



Den byggda miljöns betydelse för transporter,
[TRV 2016/110797](#)

Svante Berglund (projektledare, modellskattning, text)
Emma Ivarsson (modellskattning, text)
Lars Berglund (indata, diskussion)

CTS Working Paper 2017:X

Sweden
www.cts.kth.se

Förord

Arbetet i projektet påbörjades under 2015 med databearbetning, litteraturstudier och grundläggande analys. Parallellt med projektet utfördes ett examensarbete i matematisk statistik av Emma Ivarsson vid Uppsala universitet under handledning av Svante Berglund (WSP) och Jesper Rydén (handledare från Uppsala Universitet). Examensarbetet betonade de statistiska delarna av problemet samt bidrog med bearbetning av data. Emma har fortsatt att bistå i projektet.

Projektet har finansierats av Trafikverket inom ramen för CTS på KTH. En referensgrupp har följt arbetet och lämnat värdefulla synpunkter på en tidigare version av rapporten.

Innehåll

1	Sammanfattning.....	7
2	Inledning.....	9
	Kunskapsläge och teori.....	10
2.1	Varför reser man	11
2.2	Resefrekvens, färdmedel och reslängd	12
2.3	Bilens roll.....	15
2.4	"The Six D's"	18
3	Kritik av ämnet och metodproblem.....	22
3.1	Självsektion.....	22
4	Deskriptiv analys	24
4.1	Bil	24
4.2	Inkomst.....	26
4.3	Resefrekvens.....	27
4.4	Färdmedel	29
4.5	Reslängd.....	31
5	Modellformulering	32
6	Modellskattningar	37
6.1	Logitmodellen.....	37
6.2	Modell för att ha tillgång till bil i hushållet	39
6.3	Frekvensmodell – Antal resor.....	41
6.4	Färdmedelsvalsmodeller	42
7	Modeller med kontroll för självsektion.....	46
7.1	Bilnehav.....	47
7.2	Antal bilresor	49
7.3	Slutsats självsektion	50
8	Effekten av byggd miljö – Elasticiteter	51
9	Jämförelse med internationella studier	52
10	Slutsatser.....	53

1 Sammanfattning

Hur den byggda miljön påverkar transporterna är ett stort forskningsområde där man försöker etablera samband mellan egenskaper hos bebyggelsen och främst körsträcka med bil. Den byggda miljös egenskaper brukar delas in i variabler som beskriver täthet, tillgänglighet, variation och design. I vår studie har vi valt att bryta ner det aggregerade måttet körsträcka i flera valdimensioner för att om möjligt bättre komma åt de underliggande processerna som skapar ett resmönster. De val vi studerar är bilinnehav, resefrekvens, färdmedelsval och reslängd.

Det finns metodproblem i dessa studier och bland de som nämns mest frekvent är självselektion dvs. att hushåll med bakomliggande preferenser för att använda andra färdmedel än bil söker sig till bostadsmiljöer där förutsättningarna att använda alternativa färdmedel är goda. Det finns alltså en risk att de samband som skattas är resultat av korrelationer snarare än en kausal effekt som kan härledas till den byggda miljön. Vi har adresserat problemen genom att tillämpa en av de föreslagna ansatserna. Vi sammanfattar först resultaten utan korrektion för endogenitet och därefter med korrektion.

Genomgående ger variabler från den byggda miljön signifikant påverkan i samtliga valdimensioner. På bilinnehav har vi tydlig effekt från villaboende, designkomponenter, tillgänglighetsvariabler, variationen i markanvändning och täthetsvariabler. Färdmedelsvalsvalsnivån påverkas av täthet, villaboende, designkomponenter och tillgänglighet. På resefrekvens är effekten mindre tydlig och där har vi enbart effekt från tillgänglighet. Det senare är väntat då antalet resor styrs av grundläggande mänskliga behov än av den byggda omgivningen.

Sambanden är i huvudsak stabilt statistiskt signifikanta och den samlade bilden påverkas inte av hur vi formulerar variabler. En fråga vi hade i ingången till arbetet var om skattningarna var känsliga för formuleringen av tillgänglighetsmättet vilket visade sig vara en obefogad oro. Några variabler som andel villor i zonen och korsningstäthet föll bort i ett par ekvationer och några små korrigeringar av parametrars storlek och signifikansnivå noterades men den samlade bilden förefaller robust. I litteraturen har det annars framförts att vissa variabler kan ses som en approximation för tillgänglighet och falla bort om man använder mer utvecklade tillgänglighetsmått. Våra skattningar tyder på att det finns rum för både högkvalitativa tillgänglighetsmått och traditionella variabler som beskriver den byggda miljön.

Våra resultat så långt, som också delas av betydande delar av den internationella litteraturen, är att låta sig vägledas av de ganska starka indikationer som finns att en tät struktur minskar bilåkandet och gynnar gång, cykel och kollektivtrafik. Att ta med sig för tillämpning från resultaten så långt är framförallt några enkla tydliga regler som att täthet gynnar alternativ till bilen och att villabebyggelse är strakt drivande för bilanvändning, detta visste vi sedan tidigare. Vi får också relativt starkt och stabilt genomslag på variation av bebyggelse vilket gynnar kollektivtrafik och gång. Det senare är en hint om att inte ensidigt maximera ett

mål exempelvis täthet utan att utveckla bebyggelsens variation. Bygga tätt och bygga stad är annars ett mantra i svensk planering vilket kanske bör nyanseras¹. Hushållens val att ha bil eller inte är centralt för tolkningen av bebyggelsens betydelse. I stora delar av litteraturen hanteras bilinnehav som en socioekonomisk egenskap bland andra² (med Handy, 2005 som ett undantag). Våra resultat stödjer Handy's betoning av att bilinnehavet är en central länk mellan bebyggelse och hur rörligheten tar sig uttryck.

De elasticiteter vi beräknat ur modellerna är jämförbara med vad som hittas i litteraturen för effekten av täthet på andelen som använder kollektivtrafik. När det gäller gång så använder vi flera mått på täthet och där ligger vi såväl under som över de värden som refereras. De mått på tillgänglighet vi använder skiljer från det som normalt används och det gör även effekten som är betydligt högre.

I kompletterande modellskattningar gör vi ett försök att hantera problemet med självselektion. Vi gör det genom att utnyttja de data som samlades in under trängselskatteförsöket i Stockholm. Antalet observationer i undersökningen var stort och en del av individerna (ca 10 %) flyttade mellan de två undersökningstillfällena. I data har vi således möjlighet att studera de val av innehav av bil och resande som samma person har gjort i två olika byggda miljöer tillsammans med kontrollvariabler. De resultat vi fått ligger i linje med det man kan finna i den internationella litteraturen dvs. att effekterna man kan isolera från den byggda miljön är måttliga på användning av bil. När vi använder tvärsnittsdata får vi signifikanta resultat på flera variabler som sedan reduceras kraftigt när vi studerar förändring mellan två tidpunkter och miljöer. De variabler vi fått signifikans på när vi skattar med förändring är logsumma och boendeform. Nu ska man komma ihåg att logsumma är ett mått som fångar många aspekter av såväl trafiksystem som bebyggelsestrukturen.

Studie av flyttare förordas i litteraturen som medel för att komma åt problem med självselektion. När vi jobbar med paneldata av flyttare löser vi vissa problem samtidigt som vi tillför andra. Flyttare är inget genomsnitt av befolkningen utan vissa grupper är överrepresenterade. Vi får helt enkelt ett urval av individer med begränsad variation inom segmentet. I den litteratur vi studerat har inte den selektion som blir ett resultat av flyttning diskuterats vilket vi upplever som en brist. Vårt intryck är att det finns flera utestående frågor inom ämnet och att metoden att angripa självselektion genom att studera flyttare bör problematiseras ytterligare.

I väntan på att vidare studier är vi inte beredda att påstå att det som kommer ur en analys av paneldata är det sanna och det som kommer ur ett tvärsnitt är fel. I väntan på fler och mer klagörande studier är vi inte riktigt beredda att döma ut de resultat som man får från tvärsnittsdata.

¹ Det finns ganska gott förespråkare för blandad stad och det här ger dem lite kvantitativt stöd.

² Det är möjligt att effekten via bilinnehav är svårare att fånga i miljöer där variationen i bilinnehav är låg, exempelvis i starkt bilberoende områden. Elasticiteten för bebyggelsevariabler MAP bilinnehav skulle där kunna vara låg.

2 Inledning

Det finns en stor litteratur inom ämnet "Travel and the build environment". Kort går ämnet ut på att man på en resvaneundersökning kodar på variabler som beskriver bebyggelsen struktur i olika dimensioner med egenskaper som täthet, variation, tillgänglighet mm som förklarar resandet och med dessa skattar ekvationer. Det som förklaras är variabler som färdmedelsval, fordonskilometer och inom den hälsoorienterade grenen av ämnet andel gång/cykel. De variabler som används som förklaring kan kategoriseras i grupperna täthet, variation, utformning, tillgänglighet och avstånd till kollektivtrafik. På engelska kallat "six Ds" (density, diversity, design, destination accessibility, distance to transit, demand management). Förutom de variabler som man vill studera effekten av kontrollerar man för socioekonomi. Resultaten kan användas som rekommendationer i planering för exempelvis att skapa hög andel gång och utgöra en grund för nyckeltal avseende antal resor.

Internationellt är ämnet stort, mellan 2001 och 2010 lyckas Ewing & Cervero (2010) räkna in 200 artiklar inom ämnet, de flesta från USA. Om det finns mer än 200 artiklar i ämnet behövs det då fler? I nämnda studie (Ewing & Cervero, 2010) som är en metanalys lyckades man hitta endast tre icke-nordamerikanska arbeten som platsade, bl.a. Naess (2005), från Danmark³. Det finns anledning att bidra med exempel från andra delar av världen och från ett svenskt perspektiv studera om sambanden är giltiga även här. Vi vill också göra ett bidrag med vår bakgrund från trafikefterfrågemodellering genom att stärka de kausala sambanden och mer i detalj modellera bakomliggande mekanismer som länkar bebyggelse till rörlighet.

Huvuddelen av litteraturen är empiriskt orienterad där man studerar olika aspekter på den byggda miljön men det finns även en metodorienterad gren där man tar upp de problem som självselektion kan medföra. Självselektion betyder att man antar sig att folk bosätter sig på platser där dom kan realisera sina preferenser om rörlighet. Det skulle innebära att personer med starkt miljömedvetande bosätter sig så att dom kan klara vardagen utan att använda bil och de som gillar en livsstil där bilen är ett centralt inslag bosätter sig så att dom kan använda bilen. I extremfallet skulle de effekter som tolkas som uttryck för den byggda miljön enbart bero på underliggande värderingar som realiserats i form av boendet. Diskussionen om självselektion har varit aktiv under 2000-talet där centrala bidrag har gjorts av Susan Handy, Xinyu Cao och Patricia Mokhtarian.

Vi vill också ge ett bidrag genom att precisera och nyansera betydelsen av trafikutbudet för hur rörligheten gestaltar sig genom att studera effekten av olika mått på tillgänglighet. Vi avser också att försöka göra ett metodologiskt bidrag genom att studera ett i sammanhanget ofta nämnt problem, självselektion dvs. att hushåll med bakomliggande preferenser för att använda andra färdmedel än bil söker sig till bostadsmiljöer där förutsättningarna att använda alternativa färdmedel är goda. Det finns alltså en risk att de samband som skattas är resultat

³ Den refererade studien utfördes i Danmark.

av bakomliggande värderingar som styr såväl val av boendemiljö som sätt att resa. De samband vi observerar skulle då riskera att vara korrelationer snarare än en kausal effekt som kan härledas till den byggda miljön.

Inledningsvis går vi igenom kunskapsläget och ämnets teori. Vi gör vissa utvecklingar kring en bärande tanke i arbetet, nämligen hur vi länkar bebyggelse till rörlighet via bilinnehavet och hanteringen av tillgänglighet. Därefter följer en deskriptiv analys samt en modellbaserad analys i två steg. I det första steget skattar vi våra samband på tvärsnittsdata ("det vanliga sättet") och bortser från problemen med självselektion. I det andra steget tillämpar vi en ansats för att kontrollera för självselektion.

Kunskapsläge och teori

Det internationella kunskapsläget måste anses som gott med 200 artiklar bara under de senaste tio åren. Bristen på europeiska och svenska artiklar beror inte enbart på annan publiceringstradition utan kanske mer på att transportgeografi i Sverige varit mer deskriptivt orienterad. Den bakomliggande analysramen i svensk geografi har också varit mer präglad av tidsgeografi, interaktion människa – människa, än av interaktion människa – stad. En egenskap som skiljer mellan den litteratur vi hänvisar till och beslättrad litteratur är att inom "Mobility and..." håller man sig inom en stad och studerar dess interna olika förutsättningar medan det finns beslättrade studier som förklarar skillnader mellan städer (orter) med dess attribut. I en rapport av Holmberg & Brundell-Freij (2012) är ansatsen tvådelad, en där ett tvärsnitt av orter studeras (Skåne utom Malmö) och en där Malmö studeras separat. I den senare delen används få variabler för att beskriva bebyggelsens karaktär medan socioekonomiska variabler visar på stor betydelse⁴.

Det har även gjorts arbeten i närliggande områden och med liknande syften dvs. studier och verktyg för att ta fram nyckeltal för trafik och rekommendationer baserat på exempelvis läge och bebyggelsetyp (bland annat av Trafikverket och SKL). Dessa har karaktären av kalkylverktyg med bakomliggande statistiska samband som stöd i planering. Det kalkylverktyg som SKL⁵ (med hjälp av WSP) tagit fram har likheter med trafikefterfrågemodeller som exempelvis Sampers som är ett angränsande forskningsområde. Inom modelltraditionen gör man det som "Mobility and ..."-traditionen kritiserar för att inte göra nämligen jobbar strikt med orsakssamband i form av transportalternativens attribut. Inom transportmodelleringen bortser man å andra sidan mer eller mindre helt från kvaliteter i stadsmiljön som förklaring till färdmedelsval.

Tanken med detta projekt är tämligen enkel, att utnyttja formuleringar från transportefterfrågemodelleringen och bygga på med de förklarande variabler som används inom traditionen "Mobility and ..." för att skapa en mer rikhaltig

⁴ Bebyggelse kontra socioekonomi kan vara svårt eftersom det kan finnas starka korrelationer mellan dessa.

⁵ Ännu ej publicerat men kan skickas av författarna till denna rapport.

beskrivning och förståelse för vad som formar val av främst färdmedel. De tillkommande variablerna har vi hämtat från litteraturen inom området.

I avsnittet går vi igenom hur de olika komponenterna som den byggda miljön delas in i antas påverka resandet. Vi går också igenom delar av den kritik som formulerats inom forskningsfältet.

2.1 Varför reser man

Resandet kan härledas från behov eller önskemål som hushållet eller en individ har av att genomföra aktiviteter utanför bostaden. Det kan avse behov av försörjning som resulterar i en arbetsresa eller behov av förberedelse för försörjning vilket ger en skolresa osv. En indelning av resor ur vilket behov resorna härleds vilket. Man talar om tre olika kategorier. 1) Obligatoriska aktiviteter ("mandatory activities" i engelskspråkig litteratur) som är en förutsättning för försörjning: arbete, skola och resor i tjänsten. 2) Underhåll av hushållet; inköp, service, barntillsyn och hälsovård. 3) Fria aktiviteter som rekreation, hälsa på släkt och vänner. Samtliga aktiviteter är grundläggande för vilket hushåll som helst oberoende av i vilken miljö som hushållet bor. Fria aktiviteter är inte på kort sikt nödvändiga och kan skjutas i tid men torde på längre sikt vara nödvändiga för det allmänna välbefinnandet. Även om det inte finns något skäl att a priori anta att deltagande i aktiviteter skiljer med bebyggelsestyp finns möjligheten att resorna till och från aktiviteterna kan organiseras på olika sätt beroende på hur den byggda miljön ser ut. Sättet att organisera resorna kan exempelvis skilja beroende på möjligheten eller behov av att utföra aktiviteter som en kedjeresor eller som separata resor. Organisation av aktiviteter kan också avse t ex storhandling eller flera mindre inköp.

Byggd miljö har i flera studier visat sig ha en inverkan på hur folk transporterar sig, däremot är det viktigt att inse att det är just människor som utför resorna och inte byggnader eller urbana funktioner. Naess (2005) menar att resvanor endast till viss del påverkas av byggd miljö och att andra faktorer så som socioekonomiska faktorer, livsstil, attityder, normer och bekantskapskrets har stor inverkan på folks resvanor. Vidare menar Naess att resvanor kan ses som ett resultat av personers önskningar, behov och resurser som modifierats av de möjligheter och begränsningar som strukturella förhållanden i samhället ger upphov till. Byggd miljö kan alltså inte i sig själv få människor att ändra sina resvanor, men det kan bidra till tillgänglighet eller hinder och på så vis påverka våra vanor. Själva resandet uppstår som ett resultat av de vardagliga behov människor har där byggd miljö antingen kan underlätta eller försvåra. Enligt Naess bör den inverkan urban struktur har på resvanor ses som otillräckligt men nödvändigt. I linje med det Handy (1996) tar upp om varför personer väljer att resa till fots skriver Naess (2005) om det så kallade aktivitetsbaserade angreppssättet. Angreppssättet innebär att resor bör ses som en följd av personers vilja eller behov att delta i aktiviteter. Vardagen består då av en följd med aktiviteter som utförs på olika platser för att tillfredsställa de behov individen har. Dessa behov kan vara att äta, sova, gå i skolan, arbeta, göra inköp eller att utöva fritidsaktiviteter. Resor till flertalet av dessa aktiviteter sker rutinmässigt och planeras därmed inte medvetet av individen. Det är alltså vanligt att personer inte reflekterar över varför eller hur de reser i vardagen utan resorna sker omedvetet. Däremot har dessa rutiner inte alltid funnits där utan de har någon

gång skapats. När rutiner skapas görs ofta medvetna val bland en mängd alternativ. Även etablerade rutiner kan ändras vilket bland annat kan ske vid förändring av yttre faktorer, attityd, kunskap eller familjeförhållande.

Naess (2005) argumenterar även för att resor ofta sker in till innerstaden. Även om förorter tillhandahåller den service som efterfrågas sker resor ofta in till regioncentrumet. Detta kan bland annat bero på den uppsjö av utbud som finns i en innerstad, att innerstaden anses vara attraktiv eller att en mängd destinationer kan nås inom ett väldigt kort avstånd. De flesta linjer i kollektivtrafiken har även knutpunkter i innerstaden vilket gör innerstaden till en bekväm destination. Dessutom går många vägar genom centrum. Många resor mellan förorter kräver att man passerar innerstaden.

2.2 Resefrekvens, färdmedel och reslängd

Ovan förde vi ett allmänt resonemang om behovet av att resa för att tillfredsställa basala mänskliga behov. Frågor om hur långt, hur ofta och med vilket färdmedel har vi inte gått in på. I en planeringskontext blir emellertid dessa frågor centrala och nedan går vi igenom dessa punkter lite mer i detalj. Att behov av rörlighet är ganska grundläggande gör inte att de ska betraktas som naturliga konstanter som det finns begränsade möjligheter att påverka. Utöver de förklaringar som man finner i litteraturen "om den byggda miljön..." så har vi även en omfattande litteratur inom trafikefterfrågemodellering som berör frågan. Inom efterfrågemodelleringen har man en hög grad av konkretisering och syftet är renodlat att få ut resefrekvenser för prognosändamål. Inom efterfrågemodelleringen används sällan attribut från den byggda miljön men vi plockar upp några trådar även från den litteraturen.

