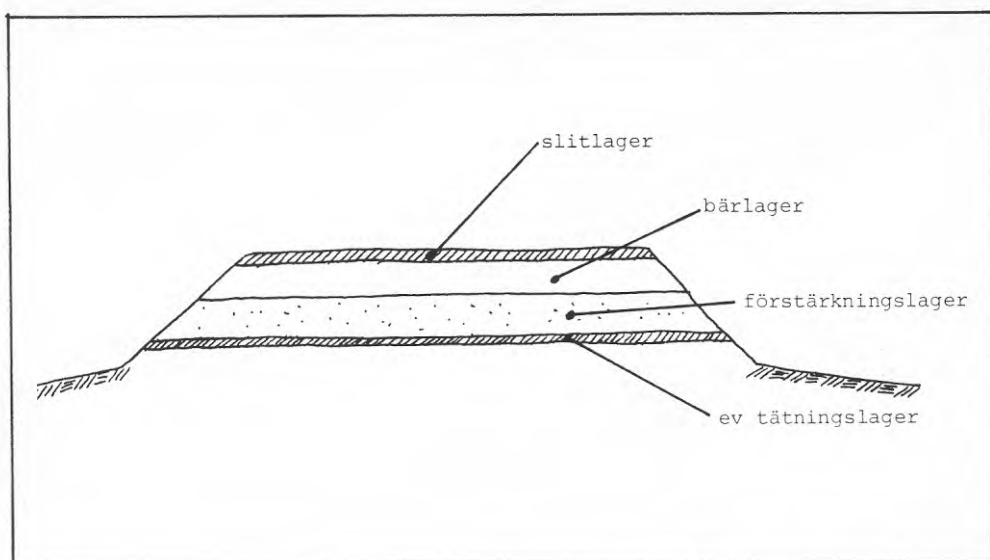
Enligt "Gang- og cykelvejes opbygning, NVF, 1983" har inget av de nordiska länderna några klart formulerade funktionskrav för GC-vägars

	<p>uppbbyggnad. I Sverige finns krav på bituminösa beläggningars planhet i Mark AMA.</p>
Påverkan	<p>Beläggningar på gång- och cykelvägar utsätts för i huvudsak tre typer av påverkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - från trafiken - av klimatet - "vägtekniska"
Trafiken	<p>Påverkan från trafiken kommer från cyklar och gående men också barnvagnar, rullstolar, hästar m m. Dessa påverkar främst ytlagret, men på de flesta GC-vägar förekommer också påverkan på bärlagret från t ex sopmaskiner, snöplogar, sopbilar, utryckningsfordon etc.</p>
Klimat	<p>Påverkan av klimatet är t ex frostsprängning. Denna typ av påverkan sammanhänger ofta med brister i bärlagret. Regn, solljus o s v medverkar också till att t ex asfaltbeläggningar åldras.</p>
"Vägtekniska"	<p>"Vägteknisk" påverkan förekommer vid byggande och underhåll av cykellänken. Vid byggnation utsätts cykellänken ofta för påverkan av lastbilar, grävmaskiner o s v som ofta är betydligt tyngre än underhållsfordonen.</p> <p>Vid uppgrävning för ledningar, rör etc är det vanligt att lagningen utförs bristfälligt, eller i värsta fall inte alls. Denna typ av dåligt utförda lagningar kan spolierna, i övrigt, god standard och medverka till att cykellänken inte används.</p>
Dimensionering	<p>Dimensionerande för uppbbyggnad av GC-länkar blir alltså oftast den maskinpark som används för underhållet. För GC-länkar vid bostäder måste man dessutom räkna med att flyttbilar, sopbilar, handikappfordon etc använder GC-länken som körväg.</p>

6.6.2 Materialval för cykellänkar

I vår enkätundersökning till Sveriges kommuner har vi också ställt frågor om hur man utför överbyggnad och ytbeläggning på sina cykellänkar.

Den normala uppbbyggnaden på en cykelväg framgår av figur 6.12.



Figur 6.12 Överbyggnad för GC-väg.

Tätningslager	Om underlaget är t ex lera eller silt eller annan jordart med dålig bärighet använder man ett tätningslager. Tidigare har man mest använt sand, 10-15 cm, men under senare år har man mer och mer gått över till att använda fiberduk.								
Förstärkningslager	Förstärkningslagret fungerar kapillärbrytande och ger tillräcklig höjd på överbyggnaden samt ger också ett bidrag till bärigheten. Det senare gör att man ibland kan minska bärlagret om man har ett förstärkningslager. Förstärkningslagret utelämnas ibland eftersom lagrets funktion ofta kan ingå i t ex ett bärlager av grus. De kommuner som har cykellänkar använder följande material till förstärkningslager:								
	<table border="0"> <tr> <td>- grus</td> <td style="text-align: right;">86 %</td> </tr> <tr> <td>- sand</td> <td style="text-align: right;">8 %</td> </tr> <tr> <td>- kross</td> <td style="text-align: right;">3 %</td> </tr> <tr> <td>- makadam</td> <td style="text-align: right;">3 %</td> </tr> </table>	- grus	86 %	- sand	8 %	- kross	3 %	- makadam	3 %
- grus	86 %								
- sand	8 %								
- kross	3 %								
- makadam	3 %								
	Förstärkningslagret utförs med i medeltal 24 cm tjocklek. Det utförs någon cm tunnare i södra Sverige och c:a 6 cm tjockare i norra Sverige.								
Bärlager	Bärlagrets funktion är att bära den belastning som kan förekomma på en cykellänk. De flesta kommuner, 91 %, använder krossgrus som bärlager. Övriga använder 80BG, samkross eller stenmjöl. Bärlagret läggs i tjockleken 8-25 cm i 80 % av fallen.								
Slitlager	Som ytlager, slitlager används i 99 % av fallen asfaltbetong MAB 60-80 eller AB 60-80. Endast 5 av de 241 kommuner som har cykellänkar säger								

sig alltid använda grusbeläggning, BG 60-80, som ytlager.

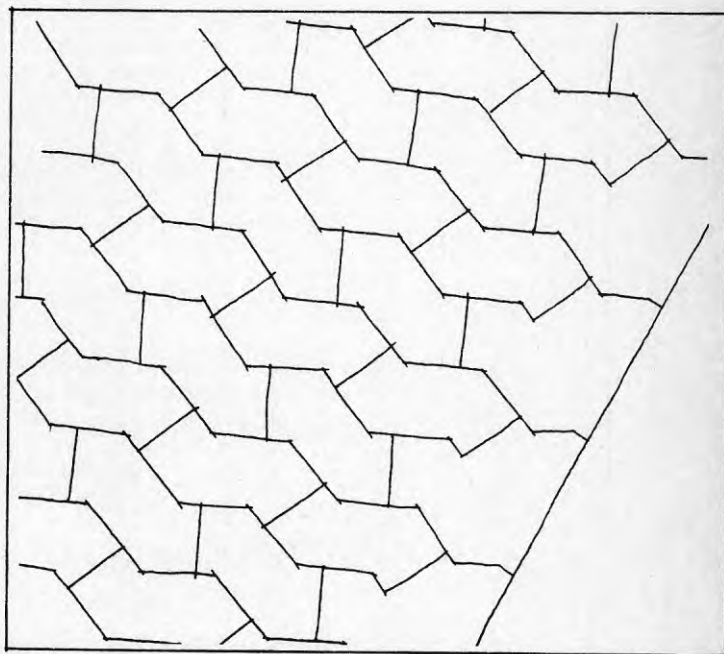
Det är viktigt att cykellänken ges en beläggning som inte är sämre än de bilvägar som är alternativ till den. I de flesta fall innebär detta att en grusbeläggning inte är tillräckligt bra.

Asfalt

Den bästa beläggningen ur cyklistens synvinkel är asfalt. Asfaltbeläggning är förhållandevis dyr att anlägga, men billig och enkel att underhålla. Den snöröjs och sopas med traktor eller specialmaskin. Asfalt kan också göras i olika färger, för att t ex skilja cykelbanan från den övriga körbanan. I korsningar kan de avvikande färgen användas för att göra bilisterna uppmärksamma på närvaron av cykelöverfart.

Betongplattor

Betongplattor med breda fogar, oftast i formatet 400 x 400 mm, är inte lämpliga som beläggning på cykellänkar. Det är tvärtom så att de kan användas för gångytor där cyklister inte skall befinna sig. Betongplattor på gångdelen och asfalt på cykeldelen är ett bra sätt att skilja trafikslagen åt på kombinerade GC-länkar, se avsnitt 6.2.3. Betongsten, av typen UNI-sten eller SF-sten, har smalare fogar och ger överhuvudtaget en jämn yta som väl lämpar sig som beläggning på cykellänkar, se figur 6.13.



Figur 6.13 Betongsten av typ SF.

Gatsten	Denna typ betongsten finns i olika kulörer vilket ger en möjlighet att ha olika färg på gång- respektive cykelbana. Betongsten är dyr att anlägga men billig att underhålla.
Grus	Gatsten är olämpligt som beläggning på cykellänkar. På gator med gatsten där cykellänkar skall finnas, kan gatstenen bytas ut mot t ex SF-sten som i de flesta fall bör vara estetiskt acceptabelt.
Ekonomi	Grusbeläggning på cykellänkar är ganska ovanligt i Sverige och bör endast användas i undantagsfall. Grusbeläggning ger längre bromssträcka än asfalt, dammar vid torrt väder och blir ofta spårig vid regn. Kostnaden för anläggande av cykellänkar måste ses i förhållande till den nytta man får av cykellänken. En bättre beläggning, i form av asfalt istället för grus, kan t ex "betala sig" i form av högre utnyttjande, lägre underhållskostnader o s v. Man bör naturligtvis sträva efter att optimera förhållandet kostnad/nytta. Utvärdering av cykeltrafikinvestering diskuteras i ett annat projekt inom cykelforskningen vid LTH, (Persson 1985).

6.7 Cykellänkars belysning

För att cykellänkar skall utnyttjas även i mörker måste de ha samma standard på belysningen som intilliggande bilvägar. Även platser där GC-länkar går igenom skogs- och bostadsområden bör vara belysta.

Innehållet i detta avsnitt är till största delen hämtat ur "Vedlikehold av gång- och sykkelveger", NVF rapport nr 24 samt ur "Gång och cykelbanor/vägar, anvisningar för projektering och byggande", Gatukontoret, Göteborg.

Någon forskning om belysning på cykellänkar har inte utförts inom ramen för detta projekt. Detta avsnitt har tagits med för att rapporten skall ge en heltäckande bild av utformning av cykeltrafikanläggningar. De frågor som behandlas här är belysningstekniska krav, avsnitt 6.7.1, anläggningsgeometri, avsnitt 6.7.2 och belysning i tunnlar, avsnitt 6.7.3.

6.7.1 Belysningstekniska krav för cykellänkar

De krav man kan ställa på belysningen på en GC-länk varierar med vilken trafikmängd som utnyttjar länken.

Tabell 6.9 Belysningstekniska krav för GC-länkar. Källa: vedlikehold av gang- og sykkelveger, NVF, Rapport 24:1984.

Trafikmängd	Medelbelysningsstyrka (lux)	Minimibelysningsstyrka (lux)
Liten trafik	2	0,5
Normal trafik	5	1
Stor trafik	10	3

Det är viktigt att belysningen på GC-länkar med stor trafik kvälls- och nattetid inte är sämre än på de bilvägar som utgör alternativ till GC-länken.

Partiell nedsläckning mellan kl 00.00 - 05.00, på t ex GC-länkar mellan bostadsområden, kan provas från fall till fall, men ger i allmänhet en marginell besparing.

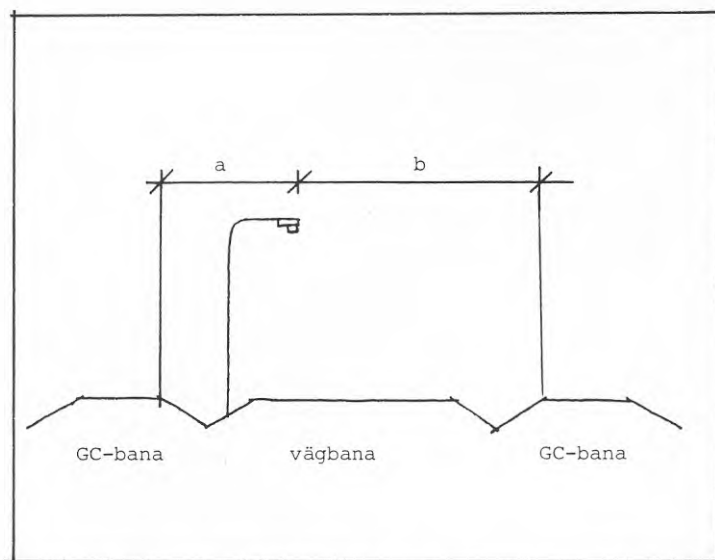
6.7.2 Anläggningsgeometri

Avståndet mellan ljuspunkterna varierar beroende på trafikflödet. Exempel på stolpavstånd redovisas i tabell 6.10.

Tabell 6.10 Stolpavstånd (m) vid olika typer av belysningsarmatur. Källa: Vedlikehold av gang- og sykkelveger, NVT, Rapport 24: 1984. Cykellänkens bredd 2,5 m.

Stolphöjd	Armatur	Trafikmängd		
		Liten	Normal	Stor
6,0	Optikarm. 125 W	42	37	27
	Optikarm. 125 W	35	32	26
4,5	Optikarm. 80 W	32	29	23
	Rundstrål. utan arm 125 W	35	25	12

Om man har en cykelbana som ligger intill en belyst körbana kan man normalt anpassa avståndet mellan körbanans armaturrad och cykelbanekanten så att separat belysning på cykelbanan inte behövs, se figur 6:14.



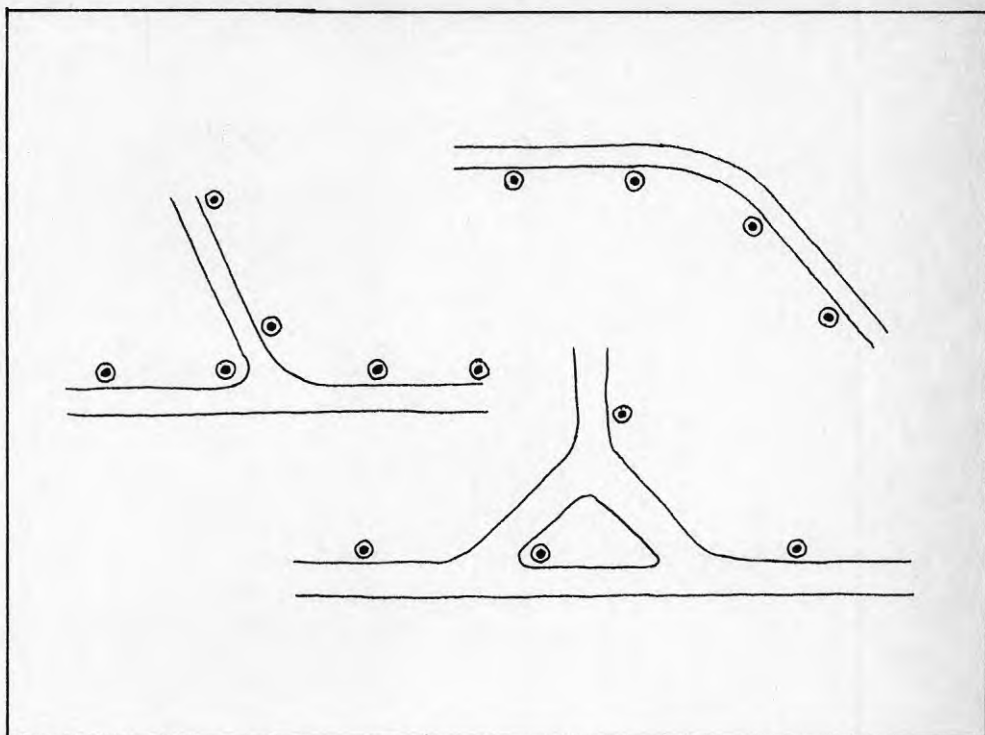
Figur 6.14 Placering av körbanebelysning så att även cykelbanan belyses. Måttparametrar för tabell 6.11.

Måtten för a och b i figur 6.14 beskriver de parametrar som påverkar belysningen på cykelbanan. I tabell 6.11 anges värden på parametrarna a och b. Tabellen gäller för 3,0 m bred cykelbana, 8,3 m stolphöjd och 30 m stolpavstånd.

Tabell 6.11 Avstånd a och b (m) enligt figur 6.14 för belysning av kör- och cykelbana. Källa: Vedlikehold av gang- og sykkelveger, NVF, Rapport 24:1984.

Armatur	Trafikmängd		
	Liten	Normal	Stor
Symmetrisk 250 W Hg	a = 10,0 b = 11,0	a = 6,5 b = 7,5	a = 3,5 b = 4,0
Asymmetrisk 250 W Hg	a = 10,0 b = 14,0	a = 6,0 b = 8,5	a = 3,0 b = 5,0

Belysningsstolpar placeras på minst 0,35 m avstånd från beläggningkant till centrum stolpe. Det är också viktigt att man undviker att placera belysningsstolpar i innerkurva. Exempel på placering av belysningsstolpar visas i figur 6.15.



Figur 6.15 Placering av belysningsstolpar i kurva. Källa: Gång- och cykelbanor/vägar. Anvisningar för projektering och byggande. Gatukontoret, Göteborg.

Om belysningsstolpar måste placeras i innerkurva bör avståndet till beläggningskant ökas till minst 1 m.

6.7.3 Belysning i GC-tunnlar

Detta avsnitt behandlar normala GC-tunnlar utan speciella krav på estetiska eller belysningsmässiga kvaliteter. Centralt belägna och från utseendepunkt speciellt känsliga tunnlar kan behöva en högre standard. Detta gäller också tunnlar med mycket hög trafikbelastning.

På samma sätt måste tunnlar med "onormala" dimensioner, t ex höjd över 3 m, bredd över 6 m eller under 3 m, eller en längd som överstiger 40-50 m behandlas speciellt.

Armatyrerna, normalt 80 W Hg, placeras normalt på väggarna.

Nattbelysning

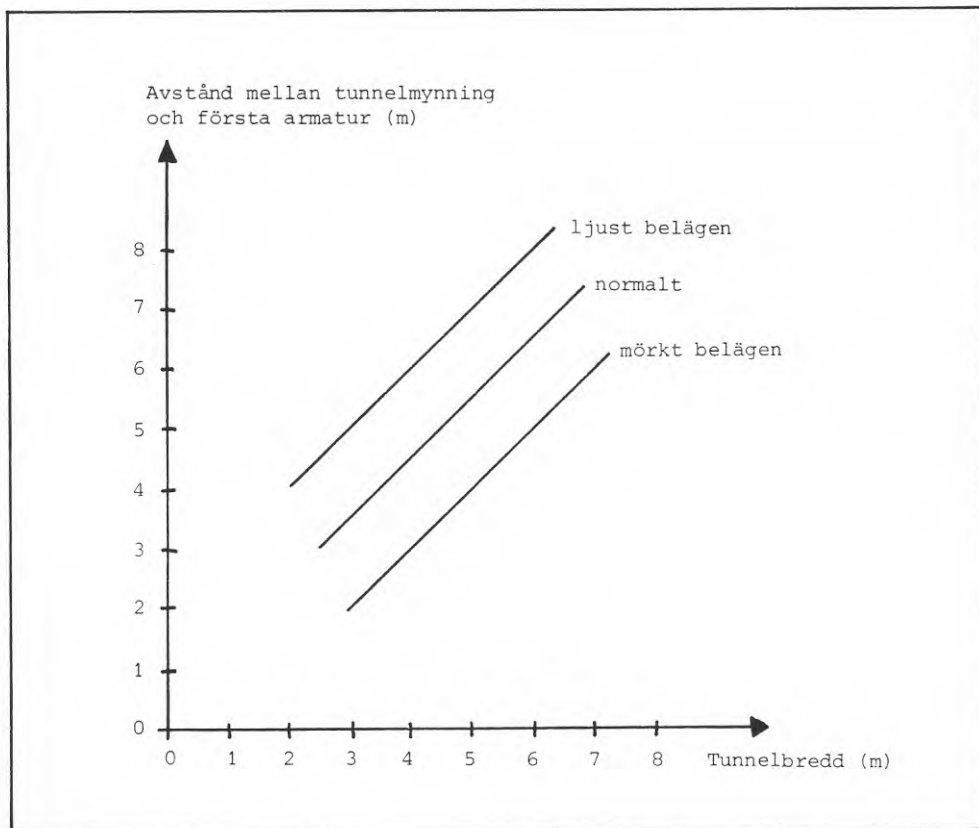
Alla GC-tunnlar med en längd större än 9-15 m bör ha belysning nattetid. De högsta värdena gäller vid extremt gynnsamma förhållanden.

Medelbelysningsnivån skall vara c:a 10 lux vilket motsvarar 1 armatur per 5 m tunnel. Normalt väljer man enkelsidig belysning. I tunnlar med stora trafikmängder, eller där den genomgående cykellänken i övrigt har en hög standard, används dock dubbelsidig belysning med 4-5 m armaturavstånd.

Dagbelysning

Dagbelysning krävs i tunnlar med cykeltrafik när längden överstiger 15-20 m. I tunnlar med enbart gångtrafik behövs belysning när längden överstiger 20-25 m. De lägre värdena tillämpas när tunnelarna är mörkt belägna och/eller innehåller kurvor. För ljusst placerade, raka tunnlar används de högre värdena.

Dagbelysning omfattar normalt 2 armaturer per 4-5 m tunnellängd, parvis monterade. Första armaturparet placeras på det avstånd från tunnelmynningen som anges i figur 6.16.



Figur 6.16 Avstånd från tunnelmynning till första armatur för olika tunnelbredder. Källa: Gång- och cykelbanor/vägar, Anvisningar för projektering och byggande, Gatukontoret, Göteborg.

