

# Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



Hanna Axelsson och Eva Ericsson  
2004



## Hanna Axelsson och Eva Ericsson

Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät**Ämnesord:**

Körmonster, gatuklasser, gatuutformning, miljö, bränsleförbrukning

**Referat:**

Denna studie syftade till att studera utsläppen av CO<sub>2</sub> från biltrafik i Lunds gatunät med utgångspunkt från verkliga körmonster ur ISA-databasen för Lund. Gatunätet delades in i 22 klasser vilka representeras av kategorierna gatufunktion, områdestyp, hastighetsgräns, förekomst av signalreglerade korsningar samt hastighetsdämpande åtgärder. Indelningskriterierna baseras på tidigare resultat av vad som visat sig ha betydelse vid emissionsmodellering. Vidare gjordes en uppdelning på trafikflödesklasser i hög- respektive lågtrafik. CO<sub>2</sub> emissioner beräknades för samtliga körmonster med två emissionsmodeller. Emissionsfaktorer (g/fkm) för de ingående gatuklasserna beräknades och redovisas i tabellform samt på kartor. Vidare beräknades totala emissionen (g/dygn) för den delmängd av gatunätet där trafikräkningar fanns tillgängliga. Särskilt höga emissionsfaktorer noterades på gator med täta signalreglerade korsningar. Vidare hade generellt gator i lokalnätet samt gator i centrum högre emissionsfaktorer än huvudgator utanför centrum. I termer av totala utsläpp av CO<sub>2</sub> var de största infarts- och genomfartslederna dominerande. Resultatens implikationer för praktisk tillämpning diskuteras.

**Citeringsanvisning**

Axelsson H., Ericsson E.. Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät Lund, Institutionen för Teknik och samhälle, Trafikplanering, 2004. Bulletin - Lunds tekniska högskola, Institutionen för Teknik och samhälle, Lunds universitet, 225

**Med stöd från:**

Vinnova Dnr 2001-06276 och Lunds kommun Dnr 04/249/31



Institutionen för Teknik och samhälle  
Lunds Tekniska Högskola  
Avdelning Trafikplanering  
Box 118, 221 00 LUND, Sverige

Department of Technology and Society  
Lund Institute of Technology  
Traffic Planning  
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>2</b>
2.1	UPPKOMST AV SAMARBETE OCH SYFTE .....	2
2.2	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH AVGRÄNSNINGAR .....	2
	ISA .....	3
2.2.1	<i>Allmänt</i> .....	3
2.2.2	<i>Tekniken bakom ISA och den aktiva gaspedalen</i> .....	3
2.3	TIDIGARE FORSKNING OM FORDONS KÖRMÖNSTER OCH TRAFIKENS AVGASUTSLÄPP .....	5
2.4	STUDIEOMRÅDE .....	6
<b>3</b>	<b>DATA</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>METOD</b> .....	<b>8</b>
4.1	DEFINITION AV GATU- OCH TRAFIKFLÖDESKLASSER .....	8
4.1.1	<i>Gatuklasser</i> .....	8
4.1.2	<i>Trafikflödesklass</i> .....	16
4.2	FRAMTAGNING AV KÖRMÖNSTER OCH EMISSIONER .....	18
4.3	BEARBETNING AV DATA .....	20
4.3.1	<i>Genomsnittliga emissionsfaktorer</i> .....	20
<b>5</b>	<b>RESULTAT</b> .....	<b>21</b>
5.1	UTSLÄPPSMÄNGD AV KOLDIOXID PER FORDONSKILOMETER OCH KLASS .....	21
5.2	TOTAL UTSLÄPPSMÄNGD AV KOLDIOXID PER KLASS .....	25
<b>6</b>	<b>DISKUSSION OCH SLUTSATS</b> .....	<b>27</b>
6.1	INDELNING AV KLASSER .....	27
6.2	TOLKNING AV RESULTATET, SLUTSATSER .....	29
6.2.1	<i>Emissionsfaktorer av CO<sub>2</sub> för olika gatu- och trafikklasser</i> .....	29
6.2.2	<i>Totala utsläpp av CO<sub>2</sub> över gatunätet i Lund</i> .....	32
6.3	ANVÄNDNINGSMÖNSTER I PRAKTIKEN .....	33
6.4	FORTSATT FORSKNING .....	34
<b>7</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>35</b>
	<b>BILAGA 1 GATUKLASSER 1 - 22</b> .....	<b>37</b>
	<b>BILAGA 2 SIGNALREGLERANDE KORSNINGAR</b> .....	<b>48</b>
	<b>BILAGA 3 KÖRNINGSLÄNGD</b> .....	<b>49</b>



## 1 Inledning

Klimatfrågan blir allt viktigare. Enligt FN:s klimatpanel IPCC (Intergovernmental panel on Climate Change, 2001) råder det inte längre någon tvivel om att den mänskliga användning av fossila bränslen leder till utsläpp, i form av bland annat koldioxid CO<sub>2</sub>, som förstärker växthuseffekten. Det är alltså, enligt de flesta experter, inte längre en fråga om huruvida klimatet förändras eller inte, utan om hur mycket och hur snabbt det kommer ske. Under 1900-talet har medeltemperaturen vid jordytan ökat med 0,6 grader. Det har vidare konstaterats att för Sverige bedöms medeltemperaturen ha stigit ytterligare (Naturvårdsverket, 2004). Detta skulle ge oss ett varmare klimat med mildare vintrar och mer regn. En av de största orsakerna till klimatförändringar är troligen ökningen av andelen växthusgaser i atmosfären. Koldioxiden är den gas som utgör högst procent av växthusgaserna men även den gas som ökar mest. Enligt Naturvårdsverkets klimataktuellt (2003/2004) visar mätningar att halten av koldioxid i atmosfären har ökat med 30 procent sedan industrialiseringens början på 1800-talet.

En majoritet av världens i-länder har i Kyotoprotokollet, från 1997, kommit överens om att sänka sina utsläpp av växthusgaser. Sverige antog detta protokoll 2002 och skrev därmed på avtal att minska sina utsläpp av växthusgaser med minst fyra procent under åren 2008-2012 jämfört med 1990. Sverige har utöver detta internationella klimatmål även antagit ett långsiktigt nationellt mål att utsläppen av växthusgaser per person skall minskas med ungefär 50 % till år 2050 (Sveriges miljömål, 2004). Ett av de stora orosmolnen för att nå de uppställda målen är de ökade utsläppen från transporter. Enligt Konsumentverket (2003) står vägtrafiken för ungefär en tredjedel av Sveriges utsläpp av koldioxid.

Denna studie syftade till att på uppdrag från Lunds kommun studera utsläppen av CO<sub>2</sub> från biltrafik i Lunds gatunät. Uppdraget omfattade;

1. Beräkning av utsläppsmängden av CO<sub>2</sub> g/fkm kopplat till gatu- och trafikklasser i Lunds gatunät.
2. Beräkning av total utsläppsmängd av CO<sub>2</sub> g/dygn på gator där trafikräkningar genomförts.
3. Redovisning av resultatet från beräkningarna i kart- och tabellform.
4. Skriftlig dokumentation av arbetet.
5. Muntlig presentation av resultatet och materialet för tjänstemän på tekniska förvaltningen vid Lunds kommun.

Studien är ett försök till att studera och illustrera skillnader rörande hur olika delar av gatunätet ger upphov till olika stora utsläpp av koldioxid från biltrafik. Analysen är uppdelad på utsläpp per fordonskilometer för personbilar på olika länkar samt illustration av de totala utsläppsmängder i kilogram per medeldygn på de gator där trafikräkningar företagits. Lunds gatunät delades in i totalt 61 gatu- och trafikklasser baserat på vägnätets funktion, områdestyp, hastighetsgräns, förekomst av signalreglerade korsningar, förekomst av hastighetsbegränsande åtgärder samt trafikflöde. För analysen användes loggad data rörande körmönster i verklig trafik från föremätningar från den så kallade ISA-databasen (Intelligent stöd för anpassning av hastighet) i Lund.

## **2 Bakgrund**

### **2.1 Uppkomst av samarbete och syfte**

Vid LTH pågår sedan några månader forskningsprojektet "IT baserat förarstöd för lägre bränsleförbrukning och avgasutsläpp i tätortskörning". Projektet utgör en förstudie inom forskningsprogrammet "Transporternas energianvändning". Förstudien stäcker sig över ett år och finansieras av Vinnova. Denna förstudie söktes parallellt med Lunds kommuns LIP (Lokala investeringsprogram) ansökan och i respektive ansökan påtalades goda möjligheter till samarbete och gemensamma vinster mellan de båda projekten.

LTH:s forskningsprojekt innefattar i korthet att studera potentialen för ett förarstöd i bil för mer miljövänlig bilkörning innefattande dels ett navigeringssystem för bränslebesparande vägval och dels ett stöd för bättre körsätt/körbeteende. För att studera detta används beräknade emissioner på olika gatulänkar baserat på bilarnas verkliga hastighetsprofiler i Lunds gatunät. Data rörande bilarnas hastighetsprofiler i olika miljöer hämtades från föremätningarna till det så kallade ISA projektet där ett stort antal fordon utrustades med dataloggar och GPS.

Lunds kommuns mobilitetskontor var intresserade av möjligheten att använda ISA data för att beräkna och visuellt illustrera trafikens CO<sub>2</sub> utsläpp för Lunds gatunät, både i form av utsläpp per km och totala utsläppsmängder. Då dessa delar till viss del ingår i förstudien vid LTH, gjordes en beställning av kommunen att bearbeta dessa data och presentera dem för kommunens räkning.

### **2.2 Förutsättningar och avgränsningar**

Följande förutsättningar och avgränsningar ligger till grund för studien:

- Körmönsterdata har hämtats från från ISA-studien mellan åren 1999-2000
- Tillgängligt kartmaterial från samma tidsperiod
- Delvis kompletterad karta efter senare ändringar

Ovanstående avgränsning innebär att vi utgått från det kartmaterial som vi haft tillgängligt och att detta till viss del är kompletterat för ändringar som genomförts i gatunätet efter år 2000, dock inte i alla avseenden. Vi har exempelvis inte haft möjlighet att inkludera att hastighetsgränserna ändrats efter ISA-studien. Studien syftar dock till att redovisa utsläpp på principiella kategorier av gatunätet. Dessa kategorier kan överföras till framtida förhållanden så länge som grundförutsättningen för kategorierna inte ändras i alltför hög grad.



## **ISA**

### **2.2.1 Allmänt**

ISA står för Intelligent Stöd för Anpassning av hastighet och är ett storskaligt projekt som Vägverket genomför efter beslut från Regeringen. Försöket har genomförts i Borlänge, Lidköping, Lund och Umeås kommuner. I Lund genomfördes försöket i nära samarbete mellan Institutionen för Teknik och Samhälle vid Lunds Tekniska Högskola, Lunds kommun samt tillverkningsföretaget IMITA.

Syftet med projektet var att öka kunskapen om bilisternas användning och attityd till ISA, trafiksäkerhetseffekter, miljöeffekter, hur systemet bäst kan integreras i bilen och hur informatiken i trafiken fungerar i stora drag. Under åren 1996 – 1997 genomfördes två mindre försök med ISA i Eslöv och Umeå. Då dessa försök gav mycket goda resultat startades det storskaliga projektet mellan åren 1999 och 2002. Under det första året skedde framtagning och utveckling av hård- och mjukvara samt rekrytering av försöksförare. Under år 2000 installerades utrustningen i alla utvalda försöksfordon samt en loggning påbörjades i slutet av året. I Lund registrerades totalt 284 testfordon i projektet varav 38 var företagsbilar. Urvalet bestod av både privatpersoner och yrkesförare. Loggningen var i drift fram till slutet av år 2001 och under sista året gjordes en sammanställning av utvärderingen (Biding och Lind, 2002).

Bakgrunden till att försöket med ISA påbörjades, är att det i ett stort antal studier konstateras att hastigheten är den mest avgörande faktorn för 1) om olyckor inträffar och 2) hur allvarligt förloppet blir vid en trafikolycka. Av 100 fotgängare som blir påkörda av en bil vid en hastighet av 50 km/h, är det 70 som förolyckas. Om bilisten håller 30 km/h är det istället 10 som förolyckas. Det är därmed av extra stor vikt att hastigheterna följs i tätortsmiljö där antalet fotgängare är stort (Pasanen, 1992).

Det finns flera åtgärder som kan göras för att reducera hastigheten, exempelvis via fysiska åtgärder, lagstiftning, övervakning av hastighetsefterlevnaden. En annan metod är att använda ett tekniskt stödsystem i bilen t.ex. ISA. Då ISA är installerat håller den tekniska utrustningen själv reda på tillåten hastighet och föraren blir direkt uppmärksam om den gällande hastigheten överskrids (Biding och Lind, 2002).

### **2.2.2 Tekniken bakom ISA och den aktiva gaspedalen**

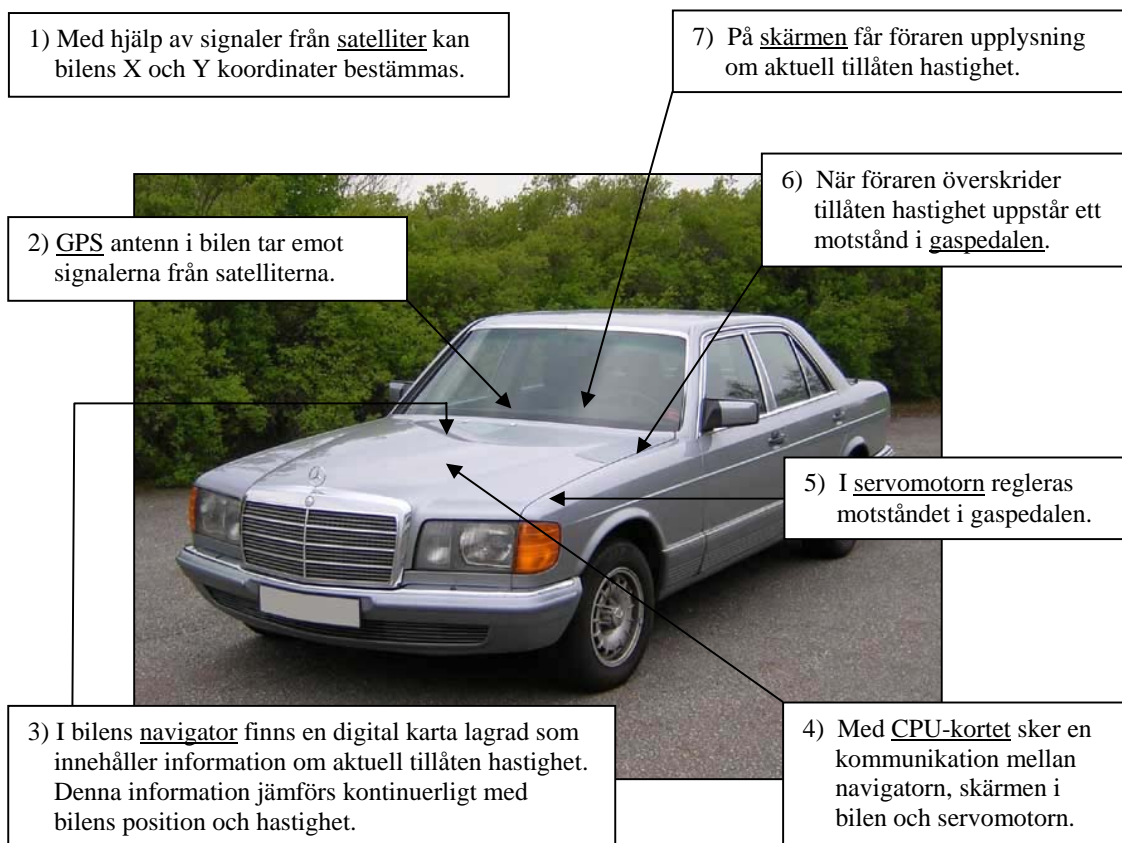
Olika tekniska lösningar testades i de fyra försökskommunerna. I ISA-systemet i Lund interageras sju instrument som tillsammans gör att när föraren försöker överskrida tillåten hastighet uppstår ett motstånd i gaspedalen. De sju instrumenten beskrivs i figur 1 och innefattar: GPS-satelliter (Global Positioning System), GPS-mottagare, navigator med en digital karta, ett CPU-kort (Central Processing Unit), bilens servomotor och gaspedal samt en skärm.

Med hjälp av signaler från minst fyra satelliter kan GPS-mottagaren beräkna positionen i longitud, latitud och altitud. Genom denna positionering matchas koordinaterna med navigatorns digitala karta. För varje väg i den digitala kartan är det länkat information om vad som är tillåten hastighet för just den vägsträckan som bilen befinner sig på.

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

Noggrannheten hos GPS-mottagaren ligger på cirka 10 meter varpå en viss fördröjning kan uppstå då fordonet passerar en hastighetsskylt. Med hjälp av CPU-kortet sker en kommunikation mellan den digitala kartan, skärmen i bilen och servomotorn. Om föraren kommer upp i maximalt tillåten hastighet är det servomotorn som ingriper och ger ett motstånd till gaspedalen. Detta system kallas för "aktiv gaspedal". Motståndet är cirka fem gånger starkare än en normal trampning på gaspedalen, vilket medför att i en nödsituation går det att accelerera förbi tillåten hastighet (Hjälmdahl, 2004).

I ISA-projektet i Lund loggades information för hur varje fordon, utrustat med ISA, körde. Loggningen registrerades 5 gånger per sekund och innefattade exempelvis starttid, sluttid, körd sträcka, klockslag, datum, fordonets hastighet, aktuell tillåten hastighet, X och Y koordinater, varvtal om den aktiva gaspedalen ingriper med mera för varje körning. När installationen av ISA i fordonen genomförts, kördes fordonet först en månad utan att den aktiva gaspedalen var aktiverad och sedan upp till ytterligare sex månader med den aktiva gaspedalen. Detta för att senare kunna utvärdera effekterna av användningen (Hjälmdahl, 2004). I denna studie har vi enbart använt oss av data som är loggad före den aktiva gaspedalen installerades, dvs. när föraren valt hastighet utan inblandning från ISA.

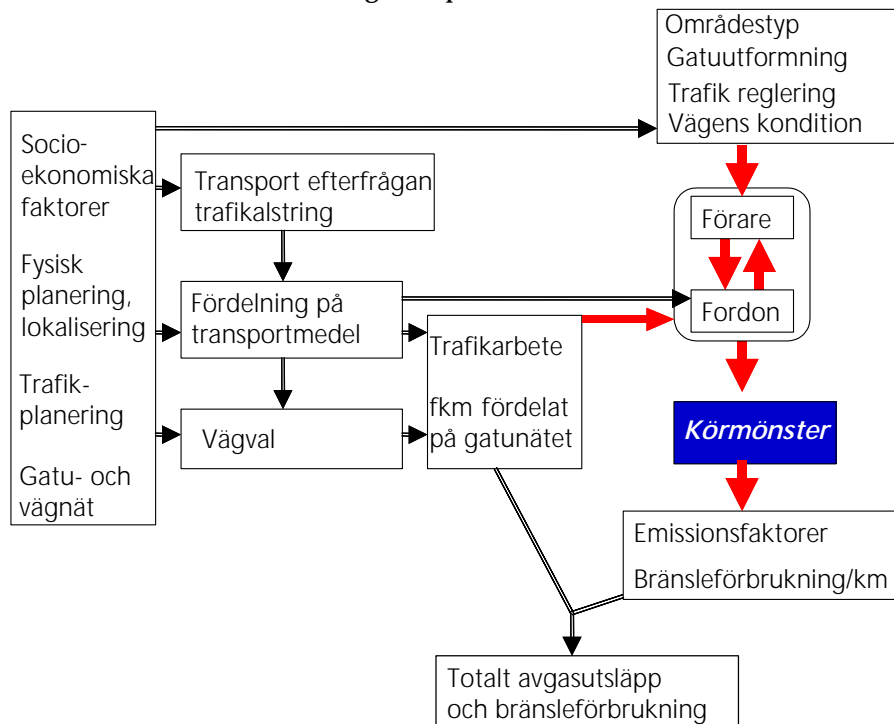


**Figur 1.** De olika delarna för att den aktiva gaspedalen skall ingripa. Modifierad från Hjälmdahl (2004).

## 2.3 Tidigare forskning om fordons körmönster och trafikens avgasutsläpp.

Figur 2 visar en modell över orsakssamband bakom trafikens avgasutsläpp och bränsleförbrukning. Den primära orsaken till trafikens bränsleförbrukning och avgasutsläpp är naturligtvis den totala mängden transporter. Denna mängd påverkas av exempelvis socioekonomiska faktorer (såsom ekonomiska konjunkturer och människors livsstil) och den fysiska planeringen av verksamheter och infrastruktur som tillsammans skapar transportefterfrågan och trafikalsring. Transportbehovet fördelas på olika trafikslag och fordonen fördelas över vägnätet via vägval. Dessa processer resulterar i ett trafikarbete (fkm) på varje gata.

Den andra faktorn som påverkar trafikens avgasutsläpp och bränsleförbrukning är fordonens specifika emissioner och bränsleförbrukning per km, dvs deras bränsleförbruknings- och emissionsfaktorer. Dessa påverkas av vilken typ av fordon det är fråga om, typ av bränsle samt hur fordonen körs, körmönstret. Körmönstret påverkas exempelvis av vilken slags av miljö fordonet färdas i och förarens egenskaper.