Standardvariabeln inom litteraturen är fordonskilometer (VMT, Vehicle miles travelled) vilket är ett sammansatt mått beräknat under en viss tidsperiod, ex dygn. Sammansatt eftersom det är beroende av valet att resa med fordon (bil), längden och frekvensen. Sammansatta mått är enkla indikatorer att hantera men riskerar att dölja de underliggande orsakssambanden. Vad är det som skapar volymen på bilresandet? Är det resefrekvens, färdmedelsval eller längden på resorna. För att öka förståelsen för de underliggande sambanden väljer att försöka bena ut sambanden genom att bryta ner resandet i frekvens, färdmedelsval och reslängd. Skulle det visa sig att något av valen inte bidrar till förståelsen kan det alltid uteslutas senare.

Resefrekvens – Hur ofta reser man

Frekvens, hur ofta eller hur stor sannolikhet det är att göra en resa, är naturligtvis centralt ur många perspektiv. I linje med det vi skrev ovan så kommer behoven av att utföra aktiviteter ur grundläggande egenskaper hos oss som är oberoende av i vilken miljö vi bor i. Man kan tänka sig att hushållens sätt att organisera de aktiviteter som gör att man kan tillfredsställa behoven ser olika ut beroende på den byggda miljön. I ett område med nära till matvaruaffärer är det ingen större upppoffring att dela upp inköpen på flera resor något som kan vara kostsamt i glesbygd med lång till närmaste inköpsställe.

Ser vi på exempelvis de modeller för resegenerering som nyligen utvecklats för det nationella prognosystemet Sampers⁶ så finns ett antal variabler representerade som signifikanta men variabler från den byggda miljön gör det inte med att par centrala centralt undantag, tillgänglighet och boende i villa. Hög tillgänglighet rymmer flera dimensioner av bebyggelsekaraktär och är med ett undantag⁷ positivt korrelerat med resefrekvens. Villa är en ganska svår variabel där risken för korrelation med andra variabler är överhängande även om vi i refererade arbete gjort vad vi kan för att hålla ordning på detta. De centrala variablerna för resefrekvens är annars demografiska och socioekonomiska variabler.

Hur reser man?

Valet av färdmedel har central påverkan i flera dimensioner som miljö, fysisk aktivitet och inte minst nyttan i transport och bebyggelsesystemet. Hanteringen av färdmedelsdimensionen varierar beroende på inriktning och fokus. Ofta ligger fokus mot något färdmedel som exempelvis sådana som medför fysisk aktivitet eller kanske vanligast bil. Inom den hälsoinriktade forskningen är man fokuserad på rörlighet som medför fysisk aktivitet Inom ämnet finns en diskussion hur orsakssambanden ska byggas upp och här har bilen en central roll. Som tidigare nämnts är nyckelindikatorn fordonskilometer (med bil) och hanteringen av tillgång till bil ser vi som helt avgörande. Som förklaring till bilinnehav är bebyggelsen kraftfull och utrymmet för olika policy styrs i ganska stor utsträckning av vilken karaktär bebyggelsen ges. Det vanliga är att direkt modellera valet av färdmedel och betrakta innehav av bil som exogent i förhållande till bebyggelse. Innehav av bil är emellertid en egenskap eller ett val som är mycket beroende av hur den byggda miljön ser ut i anslutning till bostaden. Susan Handy (2005) argumenterar för att bil ska betraktas som endogent i förhållande till bebyggelse. Enligt henne kan bilinnehav vara länken mellan bebyggelse och resebeteende. Detta är också vår bestämda övertygelse.

Det är vanligt förekommande att bostadsområden i amerikanska studier delas upp i olika typer av områden, t.ex. förorter eller traditionella områden. Flera studier har visat att invånare i traditionella områden (som är täta och "mixed-use") tenderar till att gå mer och köra mindre bil än invånare som bor i förorter (som har låg täthet och "single use"). Detta menar Mokhtarian & Cao (2007) inte nödvändigtvis behöver betyda att traditionella områden leder till att man går mer utan det kan vara så att personer som tycker om att gå söker sig till gång-vänliga områden. Handy et al. (2005) genomförde en studie av åtta olika bostadsområden i norra Kalifornien där områdena valdes så att de systematiskt skulle variera i tre avseenden: typ av bostadsområde, regionens centrumets storlek samt region i delstaten. Områden som byggdes innan andra världskriget klassificerades som traditionella och mer moderna som förort. Det visade sig att personer som bor i förorter kör 18 % mer bil i veckan än de som bor i traditionella områden. Detta mönster var tydligt i alla städer som undersöktes, den förort med lägst bilkörning

⁶ De nyutvecklade modellerna skiljer sig från de som skattas här och de som använts tidigare genom att de skattar sannolikheten för att ett resmönster genomförs istället för enskilda resor.

⁷ Undantaget utgörs av frekvensen av resor för att skjutsa annan person, vanligtvis barn, där hög tillgänglighet gör att barn kan ta sig själva till kompisar, träning etc. vilket minskar behovet av resor för just det ändamålet.

hade fortfarande mer bilkörning än det traditionella område med mest bilkörning. Både mängden bilkörning (vehicle miles driven) som är jobbrelaterad och icke-jobbrelaterad skilde sig åt för de två områdestyperna.

Varför väljer man att gå? Handy (1996) beskriver hur resor till fots skiljer sig från andra resor. Generellt sett så reser individer främst inte på grund av att de vill resa utan på grund av att de vill delta i en aktivitet (arbete, nöje, träning, shopping etc.) på en annan plats. Att gå är ett undantag till detta då man ofta går just för att man vill gå. Vidare beskriver Handy motivation och begränsningar som viktiga faktorer för att gå. Att gå till en destination särskiljs från att ta promenader vilket innefattar rastning av hund, motion mm. Miljön spelar roll så fort människan kommer utanför dörren för promenader och fortsätter att ha en avgörande roll under hela promenadens gång, åt det håll som känns mest inbjudande och lockande kommer promenaden att gå. Den urbana miljön är alltså en yttre faktor som antingen kan uppmuntra eller avskräcka promenader. Det är viktigt att poängtera att det är hur den urbana miljön upplevs som spelar roll vilket är ytterst subjektivt då miljöer kan upplevas olika av olika personer. Handy beskriver modellen för att gå till en destination som mer komplex än modellen för promenader. För att finna motivation till att gå till en destination måste individen dels vara motiverad till att gå och dels vara motiverad till att delta i en aktivitet vid destinationen. Är motivationen till att gå inte tillräckligt hög kommer individen att ta sig till destinationen på annat sätt än att gå om den har möjlighet.

Lindelöw et al. (2014) menar på att angreppssättet för att forska kring gångbarhet ofta grundar sig i vissa fysiska egenskaper i den byggda miljön. Vare sig det är i positiv eller negativ bemärkelse så påverkas valet att gå både av den byggda miljön samt krav på vardagliga aktiviteter. En byggd miljö som gagnar gång kan endast påverka valet att gå till en viss gräns, går inte vardagen ihop så kommer man inte att gå även om den byggda miljön är rätt. I Lindelöw et al. (2014) undersöktes tre områden i Malmö för att se hur byggd miljö och vardagliga aktiviteter påverkar hur ofta individer väljer att gå. Resultatet från regressionsanalysen blev att den byggda miljön inte hade någon inverkan på hur ofta individer går utan det var behovet som hade den avgörande rollen. Dock är den byggda miljön i de områden som var med i studien relativt gångvänlig. Resultatet kan därmed ha påverkats av att det inte fanns några extrema skillnader i hur infrastrukturen var utformad för att gå.

Begreppet gångbarhet definieras olika i olika studier men många forskare är överens om att gångbarhet dels bör beskrivas med fysiska egenskaper, dels med tillgänglighetsmått men även med mer subjektiva variabler som berör personers inställning till att gå. Ewing & Handy (2009) menar på att det är viktigt att särskilja hur egenskaper i byggd miljö och hur egenskaper som komfort, säkerhet och intresse påverkar gångbarheten. Känsla av komfort och säkerhet är typiska variabler som förklarar hur individer reagerar på olika platser, med andra ord hur de tar till sig förhållanden utifrån deras egna attityder och preferenser. Olika individer kan uppleva samma miljö på olika sätt eftersom de inte har samma tidigare erfarenheter, eller skilda världsbilder och därmed tolkar den upplevda miljön olika. Fysiska faktorer så som bullernivå, gatubredd, antal personer/fordon, bredd på trottoar och väder är mer objektiva än individers

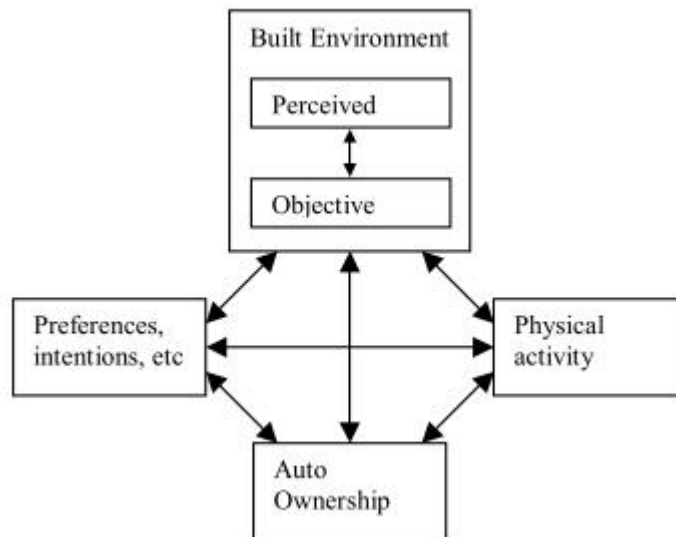
reaktioner. I gränslandet mellan dessa kategorier hamnar egenskaper i byggd miljö så som tillgänglighet, komplexitet mm.

2.3 Bilens roll

I litteraturen jobbar man huvudsakligen med ett direkt samband mellan den byggda miljön och rörligheten i enlighet med sambandet nedan.

Byggd miljö → Rörlighet

Det vill säga en direkt effekt eller korrelation från den byggda miljöns attribut till rörlighet i dess olika dimensioner. I såväl modellering som resonemang antas en effekt utan att man beskriver vilka mekanismer som skapar länkarna mellan den byggda miljön och rörligheten. Detta kan väl sägas vara kärnan i kritiken att orsakssambanden inte följs hela vägen utan därigenom riskerar att bli korrelationer. För att fastställa ett orsakssamband måste möjligheten att variabler utanför det som faller inom begreppet den byggda miljön som dock är endogena i förhållande till dessa uteslutas (se punkt 3 under metod nedan). Handy (TRB Special Report 282) argumenterar för att bilinnehav ska hanteras som endogen genom att det kan fungera som variabel som länkar bebyggelse till rörlighet. Vi delar den uppfattning Handy ger uttryck för. Inom transportefterfrågeanalys är bilinnehav en nyckelfaktor, användning av bil går inte att förklara utan kännedom om hushållets tillgång till bil och för prognosändamål är de bakomliggande faktorerna avgörande. I refererad rapport formuleras också en konceptuell modell eller en utökad konceptuell modell där bilinnehav ingår.



Figur 1. Från Handy (TRB special report 282, S. 75).

I figuren, som kommer från en rapport som huvudsakligen fokuserar på den byggda miljöns möjlighet att stimulera transporter som medför en fysisk aktivitet (gång/cykel), är det effekten "Physical activity" man vill studera men som konceptuell modell kan den giltig även för andra sätt att förflytta sig. I Handy's modell omfattar de tre övre boxarna ämnets traditionella problemområde, den byggda miljön, dess interaktion med preferenser (självselektion) samt en

dubbelriktad effekt på rörlighet. Bilinnehavet kommer in med likaledes dubbelriktade beroenden som skapar länkar mellan övriga faktorer. De dubbelriktade sambanden visar att systemet är endogent dvs. det råder inbördes beroenden mellan bebyggelse och bilinnehav.

En formulering där man inför ett mellansteg gör saken mer komplicerad men bygger en historia.

Byggd miljö → Mellansteg → Rörlighet

Förutom att skapa en komplexitet gör mellansteg(-en) att det blir möjligt att formulera modellsamband som är testbara i en statistisk mening. Utesluter man testbara mellansteg öppnar man för att diverse oklara korrelationer släpps in i modellen.

Bilinnehav och fysisk aktivitet är en del av hushållets/individens rörlighetsresurser som tillsammans med den byggda miljön skapar nyttor. Nyttor är ett nyckelbegrepp inom analys av bebyggelse och transporter. Transporter i sig är enbart onyttor som tar tid och kostar pengar medan nyttorna uppkommer när aktiviteter utförs. Bebyggelsen sätter ramarna för var aktiviteter kan utföras och var befolkningen bor medan transportsystemet är länken däri mellan. Nyttorna mäts som regel med någon form av tillgänglighetsmått och vi går i särskild ordning igenom detta nedan.

Vad vi vill betona med inledningen av teoriavsnittet är att vi vill bredda det modellerade systemet till att innefatta trafiksystemet på ett mer explicit sätt än vad det gör i merparten av litteraturen. I följande delavsnitt går vi in mer i detalj på de teoretiska sambanden som omfattar bilinnehav och tillgänglighet i relation till den byggda miljön.

Hur beror bilinnehavet av den byggda miljön?

I litteraturen varierar i hanteringen av bil som variabel. I de flesta fall skulle vi säga att den behandlas som en socioekonomisk egenskap hos individen eller hushållet (se t.ex. Stead 2001). Det är en hantering som kontrasterar mot hur det sker inom trafikefterfrågemodellering där bilinnehav är ett resultat av socioekonomiska attribut. Det betyder att benägenheten att inneha bil beror på inkomst, kön etc. Behandling av bil som ett attribut hos individen istället för att formulera innehav av bil som ett val individen gör givet sina förutsättningar döljer beroenden och samband mellan individ, byggd miljö och bilinnehav.

En vanlig formulering av val att inneha bil är som ett diskret val mellan att ha noll, en eller flera bilar i hushållet. Varje alternativ beskrivs med variabler som bildar nyttan (nyttofunktion) för en individ i att välja ett visst bilinnehav. I nyttofunktionen ($U(i)$) brukar ingå variabler som inkomst, kön, ålder och ibland parkeringskostnad.

$$U(i) = f(\text{income, sex, age, cost})$$

Kostnader kan vara av olika sort såsom parkeringskostnad vid bostaden eller tillgång till parkering (sökostnad). Kostnaden kan då formuleras som en

funktion av parkeringskostnad och tid som krävs för att hitta en parkering (sökzeit). Vi formulerar såväl monetära kostnader som tidskostnad som en funktion av täthet.

$c_i = c_i^p + \tau t_i^p$; Där t_i^p är tid för att hitta parkering i zon i (sökzeit), och τ är tidsvärdet.

Om vi definierar t_i^p som en funktion för konkurrens om parkeringsutrymme. där $t_i^p = f(pop_i, work_i, area_i)$, c_i^p som en funktion av täthet där $c_i^p = f(pop_i, work_i, area_i)$, så har vi inkluderat attribut från den byggda miljön. Att kostnaden för parkering är en funktion av täthet torde ha gott stöd.

Inför man bil som ett givet attribut hos individen eller hushållet kommer enligt vårt synsätt olika egenskaper hos den byggda miljön in "köksvägen".

För att se hur detta kan se ut i en tillämpad modell behöver vi inte gå särskilt långt utan vi kan ta exempel från den svenska nationella transportmodellen Sampers eller den modell som används i Stockholms regionplanering (Lutrans). I den nya versionen av Sampers (pågående arbete) förklaras innehav av bil och körkort med:

- Inkomst (tre klasser)
- Kön
- Ålder flera klasser
- Tillgänglighet
- Boende i villa som dummy
- Täthet

Hälften av variablerna hör således hemma i traditionen kring den byggda miljön. Den formulering som är operationell i Lutrans (modellen används t.ex. i arbetet med Stockholms regionplan) är mycket lik. Variablerna kan tolkas som att inkomst är en beskrivning av de ekonomiska möjligheterna att köpa och äga bil, kön och ålder beskriver behovet över livscykeln medan tillgänglighet beskriver nyttan man uppnår med att inneha bil. Tillgänglighetsmättet som används är formulerat som skillnaden i nytta (tillgänglighet till arbete) med att bo i ett område för individen med respektive utan bil. Det tillgänglighetsmått som används är logsumman⁸. Tillgänglighet är inte en renodlad byggd miljövariabel utan en kombination av bebyggelse och trafikutbud. Formuleringen som vi använder i exemplen ovan är att nyttan att ha bil är skillnaden i tillgänglighet som blir för en individ med respektive utan bil:

$$a_i = LS_i^{car} - LS_i^{-car}$$

Blir differensen stor innebär det att platsen är bilberoende medan en plats med korta avstånd till relevanta målpunkter eller god kollektivtrafik ger en liten differens och därmed en låg tillkommande nytta för att skaffa bil. Formuleringen av nyttofunktionen där avstånd och målpunkter ingår ger ett sammanfattande värde för rumslig struktur och transportsystem.

⁸ Mer om tillgänglighetsmått nedan.

Täthet är kanske den mest traditionella variabeln inom ämnet och den har genomgående god effekt i modeller för valet att ha bil. Potentiella mekanismer har vi redogjort för ovan där knapphet på parkeringsyta en bakgrundsfaktor. I svenska städer råder inte en marknadsprissättning på parkeringsyta utan det utan det råder någon form av blandning mellan planreglerat utbud och marknad. Parkeringsstal (ett förhållande mellan antal lägenheter och antal parkeringsplatser vid nyexploatering) reglerar hur många parkeringsplatser som måste tillhandahållas vid nybyggnation.

Boende i villa är i svensk planering en stark policyvariabel. Villa är också en stark drivkraft bakom bilsamhällets utveckling. Villaboende har dubbla funktioner för att driva bilismen, dels så skapas behov genom en utspridd bebyggelse och dels så skapar den förutsättningar genom att parkering ingår i bostaden.

2.4 "The Six D's"

Att styra efterfrågan på transporter med hjälp av förändringar i den byggda miljön är enligt Ewing & Cervero (2010) det mest frekvent undersökta området inom stadsplanering. I forskning inom området benämns de kategorier av variabler i byggd miljö som påverkar resvanor ofta med D. Befintlig litteratur refererar ofta till de fem variabelkategorierna *Density*, *Diversity*, *Design*, *Destination accessibility* och *Distance to transit*. Översatt till svenska är dessa kategorier täthet, variation, utformning, tillgänglighet och avstånd till kollektivtrafik. Kategorierna är grova med diffusa gränser som ibland går in i varandra. Det sjätte D'et är "Demand management" eller efterfrågestyrning som egentligen inte hör hemma under begreppet byggd miljö.

Density – Täthet

Täthet mäts per ytenhet där den undersökta variabeln kan vara byggnadsyta, befolkning eller arbetsplatser. Resultatet är exempelvis invånare per km². Det finns några varianter på att uttrycka täthet och det gäller främst nämnaren i uttrycket dvs ytan som kan uttryckas som nettoyta eller bruttoyta. Med det avses olika sätt att beräkna områdets yta för att bäst fånga täthet. Förekommande alternativ är att 1) beräkna total yta 2) beräkna bebyggbar yta i området och exempelvis ta bort vatten och områden med skydd och 3) beräkna tätheten i endast de bebyggda delarna av området.