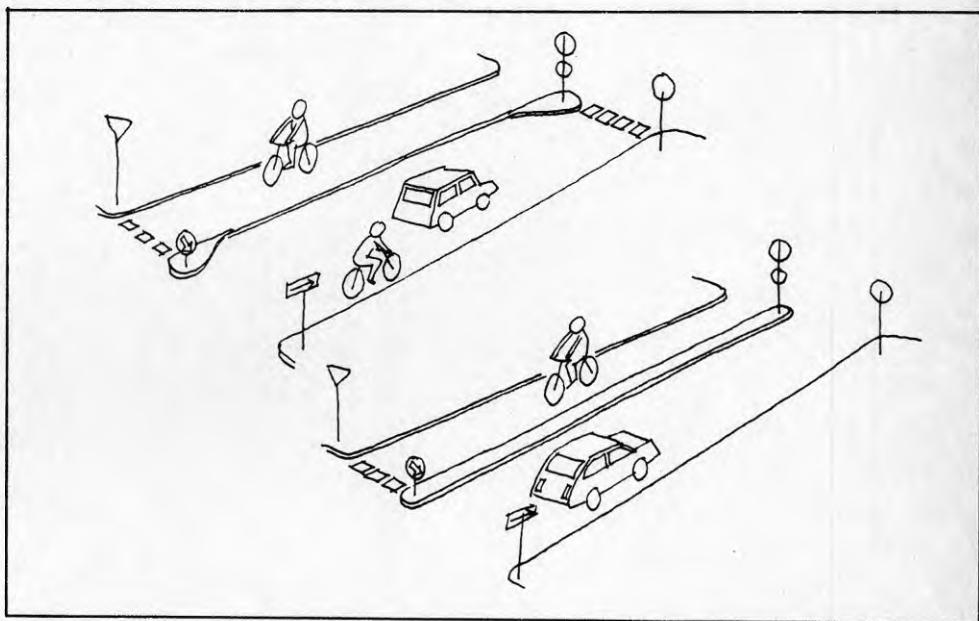
6.8 Speciallösningar

Vid planering och projektering av cykeltrafik-anläggningar hamnar man ofta i problem som inte kan lösas direkt efter "regelboken". Den "vanliga" lösningen behöver heller inte i alla fall vara den bästa. Många gånger kan en okonventionell lösning ge den ur cyklistens synvinkel bästa utformningen.

Det finns t ex inga skäl i sig att cykellänkar måste gå parallellt med bilvägar. Den smidighet och mellanställning mellan fotgängare och fordon, som en cyklist har, innebär ibland att bilvägens sträckning är obekvä, ogen och inte ger möjlighet att utnyttja denna cykelns särställning. Det är därför viktigt att planeraren väl känner cyklisternas speciella krav och problem så att han på ett kreativt sätt kan komma fram till de speciallösningar som ofta krävs.

Motriktade

Ett exempel på dessa speciallösningar är t ex motriktade cykelfält/cykelbanor på enkelriktade gator. Dessa motriktade cykelfält/banor kan införas på ett flertal olika sätt. Med målad linje, med limmat betongkantstöd, med resp utan refug i början och slutet o s v. Vid små biltrafikmängder kan man också tillåta motriktad cykeltrafik utan annan åtgärd än skyltning. Exempel på utformning av motriktade cykellänkar visas i figur 6.17.



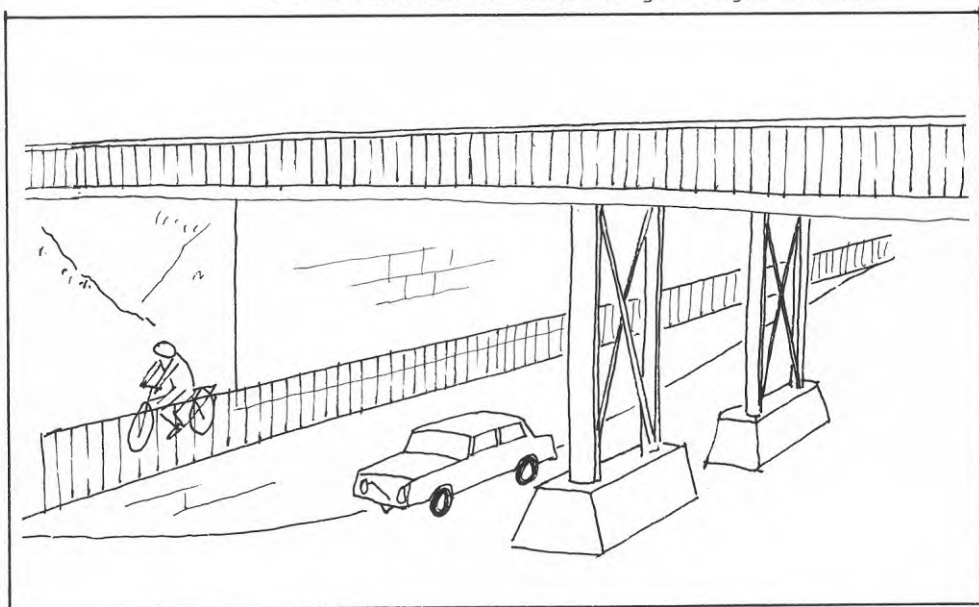
Figur 6.17 Exempel på olika utformning av motriktade cykellänkar.

Gågator

Vid gågator, där man ofta får cykeltrafik, är det ofta möjligt att anlägga en cykelbana. Denna bör då utföras med annan beläggning än gågatan i övrigt. Blomsterlådor etc kan också användas för att markera var cyklarna skall vara. Det finns dock ett stort behov av forskning som visar hur man kan blanda oskyddade trafikanter i centrumområdena.

En redovisning av olika speciallösningar blir naturligtvis mycket omfattande eftersom varje specialproblem har sin speciallösning. Här kommer endast att visas ett ytterligare exempel.

I figur 6.18 visas ett exempel från Eslöv där man låtit cykelbanan få en mer bekväm längdprofil än körbanan under en järnvägsviadukt.



Figur 6.15 Cykelbana i Eslöv där cykelbanan har gynnsammare längdprofil än körbanan.

Här har man, vid en sänkning av körbanan för att få större fri höjd, låtit cykelbanan behålla den gamla nivån. Förutom enklare förstärkningsarbeten har detta också inneburit att cyklisterna fått en längdprofil som ger en mindre nivåskillnad.

7 Utformning i korsning

Som vi har sett i kapitel 5 inträffar de allvarligaste cykelolyckorna i korsningar. I korsningar kolliderar cyklisterna oftast med bilar, medan man på länkar mellan korsningar mest blir inblandad i lindrigare cykel-cykelolyckor. Man kan säga att korsningarna utgör den svagaste "länken" i den kedja som ett cykelstråk utgör. Ur cyklisternas synvinkel utgör korsningarna ofta ett nödvändigt ont. De gör att man måste sakta in och bromsa bort rörelseenergi och de har en hög risk.

Det är av stor vikt hur korsningarna utformas. Utformningen påverkar cyklisternas beteende och därmed deras risk. Många av dagens korsningar har en, från cyklisters synpunkt, dålig eller i vissa fall, direkt felaktig utformning.

I detta kapitel behandlas korsningar med cykeltrafik ur utformningssynvinkel. Hur utformningen i stort påverkar säkerheten har inte behandlats i fältundersökningarna till detta projekt. Detta ämnesområde har behandlats i andra projekt vid institutionen för trafikteknik, LTH, (Linderholm 1984) och refereras därför endast kortfattat här.

I de följande avsnitten behandlas olika typer av korsningar med cykeltrafik. Vidare diskuteras hur detaljutformningen påverkar cyklisters beteende.

Korsningarna kan ur trafiksäkerhetssynpunkt indelas i följande huvudgrupper:

- planskilda
- signalreglerade
- ej signalreglerade

7.1 Planskilda korsningar

Planskilda korsningar är det mest trafiksäkra sättet att lösa en korsning mellan en bilväg och en cykellänk. För att detta skall gälla krävs dock att den planskilda korsningen utformas så att cyklisterna väljer att använda den. Det är mycket viktigt hur tunneln eller bron ansluter till cykelvägnätet. Cyklister som "läcker ut" i biltrafiksystemet i sådana punkter utsätts ofta för mycket stora olycksrisker.

När skall man då använda planskilda korsningar? Korsning med motorväg och motortrafikled måste naturligtvis alltid ske planskilt.

I finska normer, "Projektering av vägar för

lätt trafik", (1975), anger man att det är lämpligt att anlägga planskilda korsningar när trafikflödet är $\geq 9\ 000$ f/d. Vidare anger man att man bör ordna planskilda korsningar:

- vid riks-och länsvägar när hastigheten är hög
- när en stor del av trafikanterna är barn, äldre eller rörelsehindrade
- när terrängen enkelt medger korsning i två plan
- när mängden cyklister och gående som korsar en bilväg vissa tidpunkter på dygnet är exceptionellt stor.

Frågan om man skall välja tunnel eller bro avgörs av hur terrängen ser ut. De fördelar en bro har framför en tunnel är enligt "Providing for the cyclists, Institution of Highways and Transportation", 1983:

- ingen belysning behövs under dagtid
- mindre risk för vandalisim, överfall etc
- mindre störning under byggnadstiden (inget arbete under jord)
- öppenhet
- enklare dränering
- samlar inte skräp
- i många fall billigare

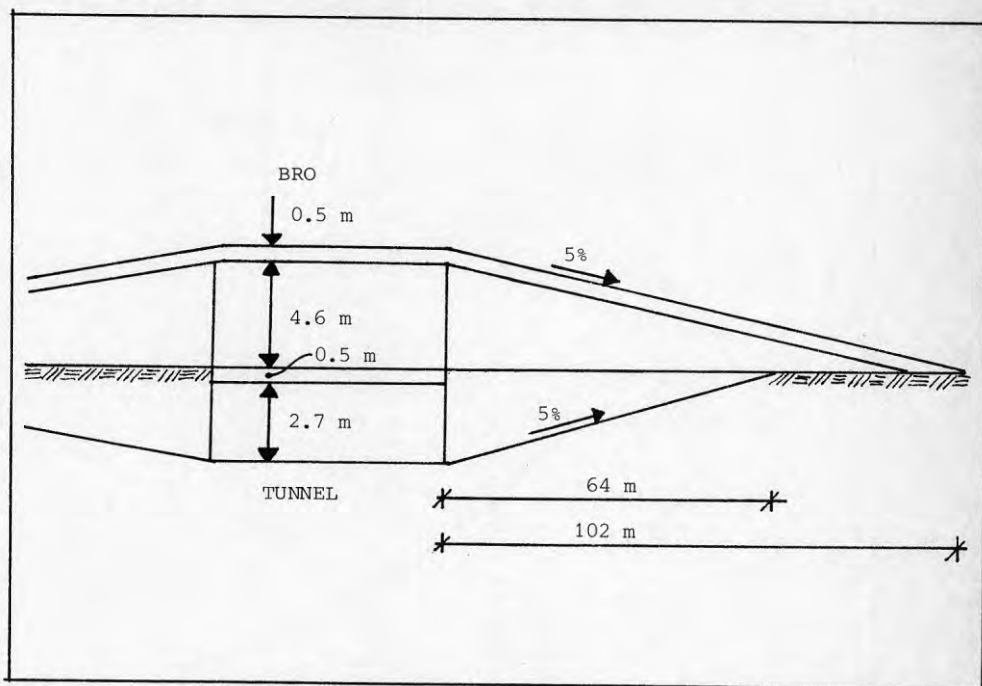
De nackdelar en bro har jämfört med tunnel är:

- ger oftast större nivåskillnader
- ger visuellt intrång
- föremål kan tappas från dem
- exponeras för vädret.

Den största nackdelen en bro har är, ur cyklistens synvinkel, naturligtvis att den oftast ger större nivåskillnader. Bilvägen behöver oftast en fri höjd på c:a 4,6 m vilket betyder att nivåskillnaden blir minst 5,1 m. Här är det viktigt att ramperna inte blir för branta. Enligt kapitel 6.5, om cykellänkars lutning, kan man vid ramper etc välja att dimensionera för "undantagsfall". Om man väljer 8 % lutning ger detta en längd på rampen på 64 m. En för cyklisten mera bekväm ramp med lutningen 5 % får längden 102 m. Dessa problem med långa ramper etc har gjort att broar för cykeltrafik är ganska sparsamt förekommande i Sverige.

I de fall när bilvägen går i skärning kan däremot en bro ge betydligt bekvämare lutningar än en tunnel.

Figur 7.1 visar skillnaden i utrymmeskrav för ramper och tunnlar vid lutningar på 5 % och plan mark.



Figur 7.1 Skillnad i väg, horisontellt och vertikalt mellan tunnel och bro.

De karakteristika som gäller för en GC-tunnel är:

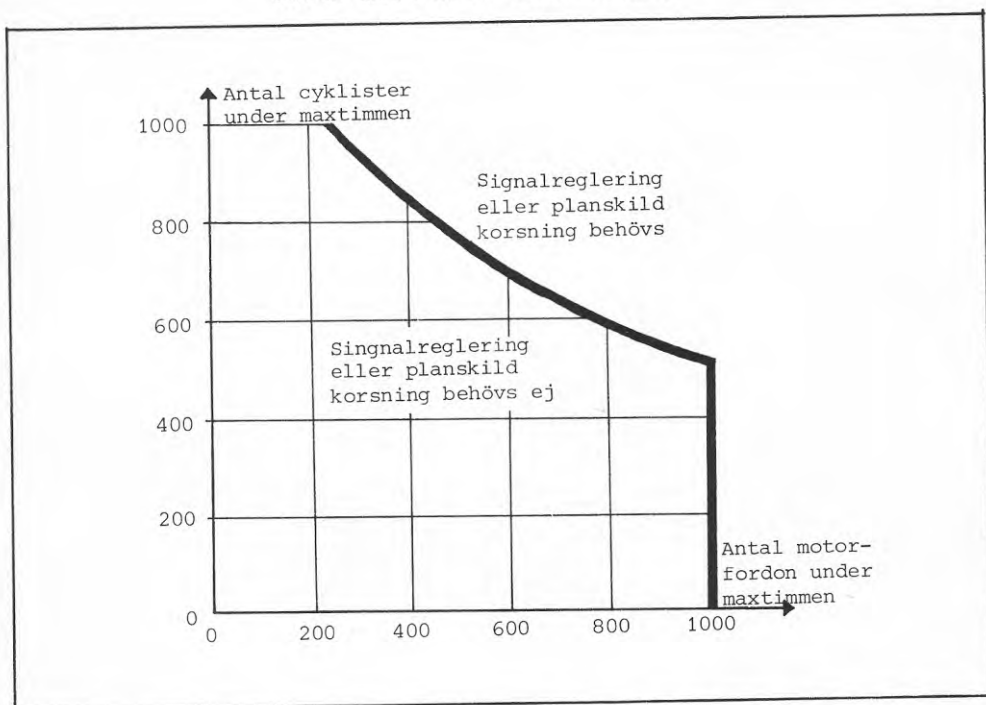
- bredd 5,0 m (eller minst samma bredd som anslutande cykellänk)
- höjd 2,7 m (här är det underhållsfordon som dimensionerar)
- lutning på anslutning 5 % (normalfall, 3 % önskvärt, 8 % max)

7.2 Signalreglerade korsningar

Signalreglerade korsningar för cykeltrafik kan vara dels friliggande (avsnitt 7.2.2), dels i anslutning till korsning i bilnätet (avsnitt 7.2.3).

7.2.1 Allmänt om signalreglering för cyklister

Frågan om när signalreglering behövs har diskuterats bl a i "Safety and location criteria for bicycle facilities, 1975". I figur 7.2 visas när signalreglering behövs, som funktion av antal cyklister och antal korsande motorfordon under mest belastade timmen.



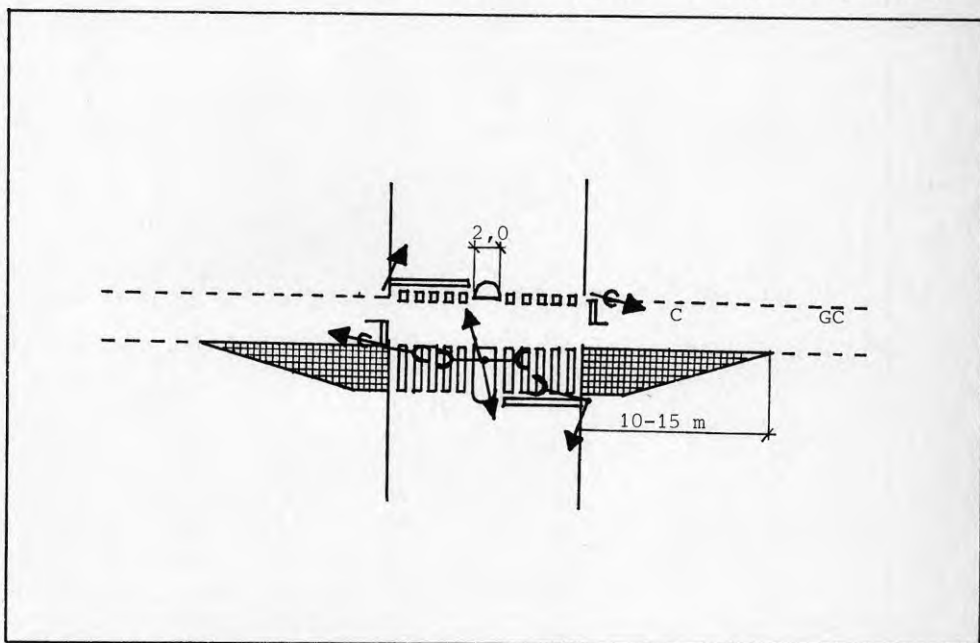
Figur 7.2 Amerikansk modell för när signalreglering eller planskild korsning behövs. Källa: Safety and location criteria, 1975.

Det är svårt att på ett säkert och smidigt sätt ta hand om cyklisterna i en signalreglerad korsning. Utformningen måste vara säker och enkel att förstå även för barn och äldre med liten trafikvana. En överbetoning av säkerhetsaspekterna har ibland inneburit en alltför dålig framkomlighet för cyklisten. Detta har i många fall medfört att cyklisterna inte utnyttjar anläggningarna på rätt sätt med ökad olycksrisk som följd.

7.2.2 Friliggande korsningar

Signalreglering av friliggande gång och cykelöverfarter har under senare år blivit en vanlig trafiksäkerhetsåtgärd. I Sverige finns nu (1985) c:a 600 st på vägar där kommunerna är väghållare och c:a 300 st där Vägverket är väghållare ("Friliggande gång och cykelsignaler, 1985"). Hur stor del av dessa som har cykeltrafik är inte känt.

I figur 7.3 visas ett exempel på utformning av friliggande cykelöverfart med signalreglering.

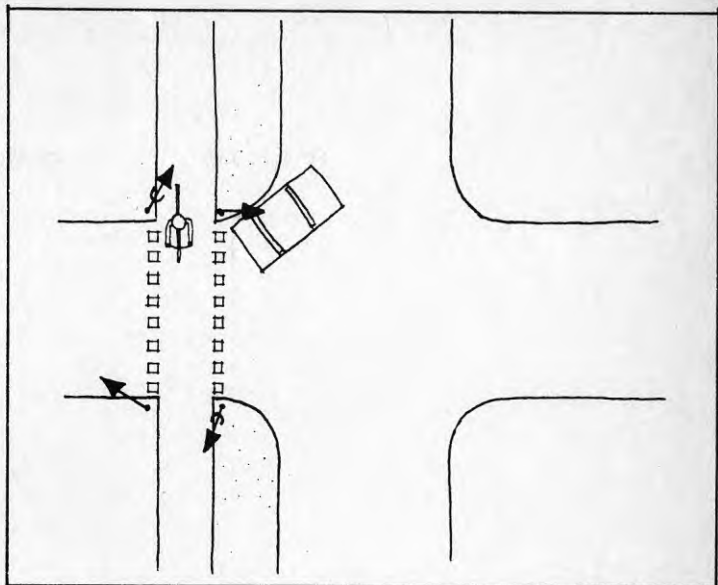


Figur 7.3 Exempel på utformning av signalreglerad cykelöverfart. Källa: Gång och cykelbanor/vägar, Göteborgs Gatukontor.

Om refug skall användas bör denna vara minst 2 m djup för att cyklisten skall kunna "stå i lä" för biltrafiken. I figur 7.3 har man skilt gående och cyklister åt i korsningen genom annan beläggning. Detta ger en bra uppdelning mellan de båda trafikantkategorierna och gör det enklare att detektera gående med hjälp av radar. Normalt används dock tryckknappsdetektorer för de gående.

För cyklister bör automatisk detektering eftersträvas. Detta kan alltid göras om cykelvägen är rak och inte har någon korsande cykeltrafik 10 m före signalen.