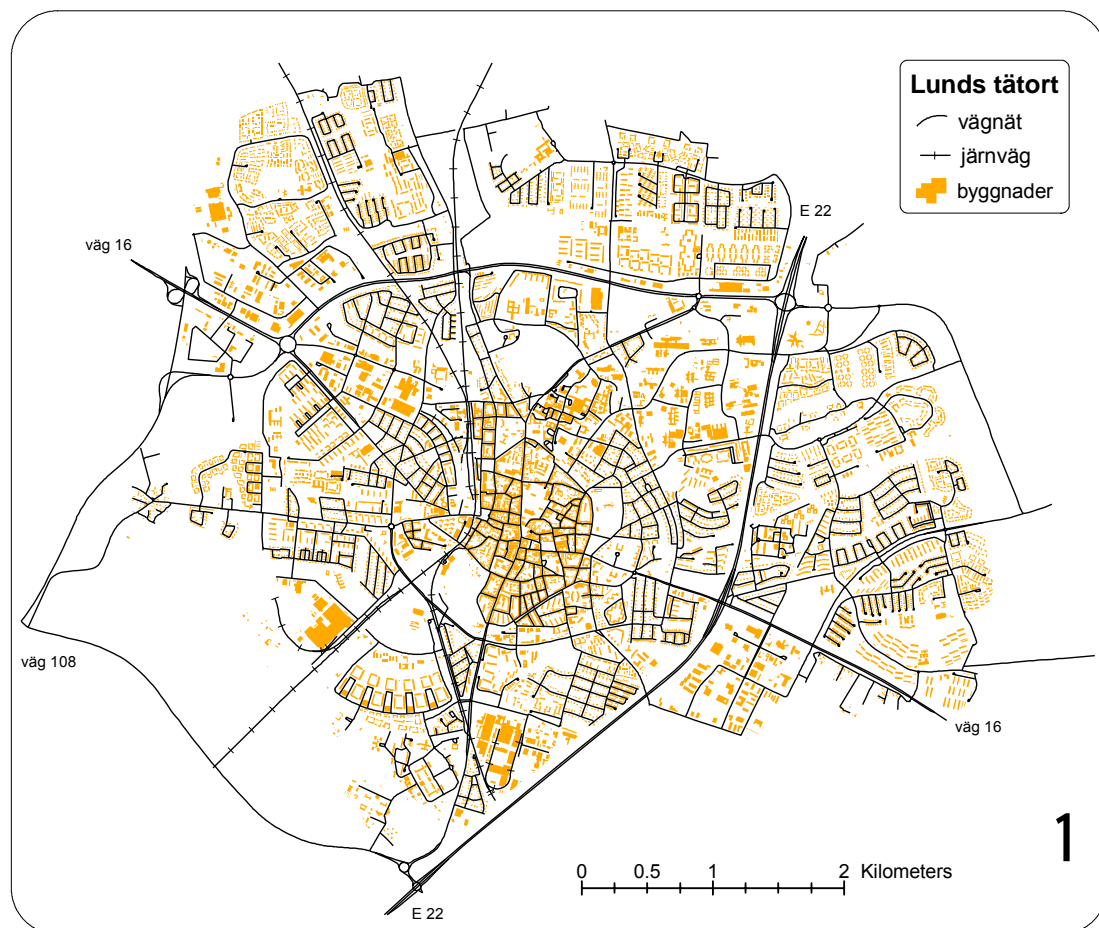
**Figur 2.** Modell för trafikens avgasutsläpp och bränsleförbrukning (Ericsson, 2000).

LTH har sedan början av 1990-talet genomfört forskning av fordons körmönster i tätort och dess koppling till avgasutsläpp och bränsleförbrukning. Vi har särskilt intresserat oss för hur yttre utformning av gatunätet, föraregenskaper samt bilens prestanda samverkar och påverkar fordonens körmönster (se exempelvis Ericsson (1996, 2000), Brundell-Freij och Ericsson (2001a, 2001b och 2004), Smidfelt Rosqvist (1998 och 2003) samt Johansson och Ericsson (2004)). I ett nyligen avslutat projekt av Brundell-Freij och Ericsson (2004) undersöktes vilka faktorer som hade störst inverkan på körmönstret i tätort. Resultatet från den studien har använts som grund för hur gatunätet delats in i klasser i denna studie.

## 2.4 Studieområde

ISA-projektet i Lund går under beteckningen LUNDAvISA och sågs av Lunds kommun som en möjlighet att utveckla alternativa lösningar till ombyggnationer i en begränsad och kulturhistorisk stadskärna (Vägverket, 2004). I kommundelen Lund fanns drygt 27000 personbilar registrerade år 2002 (Lunds kommun, 2004).

Studieområdet för denna dokumentation, figur 3, är i första hand baserat på den utbredning där ISA-bilars körmönster registreras i Lunds tätort. Denna region omfattar ett geografiskt område på cirka 27km<sup>2</sup> (Hjälmdahl, 2004) och innefattar totalt 2232 stycken väglänkar. I studieområdet av ISA ingick främst tätortsvägar med hastigheterna 30, 50 och 70 km/h (Hjälmdahl, 2004), vilket medförde att det registrerats lite data för exempelvis E22:an som går genom studieområdets östra del. I detta projekt har vi anslutit E22:an då vi anser att den ingår i det vägnät som ger upphov till avsevärda utsläppsmängder i Lund. Den totala längden på områdets vägnät är 287,3 km.



**Figur 3.** Det studerade områdets vägnät. Karakteristiskt för Lunds vägnät är dess prägel av en myllrig stadskärna med många smågator och gränder, universitetsstad med många cyklister samt nu mer en allt växande region placerad nära Malmö och Köpenhamn.

### 3 Data

För studiens genomförande har vi använt och kopplat samman en stor mängd data från tidigare arbeten. I nedanstående sammanställning finns en övergripande beskrivning av de källor vi använt oss av i detta avseende. I vissa fall har vi gjort kompletteringar och revideringar (främst avseende hastighetsbegränsande åtgärder och gatufunktion) av databaser och register.

Data	Dataproducent	Datastruktur	Beskrivning / Anmärkning
ISA databas	LTH	Registerdata	Databas över registrerade körmonster från Lunds tätort Mellan åren 1999 - 2001.
ISA databas karta	LTH	Vektordata	Digital karta över ISA databasens område.
ISA databas karta	Lunds Kommun	Vektordata	Revideringar gjorda efter det att ISA databas kartan byggdes.
Flödesdata	Lunds kommun LTH	Vektordata	Sammanställt av Lena Smidfelt Rosqvist, 1998. ÅDT på de gator där trafikräkningar genomförts.
Gatufunktion	LTH	Vektordata	Sammanställt av Lena Smidfelt Rosqvist, 1998.
Typ av område	LTH	Vektordata	Sammanställt av Lena Smidfelt Rosqvist, 1998.
Hastighetsbegränsande åtgärder	LTH	Vektordata	Sammanställt av Lena Smidfelt Rosqvist, 1998.
Hastighetsbegränsande åtgärder	Lunds Kommun	Papperskarta	Sammanställt från år 2004.
Skyltad hastighet	Lunds kommun	Vektordata	Sammanställt från år 2000.
Trafiksignaler	Lunds kommun	Gatunamn	Sammanställning från år 2004.

## 4 Metod

### 4.1 Definition av gatu- och trafikflödesklasser

Klassningen av gatunätet i denna studie har baserats på sex olika indelningsgrunder. Nummer 1 - 5 beskriver gatunätets uppkomst och funktion medan nummer 6 beskriver trafikflödet.

- 
1. Funktion
  2. Områdestyp
  3. Hastighetsgräns
  4. Förekomst och täthet av signalreglerade korsningar
  5. Förekomst av hastighetsbegränsande åtgärder
- 
6. Trafikflödesklass i hög- respektive lågtrafik

De tre första indelningsgrunderna; funktion, områdestyp och hastighetsgräns bildade en gatugrupp med totalt 10 olika gatutyper. Utöver detta klassades vägnätet in i två delgrupper; förekomst av signalreglerade korsningar och i viss mån dessas täthet, samt om det fanns hastighetsbegränsande åtgärder (gupp, avsmalningar eller plataer) på länken eller inte. Den sista klassificeringen utgjordes av en trafikflödesklassning baserat på uppmätt ÅDT (årsmedeldygnstrafik) samt en fördelning av denna på högtrafiktid respektive lågtrafiktid.

#### 4.1.1 Gatuklasser

Indelningen av gatunätet byggde dels på variabler som vi i tidigare forskning funnit relevanta för avgasutsläpp och bränsleförbrukning men också på vilka kombinationer som förekommer i Lund och då framförallt är representerade med körningar i ISA databasen. De olika kombinationerna av klassningar var olika vanliga och några kombinationer var så pass ovanliga att vi valde att slå samman dem. Sammanslagningar av klasser gjordes exempelvis om en viss grupp visade sig bestå av mycket få länkar och man riskerade att samtliga registrerade körmönster i ISA härrörde från en och samma eller ett fåtal bilar. I enstaka fall fanns för få körmönster i en viss grupp för ett representativt urval. Det slutliga antalet gatuklasser, dvs exklusive flödesklassningen, uppgick till 22 stycken och redovisas i tabell 1. I bilaga 1 redovisas de 22 gatuklassernas fysiska placering i Lunds gatunät.

För att få in fler körmönster från 90- och 110-vägar har körningar ut mot Burlöv använts vilket var en extra slinga som ingick i ett specialprojekt inom ISA-projektet.

**Tabell 1. Beskrivning av de totalt 22 gatuklasserna i analysen.**

Gatu- klass	Gatutyp	Trafiksignaler 1 inga signaler 2 glest 3 tät	Farthinder 1 finns ej 2 finns	Antal länkar / Antal meter	Beskrivning
1	1 Lokalnät i centrum, 30 km/h	1,2 och 3	1,2	61 / 4739	Lokala centrumgator 30, med el utan trafiksignaler och gupp
2	2 Lokalnät i bost omr, 30 km/h	1	1,2	261 / 25671	Lokala bostadsgator 30, utan trafiksignaler med el utan gupp
3	2 Lokalnät i bost omr, 30 km/h	2,3	1	3 / 358	Lokala bostadsgator 30, med trafiksignal utan gupp
4	3 Lokalnät i bost omr, 50 km/h	1	1,2	834 / 94713	Lokala bostadsgator 50, utan trafiksignaler, med el utan gupp
5	3 Lokalnät i bost omr, 50 km/h	2,3	1,2	18 / 2210	Lokala bostadsgator 50, med trafiksignaler, med el utan gupp
6	4 Lokalnät övrigt, 30 + 50 km/h	1	1,2	43 / 8518	Lokalgator ej bost el centr, utan trafiksignaler med el utan gupp
7	5 Huvudnät i centrum, 30+50 km/h	1	1,2	39 / 3015	Huvudgator i centrum 30 eller 50, utan trafiksignaler med el utan gupp
8	5 Huvudnät i centrum, 30+50 km/h	2,3	1	6 / 659	Huvudgator i centrum 30 eller 50, med trafiksignaler utan gupp
9	6 Huvudnät i bost omr 30+50 km/h	1	1	302 / 32355	Huvudgator i bost omr 30 eller 50, utan trafiksignaler el gupp
10	6 Huvudnät i bost omr 30+50 km/h	1	2	60 / 10330	Huvudgator i bost omr 30 eller 50, utan trafiksignaler med gupp
11	6 Huvudnät i bost omr 30+50 km/h	2	1	7 / 1318	Huvudgator i bost omr 30 eller 50, glesa trafiksignaler utan gupp
12	6 Huvudnät i bost omr 30+50 km/h	2	2	3 / 1074	Huvudgator i bost omr 30 eller 50, glesa trafiksignaler med gupp
13	6 Huvudnät i bost omr 30+50 km/h	3	1,2	15 / 1114	Huvudgator i bost omr 30 eller 50, täta trafiksignaler med el utan gupp
14	7 Huvudnät övrigt, 50 km/h	1	1	265 / 28836	Huvudgator ej bost eller centr 50, utan trafiksignaler el gupp
15	7 Huvudnät övrigt, 50 km/h	1	2	11 / 3018	Huvudgator ej bost eller centr 50, utan trafiksignaler med gupp
16	7 Huvudnät övrigt, 50 km/h	2	1	107 / 22398	Huvudgator ej bostad eller centrum 50, med glesa trafiksignaler utan gupp
17	7 Huvudnät övrigt, 50 km/h	2	2	2 / 666	Huvudgator ej bostad eller centrum 50, med glesa trafiksignaler med gupp
18	7 Huvudnät övrigt, 50 km/h	3	1	32 / 2581	Huvudgator ej bostad eller centrum 50, med täta trafiksignaler utan gupp
19	8 Huvudnät 70 km/h	1	1	82 / 9309	Huvudnät 70 utan trafiksignaler el gupp
20	8 Huvudnät 70 km/h	2	1	23 / 10126	Huvudnät 70 med glesa trafiksignaler utan gupp
21	9 Huvudnät 90 km/h	1	1	32 / 8048	Huvudnät 90 utan trafiksignaler el gupp
22	10 Huvudnät 110 km/h	1,2	1	26 / 16245	Huvudnät 110 utan trafiksignaler el gupp (trafiksignal förekommer dock vid avfart)

### 4.1.1.1 Gatufunktion, områdestyp och hastighetsgräns

Gatutypen bestäms av tre olika kategorier; funktion (huvud eller lokalnät), områdestyp (bebyggelse: centrala affärsdistrikt, bostadsområden samt sammanslaget industriområde och övrigt) och hastighetsgräns (30, 50, 70, 90 och 110 km/h). Totalt har vi i Lund 10 gatutyper definierat på detta sätt. Se figur 4 - 6 för visualisering av de tre olika kategorierna.

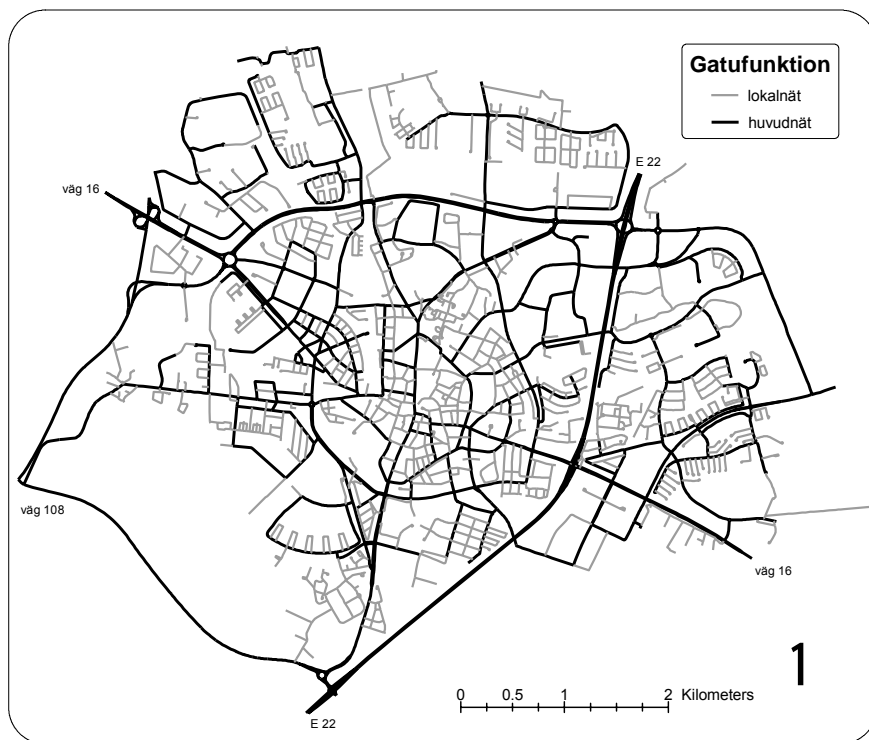
Kategorin funktion innebär att varje gatulänk definieras som en del i huvudvägnätet eller lokalgatunätet. Till huvudvägnätet räknas såväl huvudgator inom olika delområden som större infarts och genomfartsleder, figur 4. Karaktäristiskt för lokalgatunätet är att dessa gator är underordnade i förhållande till huvudvägnätet och har således stopplikt, lämna företräde eller lägre signalprioritet i korsningspunkter med huvudvägnätet. Lokalgatunätet omfattar lokalgator och uppsamlingsgator. I undersökningsområdet utgjorde lokalgatunätet 136,21 km medan huvudvägnätet utgjorde 151,09 km.

Indelningen i områdestyp definierar den typ av bebyggelse gatan går igenom. Inledningsvis använde vi oss av fyra typer av bebyggelse: det centrala affärsområdet, bostadsområden, industriområden och övriga områden (där övriga områden utgör främst områden/ytor som omger de större infarts och genomfartslederna). I samband med den slutliga kategoriseringen slogs kategorin industriområde och övriga områden samman till en grupp, figur 5. Anledningen till detta är att vi ville hålla ner antalet kategorier. I vår tidigare forskning har vi funnit att områdeskategorierna industriområde och kategorin övrigt hade liten inbördes skillnad för viktiga körmonsterparametrar medan kategorierna centrala affärsområden och bostadsområden däremot skiljer ut sig vad gäller påverkan på körmonster och därmed emissioner (Ericsson, 2000).

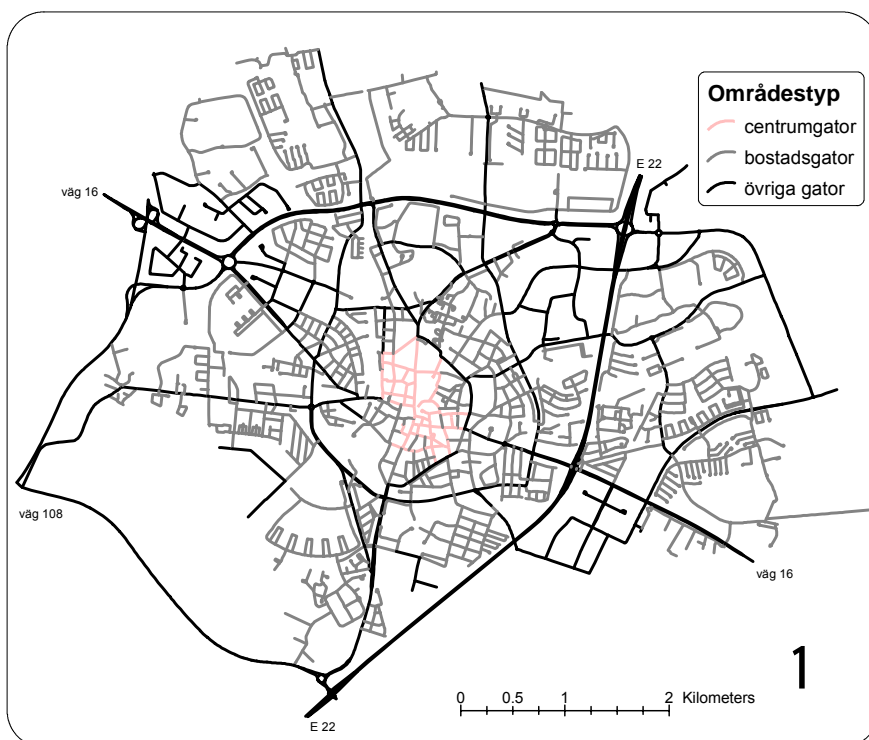
Den tredje indelningsgrunden för gatunätet är maximalt tillåten hastighet, figur 6. I vissa fall har hastighetsgränserna 30 och 50 km/h slagits samman på grund av för få länkar alternativt för lite körmonsterdata. Alla lokalgator utom en med hastighetsgräns 30 var belägna antingen i centrala affärsområden eller i rena bostadsområden. Endast en lokalgata med hastighetsgräns 30 var belägen i industriområde. Gatutypen "Lokalnät övrigt, 30 + 50 km/h" i tabell 1, innehåller därför en enda gata med hastighetsgräns 30 medan alla övriga i kategorin har hastighetsgräns 50 km/h. På samma sätt fanns det få huvudgator med hastighetsgräns 30 km/h och dessa fick därför slås samman med motsvarande huvudgator med hastighetsgräns 50. En hypotes var att skyltad hastighet i de framförallt centrala delarna inte är det primärt begränsande för hastigheten och körmonstret. Detta stöds av resultat från Ekman (2000).



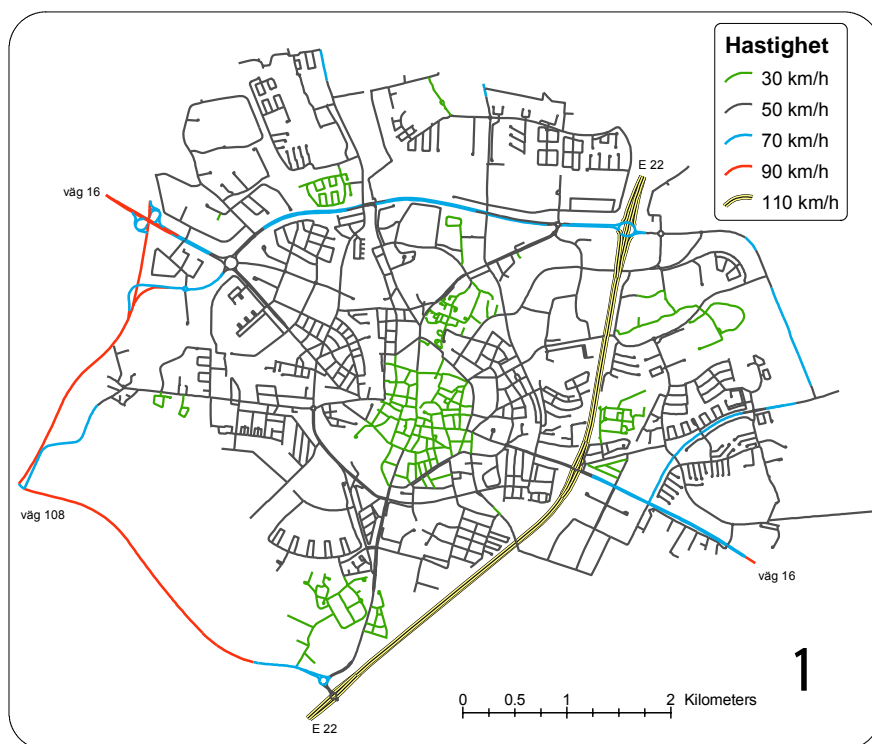
## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



**Figur 4.** Vägnätets lokal- respektive huvudnät, från år 1998.



**Figur 5.** Vägnätets centrum-, bostads- och övriga gator, från år 1998.



**Figur 6.** Vägnetets skyltade hastighetsbegränsning från år 2000.

### 4.1.1.2 Signalreglerade korsningar

Inte bara länkar utan även korsningars utformning påverkar körmönstret och avgasutsläppet. Vid beslut om klassindelning övervägdes möjligheten att kategorisera gator utifrån de ingående korsningstyperna. Vid sidan av önskemålet att beskriva yttre förhållande i detalj finns ett krav att hålla nere antalet gatukategorier. Ett stort antal kategorier innebär stora svårigheter att nå precision i skattningarna av utsläppsnivåer. Det skulle dessutom kräva större datamängder och bli mer oöverskådligt vid tolkning av resultaten. På samma sätt som för övriga indelningsvariabler användes därför endast indelningar som baserat på kategorier som enligt tidigare forskning ger stor skillnad i bränsleförbrukning och avgasutsläpp.