Används inte alternativ 3 kommer områdets geografiska indelning i zonstorlek att få en betydelse. De zonsystem som används för markanvändningsplanering och trafikplanering bygger ofta på att zonerna ska omfatta en viss minsta befolkningsmängd⁹ snarare än att de ska vara ytmässigt jämnstora. Konsekvensen är att i städernas centrala delar blir det många små zoner, ett eller ett par kvarter, medan det i ytstora kommuners perifera delar kan bli frågan om mycket stora områden. Att ett område är stort till ytan behöver nödvändigtvis inte ha så stor praktisk betydelse för bebyggelse och transportförutsättningar utan beror på hur ytan används. Om det är frågan om ett mindre tätt bebyggt

⁹ Det här är bland annat betingat av att integriteten måste säkras vid statistikförsörjning av zonerna.

område och sedan stora naturområden eller om det handlar om en jämn låg exploatering är avgörande. En möjlig lösning som ofta föreslås är att generellt minska zonerna vilket löser vissa problem men skapar andra. Förutom problemen av integritetskaraktär kan små och många zoner skapa problem för förståelsen av omgivningen vilket kan leda till att mycket av förklaringen fångas upp av tillgänglighetsmått. Vilket som är vad är inte helt enkelt att avgöra och variabeln har sina problem och begränsningar. Vi kan dock konstatera att täthetsbegreppet är beroende av geografisk avgränsning och zonernas upplösning.

En sak är att mäta täthet en annan är vad täthet representerar och vilka processer som täthet skapar. Vi diskuterar kort några tänkbara processer och hur de kan operationaliseras.

Täthet skapar grund för en marknad, ett utbud av varor och tjänster lokalt som gör att ärenden kan göras i närområdet. Detta är något som i sin tur påverkar såväl reslängd som färdmedelsval. Vill man fånga just effekten av marknadens utbud går vägen via en beskrivning av aktiviteterna i området som antingen kan fångas med direkt mätning i zonen eller via ett tillgänglighetsmått.

Ett specialfall av stor betydelse för våra frågeställningar är befolkningsunderlaget för kollektivtrafik. Täta miljöer är ofta en förutsättning för en frekvent trafik. Just denna egenskap finns möjligheter att kontrollera för om man använder relevanta mått för tillgänglighet. Vad som är relevant återkommer vi till. Det finns ett par studier som visar att när skarpa mått på tillgänglighet används tillsammans med täthetsmått så blir täthetsmått inte signifikanta bland andra Kockelman (1997). Det tyder på att täthet fungerar som en proxy för tillgänglighet (Kockelman, 1997).

En annan effekt som täthet kan ha är att det direkt påverkar markpris och indirekt via hur samhället väljer att reglera användningen av mark. Priset är en mekanism som kommer att sortera vilka verksamheter som förekommer i områden av olika täthet. Påverkan på trafiken på markpris sker dels via pris på den del av marknaden som påverkas av tillgång och efterfrågan på yta. Täthet skapar som regel en bristsituation på utrymme och parkeringsutrymme är inget undantag. Parkering är en nyckelfaktor vid färdmedelsval både som styrande egenskap för valet att ha bil och som egenskap för valet att använda bil för resa till ett visst område. Mekanismerna som kommer via täthet är dels en brist som leder till söktid eller att parkeringen tvingas ske långt från önskad plats och dels pris. Tillgång och pris på parkering är bristfälligt dokumenterat i svenska planeringsdata så våra möjligheter att precisera oss är begränsade. Eftersom det råder en snårig form av reglering via parkeringstal och subventioner av parkeringar är det svårt att exakt precisera kostnaden för den enskilda som styr valet att ha och använda bil. Parkeringsavgifter är ett styrmedel som inte med automatik har en direktkoppling till bebyggelse men ofta förekommer i täta områden.

Valet att ha bil eller inte är av överordnad karaktär. Här kan vi se i exempelvis bilinnehavsmodeller att täthet har en signifikant och stabil negativ påverkan

även om den inte är särskilt stark¹⁰. Ett annat exempel på en externalitet som täthet skapar är trängsel i själva gatutrymmet, främst för bil men även för kollektivtrafiken, cykel och i extrema miljöer för gång. Trängsel i täta innerstadsmiljöer är svårt att hantera och förutse på ett sätt som skapar mening i analys av effekterna från byggd miljö. Vi är däremot tämligen säkra på i vilken ordning olika färdmedel drabbas. Även om innerstadsbussar sinkas i trafik i täta miljöer är nog situationen för kollektivtrafik generellt bättre än för bilar. Även om det har varit en del diskussioner om situationen för cyklar (gäller främst storstäderna) kan det knappast betraktas som ett större trängselproblem och ej heller för gång. Kontentan av resonemanget är att den trängsel som följer av täthet leder till att den relativa fördelen för andra färdmedel än bil ökar.

”Diversity” – Variation

Diversity – Variation mäts som antalet olika sätt för markanvändning inom en given area samt till vilken grad de representeras i området. Till exempel används förhållandet mellan antalet arbetsplatser och boenden som ett mått på variation i området. Samband som man kan fånga via egenskapen är hur stor bredd av hushållens aktiviteter som kan utföras i närområdet – ett brett utbud ger mindre anledning att göra en (bil-) resa.

Graden av variation kan vara svår att mäta men det är lätt att känna att det är angeläget att hantera fråga i ett samhällsbygge – erfarenheten av ensartade miljöer förskräcker. Vid sidan av de eventuella kvantitativa effekter som variation har så kan dess kvaliteter motiveras av andra skäl.

Exempel på sätt att fånga variation är:

- Hur många olika typer av markanvändning kan man nå
- Blandning av boende arbete
- Entropi

I begreppet variation ingår inte bara vilka typer av verksamheter i betydelsen arbetsplatser som är representerade utan även bebyggelsens karaktär och park och naturmiljöer.

Design

Design – kännetecknen för gatunätverk, storlek på typiska kvarter, antalet korsningar, andel trottoarer, bredd på en normal väg etc. rymms inom ramen för design.

Exempel på variabler:

- Vägtäthet
- Väggeometrier
- Antal fyrvägs korsningar per ytenhet
- Trottoartäthet
- Övergångsställen
- Antal träd

Argumenten för de olika variablerna torde variera, de flesta är direkta som utformning av infrastruktur som medger rörlighet till fots. Att de inte faller in

¹⁰ Det är först vid mycket höga tätheter som skapar svårigheter att hitta parkering och påverkar bilinnehavet.

under tillgänglighet till fots kan försvaras med att det är svårt att mäta eftersom gångresor ofta sker till närliggande mindre målpunkter.

Destination accessibility - Tillgänglighet

Tillgänglighet är ett nyckelbegrepp som vi ska vara tydliga med hur vi använder det och hur det används inom den relevanta litteraturen. Tillgänglighetsanalys i sig är ett stort eget forskningsområde som är delmängder eller gränisar till transportefterfrågeanalys och markanvändningsmodellering. Centrala bidrag har gjorts av exempelvis Hansen (1959), Handy (1997) och Weibull (1976) för att nämna några få. De tillgänglighetsmått som används i litteraturen om "Den byggda..." förhåller sig ganska fria i förhållande till fackområdet tillgänglighetsanalys och det förekommer sällan referenser till den relevanta tillgänglighetslitteraturen.

Hur ser det ut inom litteraturen om den byggda miljön? I vissa studier använder man sig av avståndet till centrum medan man i andra använder sig av antal jobb inom ett visst tidsavstånd. Det förekommer också gravitationsmått. Ett genomgående drag är att de är ganska enkla mått som ofta tar hänsyn till tid eller avstånd men mer sällan problematiserar tillgänglighet genom att studera olika färdmedel eller väga samman tillgänglighet över flera färdmedel. Vad som däremot förekommer relativt ofta är en uppdelning i lokal och regional tillgänglighet. Regional tillgänglighet är ofta antal jobb som kan nås medan exempel på lokal tillgänglighet är avstånd till närmaste affär. Genomgående är att man inom litteraturen fokuserar på tid eller avstånd dvs. onyttan med att resa och beskriver målet med resan (det som skapar nytta) i mer rudimentära termer. Avstånd till påstigningspunkt i kollektivtrafiken ("Distance to Transit") förekommer också bland "D'na" i det måttet förekommer över huvud taget ingen nytta. Om vi ska fortsätta på det kritiska spåret så förekommer sällan någon kostnadskomponent vilket är en central del.

Vad vi är sämre på (i den transportmodellstödda planeringen) är dock lokal tillgänglighet med gång och cykel som skapar mycket av de urbana kvaliteterna. Om vi återknyter till figuren i bild 7 så ser vi att gång är ett centralt färdmedel i vissa bebyggelse typer. Vad som sker i lokaliseringen med modell är att hänsyn tas till tillgänglighet med kollektivtrafik för att styra mot täta miljöer där befolkningen sedan tar sig fram till fots. Här finns utrymme för en mer rikhaltig beskrivning. Man får aldrig heller glömma att det inte finns några rena kollektivtrafikresor utan att kollektivtrafik alltid sker i kombination med gång (cykel).

Distance to transit – Avstånd till kollektivtrafik

Vanligtvis mäter man den kortaste vägen mellan bostad eller arbetsplats till närmsta kollektivtrafikstation/hållplats för att avgöra avstånd till kollektivtrafik. Det kan även mätas som avstånd mellan hållplatser, täthet för kollektivtrafik eller antalet hållplatser per ytenhet. Avstånd till kollektivtrafik är egentligen en aspekt på den samlade tillgängligheten via kollektivtrafiksystemet.

3 Kritik av ämnet och metodproblem

Huvudfåran i ämnet har inte undgått kritik. En kritik som bland annat hävdar att ämnet har brister i när det gäller att belägga orsakssambandet mellan den byggda miljön och rörligheten. Mekanismerna som länkar från miljö till val av rörlighet (som längd och färdmedel) saknas och att det handlar om sökande av korrelationer. Problemet kan illustreras med att om man exempelvis skattar parametrarna i ekvationen nedan får man en skattning av effekten på FK_m (fordonskilometer) av några bebyggelsevariabler.

$$FK_m = \alpha + \beta(\text{täthet}) + \gamma(\text{avstånd CBD}) + \delta(\text{antal korsningar})$$

Vilken mekanism i tätheten eller avståndet som skapar effekten är man inte alltid lika tydlig med. Vi kan därmed inte säga något om sambandet allmängiltighet och om vilka andra eventuella förutsättningar som måste vara uppfyllda.

Inom transportefterfrågemodellering håller man sig tämligen strikt till orsakssamband medan man negligerat stadsmiljövariabler även om dessa mycket väl kan hävdas ingå i en orsakskedja. En (billig) poäng som är möjlig här är att säga att vi helt enkelt tar de bästa från två världar och löser både teoretiska och praktiska problem genom att införa stadsmiljövariabler i transportefterfrågemodeller eller ger modellerna inom "Mob..." mer av en struktur där det är möjligt att följa kausala samband där vi lånar in lite från efterfrågemodelleringen. Det första är möjligt och är vad som nu görs i utvecklingen av de svenska modellerna men komplexiteten och arbetsbördan gör att tillämpningen av dessa inte kan förväntas nå en större bredd. Transportmodeller är jobbiga att hantera och en analysram eller verktyg som förutsätter exempelvis att nyttomått (logsumma) beräknas med en transportmodell kommer att öka kostnad och arbetsbörda signifikant jämfört med en förenklad modell där man rundar behovet av en transportmodell. Förenklingar i tillämpad verksamhet måste betraktas som fullt acceptabelt så länge som de fortfarande leder till korrekta beslut. Ibland kan man behöva stå ut med teoretiska ofullkomligheter för att ha tillgång till fungerande verktyg. Därför är det viktigt att traditionen inom "Mob..." utvecklas efter sina förutsättningar och kan bistå med riktlinjer för en byggd miljö som gynnar andra färdmedel än bilen utan att förutsätta en tungjobbad modellapparat.

3.1 Självselektion

Många studier visar på att det finns ett samband mellan byggd miljö och resvanor, dock behöver detta inte nödvändigtvis innebära kausalitet. Det finns flera metodproblem associerade med en sådan här studie och det mest frekvent diskuterade inom ämnet är självselektion (se exempelvis Cao et.al. (2009), Handy et.al (2005), Mokhtarian & Cao (2007)). Självselektionsproblemet beror på att det finns en möjlighet att personer som föredrar att inte vara beroende av bil bosätter sig i lägen som gör att det är möjligt att lösa rörligheten på andra sätt. Vad vi observerar i data och våra modeller skulle således kunna vara ett resultat av bakomliggande värderingar avseende livsstil och rörlighet och inte en direkt effekt av den byggda miljön. Skulle det vara så är det ett skott under vattenlinjen för forskningsområdet. Eftersom frågan är fundamental så diskuteras den initialt

här och vi gör sedan vårt eget empiriska bidrag som redovisas efter standardmodellen.

Problemet är att exempelvis valen av boende och resande kan präglas av endogenitet dvs. att det kan finnas bakomliggande värderingar som påverkar båda dessa val. Kontrollerar man inte för denna endogenitet riskerar man bias i skattningarna, en så kallad endogenitetsbias. Det här problemet är inte något unikt för den här studien utan förekommer i vitt skilda fält vilket gör att det finns metoder som adresserar problemet. I Cao, Mokhtarian & Handy (2009) samt i Mokhtarian & Cao (2008) diskuteras olika metoder empiriskt respektive teoretisk. Deras slutsats är att longitudinella ansatser är att föredra trots vissa praktiska problem

Metodvalet är viktigt för att undvika denna typ av falska samband mellan byggd miljö och resvanor. Däremot betyder det inte att den byggda miljön saknar betydelse utan självselektion är snarare något som måste tas hänsyn till när samband mellan byggd miljö och resvanor undersöks. Att förstå dels sambandet mellan byggd miljö och resvanor samt dels sambandet mellan folks val av bostadsplatser och deras livsstil, ekonomi, resvanor är viktigt för samhällsplanerare och beslutsfattare. Genom att ta hänsyn till personers behov och önsknings inom samhällsplanering kan man nå effekter som annars är svåra, till exempel kanske det är många som bor långt från regioncentrum i bilorienterade områden men som egentligen vill bo i områden som är mer gångvänliga eller har bättre kollektivtrafiksanknytningar.

Cao et al. (2009a) förklarar vikten av att använda sig av rätt metod för att visa korrelation mellan byggd miljö och resvanor. Vidare menar Cao et al. på att det behövs fyra typer av bevis (association, non-spuriousness, time precedence, causal mechanism) för att dra robusta slutsatser om kausalitet. Det krävs alltså att ett statistiskt signifikant samband, ett samband som inte kan tillskrivas en annan variabel, att anledningen föregår effekten samt en logisk förklaring till varför den påstådda orsaken skulle ge upphov till den observerade effekten för att robust bevisa kausalitet. En del metoder för att bevisa kausalitet består av att använda sig av två testgrupper som undersöks vid två tillfällen där den ena gruppen flyttar, en så kallad longitudinell metod. På så vis kan man se om resvanor ändrats när den byggda miljön ändrats. Dock är det viktigt att inse att en flytt inte är något som sker slumpmässigt utan snarare ett medvetet val personer gör till följd av förändring av arbetsplats, familjeförhållande, livsstil eller inställning till resor.

Vad är då slutsatserna inom forskningsområdet vad gäller endogenitetsproblemet? Den kan man säga att det inte råder någon tvekan om att det finns ett statistiskt signifikant samband men styrkan och storleken på sambandet råder det tveksamhet kring. Ska man säga något om trenden inom ämnet så är min tolkning att det även med skarpere metoder i senare arbeten så kvarstår synen att det finns ett samband mellan bebyggelse och resebeteende men att man över tid kommit att betrakta sambandet som svagare.

4 Deskriptiv analys

I den här inledande beskrivningen redogör vi för datas allmänna egenskaper samt illustrerar vissa samband mellan bebyggelse, socioekonomi och resande. Vi gör vissa utvikningar med hänsyn till studiens fokus.

De data vi utgår från är den resvaneundersökning som utfördes i anslutning till trängselskatteförsöket under perioden 2004-2006¹¹. Undersökningen är utformad som en panel till skillnad från andra resvaneundersökningar. Det finns således två intervjutillfällen. I den första delen av analysen använder vi data från det ena året. I den deskriptiva analysen går vi igenom några variabler med fokus på vårt studieområde. För att illustrera generella samband har vi också använt oss av andra resvaneundersökningar som RVU 05/06 samt modeller skattade på dessa undersökningar.

4.1 Bil

Tabell 1 visar hur bil- och körkortsinnehav varierar med olika bakgrundsvariabler.

Tabell 1. Bil- och körkortsinnehav

Bakgrundsvariabel	Antal	Andel med bil i hushåll	Andel med körkort i hushåll
<i>Kön</i>			
Man	10136	78%	94%
Kvinna	13833	70%	88%
<i>Ålder</i>			
12-18 år	1088	84%	95%
19-24 år	777	68%	87%
25-39 år	4840	70%	92%
40-64 år	11328	79%	93%
65+ år	5936	63%	84%
<i>Bakgrund</i>			
Utl. medb född i Sv.	126	69%	90%
Utl. medb född i utl.	1013	64%	84%
Sv. medb född i utl.	1957	65%	82%
Sv. medb född i Sv.	20867	75%	92%
<i>Bostadstyp</i>			
Flerfamiljshus	13897	60%	86%
Enfamiljshus	9876	91%	97%
<i>Hemområde</i>			
Norr ytterförort	3359	84%	94%
Norr inre förort	2818	73%	90%

¹¹ <http://www.stockholmsforsoket.se/templates/page.aspx?id=8432>

Innerstad	5580	56%	88%
Lidingö	3090	82%	93%
Söder inre förort	6160	73%	89%
Söder ytterförort	2961	82%	92%

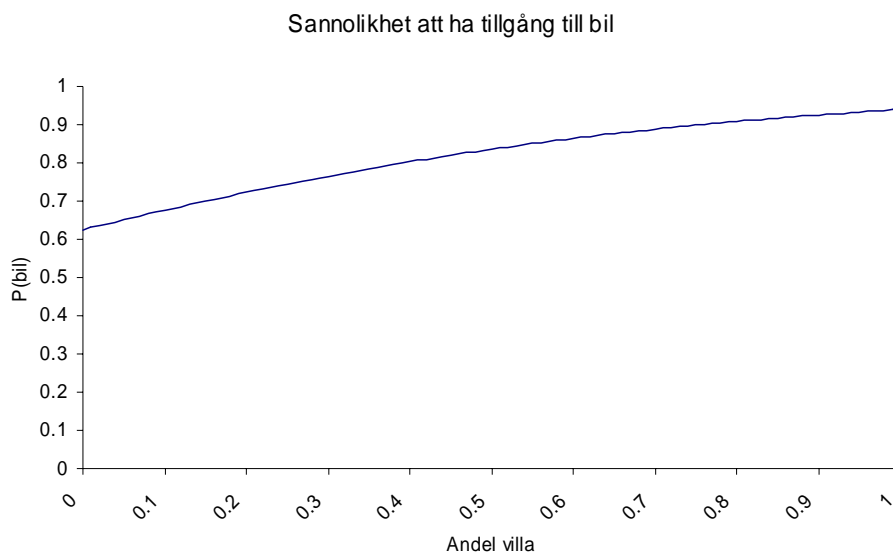
Det är stora skillnader beroende på var i Stockholmsregionen respondenten bor. I innerstaden har endast 56 % av respondenterna tillgång till bil medan över 80 % har tillgång till bil i yttre förort. En kraftfull brytvariabel är bostadstyp där det skiljer 30 procentenheter mellan de som bor i villa och de som bor i flerfamiljshus. Det ligger naturligtvis en del socioekonomi bakom den drastiska skillnaden.