- Om cykeltrafik är tillåten på den korsande bilkörbanan måste korsningen utformas så att cyklisterna kan svänga in och ut på cykelvägen från gatan. Om biltrafiken är stor innebär vänstersvängen från blandgata en olycksrisk. Säkerheten kan ökas med en utformning som medger högersväng in på cykelvägen före vänstersvängen.
- Säkerhet** Kunskapen om hur friliggande cykelsignaler påverkar säkerhet och framkomlighet har länge varit begränsad. I det nordiska EMMA-projektet har man dock försökt utvärdera GC-signalers effekt på olyckorna. Det visade sig att för samtliga 31 undersökningsplatser i Sverige ökade antalet polisrapporterade olyckor efter signalreglering!
- Driftformer** Vägverket har i "Friliggande gång och cykelsignaler, TU 160" funnit att de driftformer som fungerar bäst för denna typ av signalanläggningar är GÅGRÖNT eller ALLRÖTT. Med GÅGRÖNT menas att signalen visar grönt för gående i viloläge och med ALLRÖTT att alla signaler visar rött i viloläge. Andelen bilister som körde mot rött var lägst vid dessa båda driftformer och väsentligt lägre än vid BILGRÖNT och GULBLINK, de idag vanligaste driftformerna. Dessutom var andelen gående och cyklister som färdades mot grön signal störst vid GÅGRÖNT och ALLRÖTT.
- Signalstolpar** Som visats i del 1, avsnitt 8.3.2, är det av stor betydelse att dubbla signalstolpar används då cyklisten i de flesta fall står placerad så att hon inte kan se primärsignalen. Detta gäller speciellt vid användning av tryckknappsdektor.
- Om man väljer automatisk detektering vid dubbelriktad cykelbana måste man se till så att detektorn görs riktningskännande. Detektering diskuteras vidare i avsnitt 7.2.4.
- Avstånd till korsning** Avståndet till närmaste korsning är också av betydelse för säkerheten i en friliggande GC-korsning. Detta är ett problem som inte har studerats i tillräcklig utsträckning.
- Under senare år har man ofta valt att signalreg- GC-överfarter som ligger alldeles i anslutning till icke signalreglerade blandtrafikkorsningar, se figur 7.4.



Figur 7.4 Signalreglerad cykelöverfart i direkt anslutning till ej signalreglerad blandtrafikkorsning.

Denna typ av "delreglering" av en korsning innebär förmodligen inte alltid en säkerhetshöjning för de oskyddade trafikanterna. Bilisterna som kommer i den ej signalreglerade korsningen, och efter höger eller vänstersväng plötsligt får röd signal, blir i många fall överraskade. Motorfordon som stannar för röd signal kan dessutom blockera för rakt fram körande fordon.

I många fall ser inte bilisten att det finns en signal med ökad risk för cyklisten som följd. Överhuvudtaget ger denna typ av signalreglering en mycket oklar trafiksituation i korsningen, både för cyklisten och bilisten. Det finns ett stort behov av att undersöka denna typ av cykelöverfarter/övergångsställen fungerar ur säkerhetssynpunkt. En sådan forskning bör också kunna ge svar på vid vilket avstånd från olika typer av korsningar en friliggande GC-överfart bör ligga.

7.2.3 I anslutning till korsning i bilnätet

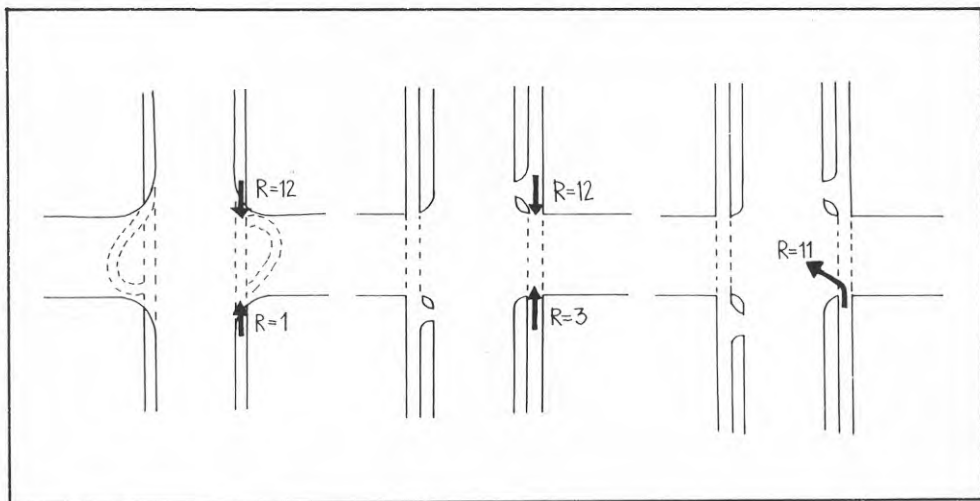
Denna typ av korsning är mycket vanlig och finns i en mängd utformningsvarianter. Den enklaste formen är signalreglerad korsning med cyklar och bilar i blandtrafik, d v s cykeltrafiken går ej på cykelbana eller cykelfält. I regel behövs då ingen föreskrift om visst körsätt för cyklisterna.

Bandyklubban

I komplicerade, svåröverskådliga korsningar krävs ofta speciella anordningar för bland andra vänstersvängande cyklister, vanligen då den s k bandyklubban.

När cykeltrafiken kommer på "eget körfält", d v s cykelbana eller cykelfält i en blandtrafikgata, skall ett visst körsätt genom korsningen föreskrivas. Här finns det ett mycket stort antal varianter på utformningen.

Linderholm (1984), vid institutionen för trafikteknik, LTH, har studerat 7 500 cyklister för att se hur deras risker i signalreglerade korsningar är beroende av utformningen. Denna undersökning visar betydande skillnader i olycksrisk beroende på hur cykellänken placeras i korsningen, figur 7.5.



Figur 7.5 Cyklisters relativa risker i signalreglerade korsningar, Linderholm 1984.

Som figur 7.5 visar blir risken för cyklisterna minst om cykelbanan ligger i direkt anslutning till körbanan. Risken för en raktframkörande cyklist blir 3 ggr större om cykelbanan ligger avskild från vägbanan. För cyklister som cyklar i "fel" riktning, gäller att risken är 12 ggr så stor. Detta gäller oavsett om dubbelriktningen är laglig eller ej!

De cyklister som sneddar i en korsning med avskild cykelbana istället för att göra stora svängen, löper 11 ggr större risk än en raktframkörande cyklist på en cykelbana i anslutning till körbanan.

Dessa resultat visar på att man, i signalreglerade korsningar, bör försöka få cykelbanan in- till körbanan, i, och strax före korsningen. Denna placering ökar förutsättningarna för ett bra samspel mellan cyklist och bilist.

Undersökningens resultat tyder också på att man i många fall överdrivit risken vid "lilla svängen".

Signalreglering i en korsning innebär, enligt Linderholm, en olycksfrekvensreduktion med c:a 50-60 % för cyklisterna. Detta förutsätter dock att informationen från signalen, och från andra trafikanters beteende verkligen går fram. Ju fler "finesser" en trafiksignal har, utöver det traditionella tvåfasomloppet, desto större risk finns för misstolkningar.

Den utveckling som ägt rum under senare år på styrutrustningen för signalanläggningar har inneburit att man lättare kan särskilja de olika trafikantslagen. I många anläggningar ges t ex grönt ljus för cyklister först efter särskild detektering. Orsaken till detta är att omloppstiden då minskas eftersom man inte behöver räkna säkerhetstid för cyklister utom när det behövs.

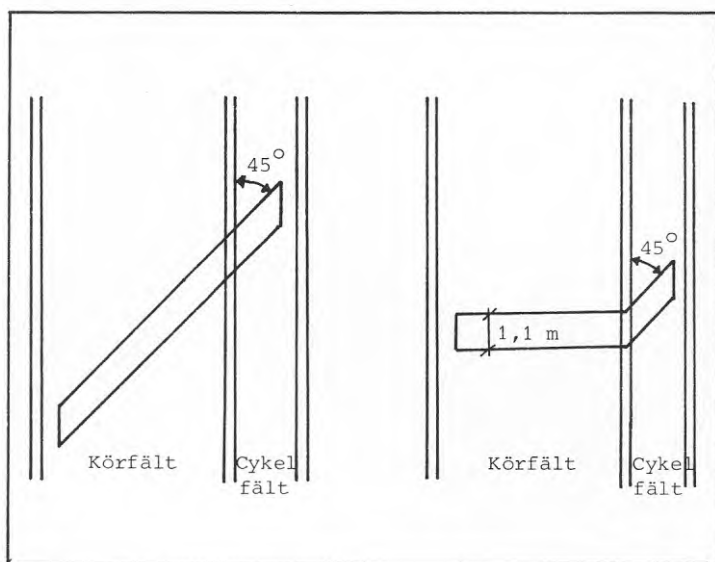
Grönt ljus endast efter anmälan innebär en större andel stoppade cyklister. Därför bör cykelsignalen, där det är säkerhetsmässigt möjligt, följa fordonssignalen. Detta ger en enklare och, för cyklisten, mer lättförståelig funktion. Detektorerna kan dock inte slopas; även en ensam cyklist måste kunna få grönt ljus.

Där cykelöverfarten är kombinerad med övergångsställe för gående är det lämpligt att fotgängaranmälan ger grönt även för cyklister. En anmälan i cykelgruppen behöver dock inte innebära grönt för gående. Fördelen med detta system är att andelen stoppade cyklister minskar och att, om endast cyklister finns i korsningen, säkerhetstiden, och därmed omloppet, kortas.

7.2.4 Detektering av cyklister

Automatisk detektering av cyklister är önskvärd i de flesta fall. Detta gäller både vid friliggande cykelöverfart och i blandtrafikkorsning. I de fall när det är svårt att veta vart cyklisten är på väg bör tryckknappsdetektering användas.

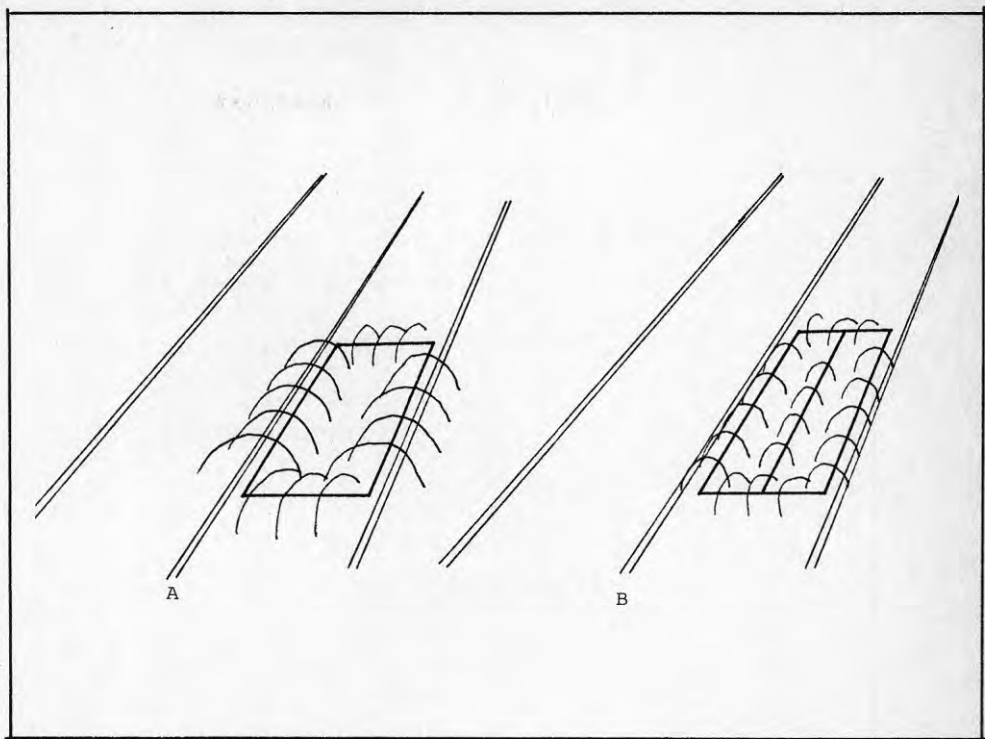
Detektering av cyklister med den vanliga induktiva slingdetektor med passagefunktion (passagedetektor) fungerar ibland dåligt. Principen för de induktiva slingdetektorerna (mäter förändring av induktans vid ett järnföremåls passage av ett magnetfält) förutsätter en viss järnmassa hos det passerande fordonet. Många av dagens cyklar (plastcyklar, lättmetallcyklar) innehåller inte tillräckligt med järn för att aktivera detektorn. Detektorns känslighet kan förbättras genom att den läggs i 45 o vinkel mot färdriktningen, se figur 7.6.



Figur 7.6 Mönster för läggning av slingdetektorer för att få bättre känslighet för cyklar.

Detta läggningssätt gör att cykeln passerar större antal flödeslinjer vilket ger en större induktansförändring. Läggningssmönstret är patenterat vilket gör att det inte kan användas i alla anläggningar. Om den vinklade detektorn inte kan användas måste känsligheten ofta ökas för att cyklarna skall detekteras.

Närvarodetektorer, som indikerar närvaro av fordon inom detekteringsområdet, indikerar normalt inte cyklar. Ett av problemen med dessa detektorer är att om känsligheten ställs så högt att cyklister detekteras blir magnetfältet så stort att det täcker även delar av angränsande körfält, se figur 7.7.A.



Figur 7.7 Olika sätt att konfigurera long loopdetektorer.

Enligt Forester (1983) kan detta problem avhjälpas genom att man lägger detektor slingan i en åtta, se figur 7.7.B. Detta medför att man mitt i körfältet får ett tillräckligt starkt magnetfält för att indikera cyklister. Detta blir möjligt utan att känsligheten ställs så högt att angränsande körfält berörs.

Detektering av cyklister är ett problemområde som närmare bör studeras i vidare forskning. Denna forskning och utveckling bör ske i nära samarbete mellan trafikforskare och företag som tillverkar signalanläggningar.

Om dubbelriktade cykelbanor dras igenom en signalreglerad korsning, vilket bör undvikas, måste riktningskännande detektorer användas. Dessa består av två passagedetektorer med viss logik.

Om tryckknappsdetektor användes skall stolpen med tryckknappen vara indragen minst 1 m från körbanekant för att cyklistens framhjul inte skall nå ut i gatan.

7.3 Ej signalreglerade korsningar

Liksom i fallet signalreglerade korsningar kan de ej signalreglerade delas in i friliggande (7.3.1) och cykelöverfarter i anslutning till korsning (7.3.2).

För ej signalreglerade korsningar är det speciellt viktigt att stoppsikten måste vara tillfredsställande. Stoppsikt och cyklars stoppssträcka behandlas i avsnitt 7.4.

7.3.1 Friliggande korsningar

Företräde

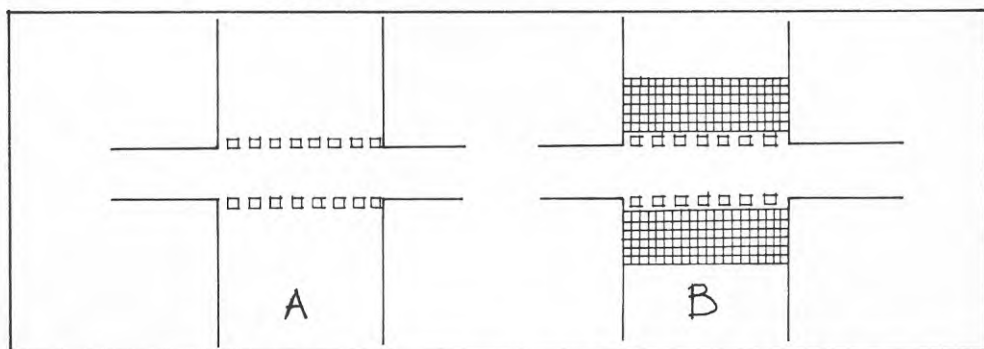
Enligt VTK skall cyklister i friliggande korsningar GC-väg/bilgata lämna fordon på den korsande gatan företräde.

I den omarbetning av VTK som pågår för närvarande föreslås att cykelöverfarter får samma juridiska status som övergångsställen. Denna förändring kan ge enklare företrädesregler för cyklister. Som visats i del 1, avsnitt 8.1.3, gäller i dag mycket komplicerade regler för företräde när cyklist lämnar cykelbana. Dessutom har man oftast cykelöverfart och övergångsställe intill varandra och det är då enkelt och naturligt om samma regler gäller för båda trafikantkategorierna.

Utformning

Det är viktigt att sikten i korsningen från gatan är god. Vid extremt svåra fall kan det ur säkerhetssynpunkt vara befogat med en skykelsluss.

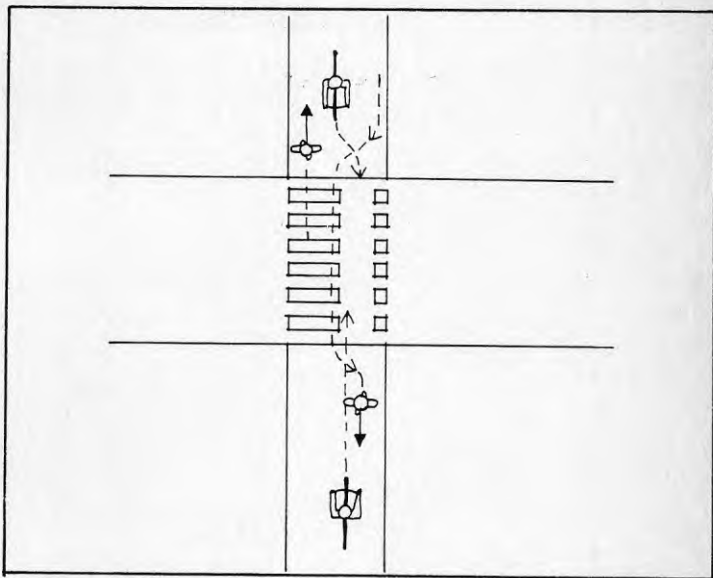
Ett sätt att öka bilisternas uppmärksamhet är att t ex lägga SF-sten eller liknande på körbanan i anslutning till överfarten, se figur 7.8.B.



Figur 7.8 Olika sätt att markera en cykelöverfart. Gång och cykelbanor/vägar, Göteborgs gatukontor 1980.

Cyklistens placering

Cykelöverfart som ligger intill ett övergångsställe kan i vissa fall ge upphov till problem. Om en kombinerad gång- och cykelväg ansluts till en sådan korsning, utan målad linje, uppstår problem beträffande var de båda trafikantslagen skall placera sig i korsningar, se figur 7.9.



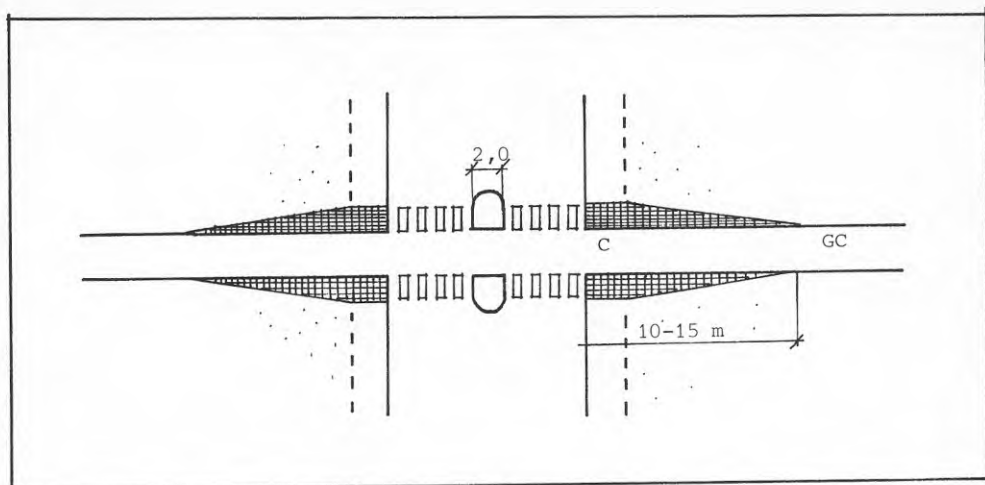
Figur 7.9 Gåendes och cyklisters placering i friliggande korsning som ansluts av kombinerad GCVäg utan målad linje.

På sträcka skall här cyklister hålla till höger och gående går på vänstra delen av banan och "möter" cyklister. När trafikanten så kommer till en korsning med bilväg har man plötsligt en uppdelning mellan cyklist och fotgängare. Denna inkonsekvens är en sådan brist i utformningen av cykeltrafikanläggningar som gör att cyklisters respekt för vägregler och markeringar försämras.

Denna typ av uppdelad gång och cykelöverfart bör undvikas när den ansluter till kombinerad gångcykelväg.

Problemet kan lösas på flera olika sätt. Ett sätt vore att man hade samma markering för cykelöverfart som för övergångsställe. Detta kan dock medföra vissa nackdelar vid stora cykel och gångflöden.

En annan lösning är att man delar upp gångcykelvägen i skilda banor c:a 50 m före korsningen. Ytterligare en lösning på problemet har skisserats av Göteborgs Gatukontor, se figur 7.10.



Figur 7.10 Gång och cykelöverfart där gående leds på var sin sida om cykelöverfart. Källa: Göteborgs Gatukontor, 1980.

I denna lösning leds de gående på båda sidor av cykelöverfarten. För att skilja de båda trafikslagen åt redan före korsningen används här avvikande beläggning på gångdelen 10-15 m före korsningen.

7.3.2 I anslutning till korsning i bilnätet

Denna typ av korsning kan ha cyklisten antingen på en särskild bana eller i blandtrafik.

Oreglerade korsningar med cykeln i blandtrafik är den vanligaste typen av korsning som cyklisten träffar på, och finns i ett stort antal utförande, se t ex del 1 sid 23 ff.

Mycket tyder på att de i avsnitt 7.2.3 presenterade slutsatserna (Linderholm 1984) angående signalreglerade korsningar också gäller för ej signalreglerade. Detta betyder att man bör leda cykeltrafiken antingen på cykelfält intill biltrafiken, eller på cykelväg på stort avstånd från korsningen.

7.4 Detaljutformning i korsning

Detaljutformningen har stor betydelse för cyklistens beteende i korsning. Dåligt utförda kantstenar, dålig sikt etc kan förutom olycks-tillbud också ge upphov till felaktiga, trafikfarliga beteenden hos cyklisten. Det är därför av stor vikt att utformningen, ända ner i smådetaljerna utförs på ett riktigt sätt.

I detta avsnitt behandlas två undersökningar; om sikt (7.4.1) och kantstenar (7.4.2). Vidare diskuteras planeringen av detaljutformningen (7.4.3).