Förekomst och täthet av signalreglerade korsningar hade mycket stor inverkan på fordonens körmönster och därmed deras bränsleförbrukning och emissioner enligt Brundell-Freij och Ericsson (2004) samt Smidfelt Rosqvist (2003). I den förstnämnda studien var syftet att beskriva och jämföra vilka variabler som hade betydelsefull inverkan på fordons körmönster om man inkluderar såväl några yttre utformningskriterier, förarkategorierna ålder och kön samt en kategorisering av bilens prestanda. Den variabel som enligt denna studie hade störst inverkan på körmönstret var förekomst och täthet av signalreglerade korsningar. Körmönstret visade sig påverkas på flera sätt: högre täthet av signalreglerade korsningar visade sig öka andelen stopptid, öka andelen tid då bilen kördes med stort effektuttag, öka andelen tid i de högsta accelerationsnivåerna. Alla dessa egenskaper hos ett körmönster ökar ett fordons bränsleförbrukning och avgasutsläpp. Men, hög täthet av signalreglerade korsningar visade sig dessutom minska andelen av tid som bilarna kördes på för höga varvtal i 2:ans och 3:ans växel vilket har en viss reducerande effekt på avgasutsläpp och bränsleförbrukningen. Hastigheten blev mer ojämn om det förekom signalreglerade

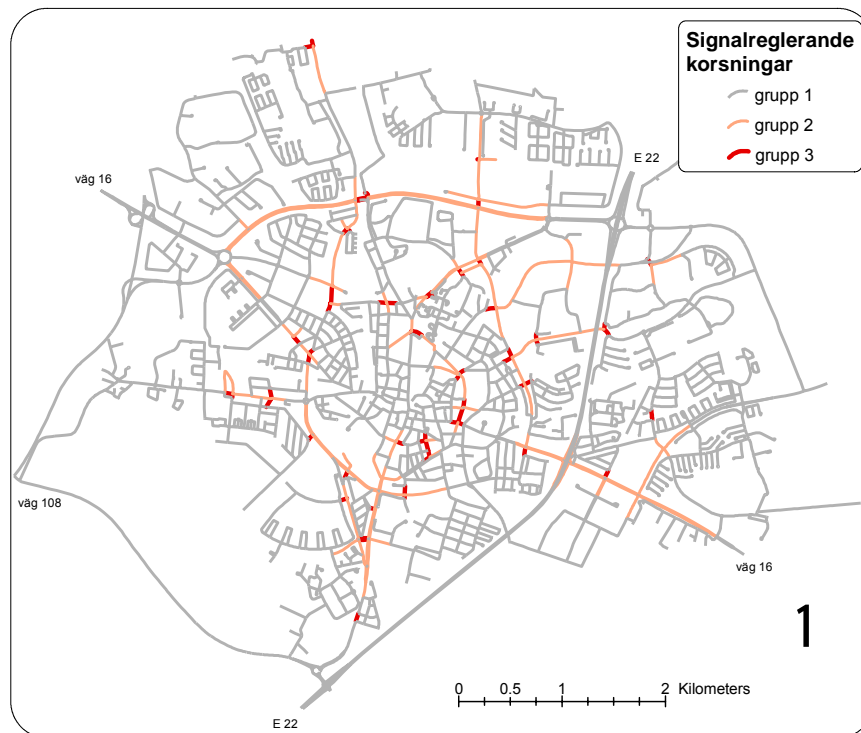
korsningar än om det inte gjorde det. Å andra sidan gav tätare signalkorsningar en jämnare hastighetsprofil jämfört med glesa signalkorsningar. Denna studie visade att passage av signalreglerade korsningar har en negativ effekt på bränsleförbrukning och avgasutsläpp. Implikationer för indelning av gatunätet skulle enligt dessa resultat bli att man bör kategorisera gatunätet efter om det finns signalkorsningar eller inte på en länk samt om dessa korsningar ligger tätt eller glest.

I klassningen av Lunds gatunät tog vi i utgångspunkt från resultaten ovan och definierade tre alternativa grupper, enligt tabell 2. Grupp ett består av länkar som inte har någon fysisk anknötning till någon signalreglerad korsning. Grupp två består av länkar där längden är längre än 200 meter mellan två signalreglerade korsningar eller är längre än 100 meter mellan en signalreglerad korsning till närmaste annan korsning. I grupp tre placerades de länkar där avståndet mellan två signalreglerade korsningar var mindre än 200 meter eller att det var kortare än 100 meter mellan en signalreglerad korsning och närmaste annan korsning. Resultatet av klassningen från tabell 2 visualiseras i figur 7.

**Tabell 2. Klassificering av gatunätet beroende på förekomst av signalreglerade korsningar.**

Grupp	Indelningsspecifikation av länk	Definition
1	Inga trafiksignaler i anknötning till signalreglerad korsning	Inga trafiksignaler
2	> 200m mellan två signalreglerade korsningar <u>eller</u> länk som är > 100m och har fysisk anknötning till någon signalreglerad korsning	Gles/låg påverkan av trafiksignaler
3	< 200m mellan två signalreglerade korsningar <u>eller</u> länk som är < 100m och har fysisk anknötning till någon signalreglerad korsning	Tät/hög påverkan av trafiksignaler

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



**Figur 7.** Vägnätet klassificerat efter förekomst och täthet mellan signalreglerade korsningar, från år 2004.

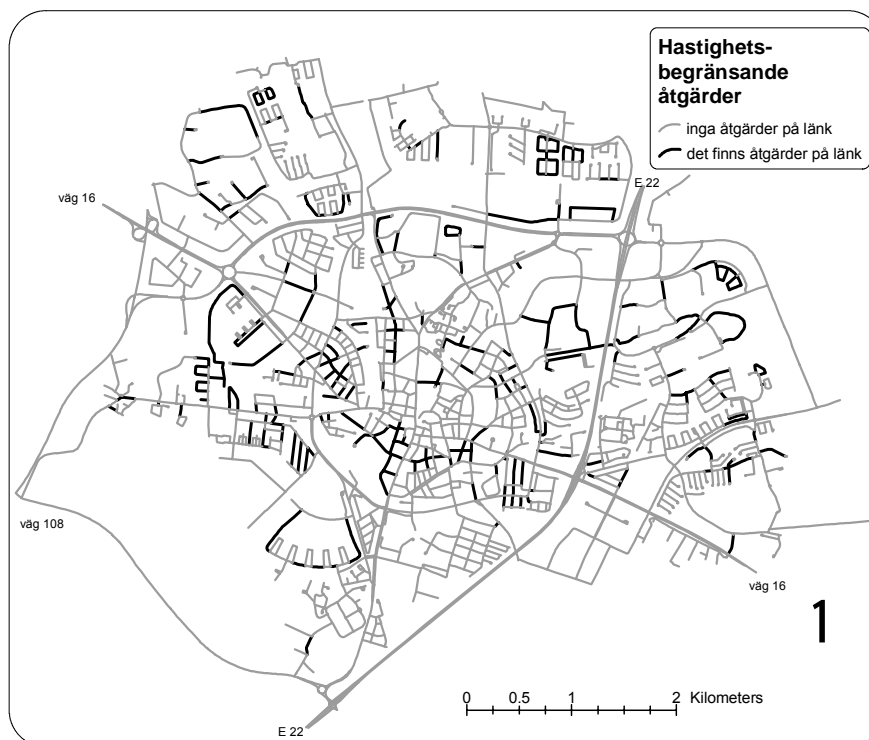
#### 4.1.1.3 Hastighetsbegränsande åtgärder

Tidigare studier vid LTH angående hur avgasemissioner och bränsleförbrukning påverkats av olika utformningar av gatunätet har visat att hastighetsbegränsande åtgärder ger i huvudsak minskande miljöbelastning om man tar hänsyn till den totala effekten på hela resan (Smidfelt Rosqvist, 1998). Det framgick i samma studie att sambandet mellan gatunätets utformning och miljöpåverkan är komplext och att man inte enbart kan studera enskilda företeelser. För den totala effekten är det viktigt att studera de enskilda företeelserna över en längre sträcka och inte bara precis över farthindret. I detta projekt valde vi att klassa in gatunätet i två grupper; inga hastighetsbegränsande åtgärder på länk respektive det finns hastighetsbegränsande åtgärder på länk, tabell 3. Farthinder i denna studie innefattar gupp, upphöjda plataer och avsmalningar sk chikaner. Visualisering av länkar med respektive utan hastighetsbegränsande åtgärder visas i figur 8.

Gruppering medför att bränsleförbrukningen mäts över hela länken (som dock i vissa fall är ganska kort) och inte enbart över farthindret. Förutsättningen för att det ska bli en brytpunkt mellan två länkar är att det är en vägkorsning, sidoväg eller en hastighetsändring. På de totalt 240 länkarna med hastighetsbegränsade åtgärder var medellängden 169 meter och medelavvikelsen 96 meter.

**Tabell 3.** *Klassificering av länkar med och utan hastighetsbegränsande åtgärder:*

Grupp	Indelningsspecifikation
1	Inga hastighetsbegränsande åtgärder på länk
2	Det finns hastighetsbegränsande åtgärder på länk



**Figur 8.** *Vägnätet med respektive utan hastighetsbegränsande åtgärder, från år 2004.*

#### 4.1.2 Trafikflödesklass

Trafikflödet påverkar utsläppsmängderna på två sätt. Dels har det en direkt inverkan på utsläppen genom en ökning av antalet fordonskilometer och dels påverkas körmönstret av trafikflödets storlek och därmed emissionsfaktorerna (g/km). I denna studie har vi differentierat utsläppsfaktorerna med hjälp av flödesförhållandena för att ta hänsyn till detta.

Vid klassning av gatunätet efter de flödesvariationer som råder under veckan och under dygnet delades körmönstren in i hög- eller lågtrafiktid. Tider för högtrafik visas i tabell 4, medan övriga tider räknas som lågtrafik. För de länkar som innehöll information om uppmätt flöde i form av årsmedeldygnstrafik (ÅDT), beräknades flödet per timme i hög- respektive lågtrafik via multiplikation med faktorerna i tabell 5. Vidare dividerades värdet med antalet körfält per länk. Flödesenheten blev då fordon per timme och körfält. Uppdelning på hög- och lågtrafik bygger på data från Jensen (1997) och Ekman (2000), medan uppdelningen mellan de olika veckodagarna är hämtade från Statens Vägverk (1990).

**Tabell 4. Tider för högtrafik, övriga tider är lågtrafik**

	Centrum gator	Icke centrum gator
Vardag	16:00 - 18:59	07:00 - 08:59 15:00 - 16:59
Lördag	11:00 - 14:59	11:00 - 14:59
Söndag	13:00 - 18:59	12:00 - 14:59 17:00 - 17:59

**Tabell 5. Andel per timme för hög- och lågtrafik respektive centrum och icke centrum gator.**

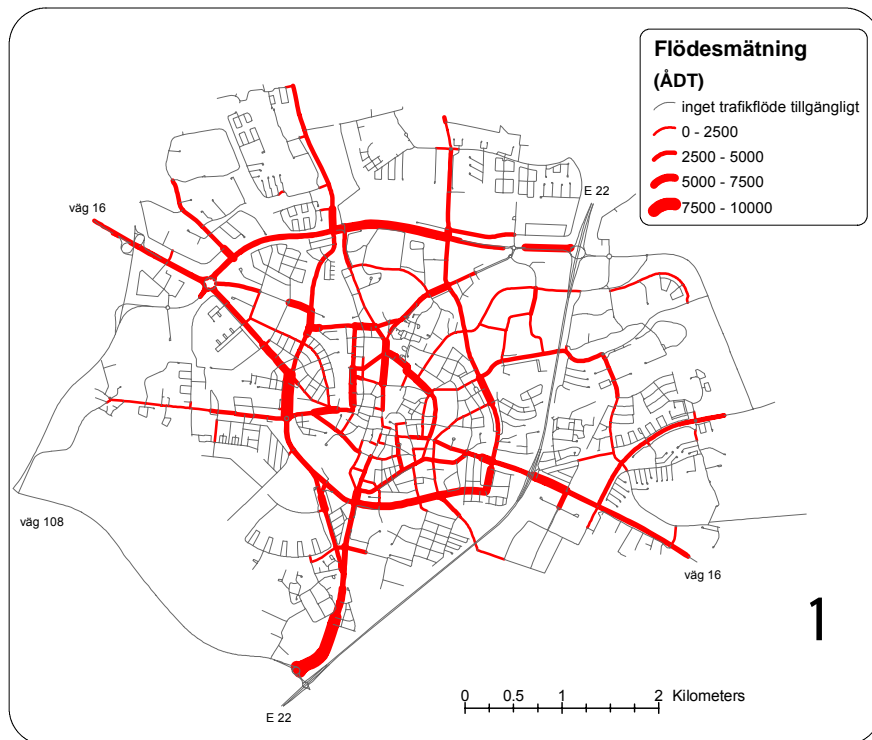
	Centrum gator	Icke centrum gator
Högtrafik	0,0864	0,0932
Lågtrafik	0,0341	0,0314

Vidare grupperades länkarna in i fyra intervall: mindre än 200 fordon per timme och körfält, mellan 200 och 700 fordon per timme och körfält, mer än 700 fordon per timme och körfält. Ytterligare en undergrupp utgjordes av de länkar som saknade flödesmätning. För gator med flödesmätningar har vi i vår databas lagt in trafikflöde per timme (fordon/h \* körfält) dels i högtrafik och dels i lågtrafik. Dessa klassades i flödesklass 1-3 enligt tabell 6. Emissionsfaktorerna på gatulänkar med flödesmätningar kunde därmed differentieras beroende på aktuell trafikflödesklass. Indelningsgränserna baseras på tidigare forskningsresultat rörande vid vilka trafikflöden viktiga körmönsteregenskaper påverkas (Ericsson, 2000 och Brundell-Frej och Ericsson, 2004). I figur 9 visas på vilka länkar som flödesmätningar utförts samt flödets storlek.

**Tabell 6. Gruppindelning för trafikflöde**

Grupp	Indelningsspecifikation
1	≤ 200 fordon/h * körfält
2	200 – 700 fordon/h * körfält
3	≥ 700 fordon/h * körfält
4	Inga flödesmätningar utförda

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



**Figur 9.** Flödesmätningar i antal fordon per årsmedeldygn och körbana. Antalet länkar med flödesmätningar är 489 av 2232 stycken. Mätningarna är hämtade från år 1998.

## 4.2 Framtagning av körmönster och emissioner

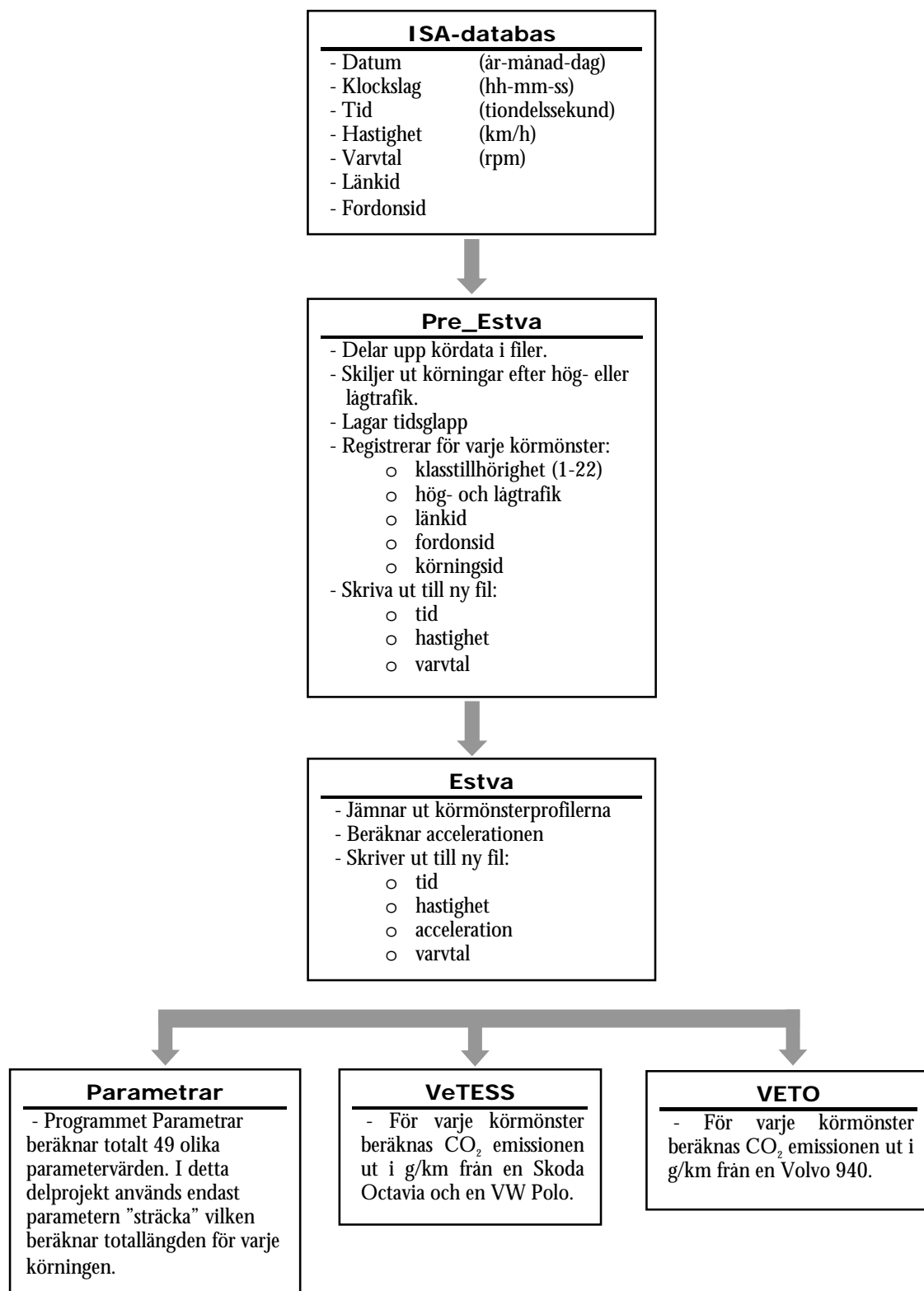
Från ISA-databasen togs körmönsterdata, loggad fem ggr/sek, ut för varje klass (1-22). Parametrarna från databasen var: datum, klockslag, löpande tid, varvtal, hastighet, länkid och fordonsid. Fordonsid som tillhörde bussar utelämnades i sökningen då studien enbart behandlar bilfordon. För att hålla den utvalda datamängd på en hanterlig nivå togs endast en viss del av den totala datamängden ut. Primärt söktes för varje gatuklass kördata ut från en vecka innan aktivering av aktiv gaspedal till aktiveringsdagen. Vid de sökningar då en klass fick lite data (mindre än en timmes körning på klassens länkar) ökades antalet dagar för sökningen. Översteg sökningens datamängd mer än 14 timmars körning per klass (4 inladdningar av data i Excel), så användes inte det överstigande materialet på grund ut av ohanterlig datamängd.

Ett schema för datahanteringen av körmönster redovisas i figur 10. Den uttagna datan kördes igenom programmet, Pre\_Estva, vilket delade upp kördatan i enskilda datafiler för varje körmönster och efter högtrafik eller lågtrafik. ISA-databasen bygger på loggningar fem ggr/sek. Ibland förekommer kortare avbrott i loggningen. Vi valde att vid tidsglapp om kortare än två sekunder "laga" körmönstret (hastighet och varvtal) genom en linjär interpolering mellan värdet innan och värdet efter. Körmönstren bearbetades därefter med programmet Estva som utförde en utjämning av eventuella mätfel genom lokalt viktad minsta-kvadrat-regression. De lokala polynomen som användes i beräkningarna har gradtal 2 (kvadratiska polynom) för hastigheten och gradtal 3 (kubiska polynom) för accelerationen. Från Estva kom färdiga körmönster (hastighetsprofiler) ut som kördes igenom programmen: Parametrar (beräkning av beskrivande mått på körmönster) samt två olika beräkningsprogram för utsläpp: EU-projektet DECADEs modell VeTESS och VTI's VETO-modell. Därifrån fick vi ut totallängden för varje körmönster, samt CO<sub>2</sub>-emissionen för tre bilar:

- en Skoda Octavia (dieselbil),
- en VW Polo (liten bensinbil) och
- en Volvo 940 (stor bensinbil).

Båda dessa program beräknar utsläpp baserat på den registrerade hastighetskurvan.





**Figur 10.** Flödesschema över använda program.

### 4.3 Bearbetning av data

För analysens genomförande togs en ny "sammanställd" tabell fram, figur 11. Med hjälp av nyckeln "körningsid" (ett unikt nummer för varje körmönster) kopplades körningarna från programmen Parametrar, VeTESS och VETO ihop som vidare kopplades samman med informationen från kartan med hjälp av nyckeln "länkid" för att få in flödesdata för varje länk där det förekommit en körning. Totalt användes 15801 körmönster i analysen.