Personer med svensk bakgrund bor med större sannolikhet i ett hushåll där det finns minst en bil än personer med utländsk bakgrund. Bland svenska medborgare som är födda i Sverige bor 74,5 % av respondenterna i ett sådant hushåll medan endast 63,5 % av de respondenter som är födda i utlandet och är utländska medborgare bor i ett hushåll med bil. Skillnaderna är noterbara men inte dramatiska. Det skiljer också mycket beroende på hur länge en person har bott i Sverige. Hade vi gjort den här studien på nyare data hade de senaste årens stora flyktinginvandring gett avtryck.

Hushåll som det endast bor en vuxen person i har med mindre sannolikhet bil. Detta kan bero på att personer som bor ensamma har en svagare hushållsekonomi men även bero på att personer som lever ensamma inte har sådana familjeförhållanden där bil behövs i samma utsträckning som personer som bor i hushåll med fler vuxna. En annan viktig sak att poängtera är att variabeln "bilinnehav" inte kräver att respondenten själv ska äga en bil utan endast att det ska finnas en bil till förfogande i hushållet. Med andra ord behöver endast en person i hushållet äga en bil för att respondenten skall svara ja på frågan om det finns bil i hushållet. Generellt sett ökade förekomsten av barn sannolikheten till att det skulle finnas minst en bil i hushållet.

Inkomsten har stor inverkan på förekomsten av bil. Bland de personer som hade en inkomst under 15000 kr innan skatt var det vanligare att inte ha en bil i hushållet än att ha det. Däremot har runt 90 % av de som hade en inkomst på över 40 000 kr en bil i hushållet. Skillnaderna för de tre högsta inkomstklasserna var små, 88,0 % sannolikhet att ha bil för de med inkomst 40 001-55 000 kr, 91,4 % av de som har inkomst 55 001-70 000 kr har bil och 92,7 % av de hushåll som har en inkomst över 70 001 kr har bil. Detta tyder på att man i regel har en bil om man har råd.

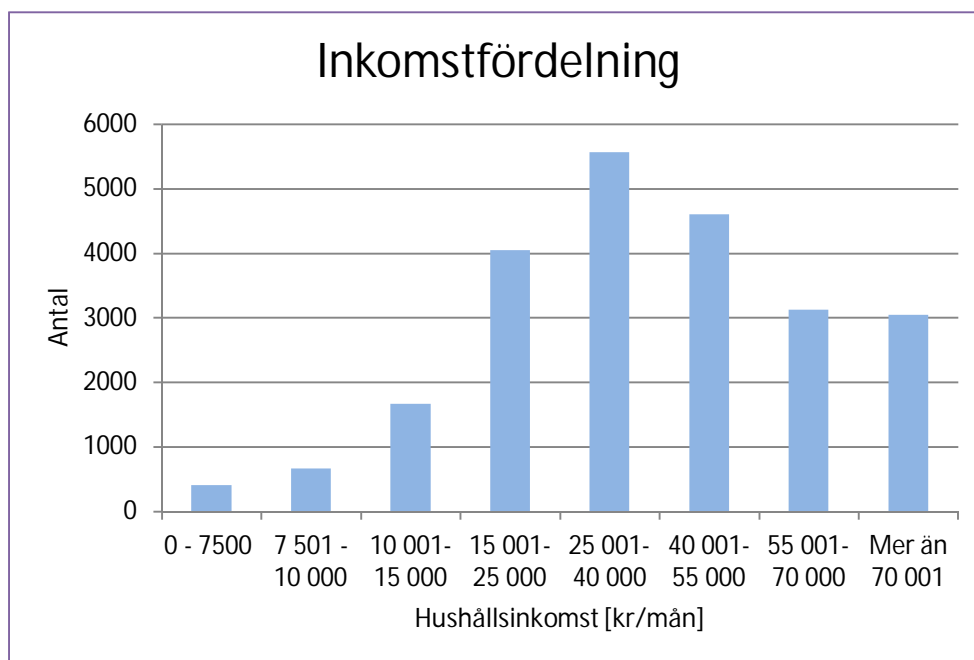
Eftersom bilinnehavet ligger lite utanför mittfåran i ämnet har vi gått igenom det ganska noggrant ovan i teoridelen medan vi lämnat den beskrivande analysen till detta avsnitt. I figuren nedan visar vi ett resultat från en bilinnehavsmodell (skattad på RVU 05/06) på hur sannolikheten att ha bil i hushållet varierar med andelen villor i zonen. Vi ser att det varierar mellan drygt 0,6 till 0,95. Andel villa är emellertid en variabel som samvarierar med täthet och tillgänglighet.



Figur 2. Illustration av hur sannolikhet att ha bil varierar med andel villor i området

4.2 Inkomst

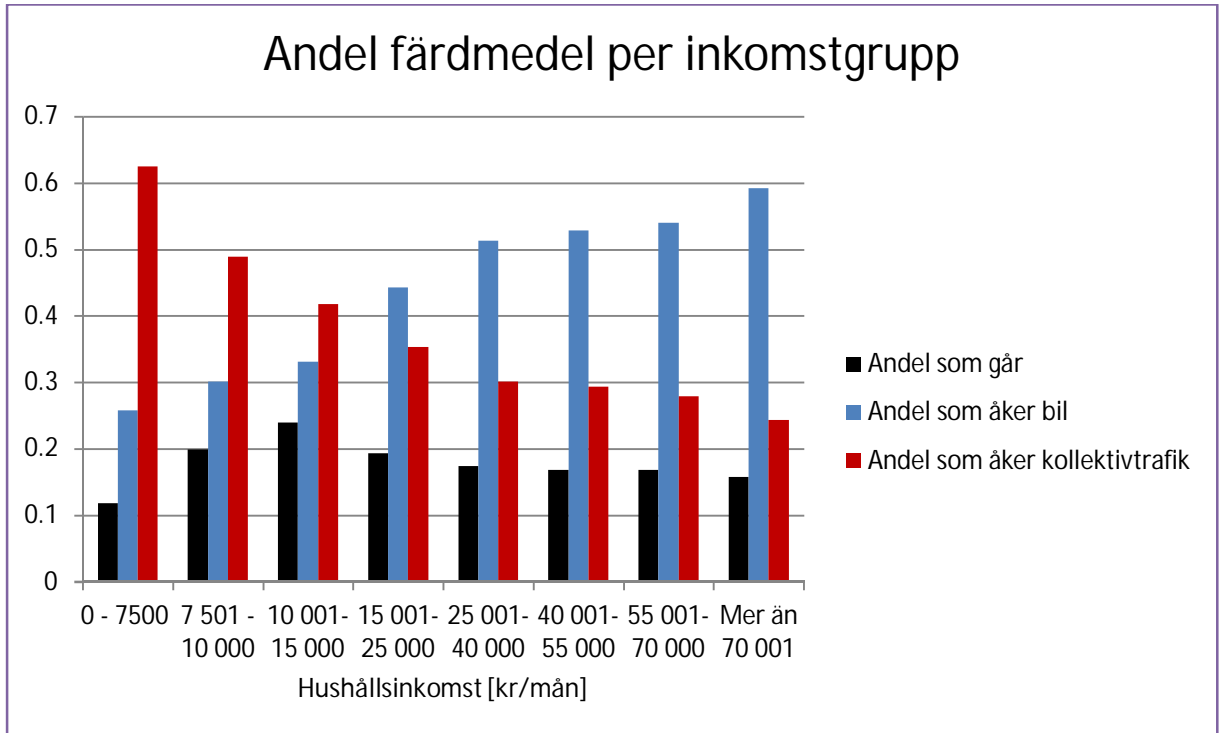
Inkomst ger förutsättningar för hushållets rörlighet genom att användning av såväl kollektivtrafik som bil är förenat med monetära kostnader. *Figur 3* illustrerar hur hushållsinkomsten innan skatt fördelas i materialet, 24,0 % av respondenterna tillhörde ett hushåll med 25 001-40 000 kr i månaden som inkomst vilket var den vanligaste inkomsten.



Figur 3. Inkomstfördelning bland respondenterna

Tydligast avtryck gör inkomst på andelen som använder bil respektive kollektivtrafik. I *Figur 4* visas färdmedelsandelen per inkomstgrupp och för bil respektive kollektivtrafik är mönstret tydligt.

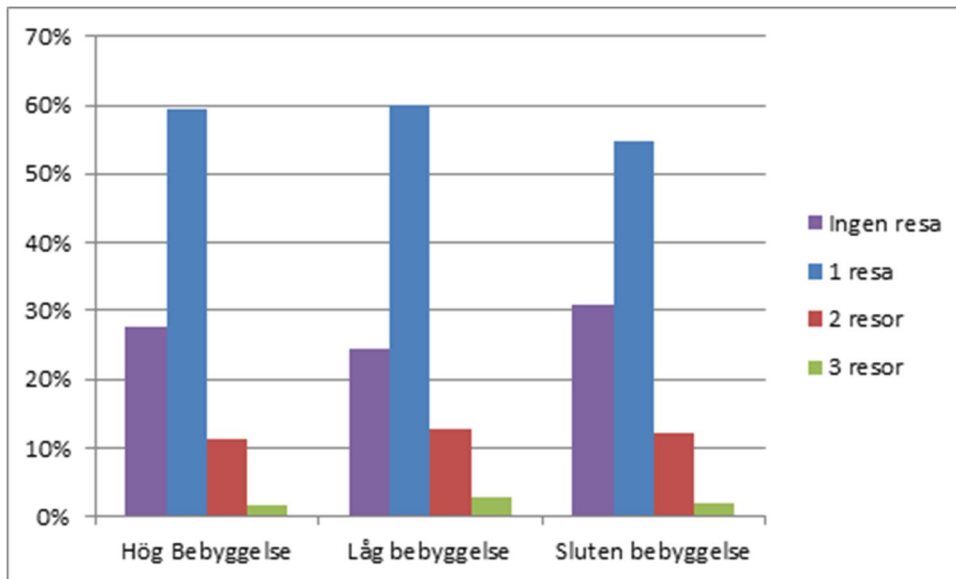
Bland de resor som utfördes av personer som uppgav sig ha en inkomst inom hushållet på mindre än 15 000 kr innan skatt var det vanligare att kollektivtrafik var huvudfärdmedel än bil, se Figur 4. För högre hushållsinkomster än 15 000 kr var bil det vanligaste huvudfärdmedel och bland de som hade en inkomst mellan 55 001-70 000 kr var det dubbelt så vanligt att använda bil som huvudfärdmedel än kollektivtrafik.



Figur 4. Andel färdmedel per inkomstgrupp

4.3 Resefrekvens

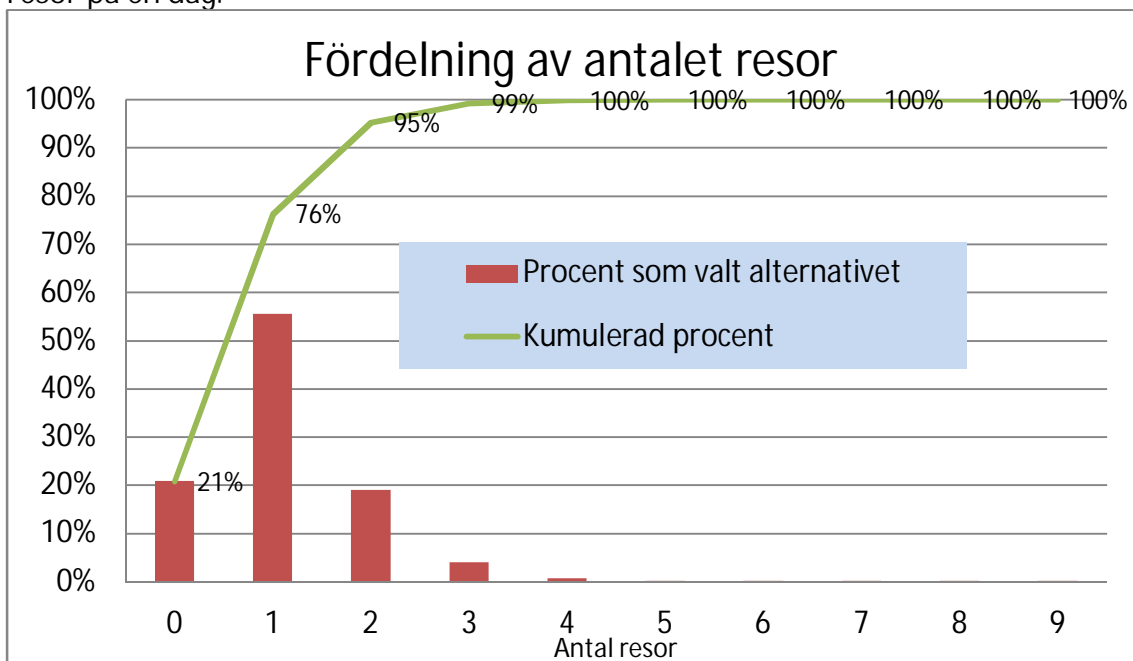
Antalet resor brukar betraktas som ett grundläggande val vi gör och det är ofta inte helt lätt att genomskåda hur resornas antal och uppbyggnad är organiserade. Behoven av att utföra ärenden är som regel kopplade till individens grundläggande behov av försörjning, service och fritidsvanor. Dessa i sin tur har mer att göra med demografiska och socioekonomiska egenskaper än med den byggda miljön. I figur en nedan visas antalet resor fördelat på bebyggelsestyp. Skillnaderna är små mellan de olika bebyggelsestyperna. I slutet bebyggelse är det något fler som gör ingen resa och färre som gör en resa. Figuren är endast deskriptiv och det är möjligt att de små skillnader som syns beror på att demografin skiljer mellan bebyggelsestyperna.



Figur 5. Fördelning på antal resor efter bebyggelsetyp.

Ofta studeras antalet resor ut från bostaden vilket är den trafik som kommer att påverka närmiljön medan det för individen är intressant vilka aktiviteter som kan utföras. Från individens utgångspunkter kan ett antal aktiviteter utföras antingen som separata resor eller som en kedja av aktiviteter. Mätt antal resor och reslängd kommer att variera beroende på hur aktiviteterna kombineras i en resekedja. Det man traditionellt mäter och det vi mäter här är antalet resor med ett separat huvudärende.

Antalet resor är en egenskap som tenderar att vara ganska stabil i flera avseenden. I Figur 6 visas fördelningen över antal resor som respondenterna i RVU/RES 05/06 gjorde vilket är nationella data. Det förefaller vara en ganska hård gräns för hur många resor som utförs och bara ett litet fåtal gör tre eller fler resor på en dag.



Figur 6. Fördelning av andelen individer över resmönster (bostadsbaserade turer).

En annan dimension i resandet som är hur det utvecklas över tid. För svenska data har det studerats i samband med utvecklingen av trafikefterfrågemodeller (pågående arbete med utveckling av Sampers). Det ser ut som att antalet resor är oförändrat eller svagt avtagande över tid.

Sammantaget när det gäller antalet resor är att de är ganska fasta inom sina ramar och det gäller hur de utvecklas över tid och hur många som utförs under ett dygn per individ. Vi ska således inte förvänta oss att några åtgärder kan påverka frekvensen i någon större utsträckning och finne vi sådana åtgärder ska de betraktas med viss skepsis.

För att skatta resefrekvens kan vi även studera vad som gjorts i skattningarna av frekvensmodellen i den nationella transportmodellen Sampers¹². I arbetet med Sampers frekvensmodeller är variabler från den byggda miljön inte ett fokus även om några testats. I Sampers modeller förekommer huvudsakligen socioekonomiska variabler, tillgänglighet och innehav av bil och körkort. Tillgänglighet förekommer i många av ekvationerna medan täthet inte gav signifikans även om det testades.

4.4 Färdmedel

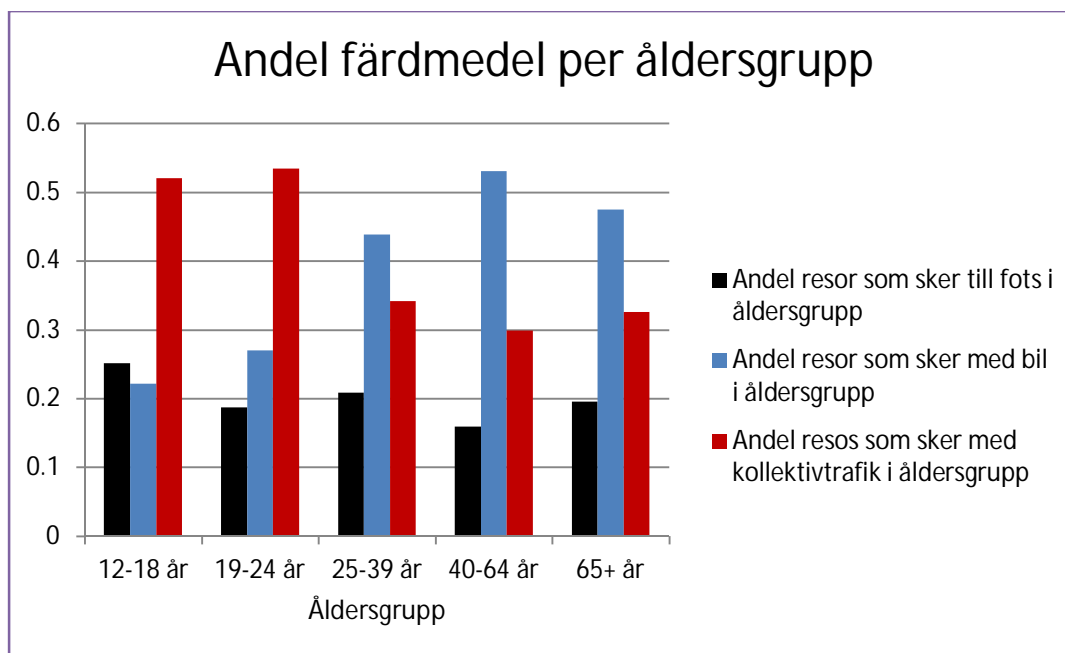
Huvudfärdmedel har definierats som det färdmedel som huvudsakligen användes under resan. I realiteten består en resa eventuellt av fler färdmedel, t.ex. då någon går till en busshållplats för att sedan ta bussen, men i detta arbete har hänsyn endast tagits till huvudfärdmedlet. Bil är det vanligaste huvudfärdmedlet (totalt 46,5 %) följt av kollektivtrafik (30,8 %). Här har vi en liten källa till problem då vi kan notera att andelen cykel är mycket låg, lägre än vad som noteras i andra undersökningar.

Tabell 2. Färdmedelsfördelning

Färdmedel	Antal	Procent
Till Fots	9739	17,9%
Cykel	549	1,0%
Bil, Passagerare	4864	8,9%
Bil, Förare	20459	37,6%
Kollektivtrafik	16784	30,8%
Övrigt	2061	3,8%
Total	54456	100%

I åldrarna 12-24 år var huvudfärdmedlet i de flesta resor kollektivtrafik men för resor gjorda av äldre personer än så var det vanligare att bil var huvudfärdmedel än kollektivtrafik. Störst andel resor med bil som huvudfärdmedel utfördes av personer mellan 40-64 år.

¹² Pågående arbete för Trafikverket.