7.4.1 Cyklisters stoppsträcka – fri sikt

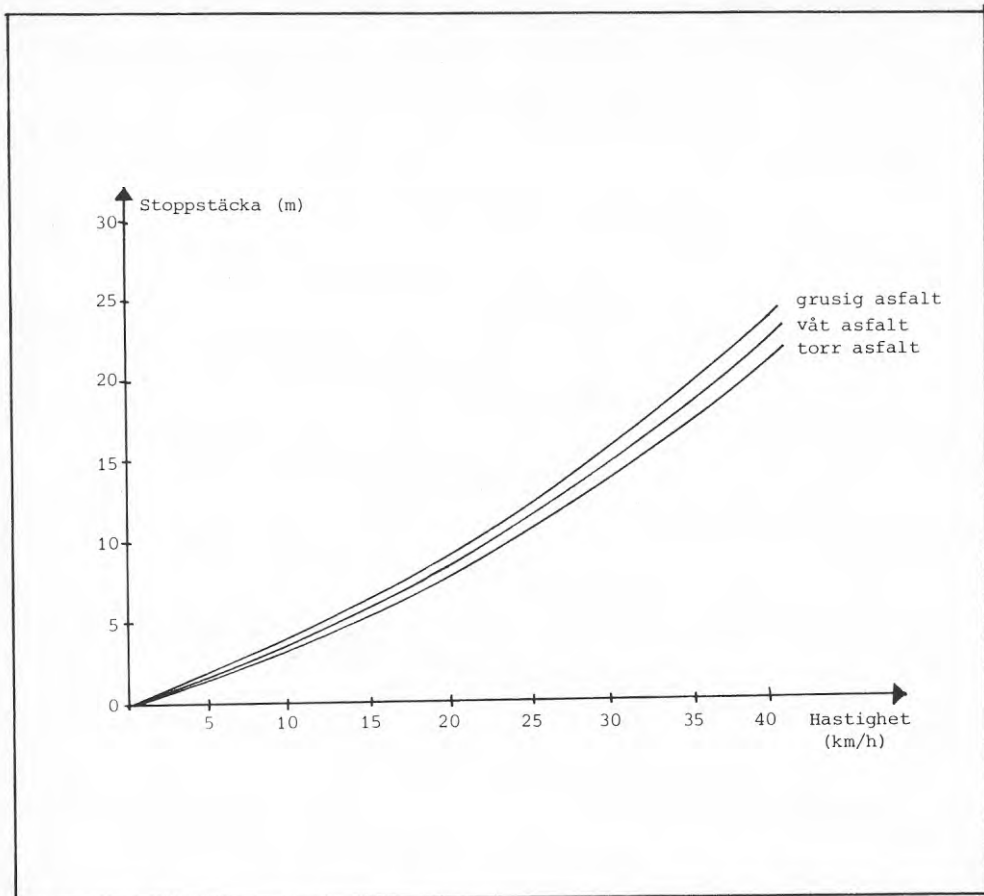
Vid plankorsning mellan vägar av olika slag måste det finnas siktområden som ger möjlighet till en tillräcklig stoppsträcka för respektive trafikant.

I del 1 har givits exempel på olika formler och metoder för beräkning av cyklars stoppsträcka. Dessa bygger till stor del på rent fysikaliska resonemang.

Vi har därför valt att göra fältförsök med cyklister på olika typer av underlag.

Försöken gick till så att ett antal cyklister fick cykla med olika hastighet och göra en inbromsning, till stopp, på kommando. Försöket videofilmades och stoppsträckorna mättes från filmen. För varje cyklist noterades dessutom bromstyp och underlag. Försöken utfördes på torr asfalt, våt asfalt och grusig asfalt.

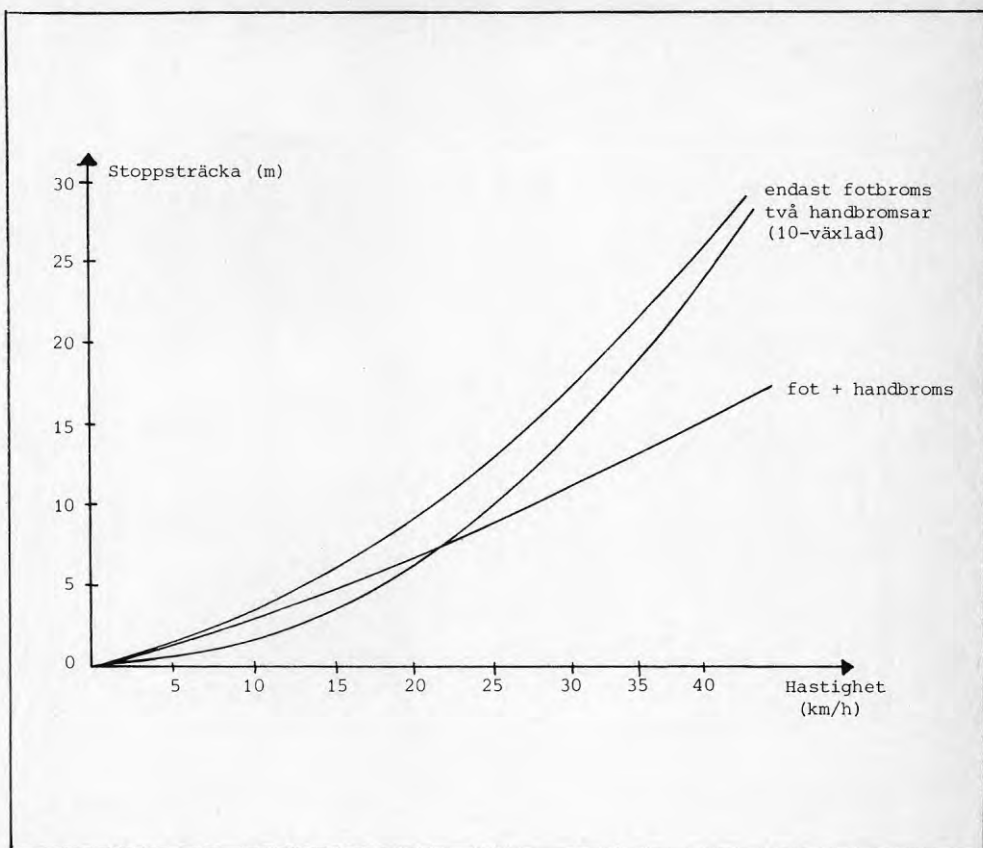
Hur stoppsträckan varierar med hastigheten för olika underlag framgår av figur 7.11.



Figur 7.11 Regressionslinjer för hur stoppsträckan varierar med underlaget. Antal observationer = 281. Summering över alla bromstyper.

Som figur 7.11 visar är det ingen stor skillnad i stoppsträcka på torr asfalt, våt asfalt resp grusig asfalt. Vid 30 km/h är skillnaden i stoppsträcka c:a 2 m vilket motsvarar 13 %.

Om vi istället ser på hur bromstypen inverkar på bromssträckan får vi det resultat som visas i figur 7.12.



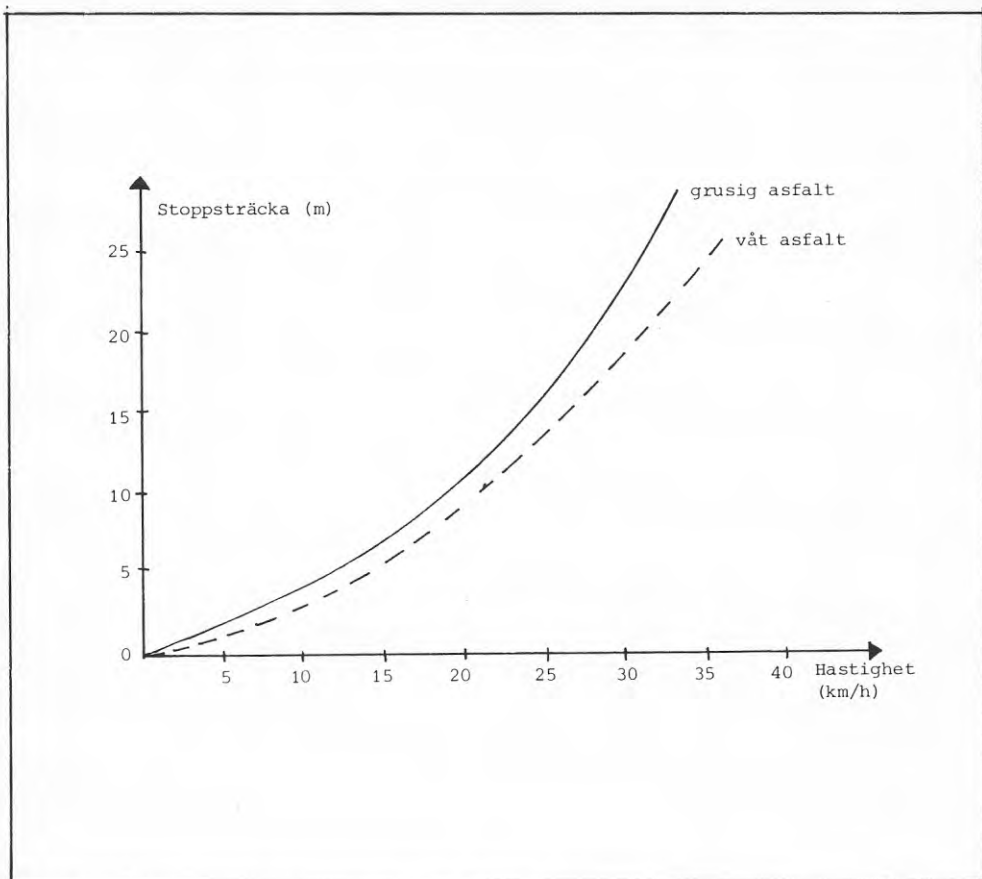
Figur 7.12 Regressionslinje för hur stoppsträckan varierar med bromstypen. Summering över alla underlag.

Figur 7.12 visar att stoppsträckan varierar ganska påtagligt beroende på vilken typ av bromsar cyklisten använder. Vid 30 km/h blir stoppsträckan 11,5 m med fotbroms + handbroms medan en bromsning med enbart fotbroms ger en stoppsträcka på 18 m, d v s en ökning med 55 %.

Kanske något överraskande visar det sig att 10-växlade racercyklar med handbroms på båda hjulen har en något kortare stoppsträcka än cyklar med enbart fotbroms. Detta trots att det i materialet ingår försök med våta bromsklossar.

Om man studerar de olika bromstyperna för varje underlag för sig, ser man att det principiella utseende på figur 7.12 står sig för såväl torr, våt som grusig asfalt. Enda skillnaden är lutningen på linjerna.

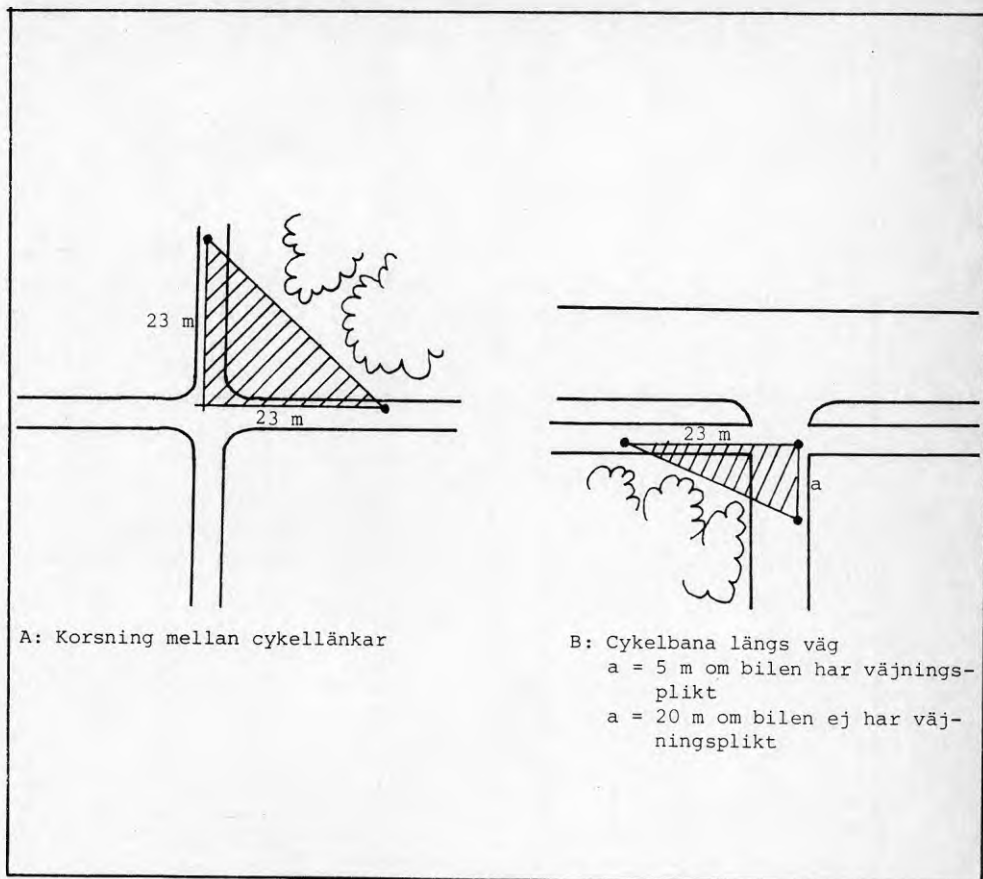
Som förslag till dimensionerande stoppsträckor vid olika hastigheter väljer vi "sämsta" bromstyp på "sämsta" underlag. Detta förslag visas i figur 7.13.



Figur 7.13 Förslag till dimensionerande stoppsträckor för cyklar. Den heldragna linjen gäller grusig asfalt, den streckade våt asfalt.

Den heldragna linjen beskriver stoppsträckan vid grusig asfalt och bör användas i första hand. Om man kan garantera att ingen grus finns på cykellänken kan den streckade linjen användas.

För cykellänkar där mopeder är tillåtna används den dimensionerande hastigheten 30 km/h vilket ger en stoppsträcka på normalt 23 m (minimum 17 m). Detta ger följande konsekvenser i praktiken, se figur 7.14.



Figur 7.14 Siktsträckan vid korsning cykellänk-cykellänk och cykelbana längs gatan.

Vid korsning mellan cykellänkar är det alltså viktigt att man inte, som hittills ofta skett, planterar buskar i sikttriangeln. Däremot kan man använda växtlighet som inte är högre än $c:a$ 0,5 m.

Kunskapen om cyklars stoppsträcka behövs även t ex vid placering av cykelfällor etc.

7.4.2 Kantstensanslutning

I del 1 har diskuterats de nackdelar som dåliga kantstenar vid anslutning mellan cykellänk och körbana medför, se bl a kapitel 8.2.

Här presenteras två fältundersökningar av hur kantstenar påverkar vägval och beteende hos cyklisten.

Första under-
sökningen

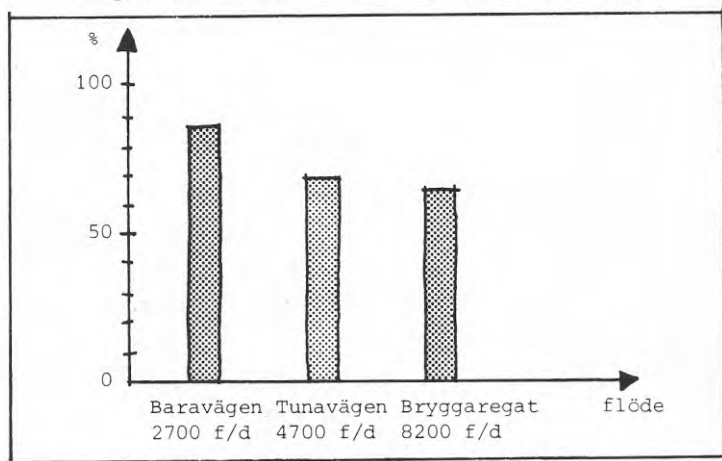
I den första undersökningen har observationer och intervjuer av cyklister gjorts på tre olika cykelbanor intill gata i Lund. Karakteristika för de tre gatorna/cykelbanorna visas i tabell 7.1.

Tabell 7.1 Karakteristika för undersökta gator/cykelbanor.

Gatunamn	Bilflöde/ per ÅMD	Korsande gator	Skilje- remsa	Antal mätta hastig- heter	Antal intervju- ade cyk- lister
Baravägen	2 700	FÅ	JA	252	191
Tunavägen	4 700	MÅNGA	NEJ	802	301
Bryggaregatan	8 200	NÅGRA	NEJ	597	265
				1 633	757

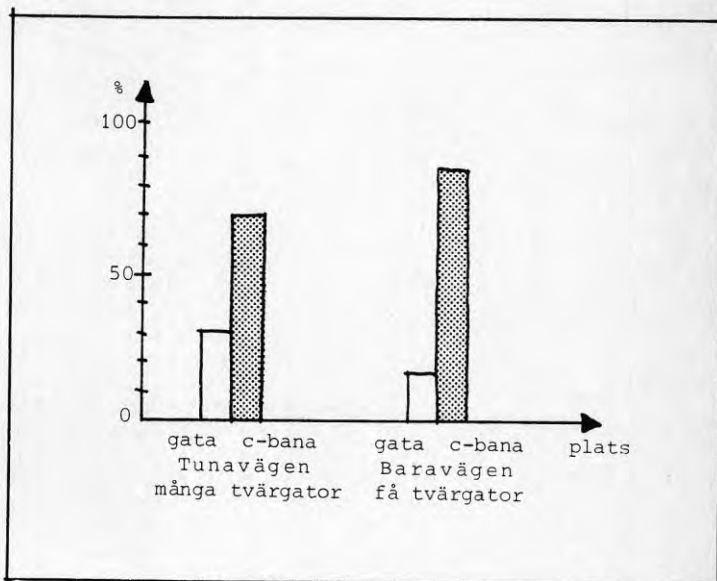
På dessa tre undersökningsplatser har hastighe-
ten mätts för samtliga cyklister och vidare har
en del av cyklisterna intervjuats om ålder,
kön, antal växlar och ärende. De intervjuade
cyklisterna har också fått svara på frågor om
kantstensuppfarterna, om man känner till att
det är förbjudet att cykla på gatan när det
finns cykelbana, och om varför man cyklar på
gatan när det finns cykelbana.

Vilka variabler påverkar då valet att cykla på
cykelbanan eller ej? Har bilflödet någon inver-
kan? Figur visar sambandet flöde-placering.



Figur 7.15. Andel cyklister som använder cykelbanan på de tre olika under-
sökningplatserna.

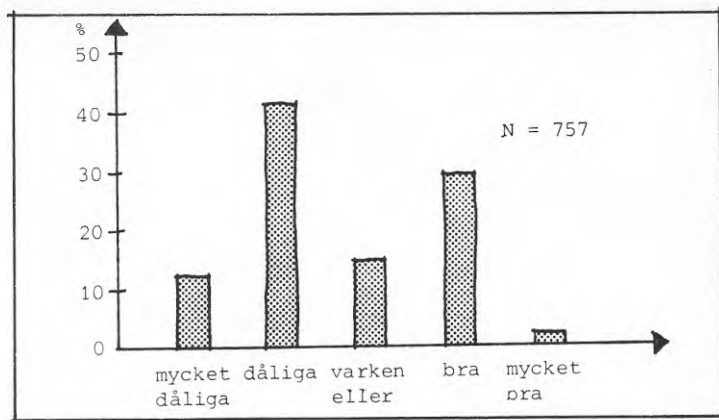
Som figur 7.15 visar tycks det, i denna undersökning, inte vara så att man cyklar mer på cykelbanan om bilflödet är högt. Istället tycks det vara andra faktorer som inverkar. Om man jämför Tunavägen, som har många tvärgator och därmed kantstensuppfarter, med Baravägen, som har få tvärgator, ser man att man cyklar på cykelbanan i högre grad där man har få tvärgator, se figur 7.16.



Figur 7.16 Hur antalet tvärgator påverkar användandet av cykelbanor.

Antalet tvärgator, och därmed kantstensöverfarter, tycks alltså påverka om man väljer cykelbana eller inte, i högre grad än antalet fordon på gatan.

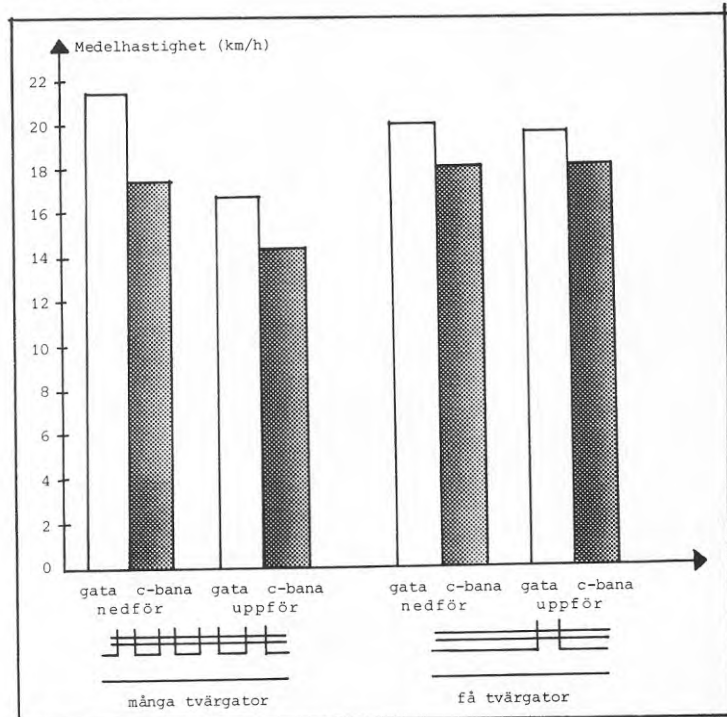
Ytterligare en faktor som kan inverka är att endast cykelbanan på Baravägen har skiljeremsa mellan bana och gata. Möjligen upplever cyklisten att utan skiljeremsa ger cykelbanan så liten säkerhetsförbättring att man väljer att cykla på gatan. Effekten av kantstenarna är dock förmodligen den största. På en direkt fråga om vad man tycker om kantstensanslutningarna får man den svarsfördelning som visas i figur 7.17.