Pre_Estva		Kartan			Parametrar	VeTESS		VETO
Körningsid	Hög- eller lågtrafik	Länkid	Flöden (ÅDT)	Klass 1-22	Körningslängd (m)	Polo CO <sub>2</sub> (g/km)	Skoda CO <sub>2</sub> (g/km)	Volvo CO <sub>2</sub> (g/km)
1	1	2505	-	1	80	215	220	232
2	1	2733	-	1	120	230	225	227
3	0	1087	150	17	55	310	295	315
4	1	7970	500	2	320	207	200	194
5	0	4001	-	3	32	297	261	279
6	0	7970	500	2	315	200	191	208
...	...	...	...	...	...	...	...	...
15801								

**Figur 11.** Exempel på den sammanställda tabellen. Informationen från Parametrar, VeTESS och VETO kopplades samman med hjälp av körningsid. Flödesinformation från kartan kopplades samman till övrig information med hjälp av länkid.

I den sammanställda tabellen beräknades den totala CO<sub>2</sub>-mängden i gram för varje körmönster och för respektive biltyp. Flödet, i fordon per timme och körfält, beräknades utifrån vilken tid och på vilken länk körningen hade körts. Detta flöde klassades därefter in i 4 olika flödesklasser, se tabell 6 i kapitel 4.1.4.

#### 4.3.1 Genomsnittliga emissionsfaktorer

De tre olika bilmodellerna Skoda Octavia, VW Polo 16V och Volvo 940 valdes för att representera biltyperna av diesebil, liten och stor bensinbil. Utifrån dessa skapades en "medelbil" baserat på respektive bilkategori (diesebil, liten bensinbil och stor bensinbil) fördelning i Sverige (2003). Fördelningen, hämtad från Bil Sweden's broschyr; Bilismen i Sverige 2003 (Bil Sweden, 2004), blev för respektive biltyp:

- Diesebil: Skoda Octavia 4,7%
- Liten bil: VW Polo 16V 38,6%
- Stor bil: Volvo 940 56,7%

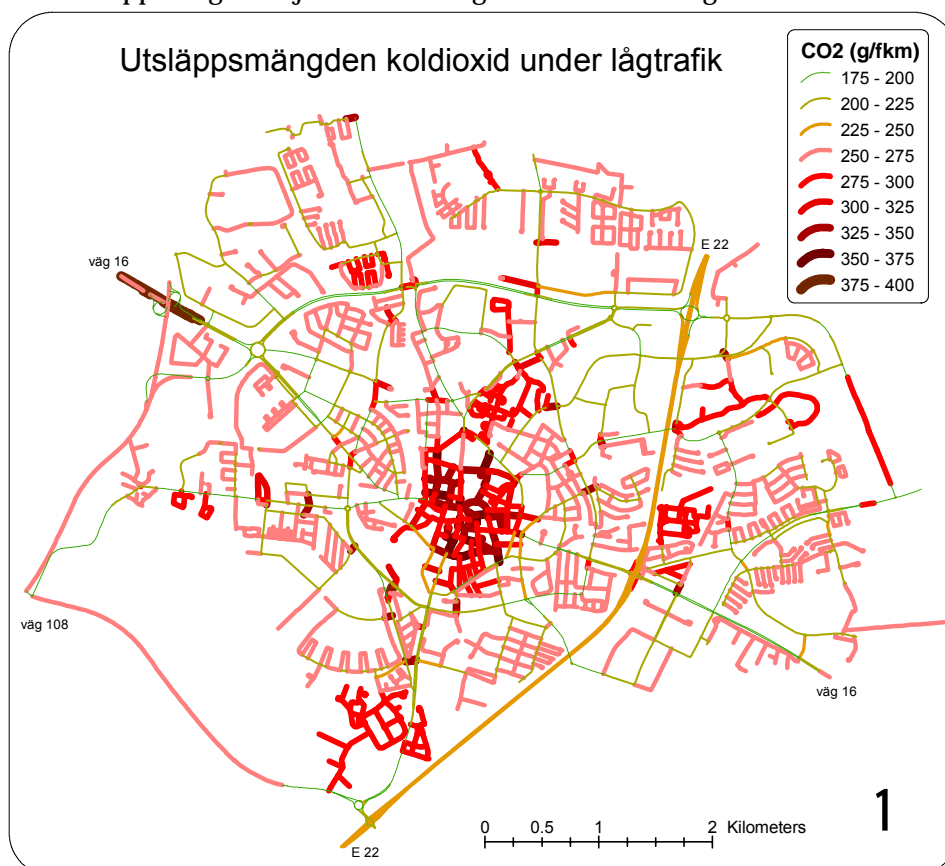
Bilar som kördes av annat drivmedel än diesel eller bensin utgjorde år 2002 mindre än 1% av det totala antalet bilar i Sverige (Bil Sweden, 2004) och tas inte hänsyn till i denna studie. För att få ut det totala medelvärdet CO<sub>2</sub> (g/km) på var och en av de 61 gatu- och trafikflödesklasserna, summerades mängden gram CO<sub>2</sub> och delades med den totala körningslängden på respektive klass. Det nya totala medelvärdet CO<sub>2</sub> (g/km) utgör de emissionsfaktorer vi använt för de 61 klasserna. Dessa emissionsfaktorer länkades till kartans attributtabel, uppdelat på hög respektive lågtrafik. De länkar som inte hade någon flödesmätning fick samma värde i både hög- respektive lågtrafik.

## 5 Resultat

Syftet med denna studie var att på uppdrag från Lunds kommun studera utsläppen av CO<sub>2</sub> från biltrafik i Lunds gatunät. I uppdraget skulle utsläppsmängden av CO<sub>2</sub> g/fkm beräknas och kopplas till länktyp i Lunds gatunät, kapitel 5.1. Vidare skulle den totala utsläppsmängden av CO<sub>2</sub> g/dygn baserat på gator där trafikräkningar genomförts, kapitel 5.2, beräknas. I detta avseende representeras länktyp av 61 gatu- och trafikflödesklasser från uppdelning av funktion, områdestyp, hastighetsgräns, förekomst av signalreglerade korsningar, förekomst av hastighetsbegränsande åtgärder samt trafikflöde i hög- och lågtrafik. Resultaten redovisas i kart- och tabellform.

### 5.1 Utsläppsmängd av koldioxid per fordonskilometer och klass

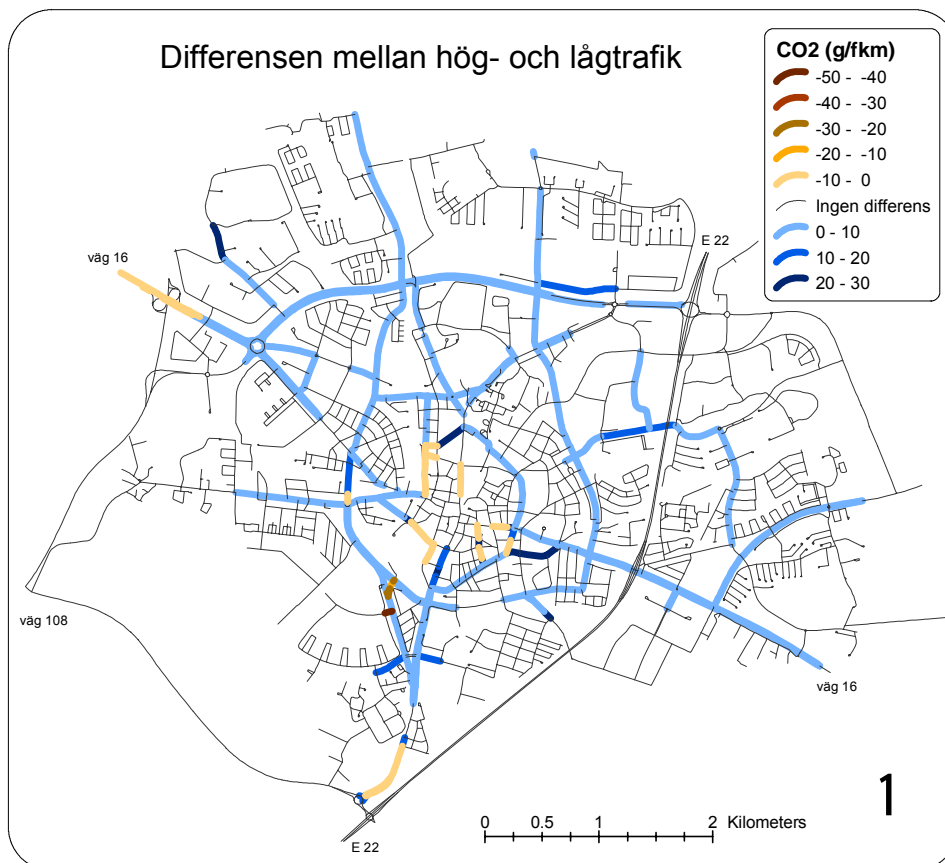
I figur 12 illustreras resultatet av utsläppsmängden CO<sub>2</sub> g/fkm under lågtrafik. Skillnaden i utsläppsmängd mellan hög- och lågtrafik blev i de flesta fall mindre än 10 g/fkm varpå en figur som visar utsläppsmängden högtrafik med samma intervall i legenden som för figur 12 skulle innebära att många skillnader inte skulle framkomma. Istället redovisas i figur 13 skillnaden i utsläpp i högtrafik jämfört med lågtrafik för de olika gatuklasserna.



**Figur 12.** Beräknad utsläppsmängd under lågtrafik av CO<sub>2</sub> g/fkm beräknat på medelvärden från de 61 gatu- och trafikflödesklasserna.

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

De länkar där det finns skillnad mellan hög- respektive lågtrafik illustreras i figur 13. Negativ skillnad innebär att CO<sub>2</sub>-emissionen g/fkm var större i lågtrafik än i högtrafik och vice versa. Flest vägar med negativ skillnad är det på de centrala gatorna.



**Figur 13.** På de flesta vägarna är differensen mellan hög- och lågtrafik positiv, dvs emissionen av CO<sub>2</sub> är större i högtrafik jämfört med i lågtrafik.

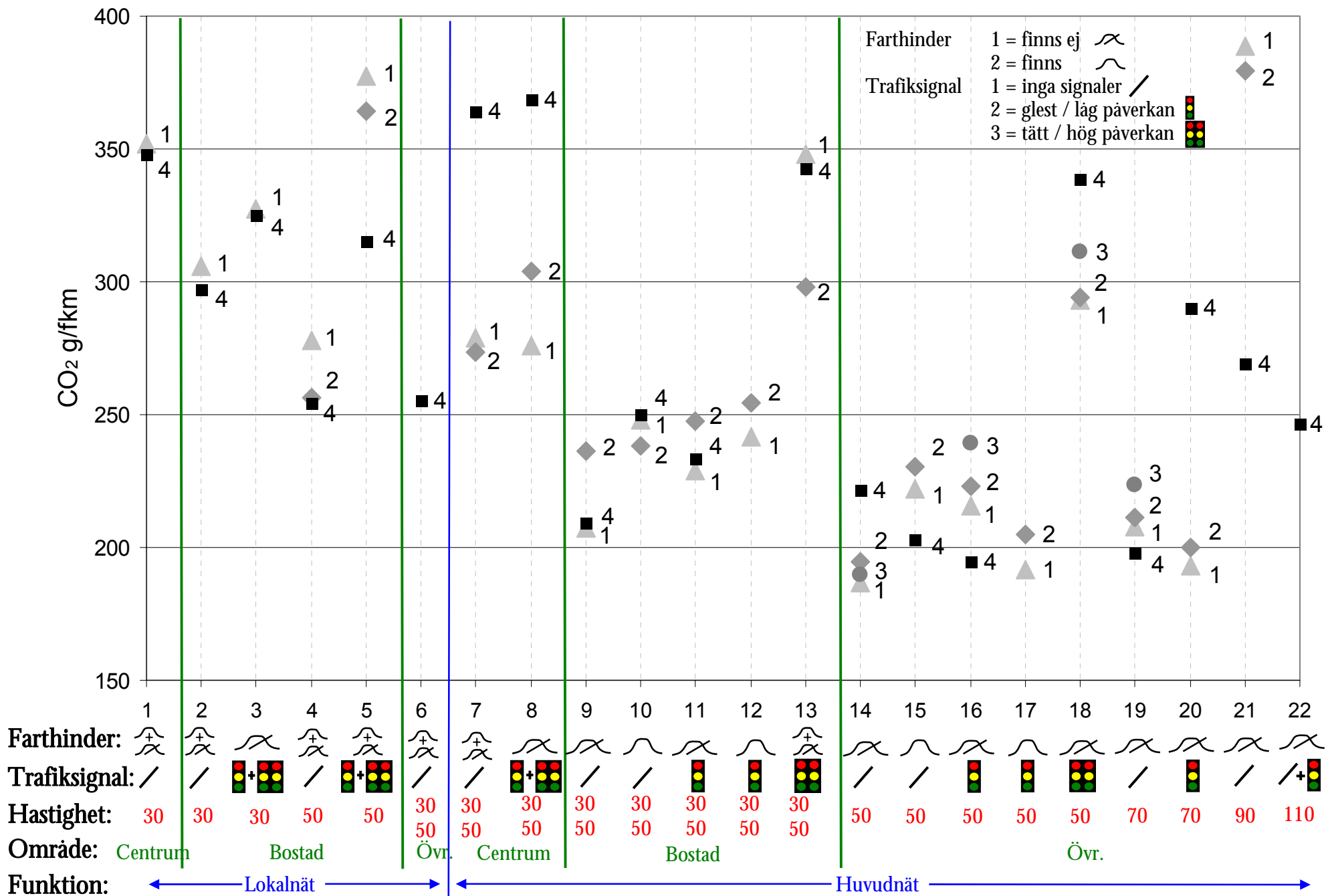
I tabell 7 redovisas de 61 klassernas emissioner i koldioxid gram per fordonskilometer. För att tydligare visa generella trender, illustreras emissionsnivåerna för de olika klasserna även i ett diagram, figur 14.

**Tabell 7.** Koldioxid emissionen g/fkm för de 61 gatu- och trafikflödesklasserna.

Gatu klass	Förekommande flödesklass	Lågtrafik (X = länk finns)	Högtrafik (X = länk finns)	CO <sub>2</sub> (g/fkm)	Antal körningar	Standard avvikelse
1	1	x	x	351.87	157	103.69
	4	x	x	348.99	255	182.63
2	1	x	x	306.06	378	112.85
	4	x	x	297.00	837	159.74
3	1	x	x	327.24	75	204.98
	4	x	x	324.97	99	213.65
4	1	x	x	277.85	30	109.62
	2	-	x	256.59	13	128.50
	4	x	x	254.30	1450	128.58

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

5	1	x	-	377.48	170	229.97
	2	-	x	364.00	58	183.80
	4	x	x	315.32	811	167.49
6	4	x	x	255.37	237	104.61
7	1	x	x	279.02	386	188.24
	2	x	x	273.55	164	130.29
	4	x	x	364.31	67	128.89
8	1	x	-	275.84	495	153.73
	2	-	x	303.75	199	185.96
	4	x	x	368.87	138	226.35
9	1	x	x	207.39	575	116.49
	2	-	x	236.19	68	97.92
	4	x	x	209.45	759	116.98
10	1	x	x	247.81	158	84.85
	2	-	x	238.44	37	76.74
	4	x	x	250.21	240	97.65
11	1	x	x	228.77	296	156.55
	2	-	x	247.78	89	179.72
	4	x	x	233.20	385	162.07
12	1	x	x	241.55	206	179.31
	2	-	x	254.65	51	194.57
13	1	x	x	347.84	280	173.60
	2	-	x	297.93	13	78.80
	4	x	x	342.74	75	176.78
14	1	x	x	186.89	320	77.45
	2	x	x	194.57	190	131.39
	3	-	x	189.59	14	191.21
	4	x	x	221.46	151	136.11
15	1	x	x	222.29	200	73.73
	2	-	x	230.53	51	84.01
	4	x	x	202.73	98	67.79
16	1	x	x	215.50	505	136.82
	2	x	x	223.12	436	161.11
	3	-	x	239.28	22	80.84
	4	x	x	194.80	22	96.56
17	1	x	-	191.71	91	143.76
	2	-	x	204.97	45	122.75
18	1	x	x	293.37	1014	162.18
	2	x	x	294.05	655	167.96
	3	-	x	311.09	69	148.49
	4	x	x	338.73	59	163.45
19	1	x	x	208.01	235	114.99
	2	x	x	211.19	175	89.42
	3	-	x	223.33	33	84.24
	4	x	x	198.15	340	92.17
20	1	x	-	193.14	509	83.22
	2	-	x	200.22	252	90.38
	4	x	x	290.00	44	170.98
21	1	x	-	388.86	52	53.15
	2	-	x	379.46	37	54.93
	4	x	x	269.09	554	103.11
22	4	x	x	246.55	377	83.46



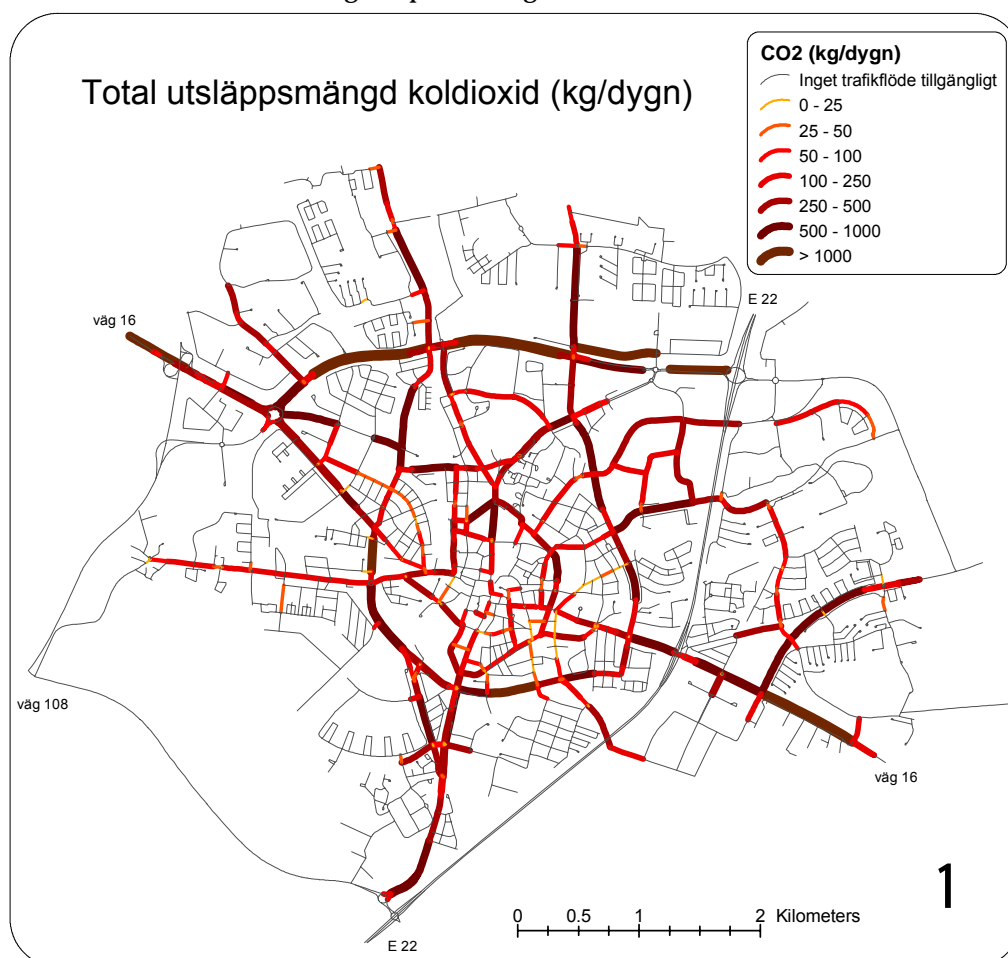
**Figur 14.** Diagrammet beskriver resultaten från tabell 7 där x-axeln anger de 22 gatuklasserna och y-axeln anger mängden koldioxid i gram per kilometer och fordon. Siffrorna 1 till 4 anger trafikflödesklasserna från tabell 6 i de 22 gatuklasserna.

## 5.2 Total utsläppsmängd av koldioxid per klass

De totala utsläppsmängderna är en kombination av antalet körda fordonskilometer (fkm) och emissionsfaktorerna (g/fkm) för de olika gatu- och trafikklasserna. De totala utsläppen beräknades genom multiplikation av trafikflödet (fordon/h) och längden på respektive länk (ger trafikarbetet fkm per timma) och därefter multiplikation med emissionsfaktorn (g/fkm) för respektive länk. Redovisningen sker i kg/dygn. En begränsning är att detta endast kunde göras för de gatulänkar där Lunds kommun genomfört trafikräkningar (figur 9) dvs beräkningarna gäller enbart denna begränsade del av gatunätet. Exempelvis fanns inga trafikräkningar för E22 (vilken med all sannolikhet bidrar mycket till det totala utsläppsmängderna i Lund) och i stort sett inga mätningar i lokalnätet utanför centrumområdet.