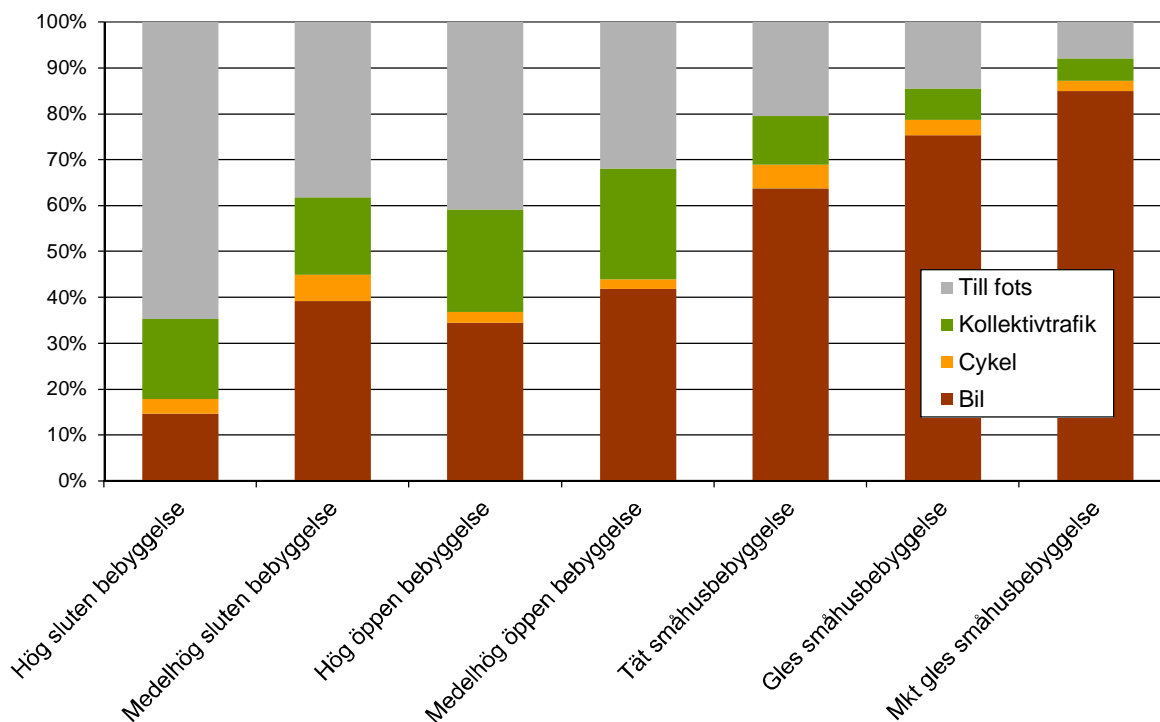


Figur 7. Andel färdmedel per åldersgrupp

Tillgången till bil har i stor utsträckning inverkan på valet av transportmedel. Bland resor som gjordes av respondenter som hade tillgång till bil i hushållet var bil huvudfärdmedel i 58 % av fallen. Däremot var bil huvudfärdmedel i endast 10 % av de resor som gjordes av personer som inte hade tillgång till bil i hushållet. Bland dessa personer var det nästan sex gånger vanligare att resorna gjordes med kollektivtrafik som huvudfärdmedel än bil. Även andelen resor som gjordes till fots var vanligare bland de respondenter som inte hade tillgång till bil (26 %) jämfört med de som hade tillgång till bil i hushållet (14 %).

Det är tydligt att var bostaden ligger spelar roll för vilket färdmedel personer väljer. De resor som utfördes av respondenter som bor i ytterförorter skedde mer än dubbelt så ofta med bil som med kollektivtrafik, och bil användes som huvudfärdmedel vid mer än hälften av resorna av dessa respondenter. Förhållandet mellan bil och kollektivtrafik var mer jämnt bland resor som skedde av personer som bodde i inre förorter även om bilen fortfarande var vanligare som huvudfärdmedel än kollektivtrafik. Däremot var andelen resor som skedde med kollektivtrafik större än andelen resor som skedde med bil för respondenter som var bosatta i innerstaden. Även andelen som reser till fots är betydligt större bland de som bor i innerstaden, 32,9 % av de resor som genomförs av personer som bor i innerstaden sker till fots medan motsvarande siffra för de andra hemområdena är 11,7–16,6 %.

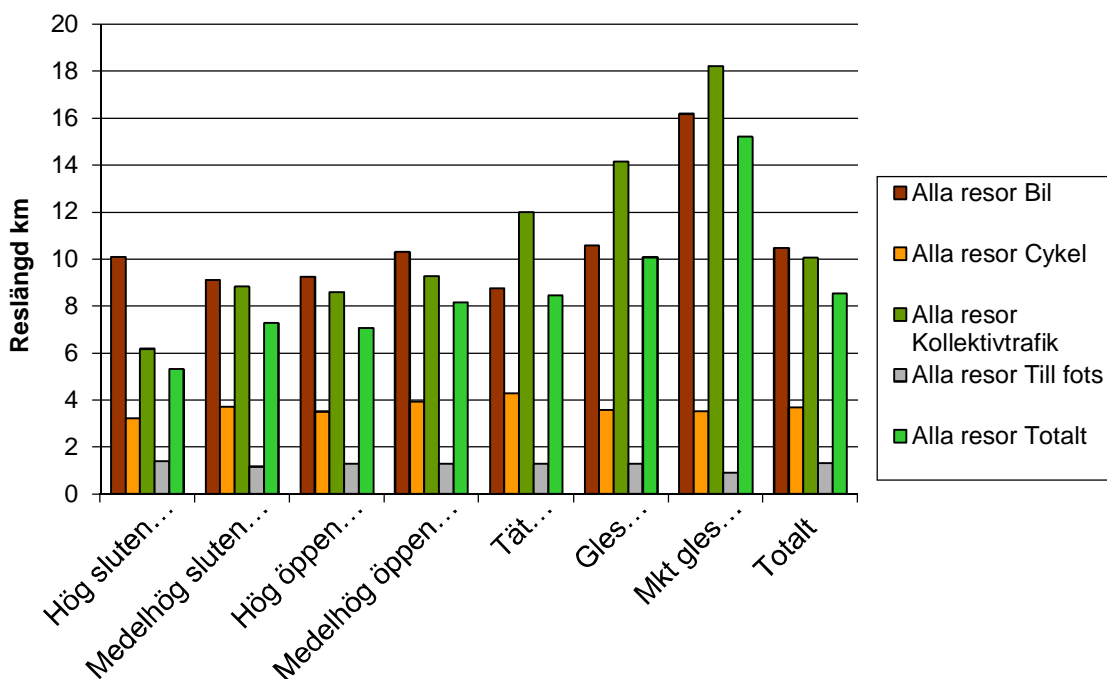
I figuren nedan visar vi färdmedelsfördelningen för resor till samtliga ärenden ur RVU 05/06. I figuren finns grovt sett tre nivåer på andelen bil 1) en mycket låg nivå för hög sluten bebyggelse, 2) en nivå för övrig flerfamiljshusbebyggelse och slutligen 3) småhusbebyggelse som ökar med gleshet. Det färdmedel som tar upp återstående skillnad är främst resorna till fots och till viss del med kollektivtrafik. I materialet spelar cykel en underordnad roll.



Figur 8. Samtliga ärenden. Källa: Bearbetning av RVU 05/06.

4.5 Reslängd

I figuren nedan visas reslängden efter bebyggelsestyp och färdmedel. Det är påfallande liten skillnad mellan olika bebyggelsestyper med undantag av mycket gles villabebyggelse. Detta är en indikation på att de skillnader vi kommer att se avseende bebyggelsestyp är i färdmedelsvalet.



Figur 9. Reslängd efter färdmedel och bebyggelsestyp.

5 Modellformulering

Först operationaliserar vi våra variabler och beskriver hur de beräknats och därefter presenteras de modeller som skattats.

Utgångspunkten är i likhet med mittfåran i litteraturen är att attributsätta en resvaneundersökning med stadsmiljövariabler och komplettera med variabler för trafikutbudet av god kvalitet (eller i vart fall variabler som används i trafikefterfrågemodeller).

De nyckeltal och verktyg som används idag bygger huvudsakligen på modeller där kvantitativa variabler (tid kostnad) förklarar resandet medan kvalitativa variabler varit mindre väl representerade. Avsikten är att med svenska data fånga eller avfärda den typen av egenskaper i stadsbyggandet som betydelsefulla för mobiliteten.

Vi har också en viss förhoppning om att bidra till ökad klarhet om täthetens betydelse för valet av färdmedel. Vissa studier tyder på att bra tillgänglighetsmått släcker ut betydelsen av täthet. Täthet ger samtidigt ett starkt bidrag till tillgänglighet men inte entydigt så.

Det finns flera metodproblem associerade med en sådan här studie exempelvis att boende och resande präglas av endogenitetsbias som vi diskuterat ovan. Det här problemet är inte något unikt för den här studien utan förekommer i vitt skilda fält vilket gör att det finns många metoder som adresserar problemet. I Cao, Mokhtarian & Handy (2009) samt i Mokhtarian & Cao (2008) diskuteras olika metoder empiriskt respektive teoretisk. Deras slutsats är att longitudinella ansatser är att föredra trots vissa praktiska problem. En möjlighet för oss att utnyttja trängselskatte-RVUn och där det finns möjlighet att följa individer mellan två tidpunkter där vissa har flyttat (ca 2000 i samplet) och därmed ändrat boendemiljö och vi kan därmed avläsa en effekt på resebeteendet. Flyttarna kan jämföras med en kontrollgrupp så att vi kan hålla ordning på effekter av säsong och inte minst effekten av trängselskatten.

Täthet

Stockholms län består av 1240 trafikzoner, som används vid beräkning av variablerna för byggd miljö. Varje observation (respondent) tilldelas de värden på variabler för byggd miljö som är specifik för den trafikzon respondenten är bosatt i. Trafikzonernas storlek och utformning varierar över länet, i regler är zonerna mindre i mer centrala lägen. Samtliga täthetsvariabler räknas per ytenhet i trafikzonerna. Tätheterna mäts i tre avseenden; befolkning, byggnader och service.

Befolkningstäthet

Befolkningstätheterna i respektive trafikzon räknas som antal personer per kvadratkilometer bebyggd area. Den bebyggda arean för trafikzonerna beräknas

med hjälp av Lantmäteriets kartor hämtade från SLU (Sveriges Lantbruksuniversitets kartor). Två variabler användes för befolkningstäthet:

- Dagbefolkning
- Nattbefolkning

Dessa variabler är kontinuerliga och har enheten personer/kvadratkilometer bebyggd area. Nattbefolkning avser de personer som är bosatta i trafikzonen medan dagbefolkning tar hänsyn till hur många det är som arbetar i trafikzonen.

Bruttoarea

Täthetsvariabeln som tar hänsyn till hur tätbebyggt området är räknas som andelen bruttoarea per markyta där markyta är den totala arean i trafikzonen bortsett från ytor som täcks med vatten. Bruttoarea, även kallat BTA, är den totala golvytan eller boytan i ett hus. BTA är alltså summan av alla våningsplans area och begränsas av ytterväggarna. Variabeln BTA är en kvot mellan två areor och är alltså enhetslös.

Service

Som ett mått på service i närområdet används antalet anställda inom specifika yrkesgrupper per ytenhet. Tre olika variabler för olika typer av service användes. Enheten för dessa var antal anställda per kvadratkilometer bebyggd area.

- Sjukvård
- Skola
- Affärer

Affärer räknas i detta fall som parti-och detaljhandel samt reparationer.

Diversity

Självförsörjningsgrad

Som ett mått på variation används hur stor dagbefolkningen är jämfört med nattbefolkningen. En trafikzon där dagbefolkningen är jämnstor med nattbefolkningen anses ha stor variation då den både erbjuder bostäder och arbetsplatser. Däremot är ett område där nattbefolkningen är mycket större än dagbefolkningen bostadsorienterat medan ett område med stor andel dagbefolkning är arbetsplatsorienterat. Självförsörjningsgrad räknas som dagbefolkningen i trafikzonen dividerat med nattbefolkningen. En hög självförsörjningsgrad innebär alltså att det är fler som arbetar än som bor i området.

Design

De element i byggd miljö som undersöks i denna studie är korsningstäthet, bebyggelsetyp och andelen villor i området.

Korsningstäthet

Enligt den befintliga litteraturen sker resor i större utsträckning till fots i områden med täta gatunätverk. Variabeln korsningstäthet definieras i den här studien som antalet vägkorsningar per kvadratkilometer markyta. En avgränsning har gjorts till att bara ta hänsyn till vägar med maximal hastighetsbegränsning på 50 km/h. Denna avgränsning grundar sig på ett antagande om att andelen resor som görs till fots på vägar med

hastighetsbegränsning över 50 km/h är relativt låg. Med andra ord antas det att andelen korsningar i ett vägnätverk med höga hastigheter inte har någon betydande inverkan på beslutet om att utföra en resa till fots eller med annat färdmedel.

Bebyggelse

Tre olika variabler användes för att undersöka bebyggelse typens inverkan på resvanor. Dessa grundar sig i Lantmäteriets definition av bebyggelse typer som sker områdesvis. Variablerna är utformade så att de mäter andelen av bebyggelsen i trafikzonen som är av en viss typ. Alltså mäter variabeln "Hög bebyggelse" andelen hög bebyggelse inom den bebyggda arean i respektive trafikzon. Slutna bebyggelse är bebyggelse i innerstadsmiljöer och begränsas av slutna kvarter.

- Hög bebyggelse
- Låg bebyggelse
- Slutna bebyggelse

Andel villa

Variabeln Andel villa mäter just andelen bostäder i trafikzonen som är villor.

Tillgänglighet

Tillgänglighetsvariablerna hämtas från transportmodellen LuTRANS¹³. De består av logsummor och tar hänsyn till resmålets storlek och kostnader. Tillgänglighetsvariablerna är utvecklade på trafikzonsnivå och består av variabler som bland annat berör markanvändning, trängsel och restid. I denna studie definieras tillgänglighet som differensen mellan tillgänglighet för personer med tillgång till bil och personer som inte har det. En stor positiv skillnad innebär alltså att tillgängligheten med bil är avsevärt större än tillgängligheten med kollektivtrafik (och andra färdmedel). Ju större differensen är ju starkare skäl att göra valet att ha bil. Två olika tillgängligheter används i denna studie:

- Tillgänglighet arbetsresor
- Tillgänglighet övriga resor

Matematiskt ser logsumman ut som formeln nedan:

$$LS = \frac{1}{\mu} \ln \sum_j A_j \exp(-\mu c_j)$$

Där μ är en spridningsparameter, A_j är destinationer av en viss typ i zon j och c_j är kostnaden för att åka till zon j . c ska här betraktas som en generaliserad kostnad dvs. en samlad tolkning av olika typer av reseuppostring tolkade i monetära termer. Avståndsfunktionen (eller diskonteringsfunktionen) som kostnaden sätts in i är en negativ exponentialfunktion vilket betyder att den faller ganska kraftigt till en början och sedan planar ut. Värdet för diskonteringsfunktionen multipliceras sedan med antalet destinationer (A) i zon j . Man kan intuitivt se att en destination som ligger nära kommer att få en relativt hög vikt medan en som ligger längre bort kommer att få en lägre vikt. Den stora

¹³ LUTRANS –Dokumentation (2013). Utvecklad av WSP Sverige AB men tillgänglig på begäran.

poängen med en diskonteringsfunktion som kommer från en transportmodell är att funktionens form är resultatet av en estimeringsprocess på observerat resande. Vi lider alltså inte av något godtyckligt ansatt värde där vi mäter antalet arbetsplatser inom 40 minuter eller avståndet till regioncentrum (exempelvis som i den rektangulära avståndsfunktionen i figuren ovan).

I formeln ovan har vi inte fördelat tillgängligheten på olika färdmedel men eftersom restiden skiljer mellan olika färdmedel kommer funktionerna att se olika ut och tillgängligheten att skilja mellan olika färdmedel och ärenden. Poängen med logsumman är att vi har ett konsistent sätt att mäta tillgänglighet över olika färdmedel där vi kan jämföra nyttan under förutsättning ett individen har tillgång till bil respektive inte har det.

Den generaliserade kostnaden för bil består av kostnaden att köra bilen (drivmedel samt slitage på bilen per km), eventuell tullavgift samt tiden (även med hänsyn till trängsel) att ta sig till destinationen. För kollektivtrafik består den generaliserade kostnaden för kostnaden att köpa ett månadskort dividerat med 20 adderat till den totala restiden. Med andra ord väntetid, tid i färdmedel, gångtid samt bytestid.

Det finns även andra mått på tillgänglighet som förekommer flitigt i litteraturen och som även vi testat. Ett är avstånd till centrum, andra att summera exempelvis antalet arbetsplatser inom ett visst avstånd eller visst tidsavstånd exempelvis 40 minuter. När man summerar antalet målpunkter inom ett avstånd använder man sig av det som i figuren ovan är rektangulär diskonteringsfunktion. Man tillmäter alla destinationer inom 40 minuter fullt värde medan destinationer bortom 40 minuter inte värderas alls. Den typen av mått är vanligt förekommande men är dåligt empiriskt förankrade.

Avstånd till kollektivtrafik

Två variabler användes för kollektivtrafik:

- Tunnelbanestation i zonen 0/1.
- Antal busshållplatser inom 1 km

Variabeln för tunnelbana är en dummyvariabel som anger om det finns någon tunnelbanestation i trafikzonen eller inte. Trafikzonerna är utformade så att det endast skall finnas maximalt en tunnelbanestation per zon däremot kan det förekomma fler busshållplatser i en och samma zon.

Socioekonomi

Samtliga socioekonomiska variabler hämtades från resvaneundersökningen.

Ålder

Åldersindelningen gjordes i fem åldersintervall:

- 18-24 år
- 25-34 år
- 35-49 år
- 50-65 år

- Över 65 år

Respektive intervall representerades med en dummy-variabel. Åldersintervallen är ämnade för att representera olika kritiska punkter där beteendemönster och resvanor ändras. Sådana kritiska punkter kan vara förändringar i familjeförhållande, bostad eller sysselsättning.

Inkomst

Inkomsten i resvaneundersökningen uppgavs av respondenterna som ombads fylla i det intervall som stämde med hushållets inkomst. Inkomsten angavs som den ersättning, lön, pension, bidrag eller inkomst från eget företag/jordbruk hushållet fått per månad innan skatt det senaste året. Då en mycket lågt angiven inkomst (0-10 000 kr/mån) kan tyda på att respondenten av något skäl inte vill uppge sin egentliga inkomst snarare än att svaret speglar den faktiska hushållsinkomsten uteslöts de respondenter som uppgett detta intervall. De intervall som kvarstod var

- 10 001 – 15 000 kr/mån
- 15 001 – 25 000 kr/mån
- 25 001 – 40 000 kr/mån
- 40 001 – 55 000 kr/mån
- 55 001 – 70 000 kr/mån
- Mer än 70 001 kr/mån

Varje intervall representerades med en dummy-variabel.

Barn i hushåll

Variabeln "Barn i HH" är en dummyvariabel som definieras som de hushåll som i resvaneundersökningen uppgett att de har minst ett barn 0-12 år.

Villa

Variabeln Villa uppger respondentens bostadstyp. De hushåll som bor i ett radhus, enfamiljshus eller villa som de antingen äger själva, hyr eller äger i form av bostadsrätt definieras som hushåll som bor i villa.