Figur 7.17 Vad de intervjuade cyklisterna anser om kantstensanslutningarna.

Av de 757 intervjuade cyklisterna är det alltså 54,4 % som anger att man anser kantstensanslutningarna är dåliga eller mycket dåliga. Detta tyder på att cyklisterna värderar bekvämligheten högt och att dåligt utförda kantstenar uppmärksammas av cyklisterna.

Avspeglar sig den minskade bekvämligheten vid många tvärgator/kantstensuppfarter, i en lägre hastighet?



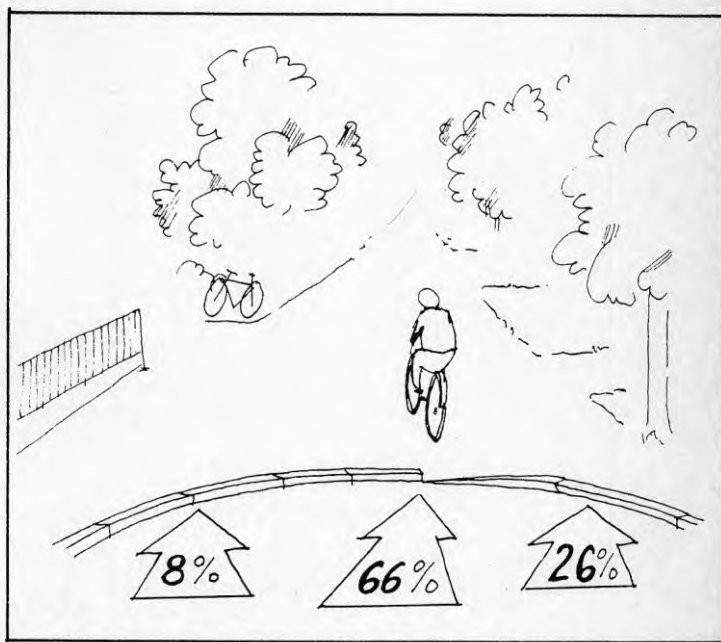
Figur 7.18 Hur cykelhastigheten beror av om man använder cykelbana eller ej.

En multipel variansanalys av materialet visar att det är en signifikant större skillnad i hastigheten mellan gata och cykelbana vid många tvärgator än vid få tvärgator.

Detta betyder troligen att de cyklister som har bråttom väljer att cykla på gatan när cykelbanan passerar många kantstensanslutningar.

Andra undersökningar

I den andra undersökningen undersöktes cyklisters "vägval" i mikroskalan. Undersökningsplatsen var en vändplats med ett genomgående cykelstråk. Kantstensanslutningen, upp från vändplatsen, består av en c:a 5 cm hög avfasad kantsten. På ett ställe har kantstenen, av misstag, hamnat på sned så att cyklisterna fått möjlighet till uppfart utan kantsten, se figur 7.19.



Figur 7.19 Försöksplats, "vägval" i mikroskalan.

Av 637 observerade cyklister, som var på väg uppför kantstenen, valde 496 st (66 %) att bromsa och styra in mot den sänkta kantstenen. Detta resultat visar på hur känsliga cyklisterna är för ojämnheter, t ex i form av kantstenar.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis kan också konstateras att kantstensanslutningarnas utformning har stor betydelse för cyklisterens bekvämlighet och därmed beteende. Anslutningarna bör utföras utan kantsten på GC-länkens cykeldel. På gångdelen kan någon form av kantsten behövas ur handikappsynpunkt, se sid 76 del 1.

7.4.3 Planering av detaljutformning

Många av dagens cykeltrafikanläggningar har en mycket komplex, svåröverskådlig utformning. Detta gäller speciellt i korsningar med cykelöverfarter. Dessa blir ibland oerhört svåra att överblicka med alla olika linjer och markeringar. Ledlinjer för bilar, företrädeslinjer, "sockerbitar" i cykelöverfarten o s v bildar, visserligen geometriskt vackra men mönster som är svåra att följa. I många fall är utformningen direkt felaktig. Cykelbanor slutar utan någon ordentlig anslutning till vägbanan, man kan inte nå tryckknappen utan att kliva av cykeln o s v.

Allt detta är faktorer som påverkar cyklistens beteende. Eftersom cykelanordningarna är undermåligt eller felaktigt anordnade på många ställen lär man sig att inte bry sig om dem. Man struntar helt enkelt i dem även där utformningen är riktig.

Den felaktiga och svåröverskådliga planeringen kan bero på:

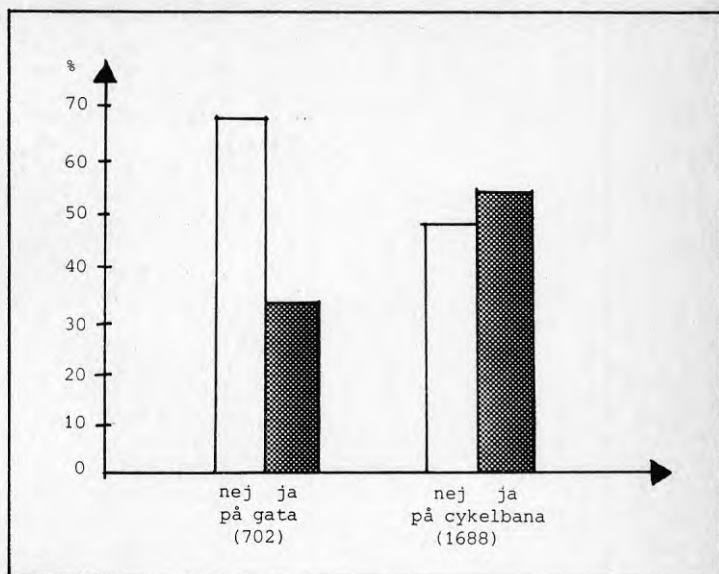
1. - att man vid planeringen förutsätter kunskaper som cyklisten inte har
2. - att planeraren inte har tillräckliga kunskaper om cyklister och deras beteende
3. - att man inte bygger som det är projekterat.

Nedan diskuteras dessa tre skäl:

Cyklistens
kunskaper

1. Cyklister är en mycket heterogen grupp med olika förutsättningar och olika kunskaper. Bland cyklisterna finns personer med körkortsutbildning men även barn och äldre som inte fått någon form av trafikundervisning.

Vid den i avsnitt 7.4.3 presenterade undersökningen om kantstensanslutningar, tillfrågades också cyklisterna om de kände till att det är förbjudet att cykla på gatan om det finns en parallell cykelbana. Resultatet framgår av figur 7.20.



Figur 7.20 Svarsfördelning för frågan: "Vet Du om att det är förbjudet att cykla på gatan om det finns cykelbana?"

Av de 702 cyklisterna som cyklade på gatan visste endast 32 % att det var förbjudet medan 52 % av cyklisterna på cykelbanan kände till det. Totalt sett kände endast c:a 50 % av cyklisterna till bestämmelsen.

Detta visar att man från planerarhåll ofta förutsätter kunskaper hos cyklisterna som de ej har. Det finns ett stort behov av att genom forskning belysa vilka trafikfärdigheter cyklisterna har och vilket informationsbehov detta medför.

Planerarens
kunskaper

2. Många cykeltrafikanläggningar, speciellt korsningar, har en utformning som kan betecknas som "skrivbordsprodukter". Detta kan bero på att planeraren inte har tillräckliga kunskaper om cykeltrafikens speciella villkor. Vid planering av cykeltrafikanläggningar bör den tänkta byggplatsen inspekteras per cykel av projektören. På så sätt kan man undvika den typ av detaljfel som ofta förekommer.

Det finns ett behov av en handbok i cykeltrafikplanering. Arbetet med en sådan har påbörjats vid institutionen för trafikteknik, LTH.

Byggande

3. Många av de projektörer som vi haft kontakt med under arbetet med detta projekt har påpekat att man ofta inte följer deras anvis-

ningar vid byggandet. "Det är många år sedan vi ritade någon kantsten på cykelbanor, men byggarna sätter dit dem av gammal vana", är ett vanligt uttalande.

Det är alltså viktigt att det finns en dialog mellan de som bygger och projekterar. Varje objekt som byggs bör naturligtvis följas upp av projektören, som ofta genom en enkel inspektion kan få viktig information som feedback inför nästa projekt.

Sammanfattningsvis föreslås alltså vidare forskning om cyklisters trafikkunskap och informationsbehov, en cykelplaneringshandbok för projektörer och bättre uppföljning av byggda objekt.

8 Utformning av cykelparkering

Platsbrist De senaste årens ökade intresse för cykling har också medfört ett ökat behov av cykelparkering. På många håll har man fått betydande problem med parkering av cyklar. Järnvägsstationer, bussterminaler och andra ställen där man långtidsparkerar cykeln, har oftast inte parkeringsanläggningar för cyklar, dimensionerade efter dagens efterfrågan. Brist på parkering, eller dåligt utformad sådan, kan resultera i skador på byggnader och minskad framkomlighet för fotgängare och andra cyklister.

Stölder Ett annat problem i samband med cykelparkering är stöldproblemet. I takt med att cykelantalet har ökat har också antalet cykelstölder ökat. En resvaneundersökning vid institutionen för trafikteknik, LTH, Warsén (1983), visar att c:a 10 % av cyklarna stjäls varje år. Enligt Cykelfrämjandet finns det (1984) c:a 6 miljoner cyklar i Sverige. Problemet är alltså stort även ur ekonomisk synvinkel.

Cykelparkeringens problem har behandlats i del 1, kapitel 10. Här behandlas i de följande avsnitten, krav på cykelparkering (8.1), planering av cykelparkering (8.2), nya typer av cykelparkering (8.3) samt kollektivtrafik och cykel (8.4).

8.1 Krav på cykelparkering

För att en cykelparkering skall fungera tillfredsställande måste vissa grundläggande krav vara uppfyllda. Dessa är dels de krav som cyklisten kan ställa, dels krav från gatumyndigheter, fastighetsägare etc.

Nedan anges en lista på dessa krav. Listan skall ses som önskemål för en idealt utformad cykelparkering.

Cyklistens krav

- a) Cykeln skall stå kvar när man vill hämta den
- b) Cykeln skall vara hel när man vill hämta den
- c) Skydd mot regn och snö är önskvärt vid längre tids förvaring
- d) Utrustningen skall ge gott stöd åt cykeln.

Utseende

- e) Man skall förstå hur utrustningen används
- f) Utrustningen bör vara snyggt utformad.

Tillgänglighet

- g) Det skall vara enkelt att parkera och ta ur cykeln
- h) Cykeln skall enkelt kunna låsas fast, helst med cykelns eget lås
- i) Cykelparkeringen bör vara utformad så att man får en enkel och ordnad uppställning
- j) Utrustningen bör vara säker mot personskador (inga skarpa kanter etc)
- k) Cykelparkeringen skall ligga nära målpunkten.

Krav från gatumyndighet, fastighetsägare etc

Anläggande:

- l) Anläggningen bör vara billig i inköp
- m) Anläggningen bör vara billig och enkel att anlägga.

Drift och underhåll

Utrustningen bör vara:

- n) hållbar
- o) säker mot vandalisering
- p) enkel att sätta fast
- q) enkel och billig att underhålla
- r) enkel att renhålla och snöröja.

Övrigt

- s) Utrustningen bör ej vara utrymmeskrävande
- t) Antalet platser bör kunna variera
- u) Flyttbar, lätt att ta bort ev fast anordningar

Att finna en cykelparkering som uppfyller alla kraven (a-u) är naturligtvis mycket svårt. Listan bör ses som rekommendationer för hur den optimala cykelparkeringen skall vara utformad. Kravspecifikationerna kan, med lite sunt förnuft, användas både för konventionella cykelställ, cykelboxar och cykelgarage.

Vid projektering av cykelparkeringsanläggningar och vid produktion av nya typer av cykelparkeringsutrustning kan listan användas som en enkel form av checklista.

8.2 Planering av cykelparkering

Under de år när cykeltrafiken i Sverige var mycket liten planerade man oftast inte för cykelparkering. De som cyklade fick ställa sina cyklar där man kunde hitta en ledig yta.

Idag har cyklarna blivit så många att det ofta är svårt att bortse från dem. Vid järnvägsstationer, bussterminaler, skolor, arbetsplatser är antalet cyklar mestadels så många att det krävs någon form av anordning för att få en samlad, ordnad uppställning.

Det är svårt att ställa upp några generella regler för hur en cykelparkering skall utformas.

Cyklistens mellanställning, både fordon och fotgängare, gör att det ibland är svårt att förutse hur cyklisterna kommer att använda parkeringen. Cyklisten kan alltid välja att parkera cykeln utanför cykelparkeringen med hjälp av cykelns eget stöd.

Några saker att tänka på vid planering av cykelparkering är t ex:

- cyklisten försöker alltid minimera gångavståndet mellan cykelparkering och målpunkt. Förmodligen gäller att vid längre tids uppställning (dag eller längre) kan man tolerera längre gångavstånd än vid korttidsuppställning. En holländsk undersökning, som refereras i del 1, har visat att gångtiden mellan start/målpunkt och cykelparkering var deras 5 ggr högre än själva restiden.
- cyklisten är inte beredd att cykla omvägar för att ställa sin cykel. Med detta menas att cykelparkeringen bör ligga i den riktning, sett från målpunkten, som de flesta cyklister kommer från.
- den delen av cykelparkeringen som är väderskyddad kan oftast förläggas på något längre

avstånd eftersom de cyklar som parkeras där oftare långtidsparkeras.

Utrymmeskrav

Det erforderliga utrymmet vid en cykelparkering utgörs dels av den yta som är avsedd för uppställning av cyklar, dels av kommunikationsytor avsedda för förflyttning till och från stället. Behovet av kommunikationsytor är de samma oberoende av vilken typ av cykelparkering man använder. Bredden på dessa ytor bör vara c:a 2 meter för att ge en enkel parkering av cyklar.

Kravet på utrymme för en cykelplats varierar beroende på cykelställets utformning. Cykelplatsens bredd är beroende av hur cykeln parkeras och av den utrustning som används. En cykelbox kräver t ex $1,4 \text{ m}^2$ ($2,0 \times 0,7$) medan ett "vanligt" cykelställ med det vanliga c/c-avståndet 40 cm kräver $0,76 \text{ m}^2$ ($1,9 \times 0,4$). Enligt Ljungberg (1982) krävs dock ett c/c-avstånd på 60 cm för att parkering av cyklar ska kunna ske bekvämt. Vid mindre c/c-avstånd är det stor risk för att styret fastnar i granncykelns växel och handbromsvajrar. Vid c/c 60 cm kommer en cykelplats i vanligt cykelställ att ta $1,14 \text{ m}^2$ i anspråk.

Sammanfattningsvis kan konstateras att planering av cykelparkeringsanläggningar måste ske med hänsyn till cyklistens speciella egenskaper. Cyklisten kan alltid välja att parkera utanför cykelparkeringen. Detta ställer stora krav på utformningen. En viktig faktor vid planeringen är naturligtvis att cykelparkeringen är rätt dimensionerad vad avser antalet platser. Här saknas empirisk kunskap att användas vid nyprojektering.

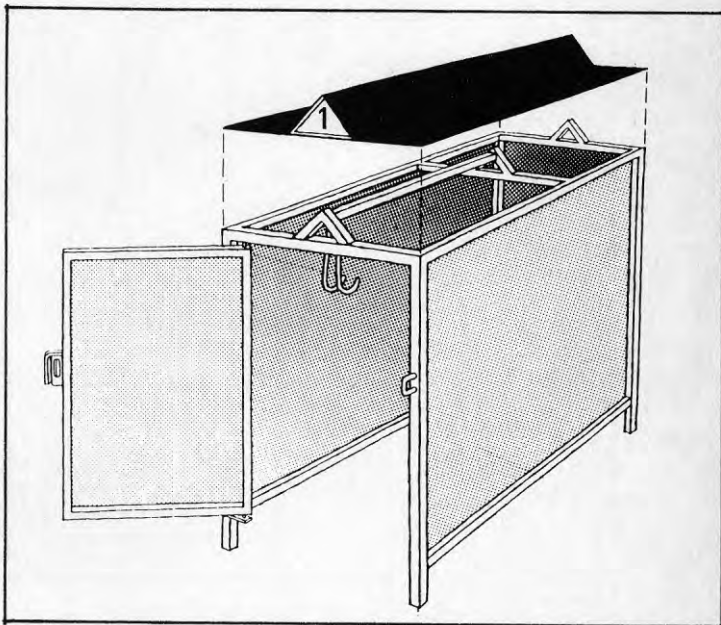
Forskning

Det finns behov av forskning om planering och dimensionering av cykelparkeringsanläggningar. Det är viktigt att få beskrivet hur olika utformningar fungerar. Vidare behövs dimensionsgrunder, t ex behov av cykelparkeringsplatser vid olika typer av målpunkter.

8.3 Nya typer av cykelparkering

Med det ökade intresset för cykeln har också följt ett ökande intresse från cykelställstillverkare och uppfinnare att finna nya och bättre former för cykelparkering. Från cyklisthåll har man under senare år, genom cyklistorganisationer som Cykelfrämjandet, framfört önskemål om någon form av läsbara cykelställ. Med de senaste årens ökning av dyra, flerväxlade cyklar har också stöldbegärligheten hos cyklarna ökat. Idag är c:a 20 % av cyklarna i tätort av denna typ.

De flesta nya typer av cykelparkering tar alltså fasta på idén att försöka förbättra stöldskyddet. Detta sker med en mängd olika metoder. Det mest stöldsäkra alternativet är den så kallade cykelboxen där man låser in hela cykeln i någon form av bur. På den svenska marknaden finns till exempel Cbox och Bikebox, se figur 8.1.

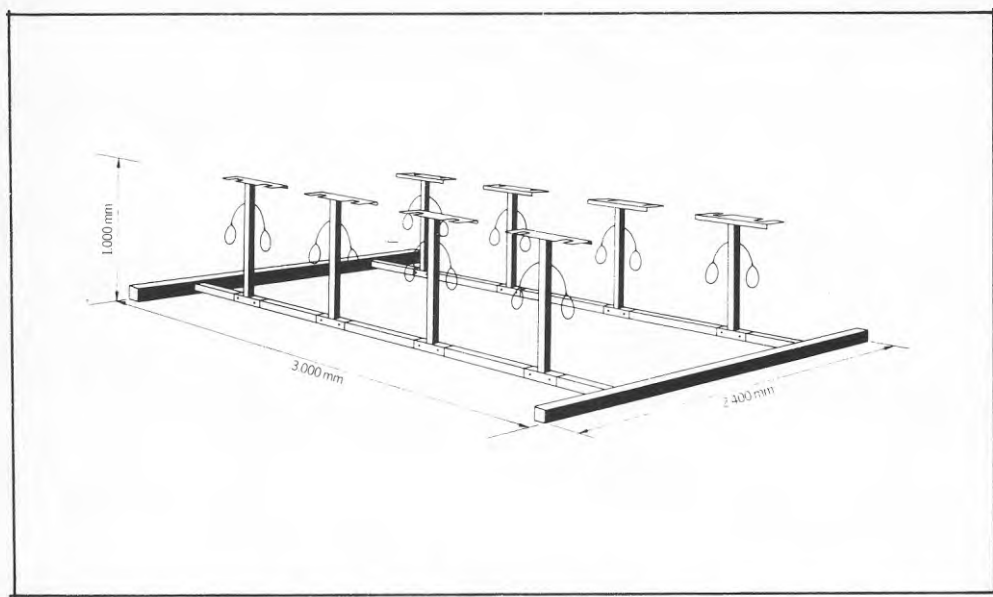


Figur 8.1 Cykelbox modell Bikebox. Källa: Produktbroschyr Bikebox.

Fördelen med cykelboxar är naturligtvis att stöldrisken blir minimal, även för delar av cykeln. Nackdelarna är att de tar stor plats och att de ofta är fula. Cbox har dock en tilltalande utformning som bör kunna passa i de flesta miljöer. Denna cykelbox finns närmare beskriven i del 1.

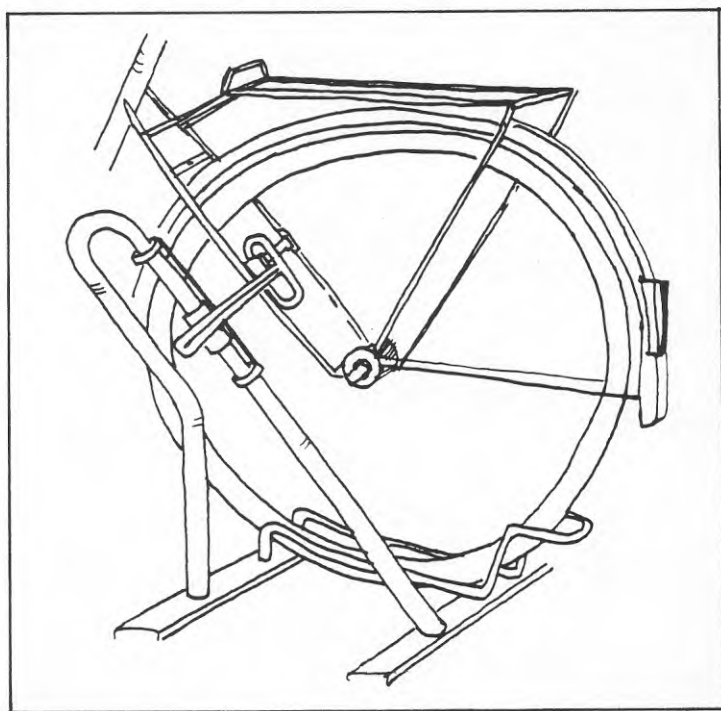
De flesta andra typer av låsbara cykelställ bygger på att någon del av cykeln låses fast. I de flesta fallen måste detta ske med hjälp av ett extra lås. Detta gäller till exempel ställen TRYGGVE, MOBIL, MCB med flera.