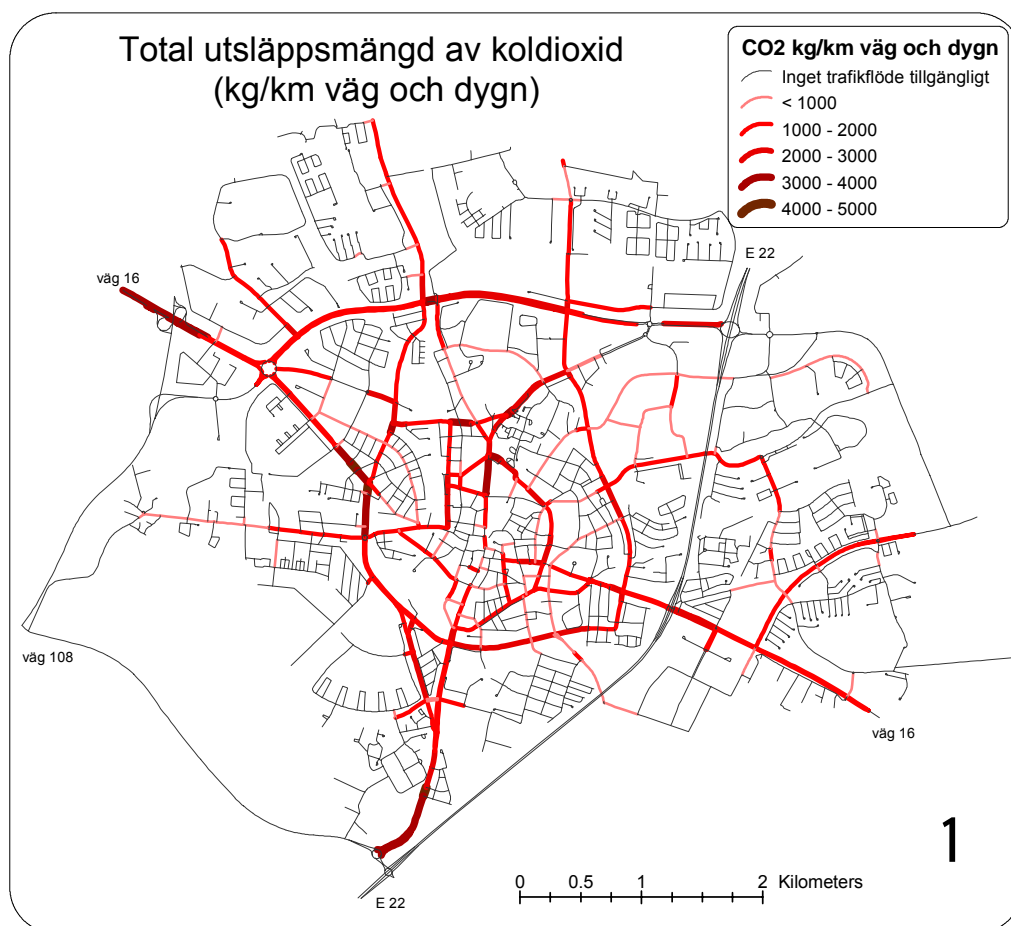
Beräkning av den totala utsläppsmängden CO<sub>2</sub> kg/dygn redovisas i figur 15. Dessa data kunde enbart beräknas på de länkar där trafikräkningar genomförts. Resultatet erhöles från;

- CO<sub>2</sub> emissionen i hög- respektive lågtrafik för respektive klass,
- flödet i hög- respektive lågtrafik,
- antalet körfält,
- längden för varje länk och
- andelen timmar som är i hög- respektive lågtrafik.



**Figur 15.** Den totala mängden CO<sub>2</sub> i kg per dygn.

Den ovan redovisade metoden att beräkna totalt utsläpp per dygn medförde vissa missvisande tröskeffekter. Exempelvis visar figur 15 lägre utsläpp omkring vissa korsningar än på länkar. Detta beror på länkindelningen i kombination med att beräkningssättet ovan innebär att korta länkar får små totala utsläppsmängder (Totalt utsläpp = emissionsfaktorn för länktypen \* länkens längd \* antal fordon). I figur 16 redovisas istället totala utsläppet i kg per km väg vilket ger en mer rättvisande bild av det relativa bidraget från olika vägsnitt.



**Figur 16.** Den totala mängden CO<sub>2</sub> kg per km väg och dygn där trafikberäkningar utförts

Figur 16, visar att framförallt de stora infarts- och genomfartslederna bidrar mycket till de totala utsläppsmängderna av CO<sub>2</sub> och att exempelvis lokalgator i centrum ger relativt små bidrag.



## 6 Diskussion och slutsats

Gatunätet i Lunds tätort har klassats in efter vägnätets funktion, områdestyp, hastighetsgräns, förekomst av signalreglerade korsningar, förekomst av hastighetsbegränsande åtgärder samt trafikflöde. Totalt gav denna indelning 61 klasser. Från ISA-databasen har verkliga körmönster hämtats varpå:

- emissionsmängden CO<sub>2</sub> gram per fordonskilometer och
- den totala emissionen CO<sub>2</sub> kilogram per dygn på de länkar där trafikflödesmätningar genomförts.

Studien är ett försök till att studera och belysa hur CO<sub>2</sub>-utsläpp från biltrafik fördelas över Lunds gatunät.

### 6.1 Indelning av klasser

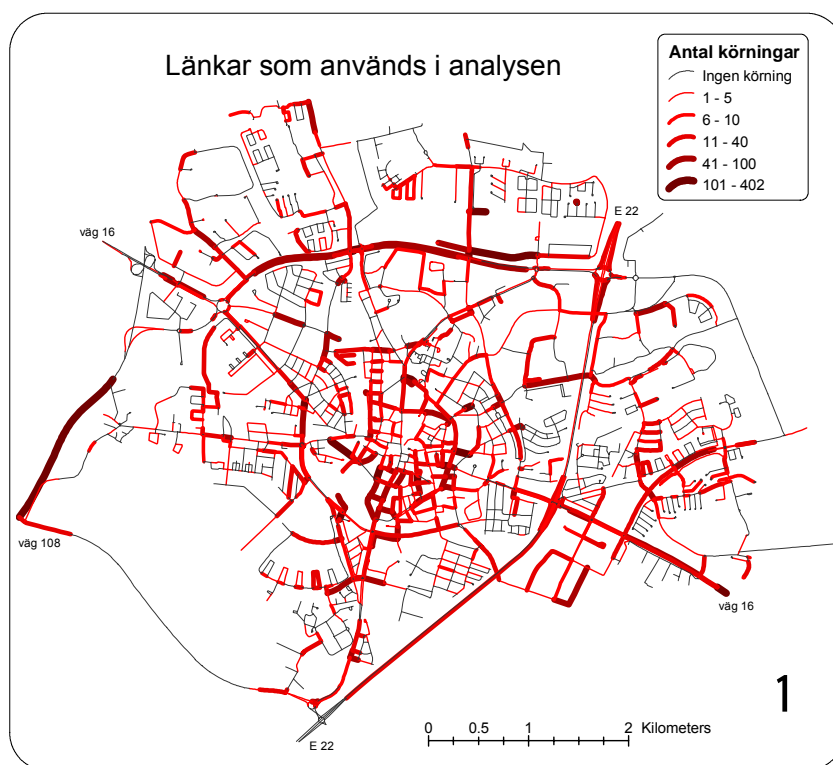
Uttagningen av körmönster från ISA-databasen baserades på de 22 gatuklasserna, tabell 1. För uttagningen användes information om hur gatunätet såg ut vid den tiden, dvs mellan åren 1999 och 2001. I gatunätet råder det ständigt ombyggnationer av exempelvis korsningar med trafiksignaler som blir rondeller eller tillskott/borttagning av hastighetsbegränsande åtgärder. Detta gör dels att klassningen i kartan är i konstant behov av uppdatering men även att körmönstren för varje enskild klass inte kan stämma överens till hundra procent för varje körning. Under de senaste åren har många tillbyggnader i form av upphöjningar av gång och cykelstråk gjorts. I denna studie har vi, efter egna inventeringar, material från Lunds kommun samt gamla uppgifter från tidigare studier vid LTH, försökt att särskilja vilka farthinder som fanns under den tiden då ISA-bilarna loggades. Till en början var planen att även studera om det fanns emissionsskillnader mellan länkar där ett farthinder var placerat mitt på länken eller vid in- och utfart till huvudled (dvs LundaMaTs projektets upphöjda gång- och cykelöverfarter vid sidogator, där cyklister har röd sten och gångare grå sten). Problemet med denna klassning var att flertalet av alla farthinder placerade vid in- och utfart till huvudled inte var byggda då ISA-bilarna loggades. De länkar som under loggningen hade farthinder representerar i denna studie alla former av farthinder, även de som är av nyare variant.

När uttagningen från ISA-databasen gjordes, av de 22 gatuklasserna, visste vi inte hur många klasser det skulle bli totalt när flödesindelningen var gjord. Eftersom trafikflödesinformationen fanns lagrad i kartan och inte i databasen var det omöjligt att upptäcka vilka flödesklasser som hade behövt fler körningar. Detta gjorde att antalet körningar för en del flödesklasser är relativt litet och därmed har en svagare tillförlitlighet. I bilaga 3 beskrivs förhållandet mellan den totala längden av de loggade körmönstren per klass och den totala längden väg per klass, för att ge ett mått på hur mycket data det finns i varje klass. Ett annat mått på osäkerheten i resultaten för de 61 klasserna visas i tabell 7 under kolumn standardavvikelse. Vi har underhand för tolkningen av resultaten även vägt in ungefärliga konfidensintervall för de skattade medelemissionerna ( $\approx \pm 2 * \text{standardavvikelsen}/(\text{roten ur } N)$ ).

Under projektets gång har det skett flera omklassningar, exempelvis om vi upptäckt att antalet körningar blivit för litet för att representera en klass. Om det är få länkar i en klass är det viktigt att dessa gator har mycket trafik för att minska risken att de körmönster vi använder inte bara representerar en eller ett fåtal bilar och förare. En klass med få länkar skulle kunna öka risken att resultatet påverkas i alltför hög grad av enstaka länkar som på något sätt är specialutformade, till exempel vid en jourbutik där många bilar ofta stannar till och mycket folk går över. Om så är fallet finns det en osäkerhet för att körmönstret kan ge ett vinklat resultat. De redovisade

emissionsfaktorerna gäller för gatuklassen och inte för enskilda gator. Resultaten ska tolkas ur ett generellt perspektiv, som jämförelse mellan grupper och klasser inom vilka variationer förekommer, inte som en absolut sanning om utsläppen på specifika gator.

Det hade varit intressant att studera den exakta CO<sub>2</sub> emissionen för varje specifik länk. Problemet med detta är att det inte finns tillräckligt med data från alla länkar samt att data kan saknas för vissa typer pga ombyggnationer av vägnätet som är gjorda efter 2001. Fördelningen av körningar som representerade denna studie visas i figur 17. Körningar på 1071 länkar representerar de totalt 2232 länkar som finns i gatunätet. Fördelen med att klassa in gatunätet är att resultatet kan appliceras på andra städer med likartade förhållande. Om detta kan göras är dock beroende på om de indelningsgrunder vi valt verkligen representerar det som påverkar körmönstret och emissionsfaktorerna under andra förhållanden. Enskilda omständigheter kan naturligtvis ge andra resultat.



**Figur 17.** Lokalisering samt antalet körningar i det representerade underlaget.

Vid uttagningen av loggdata från ISA-databasen upptäcktes att körningar som passerade en korsning ibland loggade data till fel länk. Orsaken är att loggningen måste hela tiden ske till någon länk och i en korsning kan eventuellt en sidogata registreras för en kort stund. Detta har korrigerats genom att ta bort alla körningar som är kortare än 20 meter. En annan felkälla är de tidsglapp som finns i databasen. Dessa beror på att gps-mottagaren i bilen är skyddad och tappar kontakten med signalerna som sänds ut från satelliterna. I programmet Pre\_Estva gjordes en linjär reparation av varvtal och hastighet på glapp som var under två sekunder. Hade inte någon lagning gjorts skulle fler körningar ha gått under kategorin: kortare än 20 meter.

Fördelning av stora, små och dieslbilar i Lunds tätort beräknades från ett medelvärde över hela landet. Bilparken för Lund kan se annorlunda ut i jämförelse med Sverige i stort. Det måste

kraftigt poängteras att olika bilar och motorer reagerar olika på olika körsätt. För att få representativa utsläppsfaktorer skulle ett större antal bilmodeller behöva ingå i studien än de tre vi har haft tillgång till. Även beräkningsmodeller för avgasutsläpp har felkällor. De modeller vi använt här är dock validerade mot mätningar för de aktuella fordonen.

## 6.2 Tolkning av resultatet, slutsatser

### 6.2.1 Emissionsfaktorer av CO<sub>2</sub> för olika gatu- och trafikklasser

Studiens resultat visar stora standardavvikelser (och standardfel) för bilarnas emissionsfaktorer på de olika gatuklasserna och bör därför enbart ses som indikativa. I stora drag kan man utläsa en del tendenser avseende emissionsfaktorerna mätt som gram CO<sub>2</sub> per fordonskilometer i gatunätets olika klasser.

#### 6.2.1.1 Trafiksignaler

Ur figur 14 framgår att gatuklasserna 3, 5, 13 och 18, alla med trafiksignaler, utmärker sig genom att resultera i höga emissioner i jämförelse till de andra klasserna med likartade förhållanden. I tabell 8 redovisas en jämförelse mellan de olika klasserna med avseende på förekomst och täthet av trafiksignaler. Gatuklass 3 och 5 vilka inkluderar såväl glesa som täta trafiksignaler jämförs med gatuklasserna 2 och 4 vilka har motsvarande förhållanden utan trafiksignaler. Gatuklasserna 13 och 18 har täta trafiksignaler och jämförs med motsvarande förhållanden med glesa trafiksignaler respektive helt utan trafiksignaler. Gatuklass 13 ska därmed jämföras med gatuklass 9 och 10 (utan trafiksignaler) samt 11 och 12 med glesa trafiksignaler. Gatuklass 18 jämförs på samma sätt med gatuklass 14 och 15 (utan trafiksignaler) respektive 16 och 17 (med glesa trafiksignaler). Se även tabell 8 nedan.

Huvudgator utanför centrum med hastighetsgräns 30 eller 50 med **glesa trafiksignaler** visar inte nämnvärt högre emissionsfaktorer för CO<sub>2</sub> än motsvarande gator utan trafiksignaler. Inte heller huvudgator med hastighetsgräns 70 km/h visar högre utsläpp om de har glesa trafiksignaler jämfört med om de saknar trafiksignaler. För huvudgator utanför centrum verkar det därför som att trafiksignaler framförallt har negativ effekt på CO<sub>2</sub> utsläppen då de förekommer med hög täthet dvs då avståndet till annan trafiksignal är mindre än 200 meter eller avståndet till annan korsning (ej trafiksignal) är mindre än 100 meter.

Resultatet överensstämmer i hög grad med en nyligen avslutad studie av hur körmönstret påverkas av olika faktorer (Brundell-Freij och Ericsson 2004) där det framkom att täthet av signalreglerade korsningar hade mycket stor effekt på utsläppsgenererande körmönsterfaktorer.

**Tabell 8. Inbördes jämförelse mellan några gatuklasser avseende trafiksignalers inverkan.**

Gatu- klass	Beskrivning	Relativt höga utläpp + eller låga dito -
2	Lokala bostadsgator 30, <b>utan trafiksignaler</b> med eller utan gupp.	-
3	Lokala bostadsgator 30, <b>med trafiksignaler</b> (täta eller glesa), utan gupp.	+
4	Lokala bostadsgator 50, <b>utan trafiksignaler</b> , med eller utan gupp.	-
5	Lokala bostadsgator 50, <b>med trafiksignaler</b> (täta eller glesa), med eller utan gupp.	+
9	Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, <b>utan trafiksignaler</b> eller gupp.	-
10	Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, <b>utan trafiksignaler</b> med gupp	-
11	Huvudgator i bostadsområde, 30 eller 50 km/h, med <b>glesa trafiksignaler</b> utan gupp	-
12	Huvudgator i bostadsområde, 30 eller 50 km/h, med <b>glesa trafiksignaler</b> med gupp	-
13	Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, <b>täta trafiksignaler</b> med eller utan gupp	+
14	Huvudgator övriga (ej bostadsområde eller centrum), 50 km/h, <b>utan trafiksignaler</b> , utan gupp	-
15	Huvudgator övriga (ej bostadsområde eller centrum), 50 km/h, <b>utan trafiksignaler</b> med gupp	-
16	Huvudgator övriga (ej bostadsområde eller centrum), 50 km/h, med <b>glesa trafiksignaler</b> utan gupp	-
17	Huvudgator övriga (ej bostadsområde eller centrum), 50 km/h, med <b>glesa trafiksignaler</b> med gupp	-
18	Huvudgator övriga (ej bostad- eller centrumområde) 50, <b>med täta trafiksignaler</b> utan gupp.	+

### 6.2.1.2 Olika gatuklasser frånsatt effekten av trafiksignaler

Utöver effekterna av trafiksignaler finns en tendens till tre urskiljningsbara grupper som har olika nivå på de uppvisade emissionsfaktorerna.

- Lokalgator i alla typer av områden samt huvudgator lokaliserade till centrum tenderar ha höga utsläpp (medelnivå 250-370 g/fkm eller motsvarande 1.07 – 1.59 l/mil) jämfört med övriga huvudgator.
- Huvudgator utanför centrum (hastighetsgräns 30, 50 eller 70 km/h) och utan täta trafiksignaler tenderade att ha de lägsta utsläppen per fkm (medelnivå 180-250 g/fkm eller motsvarande 0.77 – 1.07 l/mil).
- Huvudgator med hastighetsgräns 90 km/h tenderar att ha höga utsläpp per fkm (medelnivå 270-390 g/fkm eller motsvarande 1.16 – 1.67 l/mil).

Beträffande lokalgator visar figur 14 lägre utsläpp för hastighetsgräns 50 (gatutyp 4) än motsvarande med hastighetsgräns 30 (gatutyp 2). Det bör dock observeras att konfidensintervaller för gatutyp 4 är stort och täcker för två flödesklasser konfidensintervallet för gatutyp 2. Detta innebär att skillnaden är osäker och att emissionsfaktorer på lokalgata i bostadsområde med hastighetsgräns 50 är osäkert bestämd alternativt varierar mycket. Olika studier har givit olika resultat beträffande utsläpp och bränsleförbrukning i 30 resp 50 miljö.

Metodiken i denna studie skiljer sig från resultaten av Smidfelt Rosqvist (2003). Smidfelt Rosqvist studerade utsläppseffekten på hela resor utifrån de miljöer som ingick utmed rutten. Smidfelt Rosqvist fann övervägande tendenser till minskande effekt på bränsleförbrukning och avgasutsläpp av passage av hastighetsbegränsande åtgärder samt lägre utsläpp per meter för körning på 30-gator än på 50-gator. Smidfelt Rosqvist har även visat att det finns eftersläpningseffekter under en resa som innebär att körsättet i en viss miljö inte bara påverkas av den aktuella utformningen på länken, utan också av vilken trafikmiljö man färdats genom tidigare under resan. Ett välkänt exempel på detta är "fartblindhet" dvs att förare som kommer från en höghastighetsmiljö tenderar att ha högre hastighet även då de kör in på gator med lägre hastighetsstandard. Smidfelt Rosqvists resultat tyder på att passage av ett område med hastighetsgräns 30 och även passage av hastighetsbegränsande åtgärder kan medföra att körsättet påverkas även framöver på angränsande länkar och då i miljövänlig riktning. I den här redovisade studien rapporteras utsläppen länkvís dvs endast de utsläpp som sker på länken kopplas till länken och eventuella eftersläpningseffekter bakas in nästa länk.

### 6.2.1.3 Hastighetsdämpande åtgärder

Angående farthinders påverkan är det svårt att se tydliga skillnader. Man kan göra fyra parvisa jämförelser mellan gatuklasser med och utan farthinder och i övrigt liknande förhållanden (gatuklass 9 jämförs med 10, 11 med 12, 14 med 15 och 16 med 17) i figur 14. Jämförelsen visar två fall där förekomst av farthinder tenderar att öka utsläppsnivåerna med en liten magnitud (10-40 g/fkm) ett fall med relativt lika (ökning med 10-20 g/fkm) och en där utsläppen tenderar att minska (30 g/fkm). Variationerna är små och resultaten måste betecknas som osäkra. Vid studier av konfidensintervallen för CO<sub>2</sub>-utsläpp i anslutning till hastighetsdämpande åtgärder finns endast en effekt som kan betecknas som signifikant. Huvudgator som ej ligger i centrum med hastighetsgräns 30 eller 50 utan trafiksignaler, har i

låga trafikflöden (<200 fordon/h\*körfält) något högre utsläpp (omkring 25 g/fkm) om gatan har gupp. Denna skillnad kunde inte påvisas i högre trafikflöden (>200 f/h\*körfält). Effekterna underskrider i storlek exempelvis de ovan nämnda effekterna av trafiksignaler och av gatuklasserna enligt ovan.

### 6.2.1.4 Betydelsen av hög- respektive lågtrafik för emissionsfaktorerna

Det är inte möjligt att dra någon säker slutsats angående betydelsen av hög- respektive lågtrafik på emissionsfaktorerna. Sjutton av de totalt tjugotvå gatuklasserna i materialet har körmonster för mer än en av flödesklasserna 1-3. Flödesklass 4 betecknar gatulänkar som saknar flödesmätningar och undantas ur denna analys. Nio av dessa sjutton klasser visar ökande emissionsfaktorer med ökande trafikflöde, ökningen är i de flesta fall dock av liten magnitud och innanför intervallet en standardavvikelse från medelvärdet. Sex gatuklasser visar minskande emissionsfaktor med ökande flöde även detta av liten magnitud. Två klasser har ungefär samma emissionsfaktor för de olika flödesklasserna.

Figur 13 visar skillnaderna i emissionsfaktorer på olika gator i högtrafik jämfört med lågtrafik. Det visar sig att de flesta länkar med lägre utsläpp i högtrafik än i lågtrafik fanns inom centrala gator. En hypotetisk förklaring till denna skillnad kan vara att ett lågt flöde på de centrala gatorna och även andra gator med hög korsningstäthet kan innebära att bilarna kör lite snabbare, med kraftigare accelerationer och inbromsningar i anslutning till korsningar, och därmed ge högre emissionsfaktorer, medan ett högt trafikflöde på de centrala gatorna istället skulle kunna innebära lägre men jämnare hastighet. Detta på grund av att det är så kort sträcka mellan korsningar och andra hinder exempelvis övergångsställen att det inte är lönt att accelerera upp vid högt flöde. Vi har dock inte inom ramen för denna studie kunnat jämföra hur olika körmonsterparametrar varierar under de olika trafikförhållandena.

Studien visade knappast något förklaringsvärde av hög- respektive lågtrafik på emissionsfaktorerna och det kan vara värt att överväga att sammanställa emissionsfaktorer enbart för gatuklasserna 1-22 utan hänsyn till olika flödesklasser för att få högre precision i skattningen av medelutsläppsnivåerna.