Bakgrund

Nationalitet och ursprung ryms under bakgrundsvariabler som består av två dummyvariabler:

- Född i utlandet
- Utländsk medborgare

Körkort

Respondentens körkortsinnehav representerades i en dummyvariabel där värde 1 innebar att respondenten hade körkort. För bilinnehavsmodellen skapades även dummyvariabler för att kontrollera för hur många körkort som totalt sett fanns i hushållet.

Bil

Respondenter som uppgett sig ha tillgång till bil inom hushållet tilldelas värde 1 på dummyvariabeln Bil. Respondenten behöver själv inte ha något körkort men variabeln Bil har definierats så att ett hushåll ej kan ha en bil utan att det finns något körkort i hushållet. Nedan kallar vi det för en tillgångsvariabel. Hushåll som uppgett att de har en bil men inget körkort utesluts alltså från datamaterialet.

Bilen behöver ej vara ägd av hushållet utan kan t.ex. vara en tjänstebil eller leasingbil. Variabeln uppger inte hur många bilar som disponeras av hushållet utan endast om det finns minst en bil tillgänglig i hushållet.

6 Modellskattningar

Förutsättningarna att ha bil styrs delvis av hur den byggda miljön formulerats men också av hushållens socioekonomi. Ovan redogjorde vi för hur de modeller för bilinnehav och färdmedelsval som är under utveckling i Svensk trafikefterfrågemodellering är formulerade medan vi här utgår från andra data och delvis gör om samma sak men med större betoning av den byggda miljöns variabler. I detta arbete har vi, till skillnad från vid trafikefterfrågemodellering, möjlighet att använda egenskaper från den byggda miljön som är svåra att prognosticera vilket är nödvändigt i det senare fallet.

I ett första steg redovisar vi modeller där vi inte tar hänsyn till självselektion vilket vi gör senare. Variablerna som går in i våra nyttofunktioner är genomgående linjära. Vi har prövat att använda logaritmen av vissa variabler men inte funnit något stöd för att det skulle ge en bättre anpassning till data. Vi har prövat alternativ till linjära funktioner när det inte funnits teoretiska skäl att hålla sig till linjära formuleringar och låta funktionsformen bli en empirisk fråga.

6.1 Logitmodellen

Det vi ska studera är genomgående uteslutande diskreta val som individer gör som att välja att ha bil eller inte ha bil. En vanlig modell för att studera den typen av valsituationer är logitmodeller¹⁴. I logitmodeller formulerar man nyttan som vi kan mäta för en individ att göra ett val i en linjär funktion som kan se ut som:

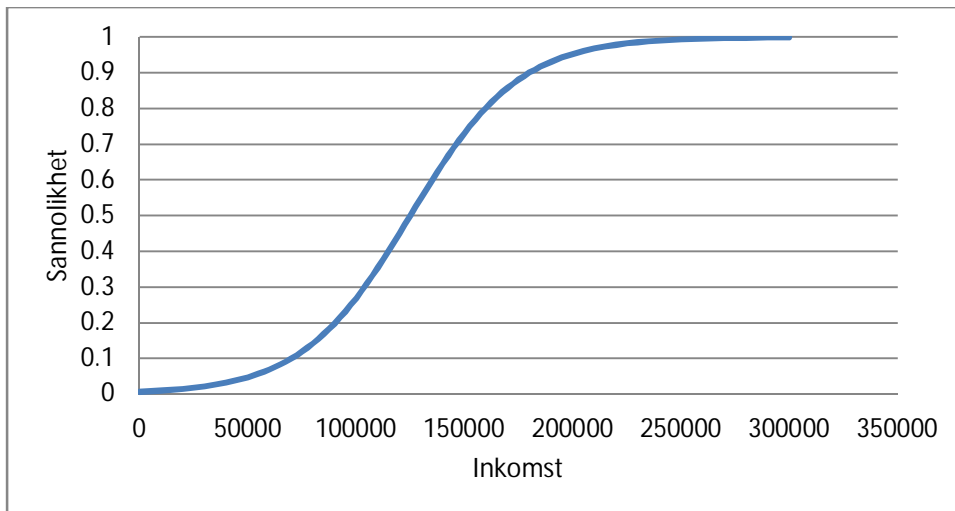
$$U^{bil} = \alpha + \beta x + \epsilon$$

Där nyttan U beskrivs av en alternativspecifik konstant α^{bil} , en variabel x , en skattad parameter β som översätter värdet på variabeln till nytta samt en slumpterm eller den av modelleraren ej observerade nyttan (ϵ). Antar vi att ϵ är Gumbelfördelad så får vi en logitmodell av detta med vilken vi kan skatta sannolikheten att olika alternativ ska väljas, i exemplet nedan att ha bil.

$$P(bil) = \frac{\exp(\alpha + \beta x)}{1 + \exp(\alpha + \beta x)}$$

I ekvationen skulle x kunna vara inkomst och ansätter vi ett värde på β som vi tänker oss vara positivt eftersom det är troligare att man har bil ju högre inkomst man har så får vi en sannolikhetsfunktion som kan se ut som i figuren nedan.

¹⁴ Se exempelvis http://eml.berkeley.edu/books/choice2nd/Ch03_p34-75.pdf för en bra text av Kenneth Train.



Figur 10. Exempel på sannolikhetsfunktion i logitmodellen.

I exemplet hade vi endast två val att ha bil eller inte och vi hade bara en variabel. Har man en modell med flera val så blir det flera nyttofunktioner som är fallet i exempelvis modellerna för färdmedelsval och kan då se ut som formeln nedan.

$$P(bil) = \frac{\exp(\alpha^{bil} + \beta^{bil}x)}{\exp(\alpha^{bil} + \beta^{bil}x) + \exp(\alpha^{koll} + \beta^{koll}x) + \exp(\alpha^{cy} + \beta^{cy}x)}$$

Vi kan nämna några egenskaper som är centrala för modellen. Modellen returnerar värden i intervallet 0-1 vilket är en förutsättning. Vi ser också att sannolikheten förändras olika mycket beroende på i vilket intervall förändringen sker, logitmodellen är alltså inte konstantelastisk till skillnad från modeller som är vanliga i exempelvis ekonomisk analys. Vill man beräkna elasticiteten får man antingen välja i vilken punkt man beräknar den eller, vilket är vanligt, man beräknar elasticiteten för ett urval av individer som representerar den totala populationen. I det senare fallet simulerar man med modellen hur individerna reagerar om man förändrar inkomsten med exempelvis 10 % med utgångspunkt i deras aktuella inkomst.

Logitmodellens parametrar kan man signifikant testa och ange t-värden för i likhet med vanliga regressionsmodeller. När man ska beskriva modellens förklaringsgrad finns inte motsvarande mått som anger andelen av variansen som förklaras (R^2). Istället brukar man ange rho (ρ) som är kvoten mellan värdet på log-likelihood funktionen med de skattade parametrarna och med parametrarna satta till noll (vilket innebär ingen modell).

$$\rho = 1 - \frac{LL(\hat{\beta})}{LL(0)}$$

Ibland kallas värdet ρ^2 , möjligen för att leda tankarna till R^2 , vilket inte är helt lyckat eftersom de är olika saker. ρ kan användas för att jämföra modeller skattade på samma data och med samma alternativ men har ingen intuitiv tolkning. Vi anger också ett värde på ρ med hänsyn till konstanter dvs. hur bra den skattade modellen är i förhållande till en modell med endast medelvärdet för respektive alternativ beräknats. Värdena för ρ upplevs ofta som förhållandevis låga i jämförelse med vad man är van vid för R^2 och det är svårt att säga något

generellt om vad som är ett bra värde för ρ . Som jämförelse kan vi ta andra modeller där man skattat liknande modeller. Vi refererar till detta på några ställen i anslutning till modellerna.

När vi skattat modellerna har vi först tagit en full uppsättning variabler och sedan stegvis eliminerat de variabler med lägst signifikans eller variabler som varit korrelerade med varandra. När vi haft två alternativa variabler som syftar till att beskriva samma sak som exempelvis två olika tillgänglighetsmått har vi skattat modellen med respektive variabel och låtit signifikans och förklaringsgrad avgöra den slutliga specifikationen.

6.2 Modell för att ha tillgång till bil i hushållet

Vi skattar två separata modeller som vi segmenterat på antal vuxna i hushållet. Segmentering används när man kan anta att olika grupper svarar olika på vissa variabler eller om data är definierade på olika sätt.

Modell 1: Använd traditionella variabler dvs ej Logsumma.

Modell 2: Vi använder Logsumma.

Fyra olika modeller skattades för bilinnehav; två för hushåll med endast en vuxen där den ena modellen tar hänsyn till logsumma och den andra inte samt två motsvarande modeller för hushåll med flera vuxna. Anledningen till att olika modeller skattades beroende på om det var en eller flera vuxna i hushållet var att inkomstvariabeln är definierad olika beroende på om man bor i hushåll med en eller fler vuxna vilket kräver två olika modeller med olika variabler för inkomst. Vi har tidigare argumenterat för att variabeln "logsumma" som ofta används som mått på tillgänglighet kan ta inflytande från en rad andra variabler då den är komplext sammansatt och beskriver ett områdes förutsättningar på ett mer heltäckande sätt. För att avgöra om så är fallet har modellerna först skattats utan logsumma. Därefter har logsumma lagts till i modellskattningen och det har varit möjligt att se om den bidragit till att andra parametrar tappat signifikans.

I Tabell 3 redovisas skattningar för hushåll med en vuxen. Den beroende variabeln är valen att ha ingen bil eller att ha en bil. Referensalternativet är ingen bil och nyttofunktionen avser alternativet att ha bil. I bilinnehavsmodellen för hushåll med 1 vuxen har logsumma stort inflytande på variabeln "andel villa" som beskriver vilken bebyggelsestruktur (design) som tillämpas respondentens hemområde. I modellen utan logsumma är "andel villa" starkt signifikant med t-värde 3,9. I modellen med logsumma är däremot t-värdet endast 1,0. För samtliga variabler för byggd miljö är inflytandet på bilinnehavet (t-värdet) mindre i modellen med logsumma än modellen utan. Två av fyra variabler (Andel villa och antal busshållplatser inom 1 km) för byggd miljö blir ej signifikanta på 95% konfidensnivå i modellen med logsumma. Detta styrker vår hypotes om att det finns en hög korrelation mellan logsumma och parametrar som används för att beskriva byggd miljö.

Det är tydligt att socioekonomiska variabler har stort inflytande på bilinnehavet. Det är även en tämligen segregerad bild man ser där hög inkomst, bo i villa, om

man och född i Sverige är variabler där det finns signifikant positiv korrelation till valet att ha bil i ett hushåll med en vuxen.

Förklaringsgraden är relativt låg om man jämför med exempelvis den nyligen skattade bilinnehavsmodellen för Sampers¹⁵ där ρ är dubbelt så hög. Jämförbarheten haltar dock eftersom Sampers modell är nationell och rymmer en större variation i utgångsläget. Sampers är skattad på den nationella resvaneundersökningen från 05/06 som håller erkänt god kvalitet. Inkomstvariabeln (som är central för bilinnehavet) i Sampers är tillskillnad från i trängselskatteundersökningen kontinuerlig.

Tabell 3. Bilinnehavsmodell för hushåll med 1 vuxen.

En bil i hushåll	Modell utan logsumma	Modell med logsumma
	Parameter (t-värde)	Parameter (t-värde)
<i>Socioekonomi</i>		
Hög inkomst	0,9949** (14,9)	0,9890** (14,8)
25-34 år	-0,4729** (-4,4)	-0,4746** (-4,4)
50-65 år	0,3348** (4,8)	0,3349** (4,8)
Bor i villa	0,6455** (6,4)	0,6457** (6,4)
Barn i hushåll	0,5562** (4,6)	0,5548** (4,6)
Man	0,5794** (8,8)	0,5796** (8,8)
Född i utlandet	-0,4862** (-4,8)	-0,4866** (-4,9)
<i>Design</i>		
Sluten bebyggelse	-0,5513** (-4,8)	-0,4918** (-4,2)
Andel villa	0,5048** (3,9)	0,1872 (1,0)
<i>Destination accessibility</i>		
Avstånd till city i meter	0,1066·10 ⁻⁴ ** (2,7)	0,1167·10 ⁻⁴ ** (3,0)
Logsumma arbete som differens		1,062* (2,2)
<i>Distance to transit</i>		
Antal busshållplatser inom 1 km	-0,1039·10 ⁻¹ * (-2,1)	-0,9308·10 ⁻² (-1,9)
ρ med hänsyn till noll	0,1414	0,1421
ρ med hänsyn till konstanter	0,1180	0,1187

**Signifikant på 99% nivån, * Signifikant på 95% nivån, ingen * ej signifikant.

I Tabell 4 redovisas skattningarna för hushåll med 2 vuxna där alternativen är att ingen bil, en bil eller två bilar i hushållet. Referensalternativet är att ha ingen bil och nyttofunktionerna är specificerade för de två bilalternativen. Gällande bilinnehavsmodellerna för individer som bor i hushåll med två vuxna har logsumma även här ett påtagligt inflytande på andra variabler för byggd miljö. Variabeln Korsningstäthet går från att vara signifikant till att bli ej signifikant när logsumma läggs till som variabel i skattningen. Utöver det minskar t-värdet för samtliga övriga variabler för byggd miljö i den nyttofunktionen. Den närmaste jämförelse vi kan göra av förklaringsgraden är med Sampers som har en modell för kombinationer av bilinnehav och körkort i hushållet (totalt 6 alternativ). Liksom i föregående modell är förklaringen i Sampers högre.

Varför når vi inte upp till samma förklaring i dess modeller som i Sampers? En förklaring har vi gett, skillnad i nationella data respektive data från ett län.

¹⁵ Redovisats i ett arbetsmaterial "Modell för bilinnehav och körkort", Algers et.al. (2016).

Sampers modell använder också villa, logsumma, inkomst och täthet. Effekten av villa och inkomst är likartad medan logsumman i Sampers är starkare. I Sampers beräknas logsumman med betydligt rikhaltigare beskrivning av individerna vilket kan förklara effekten.

Tabell 4. Modell för bilinnehav i hushåll med 2 vuxna.

	Modell utan logsumma	Modell med logsumma
En bil i hushållet		
<i>Socioekonomi</i>		
Låg inkomst	-0,4732** (-6,5)	-0,4738** (-6,5)
50-65 år	0,6565** (6,8)	0,6642** (6,9)
Äldre än 65 år	0,2396** (2,7)	0,2444** (2,7)
Barn i hushåll	0,8430** (8,3)	0,8494** (8,4)
Född i utlandet	-0,4902** (-5,4)	-0,4904** (-5,4)
<i>Density</i>		
BTA	-0,4250** (-6,6)	-0,4276** (-6,7)
<i>Design</i>		
Andel villa	1,152** (10,3)	1,144** (10,3)
<i>Destination accessibility</i>		
Avstånd till city	0,8393·10 ⁻⁵ * (2,2)	0,9126·10 ⁻⁵ ** (2,4)
Två bilar i hushållet		
<i>Socioekonomi</i>		
Hög inkomst	1,069** (13,0)	1,076** (13,0)
25-24 år	-0,4912** (-5,0)	-0,5046** (-5,1)
50-65 år	0,4741** (4,3)	0,4817** (4,4)
Bor i villa	0,9398** (11,5)	0,9069** (11,0)
Barn i hushåll	0,6138** (5,4)	0,6217** (5,5)
Född i utlandet	-0,4923** (-4,4)	-0,4840** (-4,3)
<i>Density</i>		
BTA	-0,6095** (-5,8)	-0,3865 (-3,5)
Korsningstäthet	-0,2105·10 ⁻² ** (-2,9)	-0,7728·10 ⁻³ (-1,1)
<i>Design</i>		
Andel villa	1,603** (11,6)	1,148** (7,6)
<i>Disversity</i>		
Antal olika bebyggelsekaraktärer inom 2 km	-0,1369** (-7,6)	-0,1330** (-7,4)
<i>Destination accessibility</i>		
Logsumma bil övrigresor		1,344** (7,2)
ρ med hänsyn till noll	0,2441	0,2468
ρ med hänsyn till konstanter	0,1344	0,1375

6.3 Frekvensmodell – Antal resor

Enligt den befintliga litteraturen ska en tät byggd miljö ha återhållande effekt på antalet resor en person utför under en dag. Detta är inget som går att verifiera med den frekvensmodell som skattades inom ramen för detta projekt. I Tabell 5 redovisas skattningar för resefrekvens. Alternativen i modellen är att göra ingen resa, 1, 2 eller 3+ resor. Ingen resa är referensalternativet och nyttofunktionerna specificeras för de alternativ som avser resor. När vi kontrollerat för socioekonomi samt bil- och körkortsinnehav är det ingen av de variabler som klassiskt används inom området "byggd miljö och..." som var signifikanta vilket tyder på att den byggda miljön nödvändigtvis inte korrelerar med resefrekvensen. Exempel på signifikanta variabler är däremot ålder, kön, bilinnehav och tillgänglighet i form av logsumma.

Tabell 5. Modell för antal resor.

	Modell utan logsumma	Modell med logsumma
1 resa		
<i>Socioekonomi</i> Över 65 år	-0,8720** (-13,3)	-0,8720** (-13,3)
2 resor		
<i>Socioekonomi</i> Över 65 år	-0,9694** (-8,3)	-0,9802** (-8,3)
Hög inkomst	0,2747** (3,0)	0,2250** (2,4)
Körkort	0,2994** (2,4)	0,2824* (2,2)
Bil	0,2245** (2,4)	0,2576** (2,7)
<i>Destination accessibility</i> Logsumma bil arbetsresor		1,129** (3,3)
3 resor		
<i>Socioekonomi</i> Barn i hushåll	1,591** (6,3)	1,591** (6,3)
Man	0,4854* (2,2)	0,4858* (2,2)
Bil	0,8838** (3,8)	0,8844** (3,8)
ρ med hänsyn till noll	0,3283	0,3290
ρ med hänsyn till konstanter	0,0267	0,0278

**Signifikant på 99% nivån, * Signifikant på 95% nivån, ingen * ej signifikant.

Resultaten i denna modell är desamma som i Sampers frekvensmodell dvs täthet som ofta gett bra genomslag gav ingen signifikans. Socioekonomi och bilinnehav gav däremot effekt. Vi har tidigare argumenterat för att bilinnehav ska ses som en del av den byggda miljön (vilket stöds i skattningarna av bilinnehavsmodellen). Den totala förklaringsgraden (ρ med hänsyn till noll) är ganska bra i modellen medan ρ med hänsyn till konstanter är mindre övertygande. Vi har sämre svenska jämförelsematerial eftersom Sampers nya genereringsmodell fördelar genereringen på antal resor och ärenden. Antalet alternativ i Sampers modell blir därigenom hel 86 till antalet. Sampers genereringsmodell har högre förklaring men både med hänsyn till noll (0.41) och till konstanter (0.10).

6.4 Färdmedelsvalsmodeller

Vi segmenterar modellen på följande ärenden:

- Arbete
- Inköp
- Rekreation
- Besök

I modellerna tar vi bilinnehavet för givet (det skattas ju i föregående modell). Modellerna för bilinnehav och de olika valen att resa bör därmed ses i ett sammanhang.

Färdmedelsvalsmodellerna formuleras med en nyttofunktion för varje färdmedel, det finns inget referensalternativ som tidigare modeller.