I några få fall kan cykeln låsas fast i cykelstället med cykelns eget lås vilket är att föredra. De ställ av denna typ som vi känner till är MULTIBLOC och LÅSA.



Figur 8.2 MULTIBLOCstället. Källa: Produktbroschyr

MULTIBLOCstället, som visas i figur 8.2 fungerar så att cykeln hängs upp i sadeln varefter cykeln låses fast genom en vajerögla låses fast med cykelns eget lås.



Figur 8.3 LÅSAstället, med parkerad cykel.

LÅSAstället har testats och utvärderats vid institutionen för trafikteknik, LTH (Andersson, PG, Ljungberg, C (1985)). Utvärderingen visar att det är enkelt att låsa fast cykeln i LÅSA-stället. Man pekar vidare på den stora fördelen med att cykeln låses med sitt eget lås. Att man backar in cykeln bör inte vålla några större problem. Enda nackdelen anges vara att LÅSA-stället tar större plats än ett traditionellt cykelställ. Samtidigt får man dock en standardförbättring eftersom vanliga ställ ofta är trånga. Sammanfattningsvis anges att LÅSA-stället är en väl genomtänkt produkt som bör kunna bli ett alternativ till de cykelställ som finns på marknaden idag.

I den ovan nämnda rapporten görs också en jämförelse av utrymmesbehovet för olika typer av cykelställ, se tabell 8.1.

Tabell 8.1 Utrymmesbehov för en cykelplats.
Källa. Andersson, P G, Ljungberg,
C, 1985, TP-stället - förundersök-
ning av ett låsbart cykelställe.

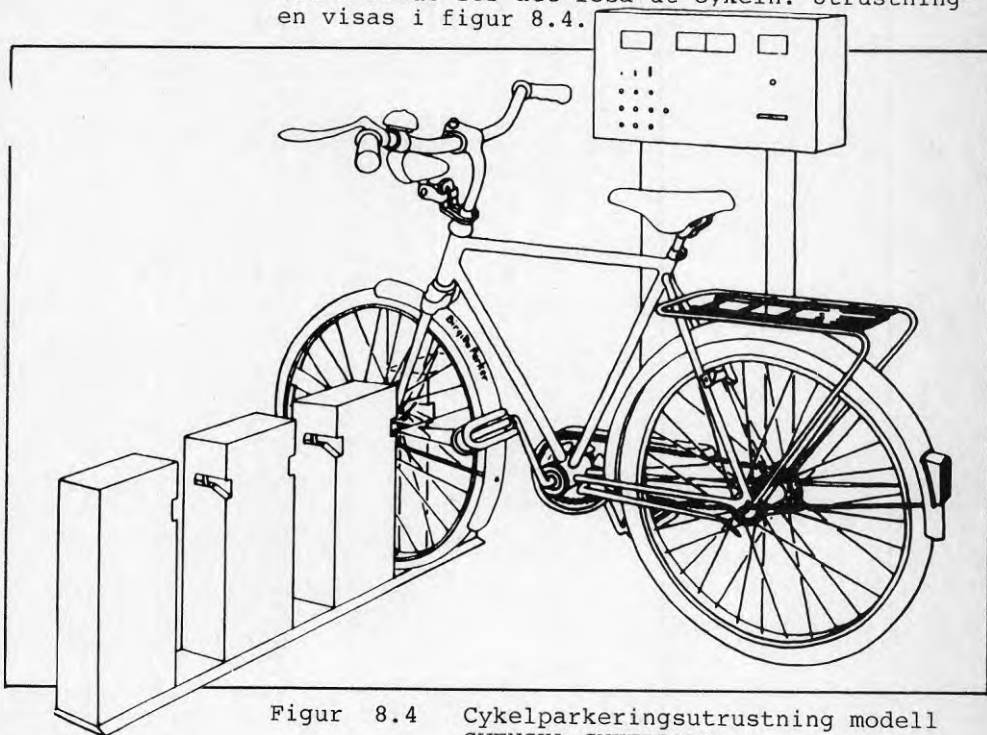
"Varannan upphöjd" innebär att man höjer upp varannan cykelplats för att kunna parkera cyklarna tätare (styrena slår ej i varandra).

Typ	Yta (m ² /plats)	Mätt (längd x bredd)
<u>Enkelsidig</u>		
Cykelbox	1,40	2,0 x 0,70
"Vanligt" cykelställe	c/c 40 0,76	1,9 x 0,40
	c/c 60 1,14	1,9 x 0,60
Varannan upphöjd	c/c 33 0,63	1,9 x 0,33
Multibloc	c/c 38 0,72	1,9 x 0,38
LASA-stället	c/c 50 0,95	1,9 x 0,50
	c/c 65 1,24	1,9 x 0,65
	c/c 90 1,71	1,9 x 0,90
<u>Dubbelsidig</u>		
Vanligt	c/c 40 0,64	1,6 x 0,40
Varannan upphöjd	c/c 33 0,53	1,6 x 0,33
Multibloc	c/c 38 0,71	1,85 x 0,38
LASA-stället	c/c 55+20 1,09	1,85 x 0,75
	c/c 70+20 1,31	1,85 x 0,90
<u>Cirkeluppställning</u>		
Vanligt (20 pl) Ø=494	0,96	2,47 ² x π
LÅSA (14 pl) Ø=505	1,43	2,53 ² x π

Ett mer komplicerat system för låsbar cykelparkering är SVENSKA CYKELPARKS cykelparkeringsanläggning. Anläggningarna består av ett antal "ställe" som manövreras från en centralt placerad mätarenhet.

Den praktiska användningen tillgår så att en cyklist som skall parkera sin cykel först går till mätaren, där en display talar om vilket platsnummer som står i tur att utnyttjas. Genom

att slå in detta platsnummer på en knappsats och erlägga avgift för önskad parkeringstid, får cyklisten en biljett med angivelse av år, vecka, dag samt tid då cykeln skall hämtas. Utöver detta anges även platsens nummer plus en av mätaren slumpmässigt vald kod om 4 siffror som används för att lösa ut cykeln. Utrustningen visas i figur 8.4.



Figur 8.4 Cykelparkeringsutrustning modell SVENSKA CYKELPARK.

När cyklisten fått biljetten parkerar han på anvisad plats genom att föra framhjulets navmuttrar in i stället. Cykeln låses då fast med hjälp av en elektromagnet.

När man skall hämta cykeln går man till mätaren, knappar in cykelplatsnumret samt den fyrsiffriga koden och går därefter bort och tar sin cykel.

Om tiden har överskridits talar mätaren om detta när man slår in platsnumret. Man får då erlägga detta belopp innan man kan ta ut sin cykel.

Systemet möjliggör alltså en avgiftsfinansierad cykelparkering. Tillverkaren rekommenderar att anläggningen byggs i storleksordningen 64 eller 96 platser för att "få ekonomi i anläggningen".

Systemet verkar kanske onödigt komplicerat för de flesta behov, men är troligen det enda som står till buds om man vill ha en flexibel

avgiftsfinansierad cykelparkering. Övriga sätt att ta betalt för cykelparkering är t ex cykelboxar som hyrs ut per månad eller bemannade cykelgarage.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis tycks det försigå en omfattande utvecklings- och innovationsverksamhet vad gäller cykelparkering. Många av produkterna uppfyller dock inte de krav som man kan ställa på en bra cykelparkering. Det skulle vara en fördel om cykelställen på något sätt testades. I väntan på någon form av sådan test kan planeraren använda sig av den checklista, med krav på cykelparkering, som presenterades i avsnitt 8.1.

8.4 Cykel och kollektivtrafik

Cykeln spelar ofta en stor roll som matarfordon till kollektivtrafiken. Tillgängligheten till bussar och tåg kan i många fall öka väsentligt om den resande använder cykeln som matarfordon. I detta sammanhang uppkommer ofta två frågeställningar:

- kan jag ta med cykeln på tåget/bussen?
- kan jag vara säker på att min cykel står kvar när jag vill hämta den?

8.4.1 Cyklar på tåg

Problemet med att ta med cyklar på tågen diskuteras t ex på pendeltågen i Stockholm och Sydvästskåne. Många cyklister önskar en möjlighet att på ett enkelt sätt kunna ta med cykeln och fortsätta resan med denna i kollektivresans ändpunkt. Att ha en cykel i kollektivresans båda ändpunkter anses av många som för dyrt och krångligt.

I Sverige kan man inte ta med sig cykeln på t ex pendeltågen. Vid längre tågresor finns dock möjligheten att sända cykeln som resgods. Detta förfarande är dock både komplicerat och förhållandevis dyrt. På regionala bussar finns ibland möjlighet att hänga på en cykel där bak.

Från cyklistorganisationer, och även politiska partier, har man på senare tid ofta framfört krav på att på ett enkelt sätt kunna medföra cykeln på tågen.

Danska Statens Järnvägar, DSB, genomförde 1980 en brett upplagd undersökning om hur man kan förbättra möjligheterna att kombinera använd-

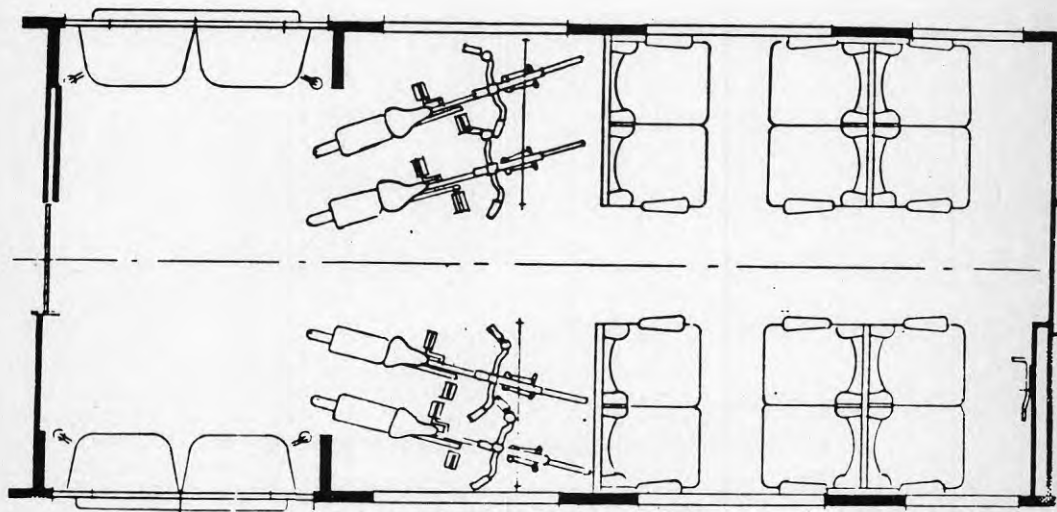
ningen av cyklar och tåg. Följande fyra huvudfrågor behandlades:

- medtagning av cyklar på tåg
- försändning av cyklar
- cykelparkering vid stationer
- cykeluthyrning vid stationer

Beträffande medtagning av cyklar på tåg konstaterar man att detta inte kan genomföras i det existerande systemet. Ett genomförande skulle kräva ändringar i vagnar, på stationer och i DSB:s betjäning. Vidare skulle platsen i tågen och på perrongen, under högtrafik, inte räckta till.

Man menar vidare att sammanblandningen av personer och cyklar ger många negativa effekter som risk för skador, oljenedsmutsning o s v.

För att ta med cyklar krävs omfattande ombyggnad av vagnarnas kupéer. Undersökningen redovisar ett flertal exempel på detta.



Figur 8.5 Exempel på ombyggnad av kupé.
Källa: DSB, Cykelprojektet.

Man menar vidare att inrättandet av särskilda cykelkupéer för cyklar kommer att ta upp utrymme som behövs för passagerare. Ut och inlastning kommer att förlänga stationstiderna med ökad restid som följd.

Fördelarna för de få som kommer att kunna få med sig sin cykel uppvägs alltså av de olägenheter som drabbar andra passagerare.

DBS menar att en förbättring av förhållandena för kombinationen cykel-tåg måste ske på de övriga områdena försändning av cyklar, cykelparkering och cykeluthyrning vid stationer.

Det bör dock påpekas att det världen över finns exempel kollektivtrafik där man kan ta med cyklar, t ex tunnelbanan i Amsterdam, olika lightrailssystem i Schweiz o s v.

Man bör därför i varje resrelation överväga möjligheterna till en enkel medtagning av cyklar. Det finns behov av forskning och demonstrationsprojekt på detta område även i Sverige.

8.4.2 Cykelparkering vid stationer/terminaler

Många cyklister som cyklar till tåg och buss upplever problemet med cykelstöld som stort. Om man inte säkert vet att cykeln står kvar när man skall hämta den väljer man kanske ett annat färdmedel för sin "matarresa".

Många cyklister, speciellt de med dyra flerväxlade cyklar, önskar någon form av låsmöjlighet och väderskydd för sin cykel.

Förutom att antalet cykelställ måste vara tillräckligt vid stationer och terminaler måste också stora delar av cykelparkeringen erbjuda skydd mot stöld och vädret.

Förutom de låsbara cykelställ som presenteras i avsnitt 8.3 finns möjligheten att ordna bemanade cykelgarage. Denna typ av cykelgarage finns sedan länge i flera länder bl a Holland.

I Japan finns datoriserade parkeringshus för cyklar (Replogle 1983). I dessa lämnar man sin cykel i en sorts ställ och får då ut en parkeringsbiljett. En datorstyrd robotkran tar cykeln och lyfter in den i lagringsutrymmet inuti garaget. När cyklisten skall hämta sin cykel för man in parkeringsbiljetten i en automat, betalar och får på en display veta i vilket ställ cykeln kommer att levereras.

Denna typ av datoriserade parkeringshus kommer förmodligen inte att användas i Sverige. Däremot finns det anledning att på större stationer/terminaler med många cyklade prova bemanade cykelgarage.

Forskning

Vidare forskning bör kunna visa hur man på bästa sätt kan underlätta en kombination av cykel och kollektivtrafik. Denna forskning bör syssla både med medtagning av cyklar och cykelparkering/uthyrning.

9 Underhåll av cykeltrafikanläggningar

Det ökande cyklandet, och tillkomsten av statsbidrag för cykelvägar, har gjort att man i många kommuner under en kort tid byggt cykelvägar i snabb takt. Kravet på snabba och billiga åtgärder har ofta inneburit att drifts- och underhållsaspekten kommit i skymundan. I det följande avsnittet diskuteras underhållet av cykelvägar ur följande aspekter: betydelse (9:1), planering (9.2) och kostnader (9.3).

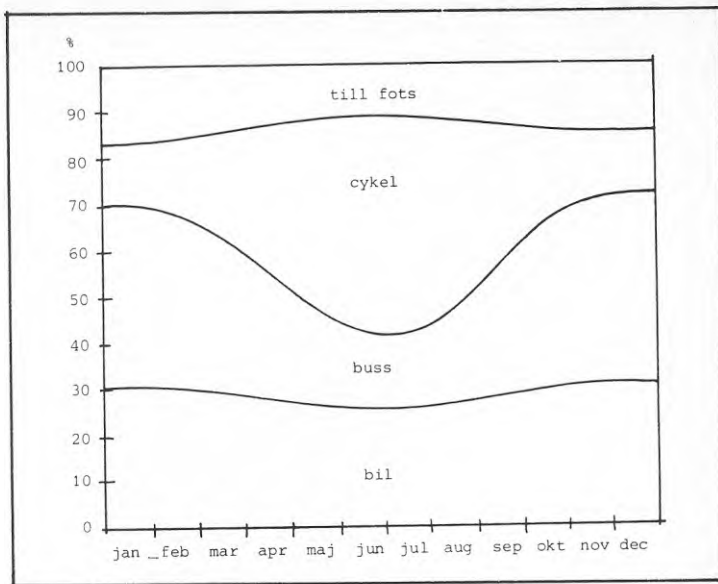
9.1 Underhållets betydelse

Vilken betydelse ett gott underhåll har för användandet cykelstråk har inte belysts i någon undersökning, så ej heller i denna. Det torde väl dock stå klart för var och en att väl underhållna cykelstråk på ett bättre sätt kan konkurrera med alternativa bilvägar än en med dåligt underhåll. Speciellt viktigt är det att cykelstråket inte ges ett sämre underhåll än dessa parallella bilvägar.

Underhållet kan också ha betydelse för trafiksäkerheten. Om snöröjningen t ex är dålig eller obefintlig på cykelstråken använder cyklisterna bilvägarna istället, med ökad olycksrisk som följd. Att använda cykelbanan som snöupplag får naturligtvis samma effekt.

Andra underhållsåtgärder som direkt påverkar trafiksäkerheten är t ex klippning av buskage och häckar, se avsnitt 5.3.

Vinterväghållningen på cykelstråken kan också ha betydelse för planeringen av en kommuns kollektivtrafik. En tidigarelagd, och förbättrad snöröjning av cykelstråken skulle förmodligen kunna ge en ökad cykelanvändning vintertid. Detta skulle i sin tur kunna ge minskat behov av busstrafik. På många orter är bytet mellan cykel och buss mycket stort vintertid, vilket ger bussföretagen stora problem i planeringen, se figur 9.1.



Figur 9.1 Färdmedelsval i Malmö under årets olika månader.
Källa: Warsén, 1983.

Det finns ett stort behov av att med forskning belysa sambandet underhåll - cykelanvändning och då speciellt hur man med ett förbättrat vinterunderhåll eventuellt kan förlänga cykelsäsongen.

9.2 Planering av underhållet

Vid planering, och projektering, av cykeltrafikanläggningar fokuseras intresset ofta på anläggningskostnaden och man bortser ofta från driftsaspekten. I den mån underhållskostnaderna beaktas, görs detta ofta genom en myndighets egen subjektiva "verksamhetsekonomiska" betraktelse, och inte ur samhällsekonomisk synvinkel.

Det är av stor vikt att drifts- och underhållsaspekter tas med redan vid projekteringen. Detaljer, som att stolpar placeras fel, kantstenar utförs felaktigt o s v, kan t ex medföra behov av manuell renhållning med ökade kostnader som följd.

9.2.1 Barmarksunderhåll

Bredd

Gång- och cykelvägar bör göras så breda att de kan maskinsopas. En stor självupptagande sopmaskin kräver en vägbredd på 2,5 m på raksträcka, och en frihöjd på 2,4 - 3,0 m.

Barmark

De maskiner som används vid barmarksunderhållet är t ex BEMAB och Lundberg 341 i kombination med Brodway Viking, båda mekaniskt självupptagande. På mindre GC-länkar används ofta SCHÖRING, med sugande självupptagning.

Det är av stor vikt att renhållningsstandarden på cykellänkarna inte är sämre än på bilvägar. Hur ofta cykellänkarna behöver renhållas är beroende på i vilken typ av miljö som GC-länken ligger i. I "Vedlikehold av gang- og sykkelveger NVF 24:1984" ges "normalvärden" som visas i tabell 9.1.

Tabell 9.1 Normalvärde för barmarksrenhållningsfrekvensen för GC-länkar.
Källa: Vedlikehold av gang- og sykkelveger, NVF 24:1984"

Områdestyp	Renhållning ggr/månad
Bostadsområde med flerfamiljshus	2
Bostadsområde med småhus	1
Övriga gång- och cykelbanor	2

9.2.2 Barmarksunderhåll och standard

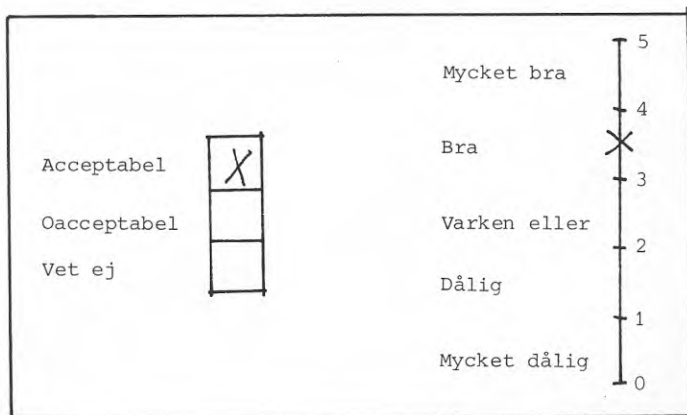
Eftersom det saknas riktlinjer för när och hur cykellänkarna skall renhållas avgör kommunen själv vilken standardnivå man vill välja. Detta innebär att standarden blir olika i olika kommuner.

Var går då gränsen mellan acceptabel och oacceptabel standard? Vid värderingar av standarden får man skilja på cykelvägens funktionella och strukturella tillstånd.

- Det funktionella tillståndet är, populärt uttryckt, svaret på frågan: "Hur bra är vägen att färdas på?"
- Det strukturella tillståndet, med faktorer som t ex bärighet, jämnhet etc, är avgörande för det behov man har av underhåll för att upprätthålla det funktionella tillståndet.

Ett sätt att mäta det funktionella tillståndet är med hjälp av PSR, Present Serviceability Rating. Begreppet har framtagits av American Association of State Highway Officials (AASHTO). PSR bygger på den subjektiva bedöm-

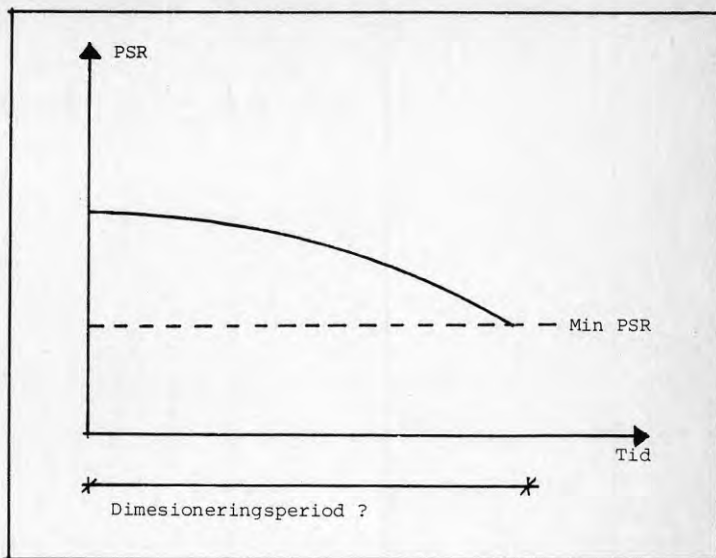
ningen av cykellänkens standard som cyklister får göra vid en intervju. Det intervjuschema som används visas i figur 9.2.