### 6.2.2 Totala utsläpp av CO<sub>2</sub> över gatunätet i Lund

Om man vidare jämför figur 9 flödeskartan med figur 15 som visar de totala bidragen till CO<sub>2</sub>-utsläppet framgår att de största bidragen ser ut att komma från länktyper med stort trafikarbete (fkm). Exempel på gatuklasser med höga totala bidrag är enligt denna beräkning huvudgator av karaktären infarts och genomfartsleder, utanför centrum och bostadsområden, med hastighetsgräns 50 eller 70 km/h (gatuklass 14, 16, 18, 19, 20). Det är intressant att notera att av dessa gatuklasser tillhör alla utom en den grupp av gatuklasser som hade lägst emissionsfaktorer i g/fkm. Undantaget utgörs av gatuklass 18, huvudgator utanför centrum eller bostadsområden med hastighetsgräns 50 och täta trafiksignaler, vilka enligt tidigare visade sig ha höga emissionsfaktorer. I bilaga redovisas var i gatunätet länkar av gatuklass 18 är belägna.

Exempel på länkar med höga emissionsfaktorer var lokalgator i centrum och bostadsområden. På denna typ av gator saknas dock flödesmätningar i stor utsträckning så effekten på de totala utsläppen på dessa gator kan inte uttolkas från denna studie. Enligt en motsvarande studie i Västerås (Ericsson och Brundell-Freij 2001) var framförallt bidraget från lokala bostadsgator icke oväsentligt pga dels höga emissionsfaktorer och dels att dessa gator hade en relativt stor andel av trafikarbetet (bl a via relativt stor andel av gatunätets längd). I övrigt visade studien i

Västerås liten total effekt för lokalgator exempelvis hade lokalgator i centrum mycket små andelar av de totala utsläppsmängderna. Om så är fallet även för Lund beror med all sannolikhet på graden av jämförbarhet mellan stadskärnorna med avseende på trafikarbete och stadskärnans storlek.

### **6.3 Användningsområden i praktiken**

Det är vanskligt att dra slutsatser om orsakssamband från en deskriptiv studie som denna. Vi valde i studiens inledning att göra en ganska detaljerad indelning av gatunätet. De emissionsfaktorer vi redovisar per gatu- och trafikklass har stora variationer kring sina medelvärden. Vidare måste man hålla i minnet vid betraktande av enskilda gatuavsnitt att den emissionsfaktor som redovisas representerar gatuklassen dvs. är en sammanvägning av många gator av liknande typ. Om man överväger att göra åtgärder i gatunätet måste man i varje enskilt fall naturligtvis väga in andra viktiga aspekter än CO<sub>2</sub>-utsläppet, exempelvis trafiksäkerhet, kapacitet och framkomlighet.

För CO<sub>2</sub> till skillnad från många andra utsläppskomponenter exempelvis kväveoxider NO<sub>x</sub> och kolväten HC (vilka är skadliga ur hälsosynpunkt) är det endast den totala mängden utsläpp som är avgörande för skadeverkningarna och inte var i gatunätet utsläppen sker. Däremot kan ju olika delar av gatunätet ha olika stor betydelse för att alstra utsläppen via en kombination av trafikarbetet och emissionsfaktorn på en viss gata. Studien visar, med reservation för begränsningen i tillgång på trafikräkningar, att framförallt länkar med höga trafikflöden bidrar med stora CO<sub>2</sub>-utsläpp. Dessa gator hade med undantag för gatuklass 18 relativt sett låga emissionsfaktorer av CO<sub>2</sub> mätt i g/fkm. En slutsats av detta är att en minskning av CO<sub>2</sub> utsläppen främst kan uppnås genom en reduktion av trafikarbetet exempelvis via ändrade resmönster.

Utöver en allmän minskning av trafikarbetet pekar resultaten på att man bör undvika alltför omfattande användning av tätt placerade signalreglerade korsningar. Gatuklass 18, huvudgator utanför centrum och bostadsområden med täta trafiksignaler tenderar, hade såväl höga emissionsfaktorer som stort trafikarbete. Tidigare studier har visat att cirkulationsplatser i många fall visar sig gynnsammare ur utsläppssynpunkt än trafiksignaler (Smidfelt Rosqvist, 2003 och Varhelyi, 2002). Vid framtida översyn av gatunätet bör täta trafiksignaler undvikas och där det är möjligt ersättas med andra regleringsformer exempelvis cirkulationsplatser. Ut CO<sub>2</sub> synpunkt borde enligt denna studie i första hand korsningarna med trafiksignaler beläggas på gatuklass 18 ses över (se bilaga 1).

Trafikarbetet bör även begränsas på de gatuklasser som har de högsta emissionsfaktorerna då dessa gatuklasser ger större effekt av ett ökat trafikarbete än andra. Exempel på sådana gatuklasser är samtliga gator i lokalnätet samt huvudgator i centrum. Fortsatt begränsning av biltrafik exempelvis i centrum och lokala bostadsområden är därmed önskvärd. Det är emellertid viktigt att på olika sätt vidmakthålla en tillgänglighet till butikerna i centrum så att man inte får en flykt av kunder till externa affärscentra som endast nås med bil.

Storleken av inomvariationen mellan emissionsfaktorerna på respektive gatuklass i denna och tidigare studier tyder på att utbildning i bränsle- och emissionsbesparande körsätt har potential. Uppföljning av utbildning i sk Ecodriving visar en långsiktig potential på ca 5% och att resultaten är mer stabila för förare som regelbundet följer upp sin bränsleförbrukning (Johansson et al 2003).

För en total sänkning av utsläppen behöver bilars specifika förbrukning av fossila bränslen reduceras avsevärt. Detta kan ske genom övergång till bränslesnålare teknologi, fordon med lägre vikt och bränslebesparande körsätt. På längre sikt bör dock nya fordonskoncept med drivsystem som bygger på alternativa förnyelsebara bränslen främjas.

### **6.4 Fortsatt forskning**

Data från ISA-studien är unika. Vi har möjlighet att ur en stor databas med körmonster från ett stort antal bilar analysera samband som rör körmonster och körsätt och emissioner med koppling till gatunätet och dess uppbyggnad. Nedan är nämnt några exempel på fortsatta analyser av dessa data:

- Analys av andra utsläpp än CO<sub>2</sub>, t ex NO<sub>x</sub> och HC, i förhållande till gatuklasserna i Lunds nät.
- Analys av olika körmonstermätt exempelvis mätt på hastighet, acceleration, effektuttag och stopptider kopplat till gatuklasserna.
- Applicering av gatuklasserna och deras körmonster på kommande avgasmodeller exempelvis ARTEMIS och kommande luftkvalitetsmodellen SIMAIR.
- Ytterligare analyser av olika korsningsutformningar och regleringsformer ur emissionssynpunkt exempelvis cirkulationsplatser. Dock måste de cirkulationsplatser som fanns i gatunätet under tiden då ISA-studien genomfördes beaktas beroende på om de är representativa för de, ofta små, cirkulationsplatser som byggts på senare år.



## 7 Referenser

- Biding T., Lind G., 2002. **Intelligent stöd för anpassning av hastighet (ISA). Resultat av storskalig försöksverksamhet i Borlänge, Lidköping Lund och Umeå under perioden 1999-2002.** Vägverket. Publikation 2002:94. Borlänge 2002-09.
- Bil Sweden, 2004. **Bilismen i Sverige 2003.** Bil Sweden Bilindustriföreningen i samarbete med Gamlin & Zeipel, Stockholm
- Brundell-Frej K., Ericsson E., 2001a. **A typology of urban driving patterns A descriptive analysis and estimation of environmental effects** Conference proceedings Urban Transport 2001, Seventh International Conference on URBAN TRANSPORT and the ENVIRONMENT for the 21st Century, Lemnos, Grekland 2001.
- Brundell-Frej K., Ericsson E., 2004. **Operational characteristics of vehicles in urban traffic Influence of street characteristics, driver category, and car performance** Submitted to Transportation Research Part D.
- Ekman L., 2000. **Sänkt hastighet i bostadsområden – önskan eller verklighet?** Bulletin 180, Institutionen för Teknik och Samhälle, LTH, Lunds Universitet, Lund. 2000, ISSN 1404-272X.
- Ericsson E., 1996. **Att mäta bilars körmönster. En metodstudie.** (How to measure driving patterns. A study of methodology.) Thesis for Licentiate Degree in Engineering. Bulletin 137, Institutionen för Teknik och Samhälle, Trafik planering, LTH, Lunds Universitet, Lund, 1996.
- Ericsson E., 2000. **Urban driving patterns – characterisation, variability and environmental implications** Bulletin 186, PhD thesis, Institutionen för Teknik och Samhälle, Trafik planering, LTH, Lunds Universitet, Lund, 2000.
- Ericsson E., Brundell-Frej K., 2001. **Fuel consumption and exhaust emission over a street network under hot, stabilised driving conditions** Presented at: Cities of tomorrow, Vinnova Research Conference. Göteborg, 23 Augusti 2001.
- Hjälmdahl M., 2004. **In-vehicle speed adaption. On the effectiveness of a voluntary system.** Bulletin 223, PhD thesis, Institutionen för Teknik och Samhälle, Lund, 2004.
- Jensen S., 1997. **Standardised Traffic inputs for the Operational Street Pollution Model (OSPM).** NERI Technical Report No. 197, Ministry of Environment and Energy, Köpenhamn, ISBN: 87-7772-332-5, ISSN: 0905-815.
- Johansson H., Ericsson E., 2004. **Aktivitetsdata för vägtransportsektorn. Kunskapsläge och behovsanalys** Vägverket Publikation 2004:25, 60p, Tillgänglig på: [http://www.vv.se/publ\\_blank/bokhylla/miljo/2004\\_25/2004\\_25.pdf](http://www.vv.se/publ_blank/bokhylla/miljo/2004_25/2004_25.pdf) , ISSN: 1401-9612.

Johansson H. Gustafsson P. Henke M. Rosengren M. (2003) Impact of EcoDriving on emissions, Proceedings from Transport and Air Pollution, 12 th Symposium, Avignon, 16-18 June 2003, INRETS proceedings no 92 –vol 1, p 113-120. ISSN: 0769-0266

Konsumentverket, 2003. **Bilar, bränsleförbrukning och vår miljö**. Broschyren är framtagen i samarbete med Naturvårdsverket och Vägverket. ISSN 1651-4033 ISBN 91-7 398-817-0

Internetkälla:

[http://www.bilar.konsumentverket.se/Documents/bock\\_bro\\_fold/branslebroschyr\\_2003.pdf](http://www.bilar.konsumentverket.se/Documents/bock_bro_fold/branslebroschyr_2003.pdf)

Hämtad den: 2004-05-05

Lunds kommun, 2004. **Biltäthet och bilnehav**.

Internetkälla: <http://www.lund.se/templates/Page.aspx?id=2248>

Hämtad den: 2004-07-06.

Naturvårdsverkets Klimataktuellt, 2003/2004.

Internetkälla: <http://www.naturvardsverket.se/dokument/hallbar/klimat/klimatakt.pdf>

Hämtad den: 2004-06-30

Naturvårdsverket, 2004. **Hur kommer Sverige att påverkas?**

Internetkälla: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

Hämtad den: 2004-05-05

Pasanen E., 1992. **Driving speeds and pedestrian safety; A mathematical model**. Teknillinen korkeakoulu Liikennetekniikka, Otaniemi 1992. ISSN 0781-5816

Smidfelt Rosqvist L., 1998. *Vehicular emissions and fuel consumption in street configurations with different characteristics*. Bulletin 167. Dissertation for licentiate degree. Institutionen för Teknik och Samhälle, Trafik planering, LTH, Lunds Universitet, Lund, 1998

Smidfelt Rosqvist L., 2003. *On the relations between driving patterns, exhaust emissions and network characteristics in urban driving*. Doctoral thesis. Bulletin 213, Institutionen för Teknik och Samhälle, Trafik planering, LTH, Lunds Universitet, Lund, 2003

Statens Vägverk, 1990. **Biltrafikens tidsmässiga variationer 1989**. Publikation 1990:35.

Sveriges miljömål, 2004. **Begränsad klimatpåverkan**.

Internetkälla: [http://miljomal.nu/om\\_miljomalen/miljomalen/mal1.php#klimat\\_1](http://miljomal.nu/om_miljomalen/miljomalen/mal1.php#klimat_1)

Hämtad den: 2004-06-30

Várhelyi A. (2002), The effects of small roundabouts on emissions and fuel consumption: a case study, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 7, Issue 1, January 2002, Pages 65-71

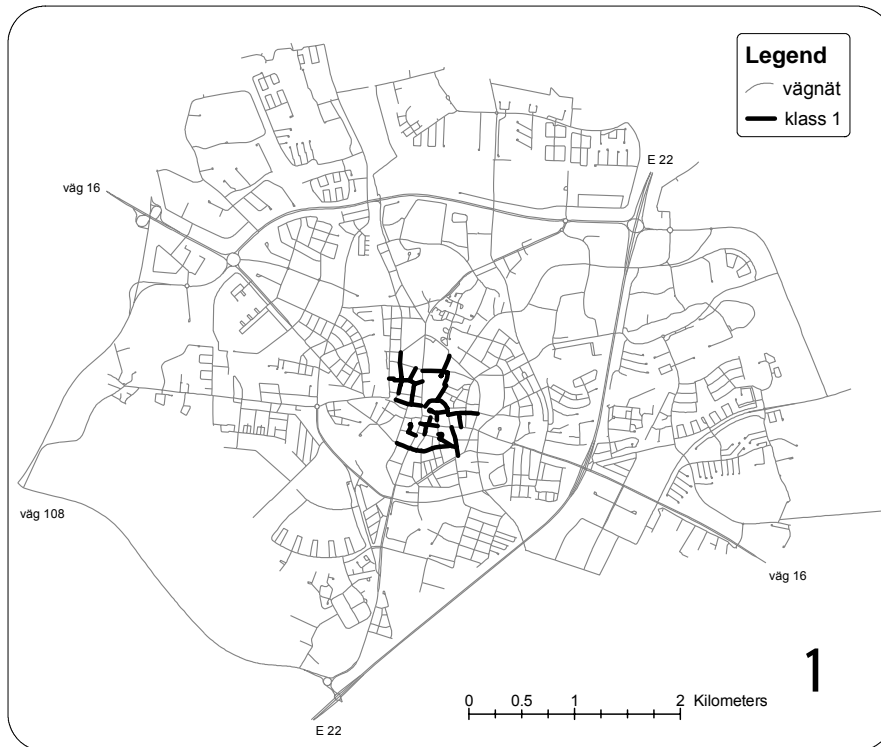
Vägverket, 2004. **Säker trafik Nollvisionen på väg**

Internetkälla:

[http://www.vv.se/publ\\_blank/bokhylla/trafiksakerhet/nollvisionen/saker\\_trafik/Nollvisionen.pdf](http://www.vv.se/publ_blank/bokhylla/trafiksakerhet/nollvisionen/saker_trafik/Nollvisionen.pdf)

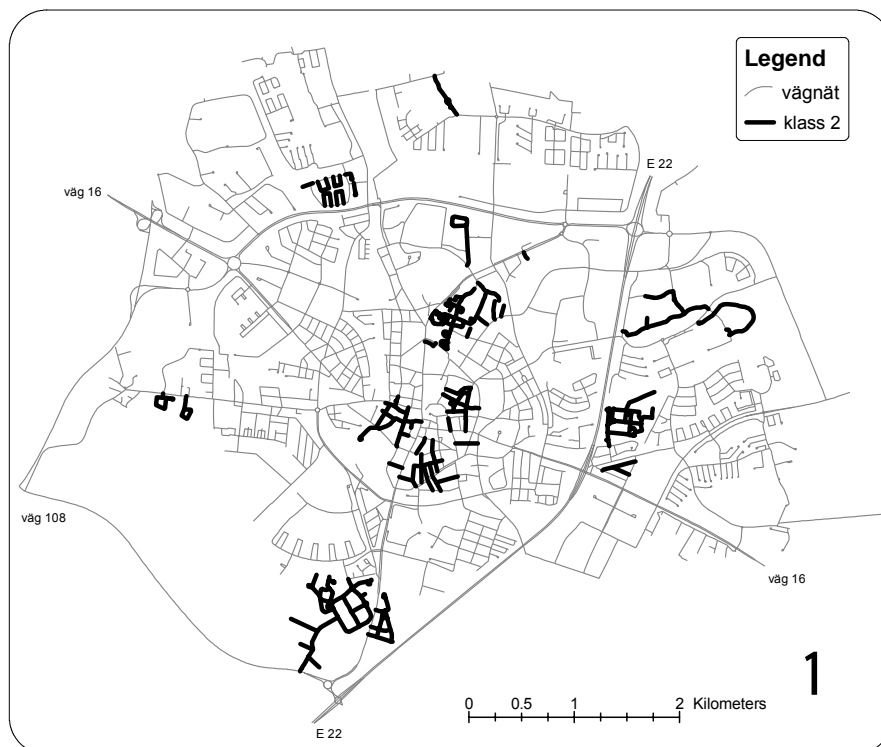
Hämtad den: 2004-06-30

## Bilaga 1 Gatuklasser 1 - 22



### ***Klass 1***

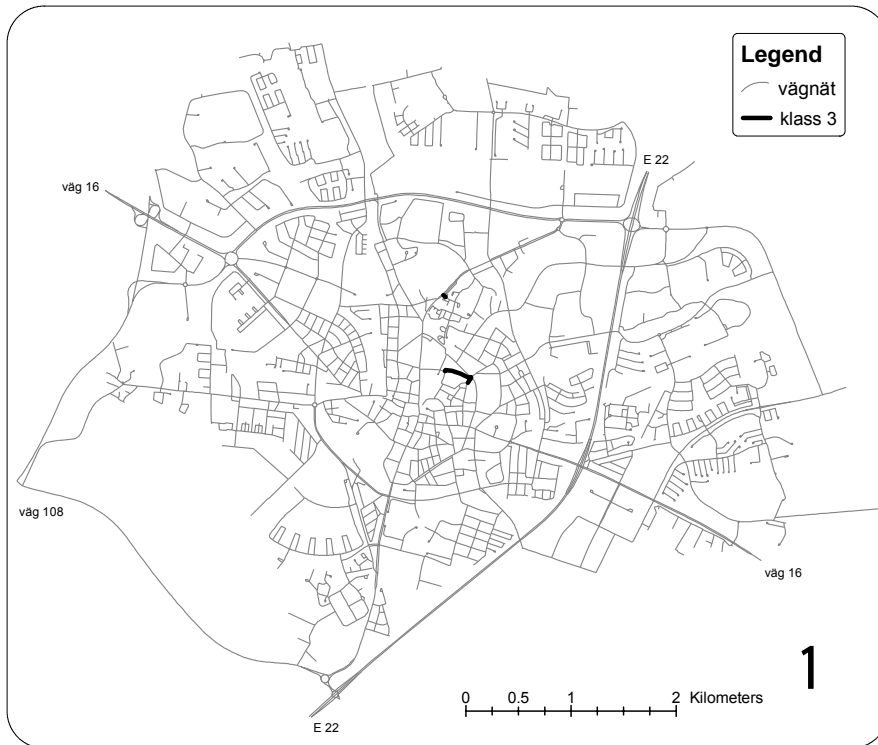
***Lokala centrumgator 30, med eller utan trafiksignaler och gupp.***



### ***Klass 2***

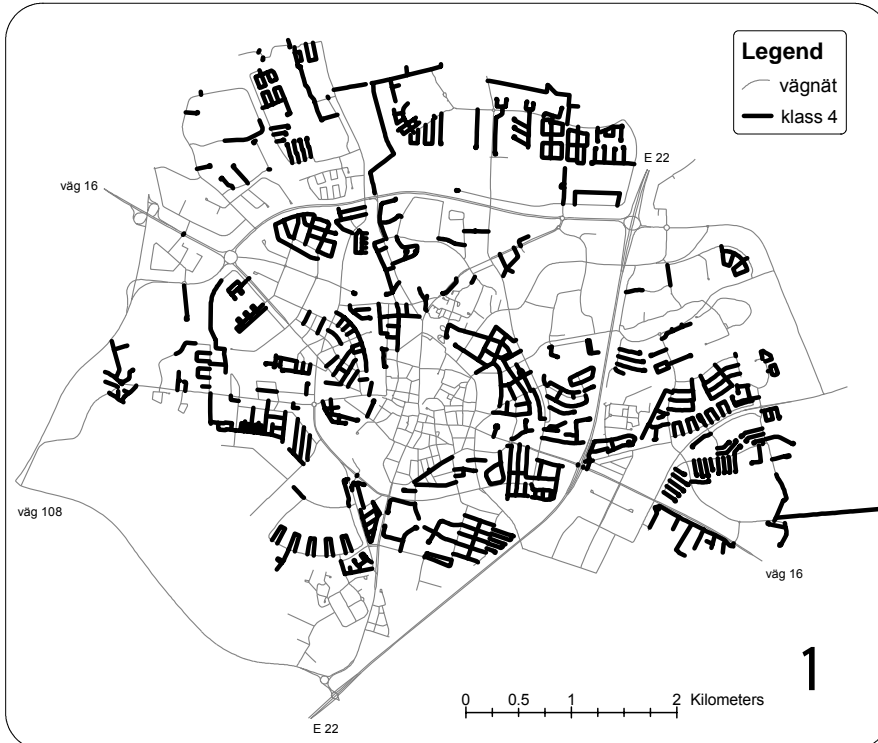
***Lokala bostadsgator 30, utan trafiksignaler med eller utan gupp.***