Färdmedelsval för arbetsresor

Modellskattningarna för arbetsresor visar att variabler som beskriver täthet och utformning har signifikant inflytande på färdmedelsvalet. Personer som ej angett

"förvärvsarbetar" som deras sysselsättning uteslöts från skattningen av denna modell. Körkort skattades som en tillgångsvariabel för färdmedelsvalet att köra bil. Däremot är inte bil någon tillgänglighetsvariabel och har alltså skattas som vilken annan variabel som helst. Det innebär att personer som inte har tillgång till bil i hushållet fortfarande kan välja att köra bil. Det kan t.ex. röra sig om någon som lånat en bil över dagen. Dock behöver individen ha ett körkort för att få köra bil i modellen.

Det är däremot tydligt att bilinnehav har stor inverkan på färdmedelsvalet. Variabeln "bil i hushåll" är klart signifikant för valet att själv köra bil till jobbet. Likaså variablerna som beskriver om man bor i villa, har barn i hushållet samt är man. Variabeln "Antal olika bebyggelsekaraktärer inom 2 km" är negativt signifikant för valet att köra bil och tyder på att de som kör bil bor i tämligen homogena områden. Logsumma är en signifikant variabel för tillgänglighet som drar ner inflytandet från andra variabler. Det är främst variabeln "Bor i villa" som påverkas av logsumman, men även befolkningstäthet tappar mycket i t-värde. När det gäller färdmedelsvalet att resa kollektivt eller till fots är det fler variabler inom byggd miljö som beskriver täthet, utformning och tillgänglighet som är signifikanta. Till exempel har befolkningstäthet och korsningstäthet signifikant inflytande på både att gå till arbetet samt att resa kollektivt.

Tabell 6. Färdmedelsval för arbetsresor.

	Modell utan logsumma	Modell med logsumma
Bil, förare		
<i>Socioekonomi</i>		
Bor i Villa	0,2323** (3,3)	0,1166 (1,5)
Barn i hushåll	0,1984** (3,3)	0,1946** (3,3)
Bil i hushåll	1,551** (9,3)	1,536** (9,2)
Man	0,9386 (16,4)	0,9463** (16,4)
<i>Diversity</i>		
Antal olika bebyggelsekaraktärer inom 2 km	-0,1411** (-3,7)	-0,1261** (-3,2)
<i>Destination accessibility</i>		
Logsumma differens arbetsresor		0,8677** (3,0)
Kollektivtrafik		
<i>Socioekonomi</i>		
18-24 år	0,8105** (6,7)	0,8127** (6,7)
25-34 år	0,3253** (4,5)	0,3235** (4,4)
Bil i hushåll	-0,5000** (-5,5)	-0,5055** (-5,6)
<i>Density</i>		
Befolkningstäthet (nattbefolkning)	0,2169·10 ⁻⁴ ** (6,1)	0,1791·10 ⁻⁴ ** (4,8)
Korsningstäthet	0,2255·10 ⁻² ** (3,4)	0,2009·10 ⁻² ** (3,0)
<i>Destination accessibility</i>		
Avstånd till city	-0,2274·10 ⁻⁴ ** (-7,0)	-0,2280·10 ⁻⁴ ** (-7,0)
Gå		
<i>Socioekonomi</i>		
Körkort	-0,1462 (-1,8)	-0,1478 (-1,8)

Född i utlandet	-0,2994** (-2,6)	-0,2997** (-2,6)
<i>Density</i>		
Befolkningstäthet (nattbefolkning)	0,1654·10 ^{-4**} (3,3)	0,1316·10 ^{-4**} (2,5)
Korsningstäthet	0,4186·10 ^{-2**} (5,3)	0,3959·10 ^{-2**} (5,0)
BTA	0,5568** (4,3)	0,5497** (4,3)
<i>Design</i>		
Sluten bebyggelse	0,5026** (2,8)	0,5031** (2,8)
ρ med hänsyn till noll	0,2779	0,2784
ρ med hänsyn till konstanter	0,1138	0,1143

Dagligvaruinköp

Tillgänglighetsvariablerna med logsumma har måttligt inflytande på de övriga variablerna i färdmedelsvalmodellen för dagligvaruinköp. Endast en variabel (Andel villa) går från att vara signifikant i modellen utan logsumma till att bli insignifikant i modellen med logsumma. För valet att köra bil vid inköpsresor av dagligvaror är det främst socioekonomiska variabler som är signifikanta. Hög inkomst, att vara man, bo i villa och ha bil bidrar till att köra bil vid inköpsresor. För färdmedelsvalen att resa kollektivt eller till fots är däremot fler olika variabler för byggd miljö signifikanta. Kvalitéer i byggd miljö som är kopplade till täthet (befolkningstäthet, korsningstäthet, BTA etc.) och tillgänglighet (avstånd till city) är signifikanta parametrar.

Tabell 7. Färdmedelsval dagligvaruinköp.

	Modell utan logsumma	Modell med logsumma
Bil, förare		
<i>Socioekonomi</i>		
Hög inkomst	0,2947** (2,6)	0,3035** (2,6)
35-49 år	0,5960** (4,5)	0,6053** (4,5)
50-65 år	0,5481** (4,2)	0,5568** (4,2)
Bor i villa	0,3984** (2,7)	0,3739** (2,5)
Bil i hushåll	1,290** (6,1)	1,303** (6,1)
Man	1,389** (12,6)	1,405 (12,7)
<i>Design</i>		
Andel villa	0,5596** (3,1)	0,2277 (1,0)
<i>Destination accessibility</i>		
Logsumma differens övrigresor		0,8496** (2,4)
Kollektivtrafik		
<i>Socioekonomi</i>		
50-65 år	0,3610** (2,4)	0,3608** (2,4)
Bil i hushåll	-0,8527** (-5,6)	-0,8531** (-5,6)
Körkort	-0,3343* (-2,2)	-0,3344* (-2,2)
<i>Density</i>		
Befolkningstäthet (nattbefolkning)	0,3297·10 ^{-4**} (4,3)	0,3115·10 ^{-4*} (4,1)
Korsningstäthet	0,2963·10 ⁻² (1,9)	0,2268·10 ⁻² (1,4)
<i>Destination accessibility</i>		
Avstånd till city	-0,3101·10 ^{-4**} (-3,3)	-0,3047·10 ^{-4**} (-3,3)
Gå		
<i>Density</i>		
Befolkningstäthet (nattbefolkning)	0,2578·10 ^{-4**} (3,4)	0,2466·10 ^{-4**} (3,3)
Korsningstäthet	0,4912·10 ^{-2**} (3,7)	0,4348·10 ^{-2**} (3,3)

BTA	0,7950** (4,8)	0,7578** (4,6)
<i>Diversity</i>		
Antal olika bebyggelsekaraktärer inom 2 km	0,1891** (2,5)	0,1857** (2,4)
<i>Destination accessibility</i>		
Avstånd till city	-0,1449·10 ⁻⁴ ** (-2,3)	-0,1460·10 ⁻⁴ ** (-2,3)
ρ med hänsyn till noll	0,2925	0,2934
ρ med hänsyn till konstanter	0,1796	0,1806

Fritidsresor

Precis som i ovanstående modeller blir variabeln Andel villa insignifikant när logsumma-parametern läggs till i modellen för fritidsaktivitetsresor. Logsumma minskar även befolkningstäthetsens inflytande i modellen men gör inte parametern insignifikant. Befolkningstäthet, BTA och Antal olika bebyggelsekaraktärer inom 2 km är exempel på signifikanta variabler som beskriver den byggda miljön.

Tabell 8. Färdmedelsval fritidsaktivitetsresor

	Modell utan logsumma	Modell med logsumma
Bil, förare		
<i>Socioekonomi</i>		
Låg inkomst	-0,1710* (-2,1)	-0,1786* (-2,1)
Barn i hushåll	0,3636** (4,0)	0,3649** (3,9)
Man	1,455** (15,8)	1,470 (15,9)
<i>Density</i>		
Befolkningstäthet (nattbefolkning)	-0,1829·10 ⁻⁴ ** (-3,2)	-0,1126·10 ⁻⁴ * (-2,0)
<i>Diversity</i>		
Andel villa	0,5123** (3,7)	0,1675 (1,0)
<i>Destination accessibility</i>		
Logsumma som diff övrigtresor		0,9763** (3,6)
Kollektivtrafik		
<i>Socioekonomi</i>		
18-24 år	0,4650** (2,8)	0,4691** (2,8)
35-49 år	-4,4414** (-4,1)	-0,4429** (-4,1)
Bil i hushåll	-2,015** (-13,4)	-2,005** (-13,4)
<i>Diversity</i>		
Antal olika bebyggelse typer inom ** km	0,2937** (4,3)	0,2800** (4,1)
<i>Design</i>		
Hög bebyggelse	0,3764** (3,4)	0,4185** (3,8)
<i>Destination accessibility</i>		
Avstånd till city	-0,2731·10 ⁻⁴ ** (-4,8)	-0,2545·10 ⁻⁴ ** (-4,6)
Gå		
<i>Socioekonomi</i>		
25-34 år	0,4981** (4,1)	0,5012** (4,2)
Bil i hushåll	-1,333** (-8,2)	-1,331** (-8,2)
Körkort	0,6076** (5,3)	0,6040** (5,2)
Man	0,5080 (5,2)	0,5065** (5,1)
<i>Density</i>		
BTA	0,7957** (9,7)	0,7526** (9,1)
<i>Diversity</i>		
Antal olika bebyggelsekaraktärer inom 2 km	0,2043** (3,0)	0,1981** (2,9)
ρ med hänsyn till noll	0,1861	0,1874
ρ med hänsyn till noll	0,1384	0,1398

Den sista färdmedelsvalmodellen var hämta/lämna barn. Precis som i modellerna ovan tappar flera variabler signifikans när logsumma införs i modellen. Däremot blir ingen av de variabler som tidigare var signifikanta insignifikanta i modellen med logsumma.

Tabell 9. Färdmedelsval Hämta/lämna barn

	Modell utan logsumma	Modell med logsumma
Bil, förare		
<i>Socioekonomi</i>		
50-65 år	0,8908** (2,3)	0,8881** (2,3)
Bor i villa	1,241** (8,3)	1,021** (6,2)
Bil i hushåll	1,720** (4,3)	1,646** (4,1)
Man	0,9309** (7,2)	0,9449** (7,2)
<i>Destination accessibility</i>		
Avstånd till city	0,2742·10 ⁻⁴ ** (3,5)	0,1981·10 ⁻⁴ ** (2,5)
Logsumma differens övrigresor		1,088** (3,2)
Kollektivtrafik		
<i>Socioekonomi</i>		
Bil i hushåll	-0,4482 (-1,9)	-0,4607* (-2,0)
Körkort	-0,9839** (-4,5)	-0,9808** (-4,5)
<i>Density</i>		
Befolkningsstäthet (nattbefolkning)	0,3204·10 ⁻⁴ ** (3,5)	0,2233·10 ⁻⁴ ** (2,3)
<i>Diversity</i>		
Antal olika bebyggelsekaraktärer inom 2 km	0,3284** (2,8)	0,3117** (2,7)
Gå		
<i>Socioekonomi</i>		
25-34 år	1,313** (3,0)	1,286** (3,0)
35-49 år	0,9716** (2,3)	0,9508** (2,3)
<i>Density</i>		
Befolkningsstäthet (nattbefolkning)	0,4453·10 ⁻⁴ ** (6,0)	0,3428·10 ⁻⁴ ** (4,3)
ρ med hänsyn till noll	0,4045	0,4065
ρ med hänsyn till konstanter	0,1748	0,1776

Sammantaget om färdmedelsval

Vi får statistiskt signifikanta resultat för en bred uppsättning av variabler och de flesta förefaller robusta i denna skattning. Ett par variabler faller bort när vi lägger till logsumma och några parametervärden förändras men resultaten är inget som förändrar några den totala bilden. Den sammantagna bilden i dessa skattningar av färdmedelsval är att den byggda miljön har en påtaglig betydelse för val av färdmedel.

7 Modeller med kontroll för självselektion

Problemet med självselektion diskuterades inledningsvis och vi refererade till några artiklar där man föreslagit lösningar på problemet. I Cao et.al. (2009) föredras två ansatser

- 1) Panelstudier av flyttare där man mäter attityder och sociodemografiska egenskaper samt frågar om orsaker bakom flyttningen.
- 2) Studera naturliga experiment i ett område där man exempelvis inför trafikreducerande åtgärder.

Det är inte svårt att lista problem med ansatserna ovan. För att fånga en panel av flyttare får man antingen ha ett mycket stort urval vid minst två tidpunkter och ställa de relevanta frågorna samt hoppas på svar eller använda sig av en kvasipanel av flyttare. En kvasipanel har avgjorda problem då man är tvungen att fråga om resebeteendet för en tidpunkt före flyttningen (hur reste du tisdagen xx oktober för ett år sedan och hur reste du i tisdags?). Alternativ 2, trafikreducerande åtgärder, är inte en åtgärd i den byggda miljön utan en kostnadsökning av resandet. Experimentella upplägg i byggd miljö torde vara generiskt svåra eftersom den byggda miljön förändras mycket långsamt.

Vår ansats är att göra det bästa av en tillgänglig panel, nämligen den RVU som gjordes i anslutning till trängselskatteförsöket¹⁶. I RVUn går att följa individer mellan två tidpunkter där vissa har flyttat (ca 2154 i samplet) och därmed ändrat boendemiljö. Personerna kan antas ha kvar samma grundläggande värderingar eftersom tiden mellan de två frågetillfällena är relativt kort samtidigt som vi har möjlighet att studera personerna i två olika boendemiljöer. Vi kan därmed avläsa en effekt på resebeteendet. De data vi har följer inte mallen helt då det inte finns information om attityder eller orsaker bakom flytten. När det gäller frågor om attityder är jag tveksam¹⁷ till värdet av detta medan en direkt fråga om varför flytten skedda hade varit värdefull. Flyttningar sker ofta av en orsak såsom familjeförändringar (flyttar ihop, isär eller att barn tillkommit eller flyttat ut) dessa variabler finns i materialet vilket gör att vi kan kontrollera för detta.

I den här delen av analysen har vi plockat ut de individer som flyttat mellan de två undersökningstillfällena. Definitionen av en flytt här avser att man inte bor i samma NYKO vid de två olika mättillfällena. De respondenter som har flyttat utgörs av knappt 2154 observationer, bland de som har flyttat saknas det vissa data och några har flyttat ut ur regionen och fallit bort av den anledningen.

7.1 Bilinnehav

Vi håller fortfarande kvar vid modellen att vi ser bilinnehavet som en länk mellan markanvändning och resande. De skattningar vi gör följer formen:

$$\text{Förändrad byggd miljö} \rightarrow \text{Förändring i bilinnehav}$$

Responsvariabeln utgörs av *förändringen* i bilinnehav och rörlighet. Vi har även här ett diskret utfall i form av ingen förändring och ökning respektive minskning av innehav av bilar och i rörlighet. Vi har här en ganska traditionell modell av typen "behandling \rightarrow effekt" där behandlingen utgörs av förändringen i den byggda miljön och effekten är bilinnehavet. Modellen är som tidigare en logit modell som här har tre alternativa val. Även åtgärden utgörs av *förändringen* av relevanta variabler som kan ha en effekt på bilinnehav och resande (vilket inte bara är den byggda miljön utan även kontrollvariabler). Vi påminner om motsvarande konceptuella modell som skattades tidigare:

¹⁶ Det är samma data som vi använt i skattningarna ovan men där har vi inte använt data från två tidpunkter.

¹⁷ Det här ska inte tolkas som att attityder inte spelar roll utan att de är mycket svåra att fånga.

Byggd miljö → Rörlighet

I modellen för bilinnehavet har vi alternativen

1 Ingen förändring av bilinnehavet

2 Färre bilar

3 Fler bilar

Vi skattar också en referensmodell för de respondenter som inte har flyttat. Det gör vi för att visa på att det finns en skillnad.

Tabell 10. Valfrekvenser för förändrat bilinnehav för personer i materialet som flyttat och de som inte flyttat.

Förändring	Ej flyttat	Flyttat
Ingen ändring	78%	69%
Färre bilar	10%	15%
Fler bilar	12%	16%

I tabellen ovan ser vi att förändringen i bilinnehav är något större för de som flyttat än de som bott kvar under perioden.

Alternativ 1, ingen förändring, utgör referensalternativet och nyttofunktionerna ligger därmed på alternativen 2 och 3. De variabler vi använder för att förklara de val som individerna gjort är också förändringsvariabler. Vi har utgått från de ekvationer som skattats på tvärsnittsdata och befunnits signifikanta och sedan tagit skillnaden mellan de två tillfällena. För bilinnehavsmodellen får vi resultaten i tabellen nedan.

Tabell 11. Modell för förändrat bilinnehav.

	Flyttare		Ej flyttare	
	Estimat	t-värde	Estimat	t-värde
Färre bilar				
Konstant	-2.202**	-24.4		
Färre barn i hushållet	0.4729*	2.0	.5386**	6.3
Färre vuxna i hushållet	2.101*	14.9	1.101**	16.7
Flyttat till flerfamiljshus	0.4839**	2.7	-	-
Skillnad Logsumma	-1.145**	-2.8	-	-
Fler bilar				
Konstant	-2.175**	-22.2	-2.132**	75.8
Fler vuxna i hushållet	1.326**	8.9	.9339**	14.7
Flyttat till villa	0.9275**	6.6	-	-
Högre inkomst i hushållet	0.5325**	4.1	.3968**	8.2
ρ med hänsyn till noll	0.3406		0.4006	
ρ med hänsyn till konstanter	0.1358		0.0204	

Vi ser att familjeförändringar står för en stor del av förklaringen, barn som tillkommit och flyttat ut samt att antalet vuxna har ändrats i hushållet mellan de två tidpunkterna. Vi ser också att en högre inkomst ökar sannolikheten att skaffa fler bilar. Bland de variabler som hör hemma i den byggda miljön har vi bostadstyp kvar samt logsumman. Att flytta till flerfamiljshus ökar sannolikheten att bilinnehavet minskar liksom att en flytt till villa ökar det. Logsumman sitter

på alternativet att minska bilinnehavet (därav minustecknet), en ökad nytta i det nya området med att ha bil minskar sannolikheten att göra sig av med en bil. Vad blev inte signifikant? De två modellerna för bilinnehav som skattades på tvärsnittsdata hade mycket rikhaltiga nyttofunktioner med många variabler. Ett skäl är att de är skattade på fler observationer (ca 10 gånger fler) vilket ökar möjligheten att få signifikanta resultat. De data som omfattar flyttare är dock tillräckligt för att skatta modeller. Vi noterar att inga täthetsvariabler, designvariabler eller variabler som beskriver variationen påverkar valen medan vi har kvar logsumman och boende i villa.

Vi skattar även en modell för personer som inte har flyttat. Om vi hade lyckats få den modellen att prestera bra avseende förklaringsgrad och parametervärden skulle det innebära att det går att fånga förklaring till förändrat bilägande enbart med det som är kontrollvariabler för flyttarna och utan att ta hänsyn till den byggda miljön. Utesluter (dom blev inte signifikanta) vi variabler från den byggda miljön presterar modellen bra i förhållande till om alla parametrar var noll (ρ med hänsyn till noll) vilket innebär att enbart valfrekvenserna tillför bra information. ρ med hänsyn till noll i modellen blir högt eftersom valen är mer ojämnt fördelat i modellen för de som ej flyttat. Ser vi däremot på ρ med hänsyn till konstanter tillför inte modellen för de som ej flyttat mycket.