Figur 9.2 Intervjublankett för cyklistvärdering av cykellänksstandard, PSR.

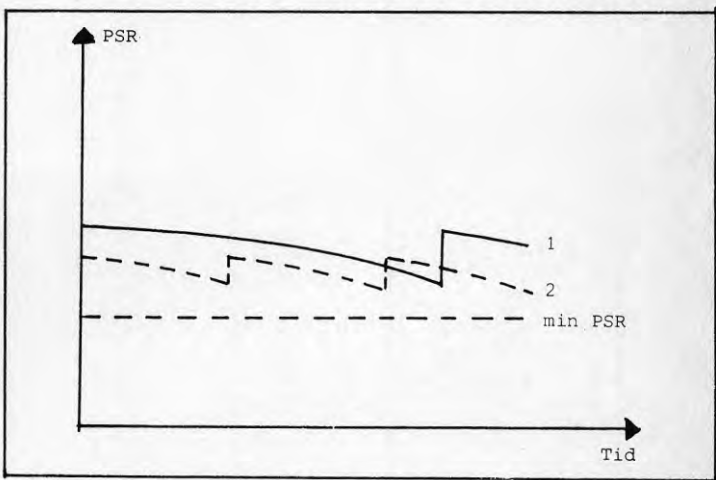
Inget av den nordiska länderna har klart formulerade funktionskrav för cykellänkars standard. I Danmark finns det krav på jämnhet och friktion på det övriga vägnätet. Enligt "Gang og cykelvejes opbygning, NVF" motsvarar kravet för mindre vägar (< 4 000 ÅDT) ett PSR på 1.8. I ett examensarbete vid DTH, Danmarks Tekniska Högskola, har man också funnit god överensstämmelse mellan PSR-värdet och den jämnhetsstandard man mätt med hjälp av en accelerometer monterad på en cykel.

I figur 9.3 visas det funktionella tillståndet, symboliserat av PSR.



Figur 9.3 Funktionellt tillstånd (PSR) hos ett cykelstråk som funktion av tiden. Kurvans form beror av det strukturella tillståndet.
Källa: Gang- och cykelvejens opbygning, NVF, 1983

En dimensioneringsperiod kan vara tidsperioden fram till den tidpunkt när PSR har fallit under ett fastställt värde. Detta behöver dock inte vara den optimala lösningen. I figur 9.4 visas två alternativa underhållsstrategier och deras betydelse för det funktionella tillståndet.



Figur 9.4 Alternativa strategier för underhåll av cykellänkar och deras betydelse för det funktionella tillståndet.
Källa: Gang- och cykelvejens opbygning, NVF, 1983

De visade sprången i figur 9.4 markerar underhållsåtgärder som förbättrat både de funktionsella (PSR) och strukturella tillståndet. Båda kurvorna ligger över minimivärdet på PSR, men ger olika servicenivå och olika kostnader.

Vidare forskning bör kunna visa om PSR-begreppet kan användas, t ex i samhällsekonomiska cost-benefitanalyser, (t ex PSR-värdet multiplicerat med antalet trafikanter) som hjälp vid planeringen av underhållet.

9.2.3 Vinterväghållning

Vad det gäller vinterväghållning har Vägverket delat in GC-länkarna i tre olika klasser:

Klass 1: Banor invid högtrafikerad väg (mer än 7 000 ÅDT).

Klass 2: Banor invid väg med 1 500 - 7 000 ÅDT i anslutning till centrala hållplatser för kollektivtrafik, vid skolor, sjukhus, affärscentra och serviceinrättningar.

Klass 3: Övriga gång- och cykelbanor.

Tabell 9.2 visar de kriterier som Vägverket använder.

Tabell 9.2 Kriterier för vinterväghållning av GC-länkar.
Källa: Vägverket

Kriterier	Klass		
	1	2	3
Igångsättning vid snödjup	2 cm	4 cm	6 cm
Färdigtidpunkter efter uppnådda igångsättningsdjup	4 tim	1 dygn	2 dygn
Antal åtgärdsstillfällen	0,4 x SNm*	0,3 x SNm	0,2 x SNm
Antal snöröjningstillfällen varefter bortforsling av snö skall ske	7	10	10

*SNm = antal snönederbördstillfällen

Dessa vägverkets kriterier för vinterväghållning och tillhörande klassindelning är inte helt relevant vad gäller kommunernas väghållning. Klassindelningen bör ha ett annat utseende.

de och bör grunda sig på cykeltrafiken på länken istället för trafiken på intilliggande gata. Forskning bör kunna visa vilka kriterier som är lämpliga.

Cykelstråk bör endast undantagsvis saltas. Saltinblandning i sand bör dessutom vara så liten som möjligt för att slippa moddbildning och skador på skor, kläder och växter.

I de delar av landet där sparkåkning förekommer kan man snöröja endast halva länkbredden.

Efter avslutad vinterväghållning är det viktigt att man sopar upp sanden. Lös sand på asfalt ger en mycket låg friktionskoefficient, se avsnitt 7.4.1.

9.2.4 Organisation av underhåll

I de flesta kommuner svarar kommunen ensam för underhåll av cykelstråk utanför kvartersgräns. Kommunen har möjlighet att efter länsstyrelsens prövning ålägga fastighetsägare inom stadsplanlagt område skyldighet att renhålla gångbana utanför fastigheten.

När man bygger hela cykelvägnät betyder detta ofta att man använder både parkmark och gatumark. Ibland går cykelstråken genom skol-, sjukhus- och universitetsområden. Detta innebär att driftsansvaret blir splittrat på olika kommunala förvaltningar och fastighetsägare. I värsta fall kan ansvaret för renhållningen på ett sammanhängande cykelstråk vara uppdelat på tre eller flera förvaltningar etc.

Detta betyder t ex vintertid att när cyklisten använder cykelstråket kan han/hon plötsligt komma in på ett avsnitt som ej är snöröjt. Nästa gång väljer han kanske gatan istället där snöröjningen utförs på en och samma gång.

Det är av stor vikt att administrativa problem av denna art undanröjs så att ansvaret för renhållning av cykelstråk i det övergripande cykelvägnätet åvilar en och samma förvaltning etc.

9.3 Kostnader för underhåll

Idag är det svårt att få ett samlat grepp över drift- och underhållskostnader för GC-länkar. Oftast redovisar kommunerna inte dessa kostna-

der separat utan de ingår i driftskostnaderna för hela gatunätet. En genomgång av drift- och underhållskostnaderna i några svenska kommuner (Vedlikehold av gang- og sykkelveger, NVE, 1984) har dock visat att kostnaderna för drift och underhåll relativt sett är blir dyrare för gc-nätet jämfört med det övriga vägnätet.

Enligt samma rapport varierar kostnaden (i 1984 års priser) för barmarksrenhållningen mellan 0,13 och 9,63 kr/m². För vinterväghållningen är motsvarande siffror 1,61 och 7,68 kr/m². Kostnaden för belysning uppskattas till c:a 10 kr/m.

I den enkät om cykelvägar som vi sändt till samtliga Sveriges kommuner har vi också ställt frågan: "Vad kostar underhållet av cykelstråken per km och år?"

Svaret på denna fråga varierar mellan 500-40 000 kr/km och år. Medelvärdet för samtliga kommuner i Sverige är 7 300 kr/km.

Underhållskostnaden beror av ortens storlek. Större orter har dyrare underhåll per km även om man tar hänsyn till att de har fler antal km cykellänk och oftare använder specialmaskiner.

För orter med c:a 20 000 inv är underhållskostnaden c:a 6 300 kr/km, och för orter med c:a 100 000 inv c:a 10 500 kr/km. Att större orter har ett dyrare underhåll kan bero på att man har en välutbyggd, och därmed dyrare, organisation av underhållet. Andra förklaringar kan vara att med flera cyklister får man ett större tryck på att underhållet skall vara bra.

Om kommunerna gör en separat uppföljning av underhållskostnaderna för cykellänkar kan denna vara en av delarna i en samlad samhällsekonomisk bedömning av cykellänkarnas kostnad och nytta.

Bilaga 1

Friktion och friktionskoefficient

För cyklar, och cykeldäck, finns det tre olika former av friktion som är av intresse:

- vilofriktion
- glidfriktion
- sidofriktion

De två förstnämnda är av intresse vid bromsning av cykeln, och den sistnämnda vid sväng med cykeln. Vilofriktion och glidfriktion är de egentliga fysikaliska storheterna, medan sidofriktionen utbildas av de båda andra.

1. Friktion vid bromsning

Vid bromsning av en cykel kan man antingen bromsa varsamt, så att rullningen fortsätter, eller så kraftigt att hjulet låser sig. De fysikaliska sambanden som styr bromsförloppets dynamik i övergången mellan dessa två faser är mycket komplicerade.

Förenklat kan man säga att vid rullande bromsat hjul har man vilofriktion mellan hjul och underlag och glidfriktion i bromsdonet. Vid låst bromsat hjul har man däremot glidfriktion mellan hjul och vägbanan och vilofriktion i bromsdonet. Eftersom vilofriktionen alltid är större än glidfriktionen gäller alltid att man får bättre bromsverkan med rullande bromsat hjul än med låst hjul.

På grund av ytornas mikrostruktur kommer endast deras uppskjutande spetsar i direkt kontakt. Trycket blir där så stort att en plastisk hoptryckning sker och så småningom adhesionskrafter utbildas. När glidning inträder bryts dessa band och friktionskoefficienten minskar. Under glidningen deformeras beröringstopparna plastiskt och avskjuvas eventuellt.

Arnberg et al (1980) har visat att däcksmönstrets djup har betydelse för friktionskoefficienten, och därmed friktionen och bromssträckan.

Ett rent fysikaliskt resonemang ger vid handen att cyklisters stoppsträcka kan skrivas

$$S = v \cdot t + \frac{v^2}{2g(f \pm \alpha)}$$

där

v = hastigheten (m/s)

t = reaktionstid (=Zs)

g = tyngdacceleration (=9.81 Nm/s²)

f = friktionskoefficient (=0.4)

α = lutning i % (+ uppför, -nedför)

Denna formel ger något längre stoppsträcka än det samband som redovisas i figur 7:13 avsnitt 7.4.1.

2. Friktion vid kurvtagning

Sidofriktionskoefficienten, som är bestämmande för den friktion som skall balansera centrifugalkraften i en kurva, varierar med hastigheten enligt tabell 6, avsnitt 6. Högre hastighet ger lägre friktion.

Det är dock inte lämpligt att utnyttja den maximalt tillgängliga sidofriktionen eftersom man då får sidokrafter som upplevs som mycket obehagliga. Vid 20km/h är den acceptabla sidofriktionen 65% av den tillgängliga. Detta ger en lämplig sidofriktionskoefficient på omkring 0.20 för cyklister.

Ett fysikaliskt resonemang ger följande formel för lämplig radie.

$$R = \frac{v^2}{g(f+E)}$$

där

v = hastigheten m/s

g = tyngdaccelerationen (=1.81 m/s²)

f = sidofriktionskoefficienten (= 0.2)

E = skevning (= 2%)

Denna formel ger dock betydligt större värden på radierna än den formel 6:5 som presenterats i avsnitt 6.4.2.

Bilaga 2

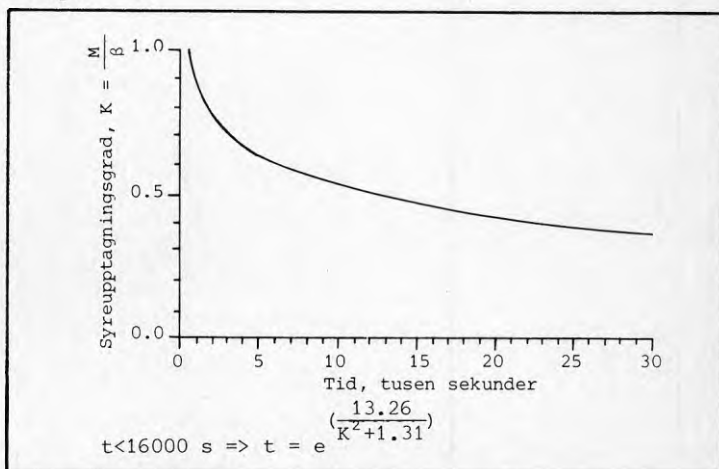
Teori om cykellänkars lutning

1. Människans prestationsförmåga

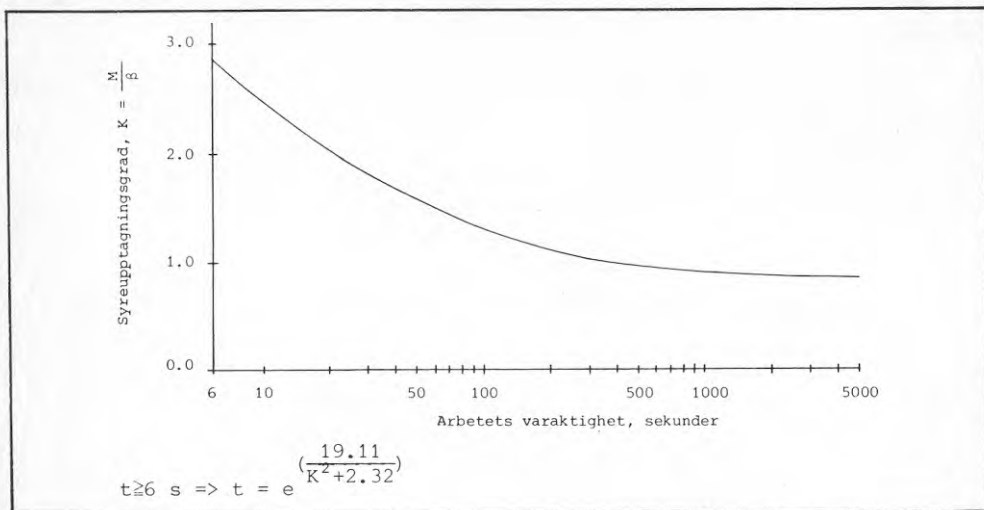
Den metod för att beräkna en cykellänks lutning som visas i avsnitt 6.5.1 är hämtad från Adams, W C & Ramey, M R, Design and analysis of bikeway grades (1975). I denna bilaga redovisas de resonemang som ligger bakom framtandet av metoden.

För att resultaten skall bli lättare att förstå har samtliga enheter och konstanter räknats om till SI-enheter (i originalrapporten anges alla enheter enligt amerikansk standard).

Det första som behövs är empiriska data för människans fysiska prestationsförmåga. I figurerna 1 och 2 redovisas den tid man kan arbeta inom, respektive utom, det aeroba arbetsområdet beroende på syreupptagningsgraden (K). Arbetar man utanför det aeroba arbetsområdet, anaeroft, behöver man ta hjälp av syret från blodet, d v s man hinner inte med att andas in tillräckligt med syre för det arbete som utförs. Syreupptagningsförmågan (ml O₂/min och kg kroppsvikt) för män och kvinnor i olika åldersgrupper redovisas i tabell 1. Inom varje åldersgrupp redovisas också den andel av populationen som ligger över en viss syreupptagningsnivå.



Figur 1. Syreupptagningsgradens beroende av arbetets varaktighet vid aerobt arbete



Figur 2. Syreupptagningsgradens beroende av arbetets varaktighet vid anaerobt arbete

Tabell 1. Maximal syreupptagningsförmåga för friska, otränade kvinnor och män (ml O₂/min·kg)

	Ålder	90 perc	87½ perc	85 perc	medel- värde	15 perc	12½ perc	10 perc	medel- vikt (kg)
Kvinnor medel- längd 162 cm	20-29	23.9	32.0	34.2	37.1	40.0	42.2	50.3	58
	30-39	20.3	29.5	31.5	34.7	37.9	39.2	49.1	59
	40-49	22.1	27.1	28.4	30.2	32.0	33.3	38.3	63
	50-65	18.3	23.1	24.6	26.4	28.2	29.5	34.5	65
Män medel- längd 172 cm	20-29	28.4	37.6	40.1	43.4	46.7	49.2	58.4	70
	30-39	24.2	32.3	34.5	37.4	40.3	42.5	50.6	75
	40-49	23.5	30.9	32.8	35.5	38.2	40.1	47.5	76
	50-59	19.9	27.7	29.7	32.5	35.3	37.3	45.1	76
	60-69	16.4	23.8	25.7	28.4	31.1	33.0	40.4	76
	70-82	9.2	18.4	20.9	24.2	27.5	30.0	29.3	76

2. Effektbehov vid cykling i uppförsbacke

När man vet människans fysiska kapacitet måste man ta reda på den effekt en cyklist behöver utveckla för att få cykeln uppför en viss backe. De faktorer som påverkar en cyklist i uppförsbacke är (se figur 3):

v_b = den hastighet man önskar hålla upp för backen

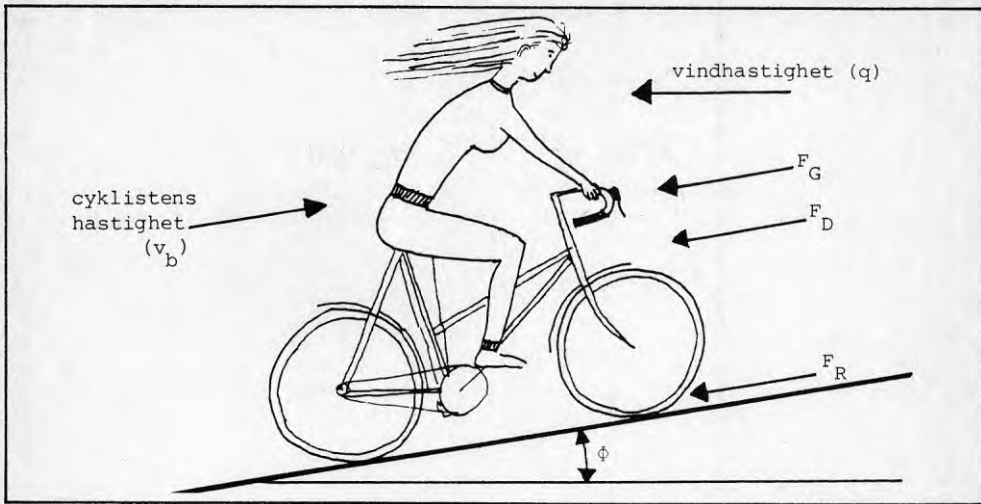
ϕ = backens lutningsvinkel

q = vindhastigheten

F_G = motstånd p g a gravitationskraften

F_R = rullmotståndet

F_D = luftmotståndet



Figur 3. Krafter som påverkar en cyklist som cyklar uppför en backe med konstant hastighet.

Den nettoeffekt (P_R) som behövs för att klara av backen är således:

$$P_R = (F_G + F_R + F_D) v_b \quad (1)$$

För att beräkna F_G , F_R och F_D behövs följande variabler:

m_C = cykelns vikt (kg)

m_P = cyklistens vikt (kg)

ϕ = lutningsvinkeln (radianer)

v_b = dimensionerande färdhastighet (m/s)

q = vindhastighet (m/s)

A_D = cykelns och cyklistens vindmotståndsbarea (m^2)

T = däcktrycket (kPa)

D = cykelns hjuldiameter (tum)

samt cyklistens ålder och kön

Nedan redovisas hur de tre motståndsfaktorerna F_G , F_D och F_R beräknas.

a) Motsånd p g a gravitationskraften (F_G)

Om man studerar figur 3 får man följande fysikaliska samband för F_G :

$$F_G = (m_C + m_P) 9,81 \cdot \sin \phi \quad (2)$$

Eftersom alla tänkbara lutningar på cykellänkar har små vinklar kan man utnyttja sambandet $\sin \phi = \tan \phi = \phi$, med ϕ i radianer, vilket ger:

$$F_G = (m_C + m_P) 9,81 \phi \quad (3)$$

b) Rullmotståndet (F_R)

När det gäller den kraft som behövs för att övervinna rullmotståndet (F_R) är de fysikaliska sambanden mycket komplicerade. Man har genom empiriska försök funnit att rullmotståndet för en normal cykel med 26-27 tums däck med en bredd på $1\frac{1}{4}$ - $1\frac{3}{8}$ tum är:

$$F_R = (0,005 + \frac{0,92}{T}) (m_P + m_C) 9,81 \quad (4)$$

c) Luftmotståndet (F_D)

För att övervinna luftmotståndet behöver man utveckla energi motsvarande

$$F_D = \frac{mv^2}{2} \quad (5)$$

Massan (m), "som man skall flytta på", motsvarar vikten på den luft man skall "flytta" på. Således kan man teckna massan per sträckenhet som:

$$m = A_D \cdot \rho \quad (\text{kg/m}) \quad (6)$$

där ρ är luftens densitet (vid 0°C är denna $1,3 \text{ kg/m}^3$).