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



**Klass 3**

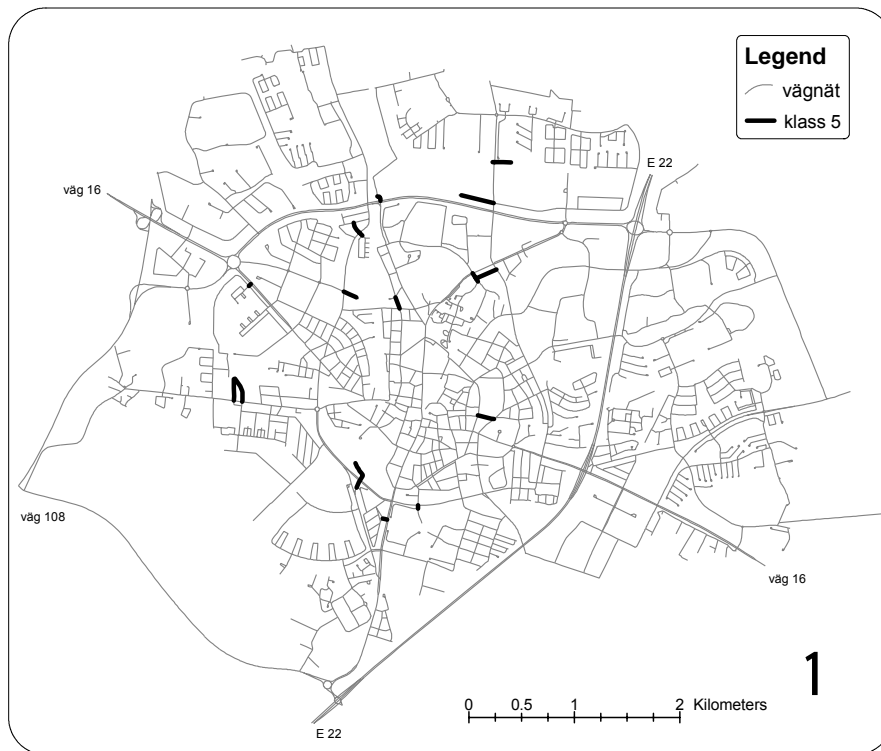
**Lokala bostadsgator 30, med trafiksignal utan gupp.**



**Klass 4**

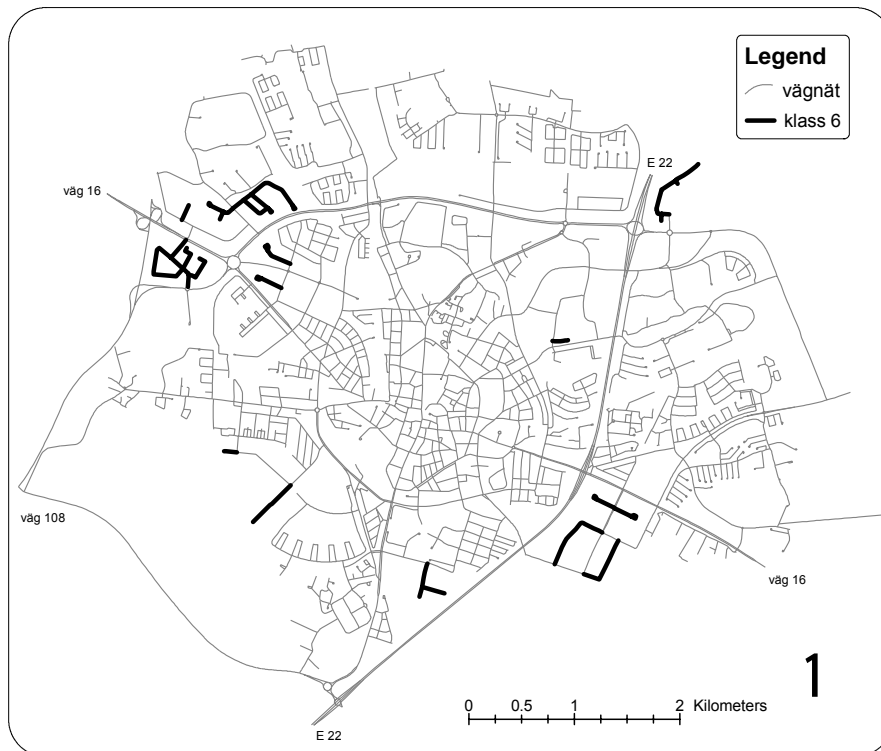
**Lokala bostadsgator 50, utan trafiksignaler, med eller utan gupp.**

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



***Klass 5***

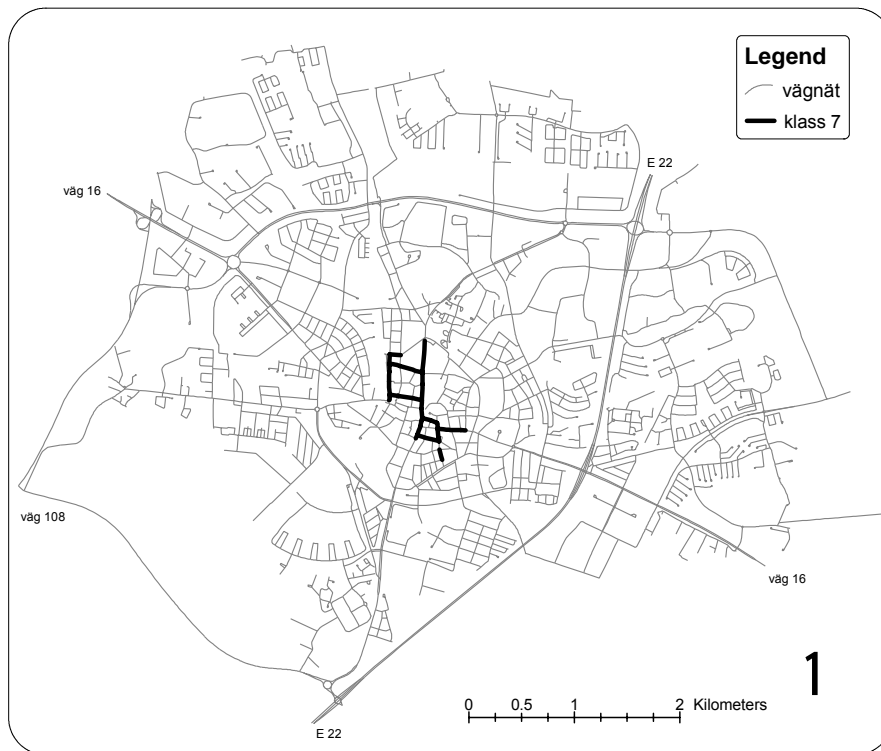
***Lokala bostadsgator 50, med trafiksignaler, med eller utan gupp.***



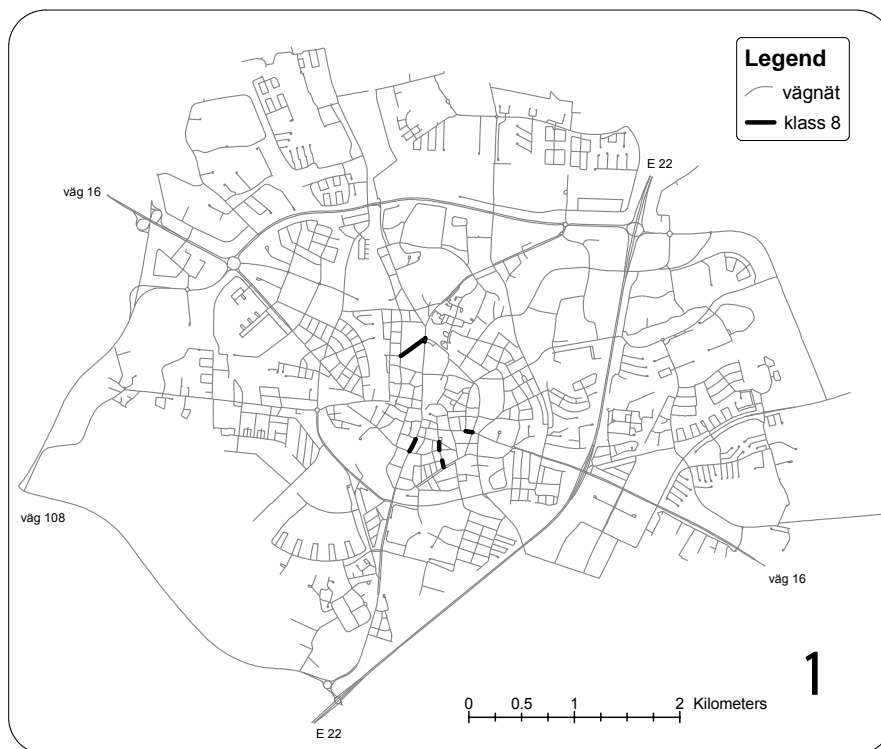
***Klass 6***

***Lokalgator övrigt, 30 eller 50, utan trafiksignaler med eller utan gupp.***

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

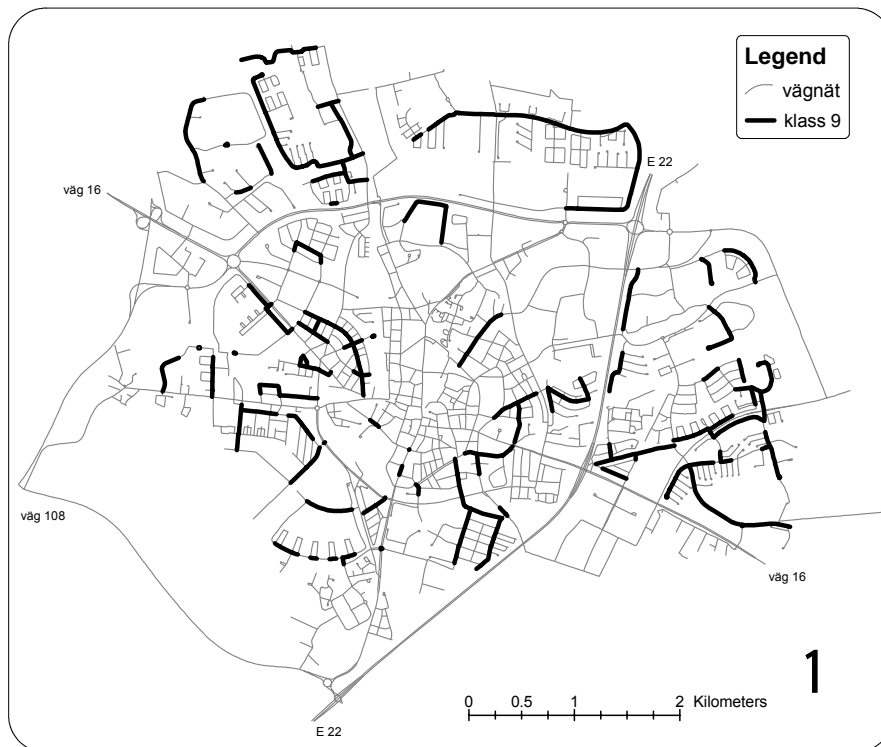


***Klass 7*** ***Huvudgator i centrum 30 eller 50, utan trafiksignaler med eller utan gupp.***



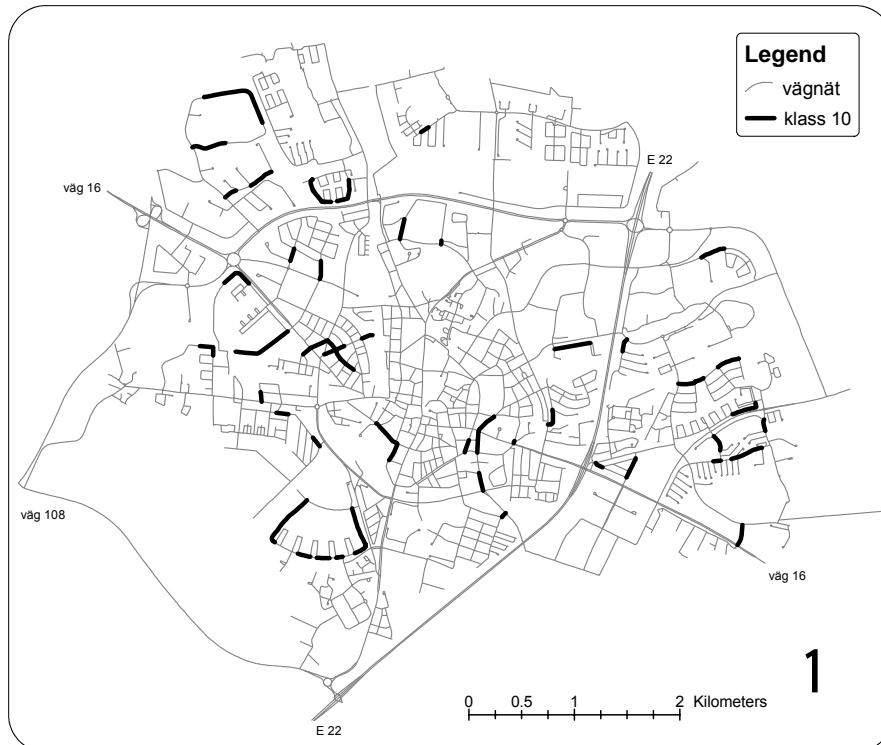
***Klass 8*** ***Huvudgator i centrum 30 eller 50, med trafiksignaler utan gupp.***

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



**Klass 9**

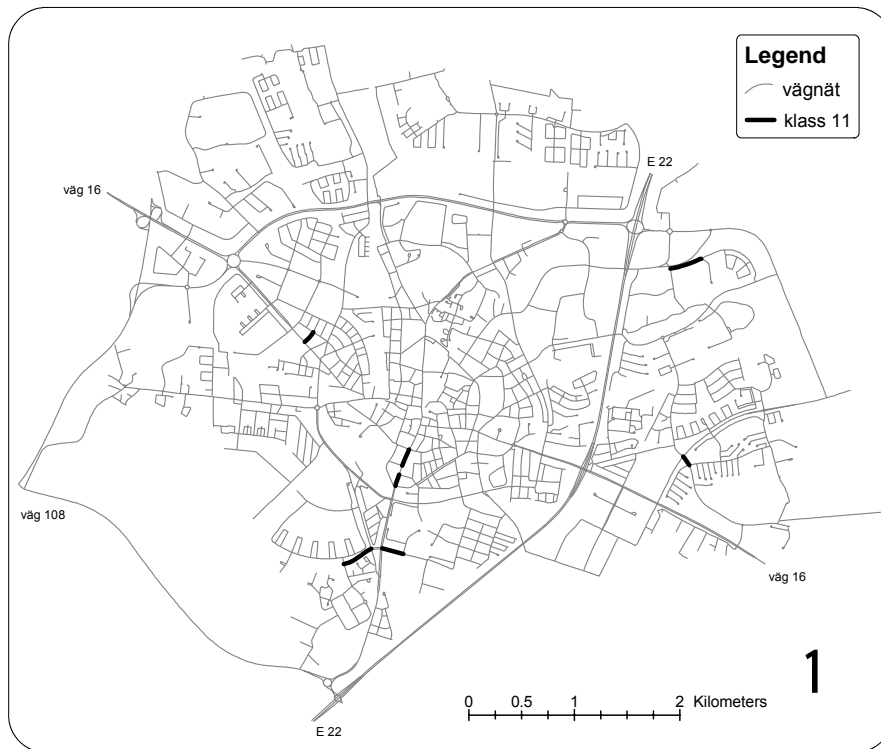
**Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, utan trafiksignaler eller gupp.**



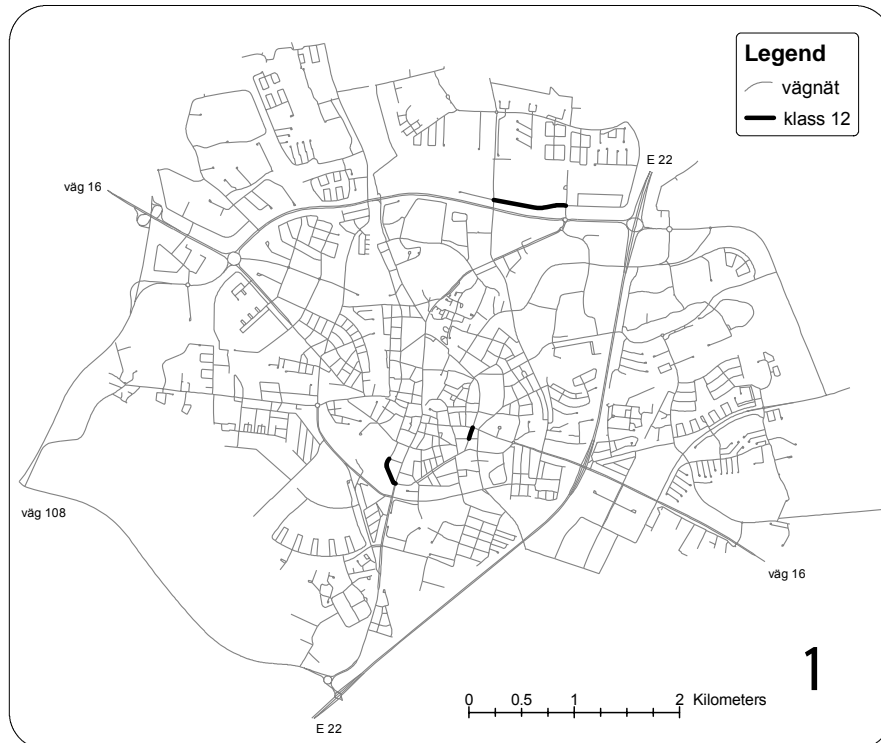
**Klass 10**

**Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, utan trafiksignaler med gupp.**

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät



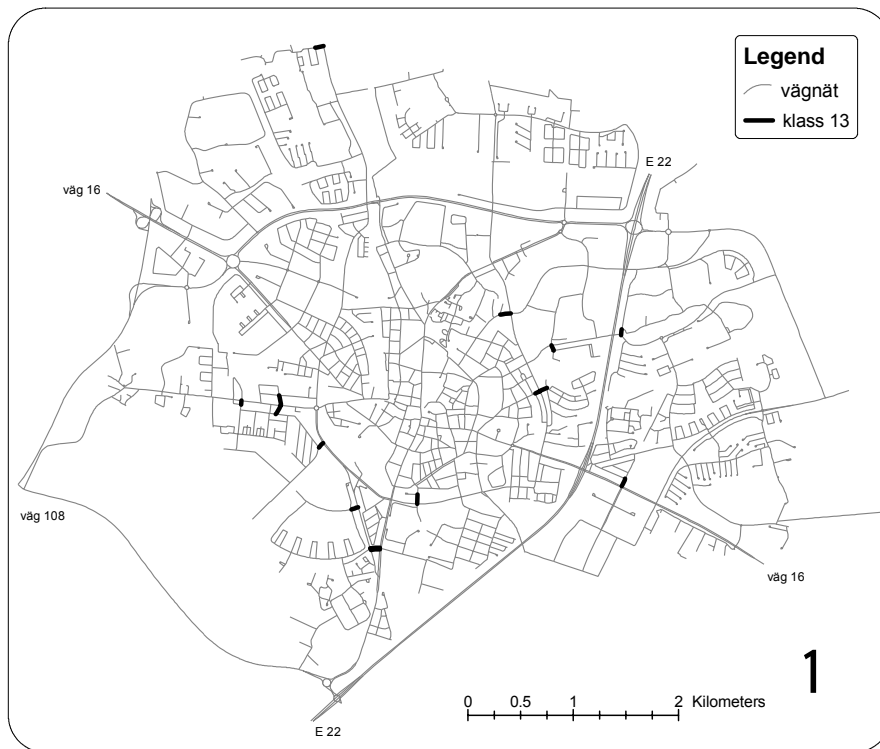
***Klass 11 Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, glesa trafiksignaler utan gupp.***



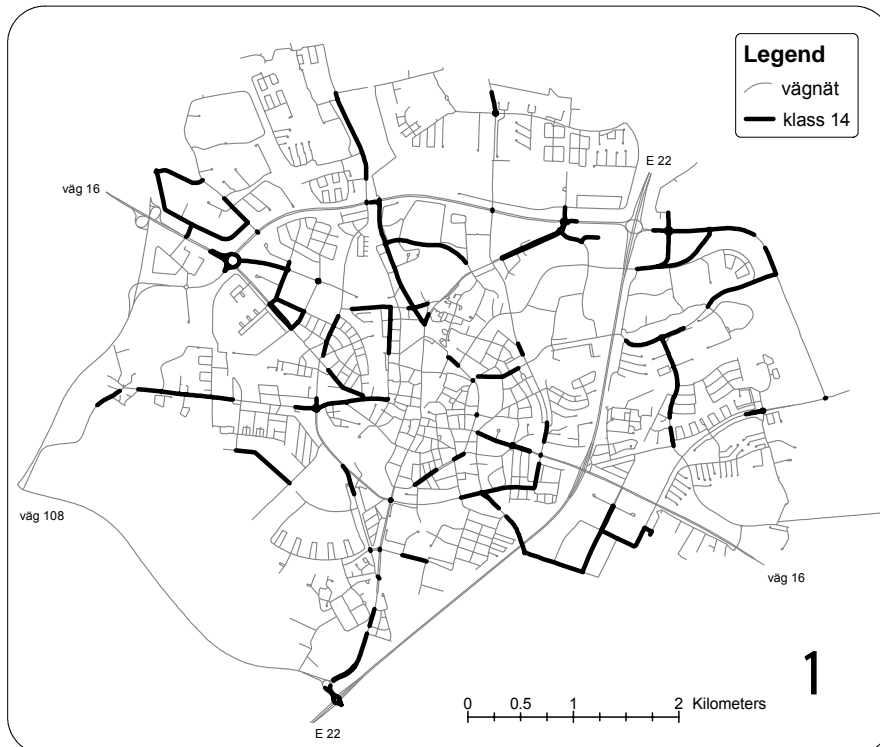
***Klass 12 Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, glesa trafiksignaler med gupp.***



## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

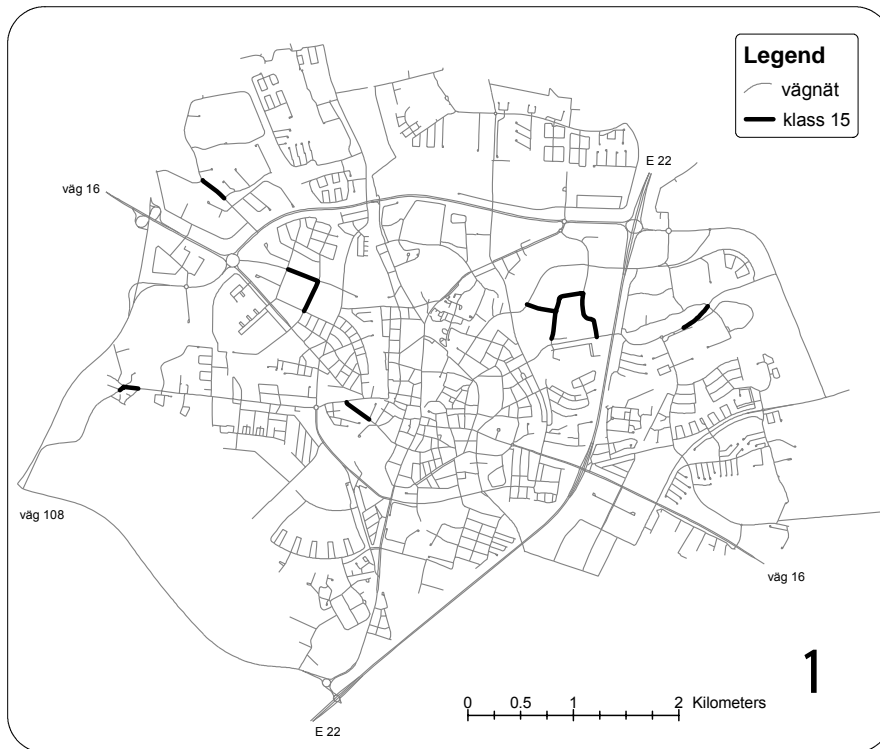


**Klass 13** *Huvudgator i bostadsområde 30 eller 50, täta trafiksignaler med eller utan gupp.*

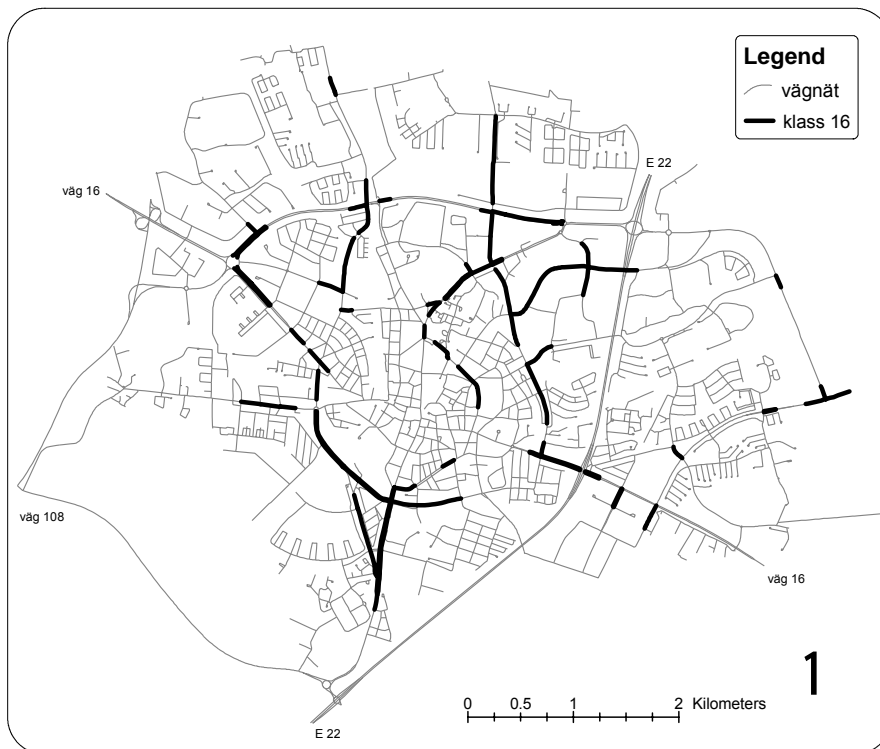


**Klass 14** *Huvudgator ej bostad- eller centrumområde 50, utan trafiksignaler eller gupp.*

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

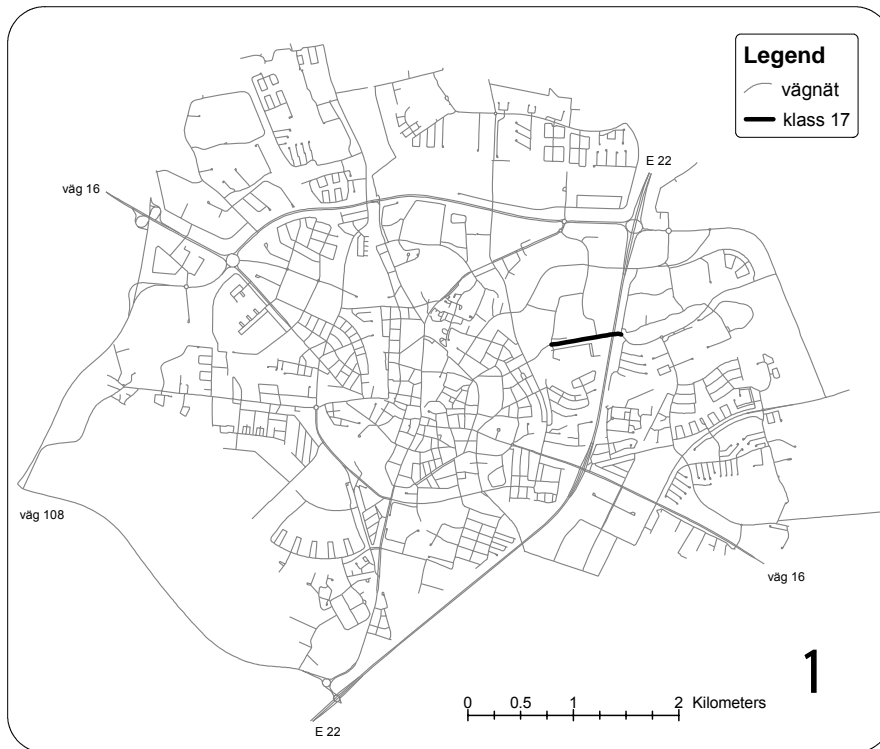


**Klass 15** *Huvudgator ej bostad- eller centrumråde 50, utan trafiksignaler med gupp.*

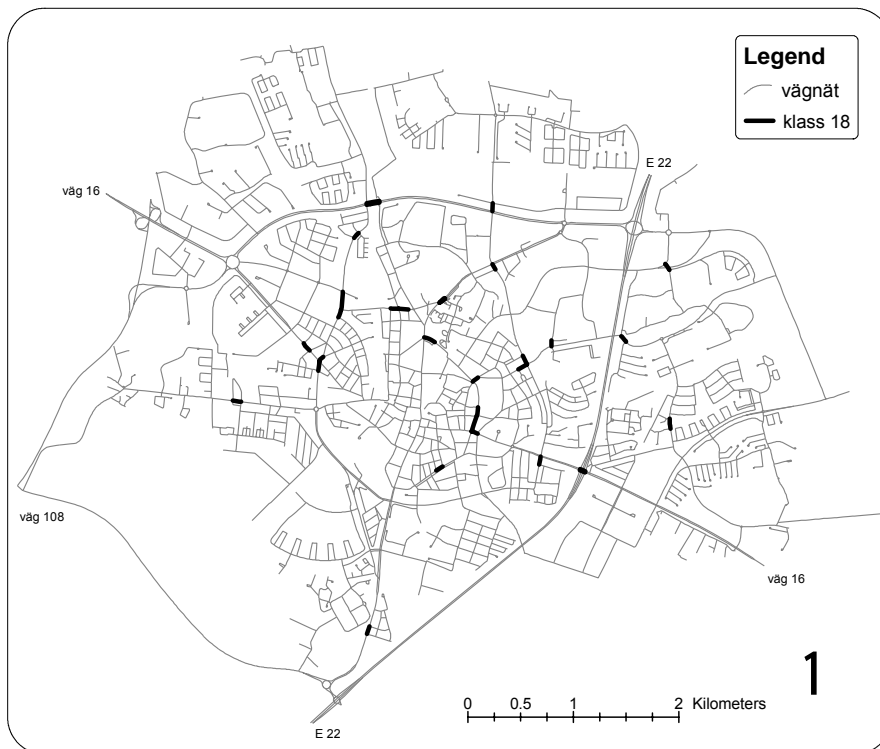


**Klass 16** *Huvudgator ej bostad- eller centrumråde 50, med glesa trafiksignaler utan gupp.*

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

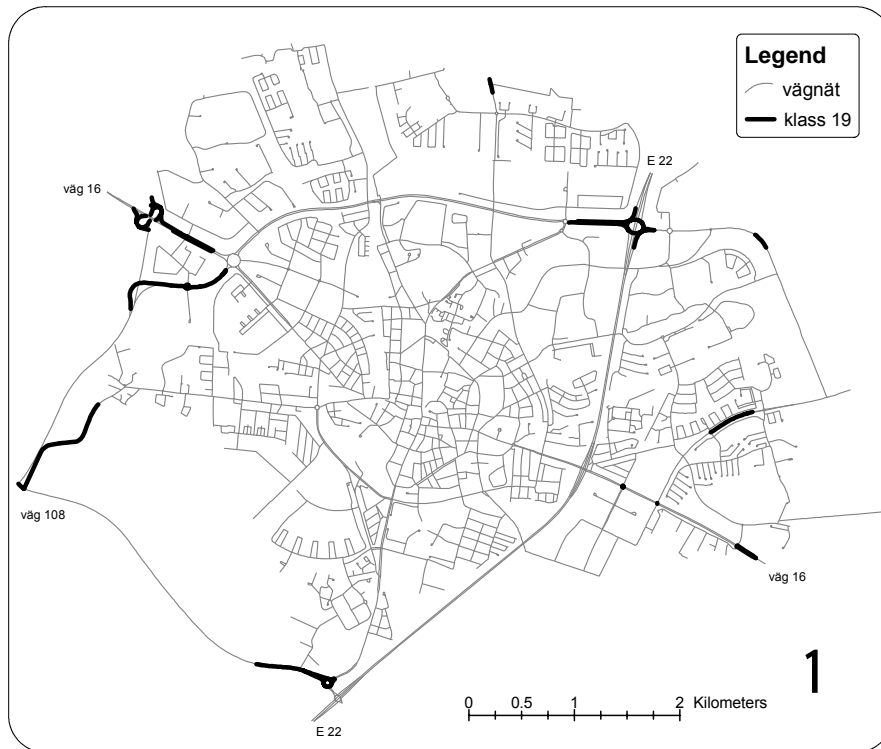


**Klass 17** *Huvudgator ej bostad- eller centrumområde 50, med glesa trafiksignaler med gupp.*

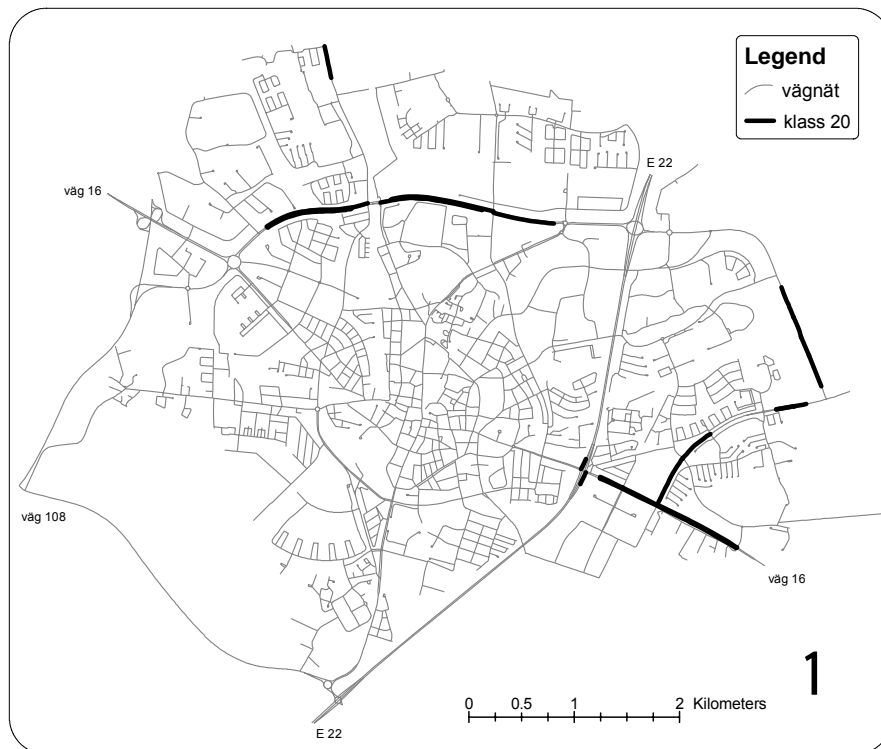


**Klass 18** *Huvudgator ej bostad- eller centrumområde 50, med täta trafiksignaler utan gupp.*

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

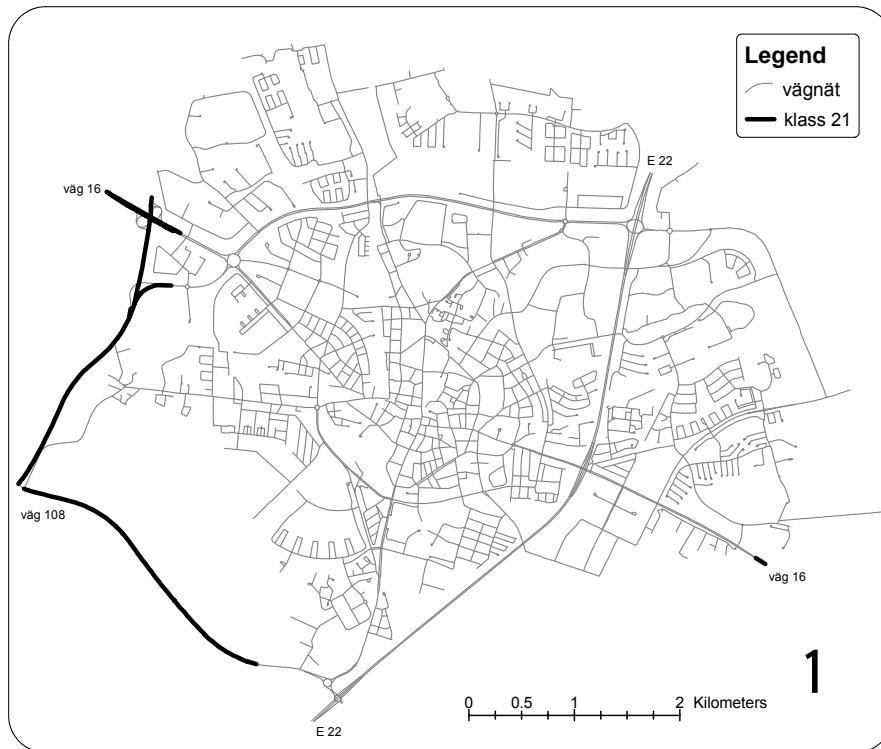


**Klass 19** *Huvudnät 70 utan trafiksignaler eller gupp.*

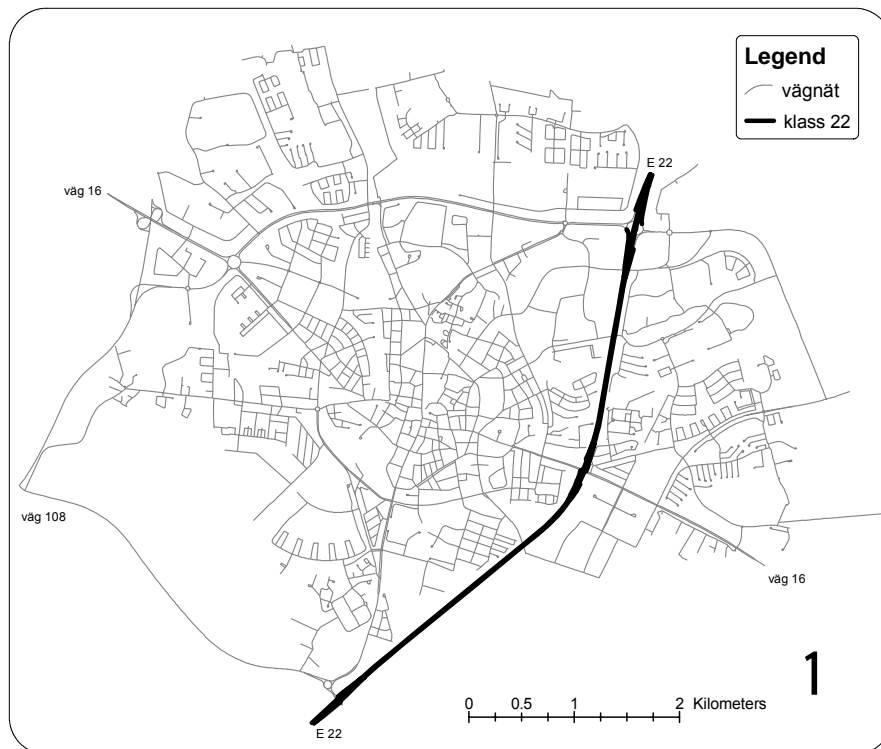


**Klass 20** *Huvudnät 70 med glasa trafiksignaler utan gupp.*

## Miljöeffekter i form av CO<sub>2</sub>-utsläpp på Lunds gatunät

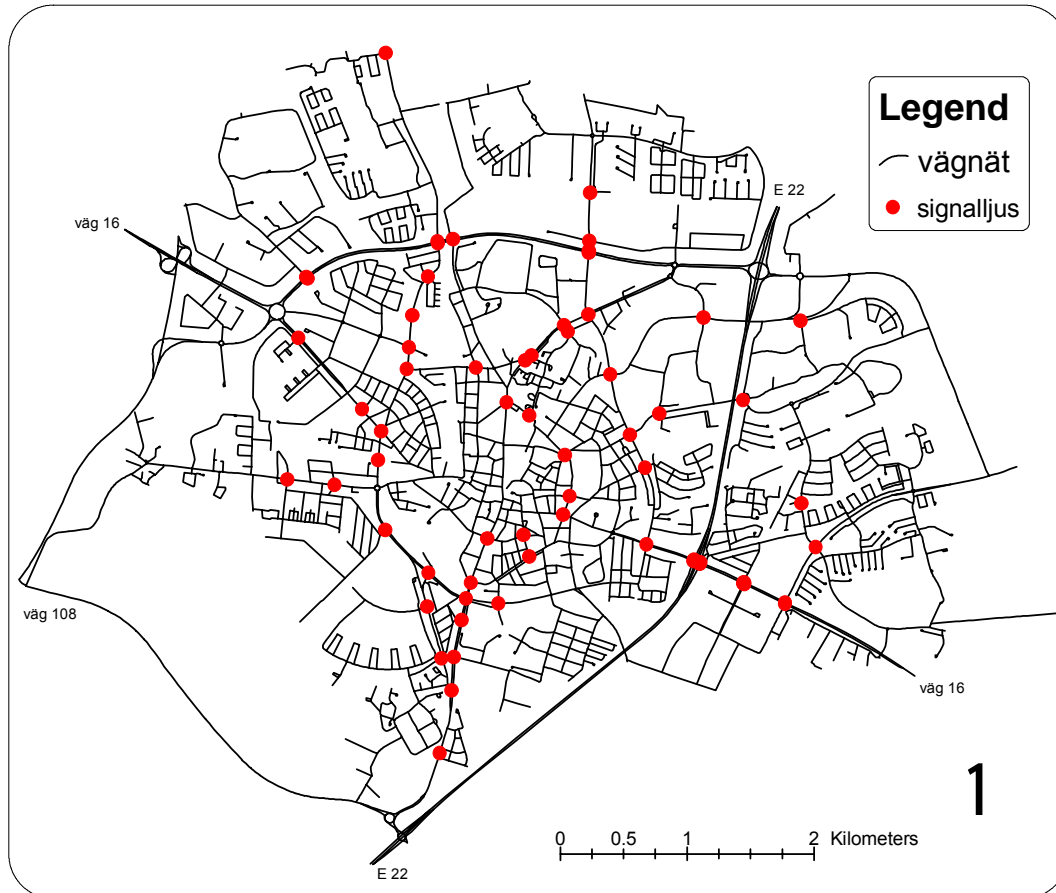


**Klass 21**      **Huvudnät 90 utan trafiksignaler eller gupp.**



**Klass 22**      **Huvudnät 110 utan trafiksignaler eller gupp (trafiksignal förekommer dock vid avfart).**

## Bilaga 2 Signalreglerande korsningar



### Bilaga 3 Körningslängd

Gatuklass	Flödesklass	Total körsträcka (m) / Total väglängd i klassen (m)	0 - 5
			5 - 10 10 - 20 20 - 50 50 - 100 > 100
1	1	15.6	
	4	5.5	
2	1	37.1	
	4	4.5	
3	1	89.8	
	4	27.3	
4	1	14.6	
	2	7.0	
	4	2.4	
5	1	141.7	
	2	46.6	
	4	26.6	
6	4	4.9	
7	1	75.8	
	2	22.2	
	4	15.8	
8	1	59.3	
	2	23.6	
	4	34.6	
9	1	28.9	
	2	9.5	
	4	6.7	
10	1	15.9	
	2	6.4	
	4	3.8	
11	1	111.6	
	2	17.6	
	4	473.2	
12	1	158.0	
	2	12.7	
13	1	29.6	
	2	10.6	
	4	9.4	
14	1	27.8	
	2	4.8	
	3	4.3	
	4	3.4	
15	1	42.9	
	2	11.6	
	4	26.2	
16	1	90.2	
	2	6.8	
	3	22.0	
	4	6.8	
17	1	51.5	
	2	28.1	
18	1	702.9	
	2	24.5	
	3	32.0	
	4	30.3	
19	1	842.1	
	2	21.5	
	3	67.6	
	4	22.1	
20	1	40.7	
	2	21.1	
	4	2.8	
21	1	3.9	
	2	3.0	
	4	12.6	
22	4	10.4	