7.2 Antal bilresor

I den här modellen ändrar vi responsvariabeln jämfört med i föregående modell för färdmedelsval. Vi skattar valet att ändra antalet bilresor mellan de två mätillfällena. De möjliga utfallen är:

- 1 Ingen förändring
- 2 Färre bilresor
- 3 Fler bilresor

I tabellen nedan ser vi att förändringsbenägenheten är ungefär den samma oberoende av flytt eller inte.

Tabell 12. Valfrekvenser för förändrat antal bilresor för personer i materialet som flyttat och de som inte flyttat.

FÖRÄNDRING	EJ FLYTTAT	FLYTTAT
INGEN ÄNDRING	52%	53%
FÄRRE BILRESOR	27%	27%
FLER BILRESOR	21%	21%

Vi har även här en modell med uteslutande val som modelleras med en logit modell. Ingen förändring i antalet bilresor utgör basalalternativet i modellen och nyttofunktionerna ligger på de alternativ som innebär en förändring. Vi skattar inga modeller för generering eller reslängd här. Skälet är att vi tidigare noterade att genereringsmodellen inte gav något utslag och att reslängden inte skiljer mellan olika miljöer i någon högre utsträckning. Det utslagsgivande blir antalet bilresor och det ligger mer i linje med den internationella litteraturens mittfåra där man skattar antalet resta kilometer.

Tabell 13. Förändrat antal bilresor.

	Flyttare		Ej flyttare (referens)	
	Estimat	t-värde	Estimat	t-värde
Färre bilresor				
Konstant	-1.829**	-15.7	-2.152**	-45.1
Färre bilar i hushållet	1.626**	12.5	1.524**	34.3
Fler bilresor				
Konstant	-2.127**	-16.0	-1.821**	-45.1
Fler bilar i hushållet	1.572**	10.6	1.605**	31.2
Flyttat till villa	0.4595**	3.6	-	-
ρ med hänsyn till noll	0.1384		0.1275	
ρ med hänsyn till konstanter	.0728		0.0564	

Effekten av förändring i bilinnehavet är påtaglig utöver det får vi signifikans endast på flytt till villa. Det innebär att förutom att det tillkommer fler bilar och att det ger fler bilresor finns det en "villaeffekt" utöver detta. Vi har tidigare argumenterat för att bilinnehavet ska ses som en länk mellan markanvändning och färdmedelsval. Tar man bort bilinnehavet i färdmedelsvalsmodellen och gör ett nytt försök med variabler från den byggda miljön så får man signifikans på fler variabler.

Referensmodellen är även här sämre men inte mycket sämre. Förändring i antal bilar förklarar mycket i referensmodellen men i bilinnehavsmodellen för de som inte flyttat såg vi att antalet bilar kan inte förklaras med annat än konstanterna.

7.3 Slutsats självselektion¹⁸

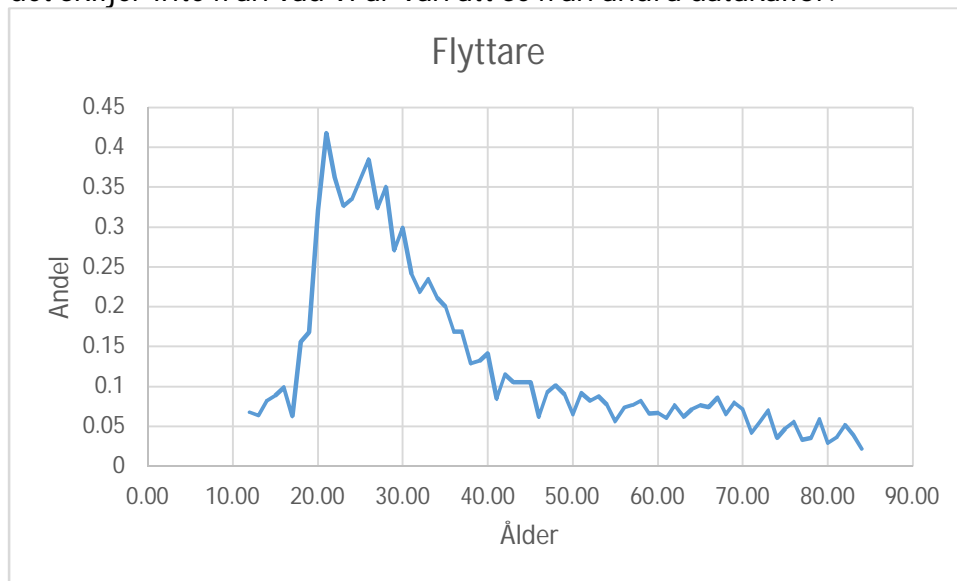
De resultat vi fått ligger väl i linje med det man kan finna i den internationella litteraturen dvs. att effekterna man kan isolera från den byggda miljön är måttliga på användning av bil. När vi använder tvärsnittsdata får vi signifikanta resultat på flera variabler som sedan reduceras kraftigt när vi studerar paneldata. De variabler vi fått signifikans på när vi skattar på förändringar är logsumma och boendeform. Nu ska man komma ihåg att logsumma är ett mått som fångar många aspekter av såväl trafiksystem som bebyggelsestrukturen.

Data som avser flyttare förordas i litteraturen som medel för att komma åt problem med självselektion. När vi jobbar med flyttare löser vi vissa problem samtidigt som vi tillför andra. Flyttare är inget genomsnitt av befolkningen utan vissa grupper är överrepresenterade. Hög flyttfrekvens har man som regel under de perioder i livet när det sker familjeförändringar dvs. ungdomar som flyttar hemifrån och i samband med familjebildning. Nu ska de enskilda parametrarna i skattningarna vara opåverkade av de åldersspecifika flyttfrekvenserna men oberoende av ålder händer mycket¹⁹ i samband med en flytt som kan påverka en

¹⁸ Resultaten av den här övningen måste kommuniceras med centrala forskare inom området. Planerar att göra en draft på engelska för det ändamålet.

¹⁹ Vi har försökt kontrollera för detta med de data vi har till förfogande.

modellskattning. I figuren nedan visas flyttfrekvensen i materialet efter ålder och det skiljer inte från vad vi är van att se från andra datakällor.



Figur 11. Flyttfrekvens i materialet efter ålder år 2004.

Vi får helt enkelt ett urval av individer med begränsad variation inom sig. För att komma åt det problemet skulle det krävas mycket stora urval i panelen så att man fångar en större bredd av flyttare. I den litteratur vi studerat har inte den selektion som blir ett resultat av flyttning diskuterats vilket vi upplever som en brist. Vår upplevelse är att det finns flera utestående frågor inom ämnet och att metoden att angripa självselektion genom att studera flyttare bör problematiseras ytterligare.

I väntan på att vidare studier är vi inte beredda att påstå att det som kommer ur en analys av paneldata är det sanna och det som kommer ur ett tvärsnitt är fel.

8 Effekten av byggd miljö – Elasticiteter

I avsnittet redovisar vi vissa elasticiteter som vi beräknat för arbetsresor i färdmedelsvalet. Elasticiteten är effekten av en procentuell förändring i en oberoende variabel på den beroende variabel vi studerar. I vissa typer av regressionsmodeller går det att direkt tolka de skattade parametrarna som elasticiteter men tyvärr inte för logitmodeller som vi använder här. Logitmodeller är inte konstantelastiska utan effekten varierar beroende på den aktuella konkurrenssituationen mellan alternativen och var utgångspunkten är. För att beräkna elasticiteterna i våra skattade modeller har vi tillämpat modellen på det urval av individer som deltagit i undersökningen och tillämpat de vikter som följer med undersökningen. I tillämpningarna har vi simulerat effekten av åtgärder och ur resultaten beräknat elasticiteter. De elasticiteter vi beräknar här är direkta effekter på valet att använda ett färdmedel vid ett givet bilinnehav. Vi hanterar inte effekten att bilinnehavet eventuellt minskat till följd av en förtätning. Att vi väljer att göra så här initialt är för att få fram ett jämförelsematerial mot andra studier.

De variabler vi kan studera är:

- Befolkningstäthet
- Korsningstäthet
- BTA per bebyggd area
- Kollektivtrafiktillgänglighet

I Tabellen nedan redovisas elasticiteter i arbetsresemodellen för färdmedelsval.

Tabell 14. Elasticiteter i arbetsresemodellen.

	BIL PASSAGERARE	BIL FÖRARE	KOLLEKTIV- TRAFIK	GÅNG
ÖKAD TÄTHET	-0.103	-0.068	0.059	0.007
ÖKAD KORSNINGSTÄTHET	-0.110	-0.073	0.014	0.170
ÖKA BTA PER BYGGD YTA	-0.032	-0.022	-0.041	0.202
ÖKA TÄTHET OCH BTA	-0.134	-0.090	0.018	0.209
ÖKA KOLLEKTIVTRAFIKTILLGÄNGLIGHET	0.566	-0.923	0.536	0.507

Några noteringar är värda att göra. Effekten av täthet är måttlig på samtliga färdmedel, en procents ökad täthet ger 0,07 % minskad andel bilåkande till arbetet. Det ska dock sättas i relation till den variation i täthet som finns mellan zoner som är fler hundra procent kring medelvärdet av täthet.

Korsningstäthet har en tydlig effekt på andelen som väljer gång. Variabeln är en typisk innerstadsindikator där korta kvarter inbjuder till att gå. BTA (byggd total area) är ett mått på hushöjd i området vilket också har en kraftig effekt på andelen fotgängare.

Täthet och BTA har en naturlig relation eller åtminstone en samvariation och därför gjorde vi en beräkning av den samlade elasticiteten. Effekten är att effekten på kollektivtrafik bytte tecken vilket bör tolkas som att man ska vara försiktig med att använda partiella beräkningar.

Slutligen har vi gjort en beräkning av elasticiteten för kollektivtrafiktillgänglighet. I modellen kommer tillgängligheten in för alternativet att använda bil. Bra kollektivtrafik gör att man väljer bort bil och byter till allt annat även bil som passagerare, kan finns anledning att formulera om sambandet.

9 Jämförelse med internationella studier

Det är svårt att veta om elasticiteter är rimliga mer än att de har förväntat tecken. Vi gör därför vissa jämförelser med elasticiteter från en tidigare refererad metastudie (Ewing & Cervero, 2011). Specifikationen av variabler skiljer och en direkt jämförelse är inte möjlig men vissa noteringar vågar vi oss på. Täthet är definierat på mycket lika sätt och elasticiteten tämligen lika för kollektivtrafik. När det gäller övriga variabler så skiljer det hur de är specificerade och effekten skiljer också. Direkt användning av kollektivtrafiktillgänglighet har en kraftig effekt i vår studie medan det värde som refereras avser avstånd till hållplats.

Om vi tittar på gång så skiljer det för täthet som ren variabel. I vår modell är dock täthet delat på fler variabler och totalt sett har vi större känslighet för täthet. Det kan tyckas märkligt att gång reagerar på ökad kollektivtrafiktillgänglighet men färdmedlen är ofta komplementära.

Tabell 15. Jämförelse av elasticiteter.

	Kollektivtrafik		Gång	
	Vår studie	Ewing & Cervero	Vår studie	Ewing & Cervero
Ökad täthet	0.059	0.07	0.007	0.07
Ökad korsningstäthet	0.014	0.23	0.170	0.39
Öka BTA per byggd yta	-0.041	-	0.202	-
Öka Täthet och BTA	0.018	-	0.209	-
Öka Kollektivtrafiktillgänglighet	0.536	0.29	0.507	-

10 Slutsatser

De frågor vi hade med oss in i projektet och som uppkom över tid var:

1. Om vi med svenska data kan bekräfta resultat från internationella, främst amerikanska studier, och om huvuddragen från dessa är tillämpliga som rekommendationer även här.
2. Om betydelsen av variabler från den byggda miljön minskar när man använder högkvalitativa tillgänglighetsmått.
3. Under projektet växte intresset för bilen som länk mellan den byggda miljön och resandet vilken vi ansåg nödvändig att beskriva.
4. Studera problemet med självselektion med hjälp av data från de respondenter som flyttat mellan frågetillfällena i den RVU som gjordes i samband med försöket med trängselskatt.

Genomgående ger variabler från den byggda miljön signifikant påverkan i samtliga valdimensioner som ligger i linje med vad vi finner i den internationella litteraturen. Sambanden är i huvudsak stabilt statistiskt signifikanta och den samlade bilden påverkas inte av hur vi formulerar enskilda variabler. Våra resultat så långt, som också delas av betydande delar av den internationella litteraturen, är att låta sig vägledas av de ganska starka indikationer som finns att en tät struktur minskar bilåkandet och gynnar gång, cykel och kollektivtrafik.

Att ta med sig för tillämpning från resultaten så långt är framförallt några enkla tydliga regler som att täthet gynnar alternativ till bilen och att villabebyggelse är strakt drivande för bilanvändning, detta visste vi sedan tidigare. Vi får också relativt starkt och stabilt genomslag på variation av bebyggelse vilket gynnar kollektivtrafik och gång. Det senare är en hint om att inte ensidigt maximera ett mål exempelvis täthet utan att utveckla bebyggelsens variation. Bygga tätt och bygga stad är annars ett mantra i svensk planering vilket kanske bör nyanseras. När det gäller variationens betydelse bör den studeras vidare.

En fråga vi hade i ingången till arbetet var om skattningarna var känsliga för formuleringen av tillgänglighetsmättet vilket visade sig vara en obefogad oro. Några variabler som andel villor i zonen och korsningstäthet föll bort i ett par ekvationer och några korrigeringar av parametrars storlek och signifikansnivå noterades men den samlade bilden förefaller robust. I litteraturen har det annars

framförts att vissa variabler kan ses som en approximation för tillgänglighet och falla bort om man använder mer utvecklade tillgänglighetsmått. Våra skattningar tyder på att det finns rum för både högkvalitativa tillgänglighetsmått och traditionella variabler som beskriver den byggda miljön. Resultaten har betydelse eftersom komplicerade tillgänglighetsmått kräver tillgång till transportmodeller vilket inte alla har.

Hushållens val att ha bil eller inte är centralt för tolkningen av bebyggelsens betydelse. I stora delar av litteraturen hanteras bilinnehav som en socioekonomisk egenskap bland andra (med Handy, 2005 som ett undantag). Våra resultat stödjer Handy's betoning av att bilinnehavet är en central länk mellan bebyggelse och hur rörligheten tar sig uttryck. Bilinnehavet är beroende av villaboende, designkomponenter, tillgänglighetsvariabler, variationen i markanvändning och täthetsvariabler. I nästa steg i förklaringskedjan, färdmedelsval, påverkas av täthet, villaboende, designkomponenter och tillgänglighet. På resefrekvens är effekten från den byggda miljön mindre tydlig och där har vi enbart effekt från tillgänglighet. Det senare är väntat då antalet resor styrs av grundläggande mänskliga behov än av den byggda omgivningen.

Litteratur

Aditjandra, P.T., Cao, X., Mulley, C., 2011. Understanding neighborhood design impact on travel behavior: An application of structural equations model to a British metropolitan data. *Transportation Research Part A*. 46 pp. 22-32

Aditjandra, P.T., Mulley, C., Nelson, J.D., 2012. The influence of neighborhood design on travel behaviour: Empirical evidence from North East England. *Transport Policy*. Vol. 26, pp. 54-65

Cao, X., Mokhtarian, P.L., Handy, S.L., 2009a. Examining the Impacts of Residential Self-Selection on Travel Behaviour: A Focus on Empirical Findings. *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*. 29:3, pp. 359-395

Cao, X., Mokhtarian, P.L., Handy, S.L., 2009b. The relationship between the built environment and nonwork travel: A case study of Northern California. *Transportation Research Part A*. Vol. 43, No.5, pp. 548-559

Comendador, J., López-Lambas, M.E., Monzón, A., 2014. Urban Built Environment Analysis: Evidence from a Mobility Survey in Madrid. *Procedia –Social and Behavioral Sciences*. Vol.160, pp. 362-371

Ewing, R., Handy, S., 2009. Measuring the unmeasurable: urban design qualities related to walkability. *Journal of Urban Design*. Vol. 14, No.1, pp. 65-84

Ewing, R., Cervero, R., 2010. Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis. *Journal of the American Planning Association*. Vol. 76, No.3

Handy S.L. and Niemeier D.A. (1997) Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives, *Environment and Planning A*, Vol. 29, pp. 1175—1194.

Handy, S., Cao, X., Mokhtarian, P., 2005. Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California. *Transportation Research Part D*. Vol. 10, No.6, pp. 427-444

Handy, S.L., 1996. Urban Form and Pedestrian Choices: A Study of Austin Neighborhoods. In *Transportation Research Record 1552*, TRB, National Research Council Washington D.C., pp. 135-144.

Handy, S. (2005) Critical Assessment of the Literature on the Relationships Among Transportation, Land Use and Physical Activity, TRB Special report.

Hansen W.G. (1959) How Accessibility Shapes Land Use, *Journal of the American Institute of Planners*, 25, 73—76.

Holmberg B. & Brundell-Freij, K. (2012) *Bebyggelsestruktur, resande och energi för persontransporter*.

Lindelöw, D., Svensson, Å., Sternudd, C., Johansson, M., 2014. What limits the pedestrian? Exploring perceptions of walking in the built environment and in the context of every-day life. *Journal of Transport & Health*. Vol. 1, No.4, pp. 223-231

Mokhtarian, P.L., Cao, X., (2007) Examining the impacts of residential self-selection on travel behavior: A focus on methodologies. *Transportation Research PartB*. Vol. 42, No. 3, pp3 204-228

Naess, P., (2005) Residential location affects travel behavior –but how and why? The case of Copenhagen metropolitan area. *Progress in Planning*. Vol. 63, No.1, pp. 167-25

Stead, D., (2001) Relationships betweenland use, socioeconomic factors, and travel patterns in Britain, *Environment and Planning B: Planning and Design* 2001, pp 499-528.

Weibull J.W. (1976b) An axiomatic approach to the measurement of accessibility, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 6 No. 4, pp. 357—379.

Centrum för transportstudier är ett forskningscentrum vid KTH – ett samarbete mellan KTH, VTI, WSP Analys & Strategi, Internationella Handelshögskolan i Jönköping, Trafikanalys, Trafikverket, Vectura och VINNOVA. Forskningsfältet omfattar bland annat samhällsekonomisk analys, hållbara transportsystem, prognosmodeller, trafiksimulering, transportsystemets finansiering och organisation, samspelet mellan transportsystem och regional ekonomi samt trafikanters beteenden och värderingar. Centret är en tioårig satsning med en total finansiering från parterna på uppåt 250 miljoner kr, oräknat tillkommande externa uppdrag. Verksamheten sysselsätter motsvarande minst 20 heltidstjänster, oräknat de många forskare vid de olika parterna som har sin finansiering på annat sätt, och har en gemensam lokalisering på KTH:s campus.

The Centre for Transport Studies is a new research centre at KTH – a cooperation between KTH, VTI, WSP Analysis & Strategy, Jönköping International Business School, Transport Analysis, Transport Administration, Vectura and VINNOVA. The research area includes cost-benefit analysis, sustainable transport systems, transport modelling, simulation, financing and organisation, interactions between the transport system and the regional economy, and travellers' behaviour and valuations. The Centre is a ten-year project comprising almost 250 million SEK, not counting additional research grants. The centre employs around 20 full-time equivalents, in addition to the researchers at the partners funded in other ways, and has a joint location at KTH campus.

Centre for Transport Studies
SE-100 44 Stockholm
Sweden
www.cts.kth.se