Hastigheten (v) är i detta fall den relativa hastigheten mot vinden, d v s summan av cyklistens hastighet (v_b) och vindhastigheten (q). Vindhastigheten är positiv vid motvind.

$$v_r = (v_b + q) \quad (7)$$

Vi får alltså luftmotståndet som:

$$F_D = \frac{A_D \cdot 1,3 (v_b + q)^2}{2} = 0,65 (v_b + q)^2 A_D \quad (8)$$

d) Nettoeffekten (P_R)

Vi har nu uttryck för samtliga variabler i formel 1 och kan ställa upp ett uttryck för nettoeffekten (P_R).

$$P_R = \left([(m_P + m_C) 9,81 \phi] + [(0,005 + \frac{0,92}{T}) (m_P + m_C) 9,81] + [0,65 (v_b + q)^2 A_D] \right) v_b \quad (9)$$

3. Sambandet mellan arbetskapacitet och erforderlig effekt

För att få fram sambandet mellan arbetskapacitet och den erforderade nettoeffekten behöver man känna till förhållandet mellan individers ämnesomsättning och den effekt som erfordras för den aktuella lutningen. Förutom den i avsnitt 2 beskrivna nettoeffekten (P_R) behöver man då känna till cyklistens pedalfrekvens (ω) för att kunna beräkna ämnesomsättningen (M).

$$M = G(\omega, P_R) \quad (10)$$

där

M = ämnesomsättningen under cykling (l O_2 /min)

ω = pedalfrekvensen (varv/min)

G = funktionen som beskriver förhållandet mellan ω och P_R

Pedalfrekvensen är relaterad till hjuldiametern (D), cyklistens hastighet (v_b) och cykelns utväxling (R). Utväxlingen hos en normal 3-växlad cykel är 1.9, 2.5 och 3.4.

$$\omega = \frac{v_b}{\pi DR} \quad (11)$$

Empiriska test har visat att cyklister väljer att trampa med ungefär konstant varvtal oavsett topografin. Detta medför ett optimalt utnyttjande av den tillförda energin. Detta ger följande samband för ämnesomsättningen (M):

$$M = 0,31415 + 0,01155 \cdot P_R \quad (12)$$

där

M = ämnesomsättningen (l O_2 /min)

P_R = nettoeffekten i Watt

Förhållandet mellan erforderlig ämnesomsättning (M) och den maximala arbetskapaciteten (β) kallar vi för syreupptagningsgraden (K), där β hämtas ur tabell 1.

$$K = \frac{M}{\beta} \quad (13)$$

Syreupptagningsgraden (K) blir:

$$K = \frac{1000}{\beta \cdot m_p} (0,31415 + 0,01155 \cdot P_R) \quad (14)$$

Om $K < 1$ innebär det att cyklisten arbetar aerobt. Den maximala tid man då kan arbeta avläses i figur 1. För att cyklisten i fråga inte skall överanstränga sig halveras denna tid så att den dimensionerande tiden (t_d) blir $t/2$.

Om $K \geq 1$ arbetar cyklisten anaerobt och den maximala arbetstiden hämtas ur figur 2. Eftersom anaerobt arbete kräver mer av kroppen är den tillåtna arbetstiden endast 1/3 av den som avlästs i figur 2.

4. Beräkning av backens längd

För att beräkna backens maximala längd använder vi det fysikaliska sambandet

$$L_{\text{tot}} = L_c + L_p \quad (15)$$

där L_c är den sträcka som går åt för att cykelns hastighet skall sjunka från ingångshastigheten (v_i) till den hastighet man önskar hålla uppför backen (v_b).

$$L_c = \frac{1}{\phi} (v_i^2 - v_b^2) \frac{1}{2g} \quad (16)$$

där

ϕ = lutningsvinkeln i radianer

v_i = cyklistens ingångshastighet i backen (m/s)

v_b = dimensionerande färdhastighet (m/s)

Den resterande sträckan (L_p) beräknas som

$$L_p = t_d \cdot v_b \quad (17)$$

där

t_d = är den dimensionerande tiden enligt avsnitt 3 i sekunder

Den som önskar fördjupa sig ytterligare i detta ämne rekommenderas att läsa "Design and analysis of bikeway grades" av W C Adams och M R Ramey utgiven vid Civil Engineering Department, University of California, Davis, USA som rapport No 75-1 år 1975.

Litteratur

A bikeway criteria digest, 1977, (Maryland State Highway Administration) Baltimore, Maryland, USA.

Adams, W C & Ramey, M R, 1975 Design and analysis of bikeway grades. (Civil Engineering Department, University of California) Report No 75-1, Davis, California, USA.

Alrutz, D, 1981, Typische Unfallverläufe im Fahrradverkehr und Empfehlungen für eine sichere Gestaltung von Radverkehrsanlagen (Bundesminister für Verkehr) Forschung Stadtverkehr, 9, p 92-96, Bonn, Västtyskland.

Alvehag, A-C, Persson, U & Sundbom, R, 1982, Samhällsekonomisk utvärdering av cykeltrafikinvesteringar - Principer och mätproblem (Statens råd för byggnadsforskning) Rapport R69:1982, Stockholm.

Ampt, E, 1984, Man and his transport behaviour. Part 2c: Planning as a substitute for implementation: a bicycle case study (Taylor & Francis) Transport Reviews, Volume 4, Number 2, p 201-212, London och Philadelphia.

Andersson, P G, Brundell-Freij, K & Ljungberg Ch, 1984, Cykeltrafikdata för landsbygd och mindre orter (Statens vägverk) PP meddelande 29, Borlänge.

Andersson, P G & Ljungberg, Ch, 1985, TP-stället-förundersökning av ett låsbart cykelställ (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund), Lund.

Arnberg, et al, 1980, Cykeldäcks slitstyrka, friktion och rullmotsstånd, VTI, Rapport 201, Linköping.

Blatt, J & Dueker, R L, 1983, Assessment of the safety-relevance of pedestrian and bicyclist programs Volume I: Conduct and Results (U.S. Department of Transportation) Washington, D.C. USA.

Blomberg, R D, DeBartolo, K B, Leaf, W A & Preusser, D F, 1981, The effect of Right-Turn-on-Red on pedestrian and bicyclist accidents (U.S. Department of Commerce) Washington, D.C. USA.

Blomberg, R D, Leaf, W A, Hale, A, Farrel , M L & Cross, K D, 1982, Identification and development of countermeasures for bicyclist/motor-vehicle problem types Volyme I - Methods and training program descriptions (U.S. Department of Transportation) Washington, D.C., USA.

Brundell, K, 1982, Metoder för att uppskatta cykeltrafikmängdener, Del 1: Inventering av tillgängliga metoder och behov (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund), Lund.

Brundell-Freij, K, 1986, Metoder för att uppskatta cykeltrafikmängder, Del 2: Kalibrering av logitmodell (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund), Lund.

Brög, W & Otto, K, 1981, Potential cyclists and policies to attain this potential (PTRC Summer Annual Meeting 1981) London, Storbritannien.

Brög, W & Erl, E, 1983, Modellvorhaben "Fahrradfreundliche Stadt" (Forschungsgesellschaft für das Strassenwesen und der Bundesvereinigung der Strassenbau- und Verkehringenieure, BSVI) Strassen - Verkehrstechnik, nr 5, p 151-155, Bonn, Västtyskland.

Brög, W & Erl, E 1983, Potential of the bicycle as a substitute for other modes of transportation (Transportation research board) Transportation research record, 909, p 1-6, Washington, D.C., USA.

Bunketorp, O, Kroon, P O & Romanus, B, 1984, Cykelolyckor i storstad (Statens väg- och trafikinstitut), Meddelande 387, Linköping.

Bygg, Handboken, 1983, (Liber förlag), Stockholm.

Cykel- og knallertrafik, 1981, Projektgruppe N (Vejdirektoratet) København, Danmark.

Cykelolyckorna 1983, 1984, (Stockholms Trafiksäkerhetsförening) Rapport nr 29, Stockholm.

Cykeltrafik i Nordiske byer, 1982, (Nordisk Ministerråd, NET) København, Danmark.

Cykelprojekt, 1980, (DSB), Köpenhamn.

Cyklisters trafiksikkerhed, 1983, (Nordisk Trafiksikkerheds Råd) Rapport 34:3, København, Danmark.

Draeger, W 1983, Entwicklung und Betrieb von Radverkehrsanlagen, (Bundesanstalt für Strassenwesen), Unfall- und Sicherheitsforschung Strassenverkehr, 41, p. 59-67, Bonn, Västtyskland.

Edwards, W, Fordham, G & Griffin, C, 1977, Bikeways - planning - design - implementation (Civil Engineering Department, Swinburne College of Technology) Swinburne, Australia.

Ehrlich, P, Farina, A, Paulinski, L & Tarrants, W E, 1982, Effectiveness paper - Bicyclist safety programs (U.S. Department, of Transportation) Washington, D. C., USA

Einsatzgrenzen für Radwege an zweispurigen Ausserortsstrassen, 1982 (Bundesminister für Verkehr) Forschung, Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, 368, Bonn, Västtyskland.

Empfehlungen für Planung, Entwurf und Betrieb von Radverkehrsanlagen, 1982, (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen) Bonn, Västtyskland.

Fiets + Bus: met een maaswijdte van 10 km kom je overal, 1981, (SVT) Driebergen - Rijsenburg Holland.

Fischer, H, Fliedner, J & Steinhoff, H, 1983, Wegweisung auf Radwanderwegen (BSVI) Strassenverkehrstechnik, 1, p 1-11, Bonn, Västtyskland.

Friliggende gång- och cykelsignaler, 1985, Försök med olika driftformer (Statens Vägverk) Borlänge.

Gang- och cykelvejes opbygning, 1984, (Nordisk Vegteknisk Förbund) Udvalg 31- Vejensopbygning Rapport nr 5:1983, Köpenhamn.

Guide for bicycle routes, 1974, (the American Association of State Highway and Transportation Officials) Washington, D.C., USA.

Guidelines for the design of Bikeways, 1983, (Roads and Transportation Association of Canada) Ottawa, Canada.

Gång- och cykelbanor/vägar, Anvisningar för projektering och byggande, 1980, (Gatukontoret, Fritidsförvaltning, Stadsbyggnadskontoret Göteborg) Rapport G13, Göteborg.

Handbuch für Radverkehrsanlagen und Radverkehr, 1981, (Otto Elsner Verlagsgesellschaft) Darmstadt, Västtyskland.

Hinweise für die Wegweisung auf Radwanderwegen, 1982, (Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen) Köln, Västtyskland.

Hydén, Ch, Gårder, P & Linderholm, L, 1978, Samband mellan olycksrisk och olika förklaringsvariabler (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund) Bullentin 27, Lund.

Hydén, Ch & Persson, H, 1980, Utnyttjade av cykelstråk, Studier av arbetsresor i Landskrona (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund) Lund

Hudson, M, 1982, Bicycle planning - policy and practice (The Architectural Press Limited) London, Storbritannien.

Jacobsson, B, Källgård, B, Sunzel, H & Ysander, L, 1982, Cykelolyckorna i Varberg under tiden 810901--820228, (Kirurgiska Kliniken) Varberg.

Jensen, N, 1981, Cyklister og cykelveje. (Dansk Cyklist Forbund). Köpenhamn.

Kassack, H, 1982, Radfahrer-und Radwegekarten Gestern - Heute - Morgen (BSVI) Strassenverkehrstechnik, 2, p 48-50, Bonn, Västtyskland.

Keller, H-H, 1981, Sicherheitsaspekte in der kommunalen Radverkehrsplanung (BSVI) Strassenverkehrstechnik, 5, p 138-143, Bonn, Västtyskland.

Koehler, R & Leutwein, B, 1981, Einfluss von Radwegen auf die Verkehrssicherheit Band 1 und 2, (Ingenieurbüro für Verkehrswesen) Köln, Västtyskland.

Linderholm, L 1984, Signalreglerade korsningars funktion och olycksrisk för oskyddade trafikanter Delrapport 1: Cyklister (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund) Bullentin 55, Lund.

Ljungberg, Ch, 1981, Cykelstråk i Lund - effekter av komplettering och informationskampanj (Statens råd för byggforskning) Rapport R116:1981, Stockholm.

Ljungberg, Ch, 1982, Utformning av cykeltrafik-anläggningar Del 1: Basdata och metoder för undersökning. (Statens råd för byggnadsforskning) Rapport R135:1982, Stockholm.

Ljungberg, Ch, 1984, Cykeln som transportmedel - möjligheter och begränsningar (Föredrag vid VTI:s seminarium "Hur skall cykeltrafiken bli säkrare") VTI meddelande 414, Linköping.

Ljungberg, Ch, 1985, Utformning av cykeltrafik-anläggningar. VTI:s och TFB:s Forskardagar. (1985-01-08--09). Meddelande 432, Linköping.

Ljungberg, Ch, 1985, Åtgärder för att underlätta för cyklisterna (Referat till föredrag vid Malmö trafiksäkerhetsförenings och NTF:s trafiksymposium "Trafik och trafiksäkerhet i tätorter", Malmö 27-28 mars 1985). Opublicerad stencil.

Ljungberg, Ch, 1985, Cykelolyckor och cyklisters förmåga (Referat till föredrag vid Stockholms trafiksäkerhetsförenings konferens "Cykeln i Stockholmstrafiken", Stockholm 23 april 1985) Opublicerad stencil.

Ljungberg, Ch, 1985, Cykelvägar - farliga som gatan? (Teknologkåren vid Lunds Tekniska Högskola) ORDO nr 4, -85, Lund.

Ludvigsson, B, 1983, Cykelvägar på landsbygden (Inst för trafikplanering, KTH) Stockholm.

Lännergren, K & Tordai, P, 1982, Cykelolyckor hos barn, (Barnkirurgiska kliniken, S:t Görans sjukhus) Stockholm.

Mastering Traffic Engineering, 1981, (Military traffic management command) Washington, D.C., USA.

Nielsen, G, red, 1984, Forskning om sykling og planlegging for sykkeltrafikk - Hovedkonklusjoner fra et nordisk seminar om sykkel-forskning (TØI) Oslo, Norge.

Nielsen, K, Bay Schmith, N, 1978, Cykelstiers jaevnhed. En rapport om målemetoden og fornyelse kriterier, (Institut for veje, trafik og byplan, Danmarks Tekniske Højskole) Kursusarbejde 6761, Köpenhamn.

Nilsson, G, Thulin, H, 1982, Beskrivning av trafiksäkerhetsläget med hjälp av socialstyrelsens patientstatistik. (Statens väg- och trafikinstitut). VTI-rapport 1982:237, Linköping.

Oppermann, B, 1981, Radverkehrsanlagen - Möglichkeiten und Grenzen, (Verlagspostamt) Die Strasse, 2, p 46-51, Berlin, DDR.

Persson, U, 1983, Cykelolyckorna och deras kostnader. (Svenska Läkarsällskapet). Läkartidningen, volym 80, nr 49, p 4771-4773. Stockholm.

Persson, U, 1985, Samhällsekonomisk utvärdering av cykeltrafikinvesteringar - Värdering av effekter, (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund), Lund.

Planning and design criteria for bikeways in California, 1978, (California State Dept of Transportation), Sacramento, California, USA.

Planning and design of bicycle facilities, 1983, (State bicycle committee) Victoria, Australia.

Planning and design of bikeways, 1974, (Virginia department of highways and transportation) Richmond, Virginia, USA.

Polak, P H, 1983, Fietsongevallen in Amsterdam - een analyse ten behoeve van de gemeente Amsterdam, (SWOV), R-83-21 I, Leidschendam, Holland.

Potter, S, 1978, The role of segregation planning and the pedestrian/Vehicle conflict in Britian's New Towns (The open university, New Towns study unit) Milton Keynes, Storbritannien.

Providing for cyclists: Principles and Guidelines, 1981, (Ove Arup Transportation Planning) Melbourne, Austaralia.

Providing for cyclists - Guidelines, 1983, (The Institution of Highways and Transportation), London, Storbritannien.

Program för cykelforskning, Finland cyklar på 1980-talets-kampanj, 1982, (Trafikministeriet - Trafikplaneringsavdelningen) Helsingfors, Finland.

Reploge, M A, 1983, Bicycles & public transportation: New links to suburban transit markets (Bicycle Federation) Washington DC.

Riktlinjer för gators geometriska utformning, RIGU 73, 1973, (Statens Vägverk, Svenska Kommunförbundet) Stockholm.

Schönborn, H D, 1983, Markierungen für den Radverkehr (BSVI) Strassenverkehrstechnik, 6, p 173-178, Bonn, Västtyskland.

Signalhandboken, 1982, (Transportforskningskommissionen) TFR- rapport, 1982:3, Stockholm.

Smith, D, 1974, Bikeways - state of the art, 1974, (US Department of Commerce, Springfield, Virginia, USA.

Smith, D, 1977, Safety and location criteria for bicycle facilities. (Federal highway administration), Washington, D.C., USA.

Snelson, P, 1977, Criteria for cycle signal installation, (Printerhall Limited) Traffic Engineering + Control, November, p 527-529, London, Storbritannien.

Spring, P, 1984, Pedal cyclists and dangerous parking (Westminster cycling campaign) London, Storbritannien.

Surveys of a range of cycleways, 1982, (TRRL) leaflet 916, Transport and road research laboratory, Crowtonne.

Säkrare cykling, problemanalys och förslag till åtgärder, 1984, (Kommunikationsdepartementet - Cykelsäkerhetsgruppen) Rapport 1984-12-14, Stockholm.

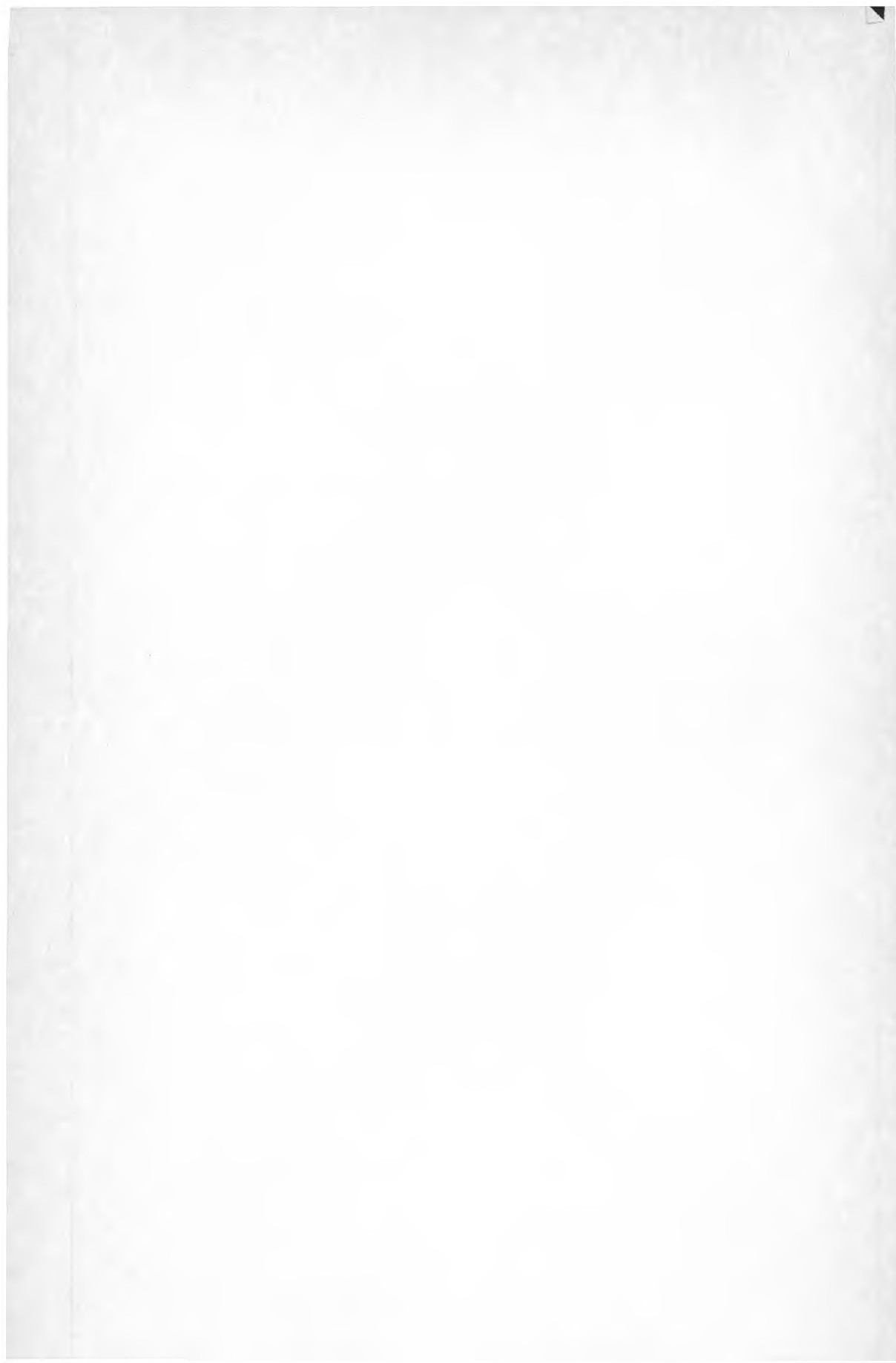
Utredning om kostnader för cykling och mopedåkning ur brukarens synpunkt, 1982, (Trafikministeriet, Trafikplaneringsavdelningen) Helsingfors, Finland.

Warsén, L, 1983, Cykelvanor i tre svenska tätorter (Inst för trafikteknik, Tekniska Högskolan i Lund) Bulletin 54, Lund.

Vedlikehold av gang- og sykkelveger, 1984, (Nordiska Vegteknisk Forbund) Utvalg 41, Rapport nr 24:1984, Oslo.

Wigan, M R, 1983, Bicycle ownership use and exposure: Participation and activity analyses of transport studies data (PTRC) Transportation planning methods, July 1983, London, Storbritannien.

Väghållning för GCM-trafik, 1985, en kunskapsöversikt (Statens Vägverk) PP meddelande nr 34, Borlänge.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 791250-6
från Statens råd för byggnadsforskning till Institutionen
för trafikteknik, Lunds tekniska högskola, Lund.**

Art.nr: 6706057

**Abonnemangsgrupp:
X. Samhällsplanering**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 45 kr exkl moms

R57: 1986

ISBN 91-540-4579-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm