

Hållbara städer – med fokus på transporter,
boende och grönområden

ISSN 1653-0942
ISBN 978-91-86673-06-2
Riksdagstryckeriet, Stockholm, 2011

Förord

På uppdrag av civilutskottet (CU), trafikutskottet (TU) och miljö- och jordbruksutskottet (MJU) har en forskningsöversikt tagits fram med fokus på hur hållbara och klimatsmarta städer kan se ut i framtiden.

Med en starkt växande tätortsbefolkning är detta en angelägen fråga. För att de växande städerna ska vara hållbara ur såväl ett ekologiskt, ekonomiskt som socialt perspektiv måste planeringen av dessa göras omsorgsfullt. Staden är ett komplext system där en rad processer behöver utvecklas, underhållas och återställas. Som exempel kan nämnas avfallsproduktion och återvinning, luft-, mark- och vattenföroreningar och användandet av grönområden och den biologiska mångfalden i städerna. Energianvändning i byggnader samt utveckling och reglering av trafik och transporter är andra exempel på viktiga funktioner som behöver beaktas för att få till stånd en hållbar stadsutveckling.

Syftet med översikten är att sammanställa delar av den vetenskapliga litteraturen och ta fram goda exempel för hur hållbara och klimatsmarta städer kan se ut i framtiden ur flera perspektiv. Fokus ligger i huvudsak på

- hållbara transporter i staden, inklusive försörjning med förnybara drivmedel
- hållbart boende med fokus på energisnåla byggnader
- grönområden, luft- mark- och vattenmiljö samt biologisk mångfald i staden.

För att ta del av ungdomars syn på stadsutveckling inom dessa områden arrangerades ett scenario- och visionsarbete med gymnasieungdomar. Två skolor i Stockholm, Globala gymnasiet och Ross Tensta gymnasium, valdes ut för att fånga upp ungdomars syn från två olika områden, innerstaden och förorten. Motsvarande arbete gjordes i en gymnasieskola i Kalmar, Lars Kaggskolan, i syfte att fånga upp gymnasieungdomars syn på stadsutveckling i en mindre stad. Resultatet av arbetet med gymnasieskolorna redovisas kortfattat nedan (avsnitt 6) och en utförligare beskrivning av arbetet publiceras i en särskild skrift (Ungdomars visioner om den framtida staden, Sveriges riksdag, 2011).

Ytterligare ett sätt att fånga allmänhetens frågor och synpunkter inom området är att arbeta med sociala medier. En Facebooksida har öppnats där allmänheten välkomnas att göra inlägg om hur de vill att deras stad ska se ut 2050. Sidan hålls öppen under det att projektet pågår.

Uppdraget har genomförts av Helene Limén, forskningssekreterare vid utvärderings- och forskningsfunktionen, riksdagens utredningstjänst, med hjälp av följande medförfattare och medhjälpare: Lena Smidfeldt Rosqvist, Emeli Adell, Stephan Bösch, Lovisa Indebetou, Karin Neergaard, Annika Nilsson, Leif Linderholm och Christer Ljungberg, samtliga verksamma forskare vid Trivector Traffic i Lund; Maria Wall och Ulla Janson, forskare vid Energi och

Byggnadsdesign på Lunds universitet; Nils Göransson, MSc Stockholm Resilience Centre; Märit Jansson SLU; Cecilia Josefsson, Marie Nenzén, Rojda Sahin, praktikanter vid riksdagens utvärderings- och forskningsfunktion. Författarna svarar själva för innehållet i rapporten.

Forskningsstipendiaten och doktoranden Jeff Ranara, Stockholm Resilience Centre, har ansvarat för projektet med gymnasieungdomarna. I scenario- och visionsarbetet har även vetenskapskommunikatör Eva Krutmeijer, arkitekt Henrik Markhede, landskapsarkitekt Henrik Ståhle, forskningssekreterare Helene Limén samt praktikanterna Cecilia Josefsson, Marie Nenzén, Rojda Sahin och Janna Kokko bistått. Scenario- och visionsdagarna har dokumenterats av Johanna Nyström och Martin Karlsson från riksdagens enhet för IT/Medieteknik.

Föredragandena Anders Löfgren (CU), Héléne Tegnér (TU), Anna-Lena Kileus och Lena Sandström (MJU) har bistått i arbetet.

En styrgrupp med ledamöter från respektive utskott har tillsatts i syfte att ge riktlinjer för arbetet och följa att det har bedrivits i enlighet med utskottens uppdrag. Gruppen bestod av följande ledamöter fram till valet 2010:

CU: Lennart Pettersson (C), Johan Löfstrand (S)

TU: Annelie Enochson (KD) och Désirée Liljevall (S)

MJU: Lars Tysklind (FP, ordförande för gruppen), Tina Ehn (MP), Lars Hjalmered (M).

Efter valet bestod styrgruppen av följande ledamöter:

CU: Carina Ohlsson (S), Anti Avsan (M)

TU: Lars Tysklind (FP, ordförande för gruppen), Annelie Enochson (KD) och Désirée Liljevall (S)

MJU: Tina Ehn (MP), Lars Hjalmered (M), Jens Holm (V).

En expertgrupp bestående av Marie Thynell (Fil dr, Göteborgs universitet, transportsystem och sociala aspekter av stadsutveckling), Bahram Moshfegh (professor, Linköpings universitet, byggnaders energisystem) Johan Colding, (forskningsledare, Beijerinstitutet, socioekologiska urbana system), Jonas Åkerman (forskningsledare, KTH, hållbara transporter), Ronald Wennersten (professor, KTH, klimatsmarta städer) har granskat kvaliteten i rapporten och kompletterat texten vid behov. Kommentarer har även inkommit från Anna Nilsson-Ehle (chef, Chalmers trafiksäkerhetscentrum SAFER, trafiksäkerhet) och Johan Woxenius (professor, Göteborgs universitet, sjöfartens transportekonomi och logistik).

Stockholm, februari 2011

Maryam Yazdanfar
Ordförande civilutskottet

Anders Ygeman
Ordförande trafikutskottet

Matilda Ernkrans
Ordförande miljö- och
jordbruksutskottet

Moncia Hall
Kanslichef civilutskottet

Göran Nyström
Kanslichef trafikutskottet

Björn Wessman
Kanslichef miljö- och
jordbruksutskottet

Sammanfattning

Över hälften av jordens invånare bor i dag i städer och enligt prognoser är siffran snart uppe i 70 %. Utformningen av städer är därför av avgörande betydelse för att utvecklingen ska vara hållbar ur såväl ekonomiska, ekologiska som sociala aspekter.

Städer spelar en central roll för minskningen av utsläpp av växthusgaser och anpassningen till det förändrade klimatet eftersom en stor del av de globala växthusgasutsläppen sker i städer. Samtidigt erbjuder städer stora möjligheter till en mer hållbar livsföring. Den höga befolkningstätheten innebär kortare resor mellan bostaden och arbetet, högre andel kollektiva färdmedel, och mindre bostäder med lägre energibehov.

Nedan listas författarnas huvudsakliga slutsatser som visar hur utvecklingen av transporter, byggande och boende samt grönområden kan bli mer hållbar i våra framtida städer.

För att skapa trafiksystem för hållbart transportbeteende behövs

- en policy där tillgänglighetsmål i stället för rörlighetsmål genomsyrar transportsektorns och samhällsplaneringens aktörer
- en fokusering på hållbara lösningar i stället för kapacitetsproblem
- att transportkonsekvenser och transportlösningar inkluderas tidigt i planeringsprocesser även i andra samhällssektorer, t.ex. lokalisering av verksamheter
- integrerade åtgärdsplaner för hållbara transporter i städer, där markanvändning, lokalisering och transportfrågor kopplas samman
- en prioritering av åtgärder som har synergieffekter med andra samhällsmål och som är kostnadseffektiva (satsningar på kollektivtrafik, gång och cykel)
- tydliga kopplingar mellan städernas utveckling/planering och nationella/regionala trafikplaneringsfrågor eftersom enskilda städer ensamman äger problemen eller lösningarna
- engagemang av medborgarna i den konkreta planeringen eftersom fokus då skiftar från teknik till människor och deras vardagsliv
- att planeringen av städer alltid startar med fokus på ordningen gång, cykel, kollektivtrafik och bil
- en ombudsman för kommande generationer

För att uppnå målet om en hållbar bebyggelse i framtiden behövs

- energieffektivisering av den befintliga bebyggelsen
- incitament för att byggnationen av passivhus ska ta fart på allvar
- en ändring av brukarnas beteende så att energianvändningen minskar
- att utvecklingen mot allt större boendeyta per person bromsas

- att man väljer material med lång hållbarhet vid både nybyggnation och renovering samt prioriterar hållbarhet framför låga kostnader vid offentlig upphandling.

För att på ett hållbart sätt utnyttja de värden som urbana grönområden kan bidra med behövs

- att olika former av grönområden uppmärksammas. Det gäller såväl informell grönstruktur, såsom villaträdgårdar, kolonilotter och golfbanor, som de större gröna kilarna i städernas ytterområden. Små och till synes obetydliga grönområden kan spela en stor roll för grönområdenas ekosystemtjänster och stadens biologiska mångfald.
- att man planerar för sammankopplade grönområden. Det skapar tillgängliga grönområden för stadens invånare samtidigt som arters rörlighet möjliggörs och därmed den biologiska mångfalden upprätthålls. Den biologiska mångfalden i staden kan bidra till en ökad resiliens dvs. att stadens förmåga till anpassning till oförutsägbara händelser ökar.
- att man planerar för tillgängliga och bostadsnära grönområden. Forskning visar att grönområden bör ligga inom 300 m från bostaden för att ha önskade hälsoeffekter.
- att arbetet för att hantera klimatförändringarna och arbetet för att bibehålla den biologiska mångfalden är starkt sammankopplade och bör bedrivas i samförstånd.

För att minska städernas ekologiska fotavtryck och sluta kretsloppet mellan städer och jordbruksmark krävs

- ett tillvaratagande av den renings- och återvinningsteknik som finns i dag
- en ökad regional självförsörjning och en minskad import av mat och andra resurser
- ett ökat sektorsövergripande arbete.

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning.....	6
För att skapa trafiksystem för hållbart transportbeteende behövs.....	6
För att uppnå målet om en hållbar bebyggelse i framtiden behövs.....	6
För att på ett hållbart sätt utnyttja de värden som urbana grönområden kan bidra med behövs.....	7
För att minska städernas ekologiska fotavtryck och sluta kretsloppet mellan städer och jordbruksmark krävs	7
Innehållsförteckning	8
1 Inledning.....	10
Transporter, boende och grönområden i städer.....	11
2 Minskad klimatpåverkan och anpassning till ett förändrat klimat	14
2.1 Transporter	14
Hållbarhet för transportsektorn.....	14
Transportinfrastruktur.....	19
Effektivare bränsleutnyttjande.....	31
Godstransporter	32
ITS och påverkan på bränsleförbrukning och emissionsfaktorer.....	36
Kompletterande mjuka åtgärder för att öka transportsystemets effektivitet.....	39
Handel och livsmedelsförsörjning	41
2.2 Byggnader	43
Byggnaders energianvändning i Sverige	44
Byggnadens energisystem och byggnader i energisystemet	52
Lågenergihus	54
En helhetssyn krävs – exemplet Lindås.....	60
Energieffektivisering av det befintliga bostadsbeståndet.....	64
Produkter och processer som kan minska resurs- och energianvändningen i bebyggelsen.....	67
Ny teknik som gör bebyggelsen mer energieffektiv och klimatsmart.....	69
Miljöanpassat beteende.....	74
Energieffektiva städer – strategisk ledning för kommunala beslutsfattare.....	77
2.3 Urbana grönområden och klimat	78
Grön- och blåstruktur i staden och dess roll i anpassningen till klimatförändringarna	80
Stadens och klimatförändringarnas negativa effekter på grön- och blåstrukturen	84

Planering, förvaltning och restaurering av urbana grönområden och våtmarker.....	85
Verktyg för att inkorporera gröna värden i stadsplaneringen.....	88
3 Hälsospekter och sociala värden	90
3.1 Transporter och hälsoeffekter.....	90
Minskat buller från trafiken.....	90
Minskade luftföroreningar från trafiken	94
Indirekta trafikeffekter	96
3.2 Grönområdets direkta effekter på hälsan.....	97
3.3 Byggnader och hälsa	100
3.4 Levande stad – sociala värden.....	101
Grönområdets sociala och kulturella värden	101
Planering för stadsstrukturer som verkar för sociala möten	103
3.5 Trafiksäkerhet i staden	106
Vad är trygghet respektive säkerhet?	106
Att analysera hållbar och säker trafikutveckling	107
Hållbart trafikbeteende ger även trafiksäkrare städer.....	108
Gång- och cykeltrafik.....	109
ITS – intelligenta transportsystem för ökad säkerhet	109
4 Kretsloppsfrågor – avfallshantering och återvinning	112
5 Slutsatser	116
Framtidens trafik för hållbara städer	116
Hållbar och energieffektiv bebyggelse.....	117
Framtida planering av urbana grönområden.....	119
Framtidens kretslopp i staden.....	120
6 Stockholm och Kalmar 2050.....	122
Visioner om den framtida staden av elever från tre svenska gymnasieklasser 2010	122
Referenser	123

1 Inledning

Historien har lärt oss att vi inte kan förutse stora förändringar som verkligen påverkar skeenden. Vi arbetar oftast med extrapoleringar av den nuvarande situationen. Om vi verkligen ska vända utvecklingen och gå mot mera hållbara samhällssystem kan nya angreppssätt behövas. När det gäller forskning behöver vi komplettera den sektoriella forskningen med ett fågelperspektiv som visar hur saker hänger ihop och hur vi kan gå från medvetenhet till handling bland aktörerna i samhället.

De stora utmaningarna när det gäller att skapa hållbara städer kan sammanfattas i att minska beroendet av fossila bränslen, minska och anpassa sig till klimatpåverkan samt skapa uthålliga system för försörjning av resurser som vatten och olika råvaror. Utvecklingen måste gå mot att minska belastningen på ekosystemen och att behålla en hög biodiversitet. Detta måste göras samtidigt som man minskar den sociala segregationen i städerna. Ett annat nyckelord är resiliens, dvs. att man skapar förutsättningar för städer att anpassa sig till nya förhållanden som vi i dag inte kan förutse.

Problemet med fossilbränsleberoendet är inte bara dess miljöpåverkan såsom klimatpåverkan utan också att konkurrensen om tillgången till fossila bränslen skapar konflikter. Vi kommer antagligen att få se mer av dessa konflikter om naturresurser, även kring vatten och andra råvaror som speciella metaller, fosfor m.m. Ett perspektiv som kanske då ska vara med är nationell säkerhet när det gäller tillgång till resurser.

Övergången från ohållbara till mer hållbara och resilienta städer måste successivt utvecklas på ett evolutionärt sätt där dagens öppna och globala system för energi och material antagligen kommer att gå mot mer lokala och regionala flöden och ekonomier. Det globala ekonomiska systemet är så pass komplext i dag att många upplever det som extremt svårt att se problem och lösningar. Ett exempel är biodiversitet. Hotet mot biodiversiteten, vilken utgör grunden för att vi ska kunna behålla ekosystemtjänster, är inte att antalet grönytor i städerna är för små. Hotet består i hela vårt konsumtionsmönster som påverkar biodiversiteten i hav och regnskogar. Detta komplexa samband gör det svårt för en enskild människa att uppleva att hon eller han kan påverka förloppet. Det betyder inte att vi inte ska skapa mer grönytor i städerna. Dessa har många positiva funktioner, och de kan också skapa en förståelse och ett samband som gör det möjligt att få till stånd en förändring av konsumtionsmönster. Utvecklingen av s.k. short circuit-ekonomier där samhällen bygger en oberoende lokal ekonomi som kan leverera varor och tjänster om den vanliga ekonomin kollapsar, har en potential att öka medvetenheten och skapa kreativitet på lokal nivå. Adaptiv förvaltning kommer på så sätt att vara en viktig kraft i omställningen till mer hållbara städer. Det innebär helt enkelt att skapa en bättre balans mellan lokala, regionala, nationella och internationella marknader.

Den här utvecklingen kommer antagligen inte bara att drivas av politiker, som arbetar med lagstiftning, policyfrågor m.m., utan troligtvis även av andra aktörer. Andra typer av styrning (*governance*) kommer att utvecklas. Vi kan se detta redan i dag genom samverkan mellan företag och samverkan mellan intresseorganisationer och företag i utvecklingen av hållbarhetsstrategier (t.ex. WWF-IKEA). Den här utvecklingen skapar också en potential för nya affärsmodeller och affärsmöjligheter för svenska företag på en internationell marknad.

Resonemanget ovan leder till slutsatsen att samtidigt som man fördjupar sig i lösningar inom sektorer som grönområden, byggnader och transporter så måste den systemanalytiska forskningen på högre nivåer stärkas. Vi kommer annars att gå in i återvändsgränder och se mycket av suboptimeringar och lite av förändringar på djupet. Det här kommer att kräva nya vägar för att man ska kunna bedriva forskning med en tvärvetenskaplig ansats.

Det är således viktigt att undersöka och utveckla samspelet mellan olika system på olika nivåer inom staden och mellan staden och dess omgivning. Vilka är t.ex. randvillkoren för en optimal utveckling av lokala energilösningar för ett stadsområde i förhållande till stad/land/världen? Genom att arbeta konkret med stadsområden kan vi också granska samspel mellan system inte bara tekniskt utan även socialt och ekonomiskt.

(Ronald Wennersten, KTH)

Transporter, boende och grönområden i städer

I diskussioner om hållbar utveckling framförs ofta staden som särskilt problematisk på grund av dess snabbt växande tätortsbefolkning och allt vad det för med sig i form av hög belastning på såväl närmiljö som omland.

Hållbar utveckling är ett vitt begrepp med många olika innebörder där en viktig aspekt är att säkerställa att effekten av mänskliga aktiviteter inte överskrider vad de ekologiska systemen tål. Invånarna i en hållbar stad ska kunna leva ett gott liv utan att tära på jordens resurser. Det innebär b.l.a. att stadens transporter, boende och energiförsörjning är hållbara.

Användning av stadens yta innebär ofta konflikter mellan olika intressen, t.ex. krävs en avvägning mellan ytanspråken för transport, boende och grönområden. En rad mål som är kopplade till ekonomiska intressen står på kort sikt i konflikt med miljömässiga intressen. Men en god ekonomisk utveckling är på lång sikt avhängig av en ekologiskt hållbar utveckling, inte minst när det gäller klimatpåverkan.

Transportsektorn är en av de sektorer som bidrar mest till koldioxidutsläppen. Många av de problem som trafiksystemen står inför i dag beror på att vi historiskt har planerat våra samhällen för en hög rörlighet i stället för att fokusera på en hög tillgänglighet. Det står nu klart att trots den stora potentialen till utsläppsminskningar som finns i nya tekniska lösningar och renare drivmedel så kommer detta inte att räcka för att skapa ett hållbart transportsystem vid ökade trafikmängder i staden. Det är därmed av yttersta vikt att vi även minskar resandet. De hållbara färdssätten tar ett mindre ytanspråk för

samma mängd transporter genom att kollektivtrafik, gång och cykel är många gånger yteffektivare än bil. En ökad användning av hållbara transporter leder också till hälsovinster och skapar levande och tryggare städer med större kontakt och närhet mellan människor.

Det byggs allt fler energisnåla fastigheter i Sverige. Samtidigt finns det behov av en helhetssyn och långsiktighet i planeringen. Att främja resurshushållning och därmed minskad miljöpåverkan är av stor vikt. Bostäder måste utformas så att de ger minsta möjliga klimatpåverkan, samtidigt som de är ekonomiskt möjliga att bo i. Dessutom får inte inomhusklimatet påverkas negativt så att människors hälsa äventyras av energieffektiviseringsåtgärder. Det är många mål som ska uppfyllas på en gång.

Grönområden i staden har en viktig funktion när det gäller att ta upp koldioxid, men städernas träd, grönområden, vattendrag och biologiska mångfald spelar även en kritisk roll för anpassningen till ett förändrat klimat. Andra positiva effekter som grönområden har är att de kan minska buller och ta upp partiklar och miljöfarliga ämnen från biltrafiken. Tillgängliga och bostadsnära grönområden leder också till hälsovinster, ökar integrationen och kontakten mellan människor och har ett pedagogiskt värde.

Samtidigt som målkonflikter sätter käppar i hjulen för en hållbar stadsutveckling ackumuleras nu kunskap och goda exempel på hur man kan få till stånd positiva synergieffekter i stadsplaneringen. Dessa målkonflikter och potentiella synergieffekter pekar på behovet av en helhetssyn inom stadsplaneringen med integrerade strategier för en hållbar utveckling. Forskning betonar också vikten av sammanhängande strukturer – gator, cykel- och gångvägar, grönområden och bebyggelse bör hänga samman för att en hög tillgänglighet och kvalitet ska kunna uppnås. En tätare bebyggelse skapar till exempel större förutsättningar för en ökad andel kollektiv-, gång- och cykeltrafik, samt ger en bättre tillgänglighet till grönområden. För att trygga stadens biologiska mångfald är det viktigt att grönområden hänger samman för att växter och djur ska kunna sprida sig. Vad gäller gång- och cykelleder är det av betydelse att dessa kopplas samman till en helhet för att deras attraktivitet ska öka.

Texten nedan är en sammanställning av forskningsrön med fokus på transporter, byggnader och grönområden i framtidens städer. Rapporten är disponerad i tre delar. Efter ett inledande avsnitt belyses transporter, byggnader och grönområden ur ett klimatperspektiv där dessa tre områdens påverkan på miljön och möjligheter till en mer hållbar utveckling tas upp och diskuteras. Den andra delen fokuserar på hälsoaspekter och sociala värden kopplade till transporter, byggnader och grönområden. Den tredje delen behandlar kretsloppsfrågor och stadens stora resursuttag samt visar på goda exempel hur man i högre grad kan verka för att sluta stadens kretslopp. Avslutningsvis presenteras kort resultat av ett arbete med gymnasieungdomar som gjordes i syfte att få med ett medborgarperspektiv i arbetet.

Rapporten gör inte anspråk på att vara heltäckande när det gäller den vetenskapliga litteraturen inom dessa tre områden. Syftet med texten är att presentera valda delar av litteraturen som kan bidra till ökade kunskaper för

utskottsledamöterna. I texten presenteras även en rad olika goda exempel från Sverige och andra länder. Dispositionen har tagits fram i samråd med den parlamentariska styrgruppen.

2 Minskad klimatpåverkan och anpassning till ett förändrat klimat

FN:s klimatpanel (IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*) slår i sin fjärde rapport fast att det sker en klimatförändring och att den främsta orsaken är utsläpp av växthusgaser som till stor del kommer från förbränning av fossila bränslen (IPCC 2007). Städer har en helt central roll i minskningen av utsläppen och anpassningen till det förändrade klimatet eftersom en stor del av de globala växthusgasutsläppen kommer just från städer (WWF 2010). Samtidigt erbjuder städer stora möjligheter till en hållbar livsföring. Den höga befolkningstätheten innebär kortare resor mellan bostaden och arbetet, högre andel kollektiva färdmedel, mindre bostäder och därmed lägre energibehov, vilket i sin tur innebär att stadsbor i dag i regel använder mindre energi per capita än landsbygdsbor. Nedan belyses stadens transporter, boende och grönområden ur ett klimatperspektiv. Hur kan vi organisera framtidens städer för att minska vår påverkan på miljön och klimatet och samtidigt anpassa oss till ett förändrat klimat?

2.1 Transporter

Hållbarhet för transportsektorn

Transportsektorn är en av de sektorer som bidrar mest till utsläppen av koldioxid. Biltrafiken dominerar i dag det individuella resandet och fritidsresor utgör den största delen av svenskars resor. Många av de problem som trafiksystemen står inför i dag beror på att vi historiskt har planerat våra samhällen för en hög rörlighet i stället för att fokusera på en hög tillgänglighet samt för en användning av mark som stimulerar många och långa resor med privata fordon. Det står klart att det behövs principer för planering som syftar till en ökad integration av samhällsliga aktiviteter och en blandad bebyggelse för att minska dagens trafikarbete. En ökad tillgång på vägkapacitet är inte en långsiktigt hållbar lösning då detta i längden innebär att efterfrågan drivs på och att man därmed inom kort kommer att ha en större efterfrågan än den man investerat för.

Sedan 1990-talet har begreppet hållbart transportsystem förekommit i diskussionen, i olika policydokument och på alla nivåer från EU till kommuner. Även om det inte finns en allmänt vedertagen definition av begreppet ”hållbara transporter” råder det i princip enighet om att transportefterfrågan och/eller transportberoendet måste minska, hållbara transportsätt måste främjas så att dess andel ökar, fordon och infrastruktur bör vara mer miljöanpassade och

hållbara för att transportsystemet ska kunna bidra till en hållbar utveckling (Gudmundsson 2008). I takt med ökad bilism med tillhörande trängsel och andra mindre önskvärda effekter av trafiken i våra städer har efterfrågan på mer hållbara alternativ tilltagit.

Transporter är en av de sektorer som bidrar mest till ökningen av utsläppen av koldioxid. Närmare 40 % av Sveriges koldioxidutsläpp, och ca 25 % av de globala koldioxidutsläppen om de internationella flygresorna räknas in, kommer från transportsektorn. För övrigt bidrar boende och industrier till avsevärda utsläpp av växthusgaser. Om man endast räknar de avtalsreglerade koldioxidutsläppen står svensk transportsektor för ca 30 %. Den övervägande delen av koldioxidutsläppen från transportsektorn kommer från persontransporter. Den allra största delen av utsläppen, både för person- och godstransporter, sker från vägtransporterna som står för hela 92 % av transportsektorns koldioxidutsläpp (internationella flyg- och sjötransporter ej medräknade). Trafiksektorn är den enda sektor som också ökar sin andel av koldioxidutsläppen, och transportmängderna har under lång tid ökat i större takt än vad den tekniska utvecklingen kunnat bidra till minskningar av utsläppen (Sprei 2010).

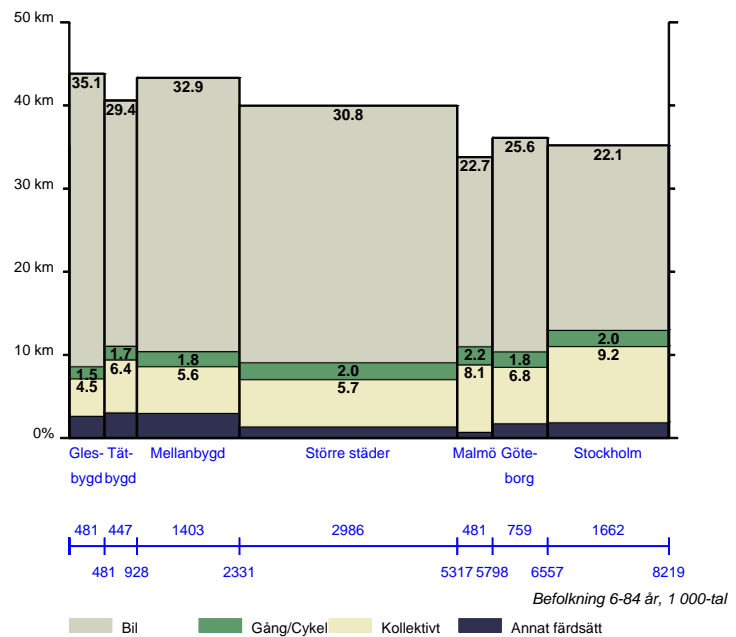
Åtgärder för att förbättra förutsättningarna för klimatsmarta kommunikationer och transporter är en viktig del i strävan mot en hållbar transportsektor men det är även av yttersta vikt att bil- och lastbilstrafiken får betala fullt ut för de externa effekter de ger upphov till (exempelvis utsläpp av hälsovådliga partiklar, buller och vägslitage).

Biltransporter och fritidsresande dominerar

De flesta i Sverige både bor och arbetar i tätorter (84 % respektive 87 % SCB 2006). Cirka 58 % av landets invånare bor i städer med över 10 000 invånare (enligt senaste räkningen 2005). Hur mycket man reser och vilket färdstätt man väljer är olika för olika regioner i Sverige. Biltransporterna är i dag helt dominerande i alla delar av landet (fig. 1).

De flesta personresor görs på fritiden (41 %). Arbets- och skolresor står för 20 % och når inte fritidsresornas andel även om man adderar tjänsteresor (16 %) som generellt är långa (tillsammans 36 %). Resor i samband med inköp och service är generellt kortare och står för ca 12 % av det totala persontransportarbetet.

Figur 1 Genomsnittligt antal km med olika färdstätt per person och dag (måndag–söndag) exklusive flyg i olika H-regioner (indelning som används av SCB). Flygtrafik är inte medräknat. Källa: SIKa 2007.

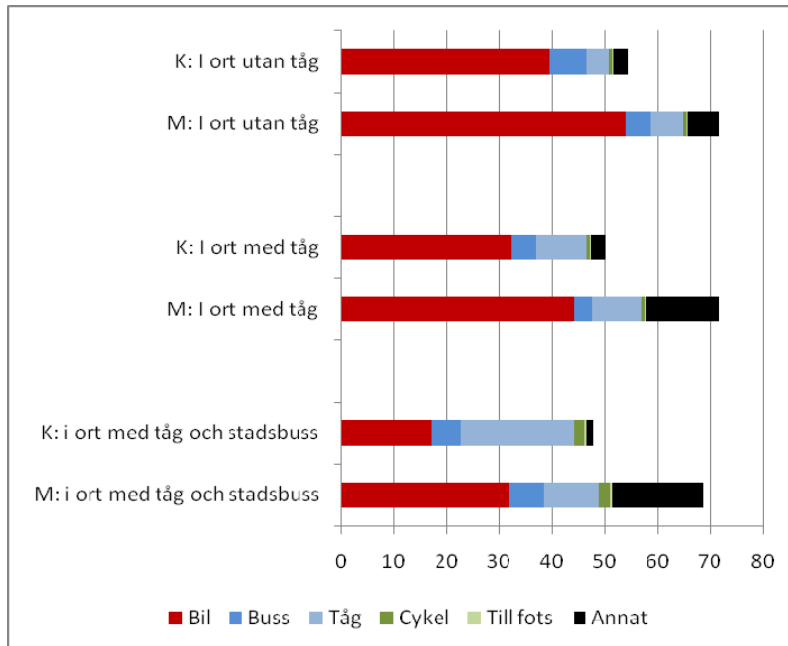


Kvinnors och mäns resande

Resbeteendet för män och kvinnor skiljer sig åt (Transek 2006). Även om skillnaderna mellan olika ålders-, inkomst- och utbildningsgrupper ofta är större är skillnaderna i resmönster mellan män och kvinnor systematiska och konsekventa. Män reser överlag längre och fler km med bil än kvinnor. Kvinnors resvanor tenderar dock i allt större utsträckning att likna männens i takt med att kvinnors villkor och förutsättningar blir mer lika männens.

I områden med goda alternativ till bil verkar det som om kvinnor föredrar hållbara alternativ i högre utsträckning än män. I en studie av resvanor i Skåne (Trivector 2007) har totalt antal kilometer för män respektive kvinnor med olika färdmedel beräknats för orter indelade efter kollektivtrafikutbudet (fig. 2). De procentuella skillnaderna i km med bil mellan män och kvinnor är större ju bättre kollektivtrafikutbudet orten har.

Figur 2 Genomsnittligt antal kilometer per person och dag (måndag–söndag) för boende i skånska tätorter med olika kollektivtrafikstandard. Källa: Trivector 2007.



I genomsnitt ger mäns resmönster betydligt större miljöeffekter än kvinnors resor. Skillnaderna är så stora att emissionerna skulle minska med uppemot tredjedel om män reste som kvinnor (Indebetou och Smidfeldt Rosqvist 2010). Mäns resor kräver också betydligt större ytor än kvinnors resor, vilket är en väsentlig fråga för hållbar utveckling av städer. Skulle kvinnorna i Malmö börja resa på samma sätt som män skulle ytanspråken i gaturummet för transporter öka med 12 % och ytanspråken för parkerade fordon öka med 4 % (Indebetou och Smidfeldt Rosqvist 2010).

Målet – en hög tillgänglighet

Transportsystemen brottas i dag med stora problem vad gäller deras negativa påverkan på miljön, höga kostnader för investering i infrastruktur, brister i trafiksäkerhet och en rad andra negativa effekter. Det beror i hög grad på att samhället historiskt sett har planerats för och dessutom efterfrågat ökad rörlighet för fordon. Transporternas roll i utvecklingen av vårt samhälle förändras över tid för att motsvara det moderna livets krav på kontakt med arbetsplatser, skolor och serviceinrättningar m.m. En hållbar transportpolitik bör bl.a. ha fokus på att flytta personer och inte fordon. Målet bör vara att ha en hög tillgänglighet – möjligheten att nå något önskvärt. Rörligheten – möjlighet till transporter – är däremot bara ett medel för att uppnå nyttan i tillgängligheten. Härav följer även att de olika delmålen för hållbara transporter behöver formuleras och styra den kommunala planeringen. Som i de flesta

verksamheter bör man i transportsektorn planera för största möjliga nytta per kostnad, dvs. största möjliga tillgänglighet per rörlighet, inte tvärtom.

Historiskt sett har flera av rörlighetens kostnader kunnat åtgärdas med teknisk utveckling. Till exempel minskade katalysatorerna drastiskt utsläppen av kvävedioxider från personbilstrafiken. När det gäller koldioxidutsläppen är det däremot svårare. Där har forskningen under en mycket lång tid varit tydlig med att det inte kommer att finnas *en* åtgärd som ensam kan se till att vi som samhälle tillräckligt minskar utsläppen. I tekniska lösningar som biodrivmedel och energieffektivisering finns visserligen en stor potential till utsläppsminskningar, men det kommer inte alls att räcka för att skapa ett långsiktigt hållbart transportsystem vid ökade trafikmängder. Det är också viktigt att i dessa klimatkussionernas tidevarv inte glömma att transportsektorn har flera andra kostnader som inte löses med en koldioxidneutral fordonsflotta. Problem som t.ex. brister i trafiksäkerhet, buller, trängsel, ökade ytanspråk och intrångseffekter kvarstår även om vi i framtiden skulle använda en helt koldioxidneutral fordonsflotta. Och städer måste betraktas som platser för människor och deras liv, snarare än plats för transportsystemen (Banister 2009).

En hållbar planering för en bättre stadsmiljö

Ofta råder konsensus om att fysisk samhällsplanering ska bidra till att skapa förutsättningar för hållbarare transporter. I verkligheten har vi under en längre tid tillhandahållit ett ökat utbud och en ökad standard för bilism för att tillfredsställa den ständigt ökande efterfrågan. En ökad tillgång på vägkapacitet (till låga kostnader) driver på och inducerar efterfrågan, vilket innebär att man snabbt har en ny än större efterfrågan än den man investerat för. Man kommer ständigt att ha en påspädning av efterfrågan med de investeringar som görs varför utbudet aldrig kan matcha efterfrågan (Smidfelt Rosqvist och Hagson 2009).

Trots att vissa åtgärder för att skapa ett mer hållbart transportsystem är väl kända räcker inte det. Redan i slutet av 1990-talet formulerade dåvarande Vägverket den s.k. fyrstegsprincipen, och 2003 beslutade Sveriges riksdag att fyrstegsprincipen skulle användas i den långsiktiga infrastrukturplaneringen. Grundtanken bakom fyrstegsprincipen (Ekman m.fl. 1996) handlar om en genomtänkt och strategisk trafik- och samhällsplanering med fokus på synergieffekter. Användningen och resultatet av den har sedan dess utvärderats av SIKÄ som konstaterade att syftet med fyrstegsprincipen är god men att den inte förändrat inriktningen på planeringen (SIKÄ 2005). Då planeringen inte har fungerat behövs en analys om var det brister någonstans. Saknas det kunskaper, tydliga delmål, investeringar eller politisk vilja? Ligger problemen på transportsidan eller i samverkan med andra samhälleliga sektorer?

Införandet av hållbara åtgärder

För att åtgärderna ska bli hållbara behövs en integrerad kommunal planering. Planering enbart inom transportområdet räcker inte då det handlar om komplexa frågeställningar med direkta kopplingar till stadsplaneringen.

I likhet med andra åtgärder eller effektiva planeringsstrategier är de inte verksamma förrän de genomförts. Implementering är ofta det största hindret för transportsystem för hållbar utveckling. För att lyckas med implementeringen av hållbara åtgärder krävs diskussioner för att skapa gemensamma begrepp, problembeskrivningar, delmål och strategier – innan implementeringen har inletts (Smidfelt Rosqvist och Ljungberg 2009). Under själva genomförandestadiet kan man underlätta införandet av hållbara åtgärder b.l.a. genom att

- involvera transportsektorns många aktörer och beslutsnivåer i planerings- och beslutsprocesser
- starta eller delta i nätverk med syftet att finna gemensamma lösningar för ett hållbart transportsystem
- använda olika beslutsstöd på ett aktivt och medvetet sätt
- se till att kommande generationer har ett ombud i processen.

Förbättrad kunskaps- och kompetensuppbyggnad är viktiga beståndsdelar för ett effektivare genomförande (Trivector 2008a). Att fokusera på problemindentifikation och på samband med andra områden (Boverket 2009a) samt att inte väja för mållkonflikter (NUTEK 2005) anses också som viktiga. Liknande rekommendationer finns även i en rad andra studier, i vilka man också talar om vikten av tydliga roller och ansvarsfördelning (SIKA 2001) och av samsyn och förankring (Engström m.fl. 2009).

Transportinfrastruktur

Planering och infrastruktur i staden kan i hög grad påverka människors val av färdmedel, i synnerhet andelen gång- cykel- och kollektivtrafikresande. Det viktigaste är att med olika medel öka hållbara transportmedels relativa attraktivitet i jämförelse med bilen. Staden har i huvudsak planerats för att passa bilen, vilket t.ex. gör att bussen har en mycket svår konkurrenssituation. En tätare stadsbebyggelse, en prioritering av busstrafiken framför biltrafiken samt kraftiga satsningar på cykelinfrastruktur gör att fler människor väljer hållbara transportmedel. Den samhällsekonomiska nyttan med satsningar på mer hållbara transportmedel gör dessutom att de ofta är mycket kostnadseffektiva. Vidare är det ofta mer kostnadseffektivt att prioritera busstrafiken framför helt nya typer av kollektivtrafiksystem. Nya busskoncept såsom stombussar eller *Bus Rapid Transit* är sätt att höja attraktiviteten hos bussen som färdmedel. Nya drivmedel och parallella bränsledistributionssystem ställer också krav på stadens infrastruktur och tillgängligheten på nya drivmedel. Elbilar behöver t.ex. laddplatser och eluttag på lämpliga platser i staden.

Tillgänglighet och närhet till alternativa färdmedel är avgörande

Det finns en rad grundprinciper för hur infrastruktur och planering påverkar olika färdsets konkurrenskraft och därmed individernas val av färdmedel. Planering har visat sig viktig för hur mycket vi reser och för vilka färdset vi väljer. Till exempel anses hög densitet och blandad markanvändning minska resandet och bilresandet (Luk 2003, Saunders m.fl. 2008). I ett exempel från USA där man har undersökt sambanden mellan resande och stadsbyggnadsfaktorer, har man kommit fram till att det är tillgänglighet och närhet till alternativa färdmedel som är avgörande snarare än befolknings- eller arbetsplatsdensitet (Ewing och Cervero 2010). Den lokala kulturen och dess värderingar påverkar sådana ställningstaganden, och det skulle vara av intresse att se om svenska män och kvinnor har samma inställning. Vidare påverkar densiteten möjligheten att erbjuda kollektivtrafik som både är attraktiv och ekonomisk.

Planeringsfaktorer är speciellt viktiga för en hög andel gång- cykel- och kollektivtrafikresande medan en hög andel bilresande i stället i högre grad påverkas av socioekonomiska faktorer (Soltani och Allan 2006). De flesta framgångsrika kommuner har satsat på långsiktiga investeringar och kontakt med målgrupper och driver ett aktivt utvecklingsarbete och har gjort så under lång tid. De har successivt utvecklat den fysiska planeringen av transportsystemet och stöder hållbara transporter. Påfallande ofta är de framgångsrika på många områden parallellt – kollektivtrafik, cykeltrafik, trafiksäkerhet, trafiksanering i centrumområden, aktiv parkeringspolitik, ”bilsnål” exploatering, m.m. Tyvärr utvärderas sådana initiativ sällan.

Korta avstånd och en blandad och sammanhållen bebyggelse är planeringsfaktorer som positivt ökar attraktiviteten för hållbara färdset som kollektivtrafik och cykling (Soltani och Allan 2006, Luk 2003, EEA 2007, Naess 2001, 2006, 2007, Cairns m.fl. 1998). Utglesning av städer är ett problem som leder till ökat resande och större miljökonsekvenser (Travisi m.fl. 2010). Utglesningen driver ut såväl boende som skolor och arbetsplatser till städens periferi som är svårare att försörja med kollektivtrafik, vilket i sin tur leder till ökad bilanvändning (García-Palomares, 2010). För att öka användningen av kollektivtrafik behöver relationen till bilalternativen också förbättras (Sarker m.fl. 2002).

Att beräkna effekterna av och potentialen för olika typer av infrastruktur-satsningar är svårt både för att det finns ganska lite data och för att det är svårt att särskilja olika typer av påverkansfaktorer. Men det har visat sig att en prioriterad planering för konkurrenskraftig cykeltrafik minskar koldioxidutsläppen och leder till en effektivare energianvändning även i ett nationellt perspektiv (Trivector 2008b). Kraftiga kollektivtrafiksatsningar har i sin tur fem gånger så stor potential som cykelsatsningar, men är å andra sidan betydligt mer kostsamma. Dessutom är en strategisk planering för kortare avstånd något som ökar bruttopotentialen för en ökad överföring till cykel eftersom cykel enklare konkurrerar vid kortare avstånd (Smidfeldt Rosqvist m.fl. 2005).

En utbyggd och effektiv kollektivtrafik

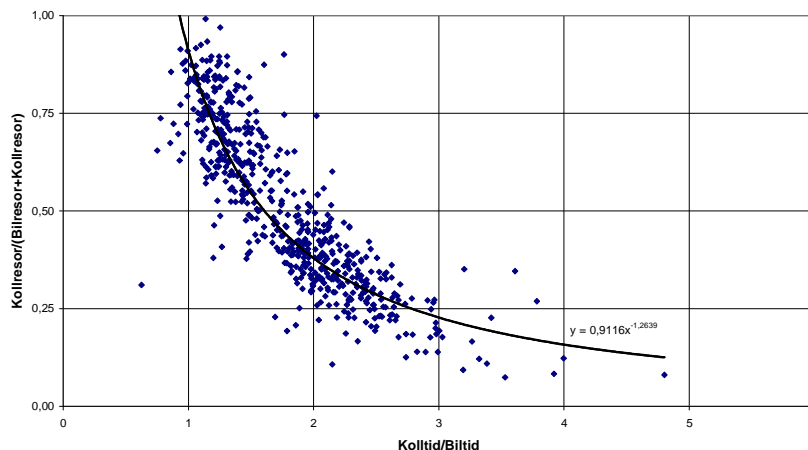
Kollektivtrafik i städer, där buss utgör den mest betydande delen, har i och med bilens genomslag (även i den fysiska planeringen) en mycket svår konkurrenssituation då svenska städer har planerats för att passa bilen (Smidfeldt Rosqvist m.fl. 2005, Svallhammar 2008). Vi har byggt för en hög rörlighet och framkomlighet med bil, vilket ofta lett till att busstrafiken fått onödigt långa körvägar och de boende fått långa gångavstånd.

Den planering vi haft har lett till låg medelhastighet, särskilt om man mäter fågelvägen. Regulariteten har blivit lidande av att bussarna kör i blandtrafik och ofta utan prioritering i trafiksignaler. För att få en stor yttäckning har man i bilsamhället tvingats inrätta många busslinjer i ett svåröverskådligt linjenät, eller system av linjenät för olika ändamål. Bland annat på grund av detta har busstrafiken fått låg attraktivitet och image.

Snabbare, oftare och mer pålitlig

Principen för en attraktiv och konkurrenskraftig kollektivtrafik som är ett reellt alternativ till bilen är att den måste *bli snabbare, gå oftare* och bli *mycket mer pålitlig* (Andersson m.fl. 2009). Den övergripande innebörden av dessa tre nyckelbegrepp är att förbättra kollektivtrafikens konkurrenssituation gentemot bilen dvs. dess relativa attraktivitet. Den relativa attraktiviteten mellan bil och kollektivtrafik kan uttryckas med hjälp av restidskvoten bil/kollektivtrafik som bygger på den viktade restiden från dörr till dörr. En restidskvot på 2 innebär att en resa med kollektivtrafiken tar dubbelt så mycket tid som med bil. Figur 3 visar tydligt sambandet mellan restidskvoten för kollektivtrafik/bil och kollektivtrafikens marknadsandel. Vid en restidskvot runt 1,5 blir kollektivtrafiken till ett attraktivt alternativ till bilen. Och vid ca 1,2 väljer så många som ca 75 % att ta kollektivtrafik.

Figur 3 Kollektivtrafikandel beroende på restidskvot (kolltid/biltid), Stockholms län 1997. Källa: Regionplane- och trafikkontoret (2001a).



Att förbättra kollektivtrafikens relativa attraktivitet gentemot bilen betyder i mångt och mycket insatser av prioriterande karaktär (signalprioritering, busskörfält, busslussar, snabbare och prioriterade hållplatser m.m.) som leder till en mer pålitlig kollektivtrafik.

Omfördelning och nytänk

En sådan förändring kräver inte alltid mer pengar för infrastrukturen utan i första hand en omfördelning av pengarna till satsningar som gynnar kollektivtrafiken. Här gäller det att välja en ny väg som till synes inte är alltför komplicerad. Svårare är att få till stånd ett nytänkande som leder till det nya vägvalet. Kommunerna har en nyckelfunktion då de genom sitt planmonopol har möjligheten till den praktiska förändringen. Vägen till omställningen går över kompetensutveckling på alla nivåer, inte minst hos kommunala planerare (Trivector 2009). Därtill kommer en integrerad planering, medel för investeringar, handlingskraft samt politisk vilja.

Potentialen av en rätt utbyggd kollektivtrafik är i första hand en förändrad färdmedelsfördelning och effektivare ytanvändning. En jämförelse mellan svenska och schweiziska storstadsregioner visar att andelen kollektivtrafik i alla de schweiziska fallen är högre eller betydligt högre än i Malmö, Göteborg och Stockholm. Malmö har den största bilandelen på 86,5 % och en kollektivtrafikandel på 13,5 % medan Stockholms bilandelen är 70 % och resterande del kollektivtrafik. Detta kan jämföras med siffror från Schweiz, där t.ex. Bern har en kollektivtrafikandel på 39,5 %. Potentialen är naturligtvis än högre än för de schweiziska exemplen men det visar att man vid en utbyggd kollektivtrafik har en realistisk chans att nå 40 till 50 % kollektivtrafikandel utifrån dagens ramar (t.ex. bensinpriset). Intressant att nämna är att det verkar finnas synergieffekter med andra gröna färdmedel som gång och cykel vid en hög andel kollektivtrafikresor. Alla de schweiziska agglomerationerna har en högre andel gång- och cykelresor än de svenska storstadsregionerna. Huruvi-

da man kan dra paralleller är oklart men om kommunerna satsar mer på de s.k. *soft modes* dvs. gång, cykling och kollektivtrafik, skulle resandelen för de olika färdssätten också förändras.

Effektiv och snabb kollektivtrafik i framtiden

Nya och mer attraktiva koncept för kollektivtrafiken behöver alltså utvecklas. Men de erfarenheter som finns av faktorer som påverkar attraktivitet och konkurrenskraft för kollektivtrafiken hänger egentligen ganska lite på att vi hittar helt nya alternativ. I dag är bussen ryggraden i den svenska kollektivtrafiken. Att prioritera busstrafiken med olika medel är en viktig förändring för en mer attraktiv busstrafik i städerna. Däremot förekommer utveckling av alternativa former av kollektivtrafik i Sverige i mycket begränsad utsträckning. Det finns olika sätt utveckla den vanliga stadsbussen som t.ex. stombussar eller *Bus Rapid Transit* (BRT), trådbussar, spårväg och spårtaxi som är relevanta för framtida trafiksystem i hållbara städer.

Stombuss

Stombuss (*Bus Rapid Transit*) är ett koncept för kollektiv busstrafik som finns i ett sjuttio-tal större städer runt om i världen. Under devisen ”tänk spårvagn – kör buss” skapas tunga busslinjer med stor kapacitet. Konceptet växte fram på 1970-talet i staden Curitiba i Brasilien och baseras på en central kontroll över bussarna, särskilda bussfiler ofta utan annan trafik, snabb på- och avstigning, biljettköp före påstigning och att linjerna skiljs ut från andra busslinjer genom en specifik design. Hållplatserna anläggs ofta raka och kan delas med spårvagnar för att spara tid så man slipper att svänga in och ut på alla hållplatser. Med introduktionen av stombussar eller BRT följer ofta ett varumärke där bussens namn och logo gör det enkelt att identifiera busslinjen. Namn som Trans Milenio, Trans Jakarta och Trans Metro har bidragit till att göra BRT känt över världen och till att skapa en image för ett effektivt och bekvämt kollektivt resande som dessutom är pålitligt och säkert.

Exempel: BRT i Bogotá

Sjумiljonersstaden Bogotá i Colombia har ett av världens mest utbyggda BRT-system, Trans Milenio. Bussar med en kapacitet på 160 passagerare trafikerar åtta stamlinjer helt vridna åt Trans Milenios bussar. I rusningstrafik går bussarna så ofta som varannan minut. Systemet klarar extremt höga passagerarvolymmer – sammanlagt reser ungefär 1,5 miljoner människor varje dag med Trans Milenio, ca 42 000 människor i timmen i rusningstid. Detta kan jämföras med Londons tunnelbanelinje Victoria Line som har en kapacitet på 25 000 passagerare i timmen i varje riktning. Sedan Trans Milenio invigdes 2001 har de genomsnittliga restiderna i Bogotá minskat med 32 % och utsläppen med 40 %. Attraktiviteten bygger mycket på att man lyckats bygga in säkerhet och trygghet i systemet. Olycksfallen i områdena runt stamlinjerna har t.ex. minskat med 90 %. I anslutning till BRT-systemet har man också anlagt ett av världens mest omfattande nät av cykelbanor, ca 340 kilometer. Cykelbanorna är separerade från busstrafiken och alla BRT-stationer är utrustade med cykelparkeringar (Trans Milenio 2010, Veolia 2010).

I Sverige har stombusskonceptet införts i vissa städer. I Göteborg infördes stombussar 2003 med avsikt att uppmärksamma och höja statusen på de linjer som blev stombusslinjer och med en förhoppning om att resandet därigenom skulle öka. I dag finns fyra stombusslinjer utöver den vanliga stadsbusstrafiken. Stombussarna är tänkta att likna spårvagnarna till sin funktion och turtätheten, färgsättningen, inredningen, liksom att påstigning får göras i alla dörrar följer principerna från spårvagnstrafiken. Dessutom är stombusslinjerna inritade på spårvagnskartan och inte på busskartan. I högtrafik trafikeras linjerna delvis av Sveriges längsta bussar – 24 m långa och med två leder. Samtliga stombusslinjer passerar centrum men trafikerar till stor del områden som ligger utanför spårvägsnätet.

Figur 4 Stombussar i Göteborg.



Även andra svenska städer har infört stombusskonceptet. Gävle har ett system med stombussar som ingår i stadsbussnätet. I Jönköping infördes stombussen som enhetligt koncept 1996 med två linjer. Där kallas stombusslinjerna för Citybussarna. I Linköping har Östgötatrafiken stomlinjer som trafikerar de sträckor där många resenärer åker buss. Även i andra städer som Lund, Malmö, Stockholm och Örebro lyfts busslinjer med specifika egenskaper fram.

Trådbuss

Trådbussarnas fördel handlar mycket om låga lokala utsläpp och lägre bullernivåer för boende, och de är ett mycket miljövänligt komplement till ordinarie bussar. Trådbussarna kan bli till ett mycket attraktivt system även i mindre städer. För närvarande finns det enbart en trådbusslinje i Sverige (Landskrona). Utomlands är systemet vanligare. Framför allt länder i östra Europa samt Schweiz har delvis omfattande trådbussystem i städerna. I tyska Solingen med 135 000 innevånare har de gamla trådbussarna moderniserats och nya bussar köpts in så att samtliga bussar nu är yngre än tio år (Tscheschke 2008). Petrozavodsk, huvudstad i den ryska republiken Karelen, beslutade under 2010 att behålla sina trådbussar och att modernisera linjenät och bussflotta.

Spårvägar

Spårvägar, som under bilismens framgång efter andra världskriget har lagts ned i många städer, har under de senaste 20 åren upplevt en renässans. Många städer i Frankrike och Spanien har fått helt nya system medan andra städer med befintliga system bygger ut sina nät. Spårvägar kan med fördel ersätta viss busstrafik (vid tillräckligt stora resandeunderlag). Den s.k. spårfaktorn innebär att man kan räkna med en betydande resandeökning, 10–20 %, om en busslinje ställs om till spårvägslinje. Spårvägar blir även i Sverige mer attraktiva. Stockholms Tvärbana och utbyggnader i både Göteborg och Norrköping är tecken på denna tendens. Långtgående planer på helt nya spårvägssystem finns även i Malmö, Lund och Helsingborg.

Spårtaxi

Spårtaxi (kallas också för spårbilar, podcars eller PRT – *Personal Rapid Transit*) har under den senaste tiden varit ett större samtalsämne. Eftersom spårtaxisystemet inte finns i full skala är det svårt att basera kunskapen på erfarenheter. Spårtaxisystem har, som alla andra kollektivtrafiksystem, sina för- och nackdelar och behöver därför användas efter systemets styrkor. Det är mycket osäkert vilken kapacitet ett spårtaxisystem har. Framför allt vid mycket väl frekventerade hållplatser och linjer är det svårt att avgöra hur systemet kommer att fungera. Det är däremot klart att ett spårtaxisystem, på grund av dess dyra infrastruktur, har en liknande strukturskapande effekt som exempelvis spårvägar. En betydande nackdel är däremot det visuella intrång som systemet på grund av dess balkkonstruktioner innebär samt det avstånd

till gatumiljön detta ger (jämför skillnaden i avstånd mellan buss i gatan och tunnelbana). Systemet borde snarast ses som ett komplement till andra alternativ. Några svenska kommuner är i dag intresserade av att testa spårtaxialternativ.¹

Alla system, om de används i rätt sammanhang, har förmodligen sin plats i det framtida samhället (Johansson och Lange 2008). Framöver bör det däremot läggas mer vikt på att hitta rätt system för rätt ändamål. Ibland kan det vara mer effektivt att utnyttja befintliga system på ett effektivare sätt. Framför allt de strukturskapande effekterna är viktiga för att kunna öka attraktiviteten hos stadens kollektivtrafik och för att kunna erbjuda snabba och pålitliga system (prioritering) med attraktiv utbudsnivå.

Gång- och cykeltrafik – allt viktigare i städer

Gång och cykling klumpas ofta ihop i transportplanerarsammanhang. Detta är en grov förenkling eftersom både förutsättningarna och räckvidden för dessa två färd sätt egentligen är mycket olika. Av praktiska skäl (t.ex. är litteratur som refereras sällan uppdelad) behandlas även i denna rapport gång och cykel i samma avsnitt.

Den accepterade längden på gångresor klingar av vid 1–2 km, medan motsvarande sträcka för cykel tidigare ansågs ligga runt 3–5 km (Solheim och Stangeby 1997). Nya undersökningar visar däremot att det finns en acceptans för längre cykelresor än 5 kilometer. Stockholms trafikkontor lät göra intervjuer med dem som cyklar in till jobbet i Stockholms innerstad från förorterna och det visade sig att cyklisterna i genomsnitt cyklade 9 kilometer enkel resa.

Gång och cykel står för en liten andel av det totala transportarbetet i Sverige med knappt 4 %. Om man enbart tittar på de resor som görs i städer är betydelsen av såväl gång som cykling dock större. För förflyttningar kortare än 5 kilometer är 42 % av reslängden till fots och 17 % med cykel (de flesta av dessa sker dock i tätorter) (SIKA 2007). I resvaneundersökningar de senaste åren finns en klar trend mot ökade gång- och cykelresor. I Malmö ökade t.ex. andelen inköpsresor till fots från 24 % år 2003 till 35 % år 2008 (Malmö stad 2009).

Såväl gång som cykel är alltså viktiga delar av ett mer hållbart transportsystem, framför allt i ett tätortsperspektiv (Bösch m.fl. 2009). Dessutom är cykelsatsningar ofta en förutsättning för att få ett helt fungerande resandesystem för kollektivtrafiken. Områden med förutsättningar för (säkra) cykelmöjligheter har även betydelse för ett ökat hållbart transportbeteende och därmed minskad energianvändning (Saunders m.fl. 2008). Det är viktigare att cykelvägar är sammanhängande (t.ex. knyter an till boendemiljöer) än att öka standarden på befintligt cykelnät (Moudon m.fl. 2005). Isolerade delar med fantastisk standard hjälper inte om inte delarna hänger samman och bildar en struktur.

¹ KOMPASS (www.podcar.org) är en intresseorganisation för språtaxi där Botkyrka, Eskilstuna, Haninge, Karlskrona, Sigtuna, Södertälje, Uddevalla, Umeå, Upplands-Väsby, Uppsala och Värmdö är medlemmar.

Det är samtidigt vida känt att länder som aktivt prioriterar och planerar för cykling har betydligt högre cykelandelar än andra. Det viktiga ur ett miljöperspektiv inte är att gång, cykel och kollektivtrafik bara ökar, men att bilister faktiskt byter färdmedel. Detta innebär att det krävs en kraftig omprioritering av investeringar etc. från bil till gång, cykel och kollektivtrafik. Om man bara ökar medlen till de senare finns en uppenbar risk att dessa ökar sin volym utan att bilresandet minskar. Tack vare omfattande satsningar på cykelinfrastruktur och informationskampanjer har andelen resor med cykel i Köpenhamn ökat från 25 % 1998 till 38 % 2005 för åldersgruppen 40+. I Köpenhamn sker 36 % av alla resor till och från arbetet i dag med cykel (Pucher m.fl. 2010). I Nederländerna sker 28 % av resorna i tätorter med cykel (Pucher och Dijkstra 2003) och analyser tyder på att bl.a. de kraftiga satsningarna på goda cykelfaciliteter är en av orsakerna till detta (Martens 2007). I Sverige ligger Malmö och Lund ungefär lika högt (Trivector 2007).

Lådcykeln (en transportcykel på tre hjul eller en cykel med kärra) har blivit ett allt vanligare inslag i Köpenhamnstrafiken. Hela 25 % av Köpenhamns tvåbarnsfamiljer äger en lådcykel och många lådcykelresor ersätter bilresor (Köpenhamns kommun 2010).

Tät bebyggelse och utökad cykelinfrastruktur

De planeringsåtgärder som har betydelse för ökad cykling handlar om lokaliseringar, en tätare bebyggelse men även utökad cykelinfrastruktur (Kingham m.fl. 2001, Dickinson m.fl. 2003, Ryley 2006, Hunt och Abraham 2007, Tilahun m.fl. 2007, Wardman m.fl. 2007). Konkurrenskraften för cykling och gång är starkt beroende av avstånd till målpunkter, vilket gör att infrastruktur-satsningar inte kan isoleras som en enskild faktor. Alla satsningar i transportsystemet är kopplade till varandra och därför har även åtgärder för minskad biltrafik och lägre hastigheter betydelse för hur attraktiv och konkurrenskraftig cykling är (Tennøy 2010).

När gång- och cykelvägar finns med i infrastrukturplaneringen resulterar det i positiva effekter i form av mer cyklande och gång och minskande bilanvändning. Är ett område byggt enligt detta sätt visar en studie av *new urbanism*² att dessa invånare cyklar, går eller åker kollektivt 20 % mer än boende i andra områden (Cervero och Radisch 1996).

Samhällsekonomisk nytta – bättre folkhälsa

Satsningar på cykeltrafiken visar sig ofta vara kostnadseffektiva (Trivector 2003). Erfarenheter i städer där stora satsningar gjorts på cykeltrafiken har visat att investeringsbehovet är i storleksordningen 700–3 000 kr per invånare. För en stad med 50 000 invånare innebär detta en totalkostnad på 35–150 miljoner kronor. Av denna summa bedöms 70–80 % behövas för ny infra-

² *New urbanism* är ett stadsbyggnadsideal ursprungligen från USA och är en reaktion mot utbredda villastäder och förslummade innerstäder. *New urbanism* strävar efter småskalighet bl.a. för att man ska kunna röra sig i staden till fots.

struktur, 5–10 % för kringutrustning (parkering, skyltning etc.) samt 10–20 % för information och marknadsföring.

Detta är stora investeringar och nyttan är ofta svår att uppskatta. Det beror delvis på att satsningar på cykeltrafiken ger många olika slags effekter. Samhällsekonomiska beräkningar av nyttan med satsningar på cykeltrafiken i tre norska städer visar på en nytto/kostnadskvot på mellan 3 och 14, dvs. nyttan är 3–14 gånger större än investeringen (TØI 2002). I storleksordningen 50–75 % av nyttan beror på de besparingar som fås av bättre folkhälsa till följd av ökad fysisk aktivitet.

Nya typer av drivmedel – krav på infrastruktur

Med utveckling av nya mer hållbara drivmedel kommer även krav på hur dessa görs tillgängliga i staden. Vad kommer detta att ställa för krav på stadens infrastruktur? Även om dessa frågor diskuterats länge finns relativt lite konkret forskning om mer översiktliga och övergripande frågeställningar.

Problemet med att ha flera parallella distributionssystem av drivmedel handlar delvis om ytanspråken. Om dagens befintliga tankställen kan utvecklas till att tillhandahålla en större variation (som t.ex. varit fallet med etanol och på sin tid blyfri bensin) är problemen mindre. Utrymmet finns redan och är fördelat med en täthet i de flesta städer som innebär en god tillgänglighet. I de fall man måste göra plats för nya tankställen i staden uppstår däremot dilemman om hur stort totalt utrymme som är rimligt att använda till dessa funktioner. Antingen ökar den totala ytan eller minskar tätheten mellan respektive bränsletyp. Till exempel dras gastankställena med detta problem på de flesta svenska orter som har dem.

För eldrift ser det annorlunda ut. Både rena *elbilar* och *laddhybrider* ställer krav på viss infrastruktur eftersom de är beroende av att laddas via elnätet. Det svenska elsystemet är robust, och även vid en storskalig introduktion av elbilar och laddhybrider skulle inte elnätet i sig vara ett hinder (Spante 2010). Även om samtliga personbilar i Sverige på kort tid skulle ersättas med laddhybrider, skulle detta inte öka elförbrukningen med mer än 8 % eller 10 TWh (Bergman 2008). Och om rikets bilflotta bestod av 15 % laddhybrider (drygt 600 000 fordon) skulle behovet av el för nattladdning öka i samma omfattning som om temperaturen sjönk med en grad Celsius en specifik natt (Vattenfall 2007). Detta gäller emellertid för s.k. *långsam laddning*, vilken sker direkt via elnätet via ett ordinärt jordat eluttag. En laddning av ett batteri på 10 KWh som räcker till 4–5 mils drift tar ca 5–6 timmar att ladda. Ett på 20 KWh har motsvarande räckvidd på 15 mil.

Övergång till elbil – bara en marginell del av lösningen

Tillverkning av fordon ger också upphov till betydande utsläpp och energianvändning. Som exempel kan nämnas att tillverkning och underhåll av en personbil (under dess livstid) ger upphov till mellan 5 och 10 ton CO₂ (Zamel och Li 2006). Detta är en, av flera, anledningar till att en övergång till elbilar inte skulle ge så stora utsläppsminskningar. En annan anledning till att ut-

släppsminskningarna inte blir så stora vid en övergång till elbilar de närmaste decennierna är att elen inte kommer att vara ”ren” eller koldioxidfri. Dessutom kommer laddhybrider (som sannolikt har större potential på sikt än renodlade elbilar) delvis att vara beroende av något annat bränsle än el. Det största problemet för eldrivna bilar under den närmaste tiden kommer emellertid att vara de mycket höga kostnaderna och osäkerheten om batteriernas livslängd.

Faktaruta om elbilar

Det finns olika slags eldrivna bilar. Man brukar skilja mellan ”renodlade elbilar”, ”elhybridbilar” och ”laddhybridbilar”. En renodlad elbil har bara en elmotor och kan därför bara drivas med el. En elhybridbil drivs av både en elmotor och en förbränningsmotor. Elhybridbilen har ett batteri som laddas under färd, men den kan inte laddas från ett eluttag (Fortum och Stockholms stad 2009). Laddhybrider (kallas även plug-in) har större batterier som kan laddas via elnätet vilket möjliggör ren eldrift för längre sträckor. Bränslecellsfordon drivs av en sorts batteri som omvandlar kemiskt bunden energi (bränsle) till elström. Det sker ingen förbränning och fordonen fungerar ungefär som ett ficklampsbatteri som ger elström genom att energin utvecklas på kemisk väg. Till skillnad mot elbilen, som måste laddas med el från en extern källa, kan bränslecellen ”tankas” under transporten genom en vätgastank eller metanoltank i bilen (Vägverket 2010).

Hemmet – främsta platsen för laddning

Då man diskuterar infrastruktur för laddning av olika typer av elfordon är det viktigt att inkludera en behovsdiskussion. De flesta personbilar i Sverige körs oftast mindre än 5 mil per dygn och de 5 första milen utgör 80 % av all bilkörning (Ds 2008:43). Det innebär att det mesta av laddningsbehovet kan tillgodoses via långsamladdning, primärt vid hemmet under natten, kompletterat med laddningsmöjligheter vid vissa strategiska platser som t.ex. arbetsplatser, pendlarparkeringar eller andra större parkeringsplatser. Samma rekommendation och bedömning har man gjort i andra länder (Morrow m.fl. 2008, BERR och DfT 2008). Även pilotstudier för införande av elfordon i Stockholm som Fortum och Stockholms stad (Fortum och Stockholms stad 2009) genomfört och projekt i Göteborg som Vattenfall (Vattenfall 2010) genomfört diskuterar behoven för infrastrukturen. För privatpersoner visar resultaten att det är viktigast att kunna ladda vid hemmet men att laddning på arbetsplatsen också används relativt flitigt. Relativt få i dessa studier verkar känna behov av att kunna ladda på andra platser. I försöket i Stockholm där man använt bilen i tjänsten har fordonen framför allt laddats hos arbetsgivaren över natten. Det är egentligen bara för speciella funktionsfordon, som rullar många mil per dag, eller som går på långfärd över flera dygn, som det därmed kan uppstå behov av att utveckla någon typ av snabbbladdningsinfrastruktur. Och då är frågan om rena elbilar lämpar sig för dessa funktioner.

Exempel: Svenska familjers erfarenheter av elbilar

Fyra familjer i Gävle har under ett års tid kört en elbil inom ramen för forskningsprojektet Shopping Circle, den första svenska sammanställningen av privatfamiljers erfarenheter av elbilar. Under året har familjerna besvarat enkäter och fört dagbok för alla sina resor, både med elbilen och den ordinarie bilen. Resultaten visar att familjerna har använt elbilarna i stor utsträckning och upplevt det som mycket positivt. Trots att de testade elbilarna har en räckviddsbegränsning på 17 mil har familjerna inte upplevt detta som ett problem – elbilen har i första hand utnyttjats till kortare resor. Laddningen har nästan uteslutande skett i hemmet eftersom familjerna upplevt att laddning vid de utplacerade laddstolparna har tagit för lång tid. En annan tydlig effekt är att elbilen har fått de deltagande familjerna att fundera över hur de reser lokalt (Skjöld och Hygge 2010).

Snabbladdning på sikt

I en situation där en betydande andel av bilparken går på el blir laddbehoven självklart annorlunda. För att öka användningsvidden och tillförlitligheten för elfordon diskuteras även lösningar för *snabbladdning* med laddningstider på under 15 minuter och helst ännu snabbare. Detta kräver trefas och ställer andra krav på infrastruktur i form av kapacitet. För detta krävs plats för kommersiella laddningsstationer i staden. Ett annat förslag är att behov av snabb laddning skulle tillgodoses genom byte av batteriet. Det finns emellertid stora problem med detta som gör att batteribyte oftast bedöms som orealistiskt eller inte tillräckligt bra som alternativ till snabbladdning (BERR och DfT 2008). Det skulle krävas en likriktning för vilka batterier som används av olika fordonstillverkare alternativt att bytesstationerna ligger på ett stort lager av olika typer av batterier. Dessutom gör vikten av batterierna och den höga spänningen att det ställs mycket stora tekniska krav och säkerhetskrav på dessa stationer, vilket i sin tur gör alternativet med byte mindre bekvämt och attraktivt. Det gäller särskilt om snabbladdningsalternativ kan lösas framöver med utveckling av t.ex. batteriteknik.

Det som alltså ställer nya krav på stadens infrastruktur vid övergång till elfordon är främst att det krävs laddstolpar eller eluttag på lämpliga platser. För långsamladdning är det förhållandevis okomplicerat och kräver inga större insatser. För snabbladdning ställs däremot betydande krav på både uttag och plats och dessutom på elnätet. Även om en snabbladdning inte tar mer än 10–15 minuter skulle betydande arealer krävas för att hantera behovet om/då stora delar av fordonsflottan består av elfordon, och det skulle snabbt bli långa väntetider.

Ny teknik för trådlös laddning

Det pågår försök och forskning kring förutsättningar för beröringsfri eller trådlös laddning via induktiv överföring av energi. Det forskas t.o.m. kring möjligheten att ladda fordonets batteri under drift.³ Eftersom detta är utvecklingsprojekt som drivs av fordonsindustrin finns mycket lite än publicerat eller tillgängligt. I det projekt som drivs av Volvo handlar detta främst om försörjning av långväga godstransporter.

Effektivare bränsleutnyttjande

Det finns en stor potential i att öka energieffektiviteten i fordonsparken. Problemet är att dessa effektiviseringar äts upp av efterfrågan på större bilar med ökad prestanda. Sparsam körning kan bidra till att minska bränsleförbrukningen en hel del. Samåkning har dock visat sig vara en mindre effektiv lösning eftersom människor inte väljer att delta trots kännedom om samåkningsprojekt.

Om användningen av förnybara drivmedel ökar kraftigt kommer uppodling av naturmark att bli en följd, vilket initialt kan ge upphov till så stora utsläpp av koldioxid från marken att det tar ett par decennier innan biobränslen ens börjar ge en positiv klimateffekt (Fargione m.fl. 2008, Searchinger m.fl. 2008). När det gäller skogsavfall ser kalkylen bättre ut, men detta utgör globalt sett en mindre resurs. För att kunna maximera klimatnyttan gäller det även att skogsavfall används på ett strategiskt sätt t.ex. för att ersätta kol i kraftverk i Danmark och Tyskland.

När det gäller framställning av biodrivmedel finns en stor hållbarhetsaspekt i att använda spill från industriproduktion och soprester för bränsleproduktion jämfört med att använda råvaror. Oavsett vilket drivmedel som diskuteras eller kommer att användas i framtiden är en generell energieffektivare fordonspark en viktig fråga (Börjesson m.fl. 2009).

Införandet av energieffektiviseringar såsom användandet av förnybara energikällor, lättare fordon, lågemissionsmotorer och bättre reningsteknik ansågs redan i början av 1990-talet tillsammans kunna reducera kväveoxider och koldioxid från den svenska transportsektorn med 70–80% (Johansson 1993, Johansson 1995). Potentialen är i dag minst lika stor om man räknar med en fossilfri elanvändning och laddhybrider. Däremot är det inte sannolikt att en minskning av koldioxidutsläpp av den magnituden uppnås förrän på ca 30–40 års sikt (Jonas Åkerman, pers. komm.).

Effektivisering ”äts upp”

Problemet är att effektiviseringar till stor del ”äts upp” av ökad efterfrågan på större bilar och prestandafaktorer som acceleration (Sprei m.fl. 2008). Endast 35 % av den potentiella effektiviseringen utnyttjas till minskad bränsleför-

³ Till exempel professor Mats Alaküla, LTH, som även arbetar för Volvo.

brukning. Dessutom ökar vårt resande, vilket också på en nationell ackumulerad nivå gjort att de totala utsläppen ökar. Ändå är naturligtvis dessa tekniska effektiviseringsvinster värdefulla och utan dem skulle utsläppen ha varit ännu större än vad de är i dag.

Körsätt – stor potential men behöver följas upp

En förarens körsätt har stor betydelse för bränsleanvändning, miljöeffekter (Ericsson 2000, Smidfeldt Rosqvist 2003), fordonsslitage och trafiksäkerhet. Sparsam körning har potentiellt stor bränslebesparingspotential (Vägverket 2007a), men utvärderingar visar att besparingen på sikt sjunker. Regelbunden uppföljning och feedback är nödvändiga för att behålla önskat beteende. Bränslerådgivande system i fordon kan innebära en högre besparing.

Samåkning – liten potential

Samåkning framförs ofta som en åtgärd för att minska trafikens miljöbelastning och trängsel men är inte en lösning för städer med koncentrerad bebyggelse och förutsättningar för kollektivtrafik. Flera samåkningsprojekt, främst för pendlingsresor arbete–bostad, har genomförts i Sverige och internationellt utan större framgång. Trots stora marknadsföringsinsatser, och att många i dessa försök faktiskt känt till tjänsterna, är det sällan fler än 1 % av dem som ens ansluter sig till tjänsterna som samåker (Hyllenius m.fl. 2007). I sällsynta fall med mycket goda förutsättningar kan denna siffra stiga upp mot 5 % (Vägverket 2006a).

Godstransporter

Godstransporter påverkar stadslivet i hög grad då de tar stor plats och bidrar till miljö- och hälsofarliga utsläpp. Effektiva åtgärder för att minska godstransporters koldioxidutsläpp är bl.a. renare och effektivare fordon, sänkt hastighet och ökad fyllnadsgrad samt ett effektivare transportnätverk. Decentraliserade lager i stället för centrala lager skulle också kunna minska transporterna i städer.

Svenska godstransporter

För mer hållbara godstransporter krävs bl.a. en överflyttning från väg till mindre energikrävande transportslag och en effektivare planering av transporterna. Godsvolymerna i Sverige fortsätter att öka, och den största ökningen sker inom flyg- och vägtransporter. Flygets godsvolymer är däremot fortfarande förhållandevis små.

Renare och effektivare fordon, sänkt hastighet och ökad fyllnadsgrad samt optimerade transportnätverk är åtgärder som har störst potential att minska godstransporters koldioxidutsläpp och dessutom är relativt lätta att genomföra (World Economic Forum 2009). Andra åtgärder med hög potential är över-

flyttning av godstransporter från väg och flyg till järnväg och sjöfart samt sparsam körning.

Renare och effektivare fordon

Det finns en stor potential att effektivisera transporterna inom varje trafikslag (SIKA 2008a). Effektiviseringar kan bidra till stora minskningar av koldioxidutsläpp och är ofta kostnadseffektiva. Ny teknik i fordon och framför allt i lastbilar bedöms kunna minska koldioxidutsläppen med ca 10 % (World Economic Forum 2009). Volvo Lastvagnar uppskattar att ny teknik kan reducera bränsleåtgången med 15 % till 2020 (Ehrning 2010). Problemet är att tekniken är dyr.

Sänkning av hastigheten i varuflödeskedjan

Korta ledtider och små tidsfönster i varuflödeskedjan kan leda till att mer energikrävande transportslag som t.ex. flyg prioriteras framför sjöfart, att mindre volymer skickas oftare och att lastbilarnas hastighet ökar. Genom att öka ledtiderna och tidsfönstren och därigenom öka fyllnadsgraden och sänka hastigheten för lastbilar finns det en potential att minska koldioxidutsläppen. Schenker har t.ex. beräknat att en sänkning av snitthastigheten med 2 km/h skulle innebära att den totala bränsleförbrukningen minskar med 1,5 %. Samtidigt är tidsförlusten nästan försumbar (Hedenus 2007).

Överflyttning av godstransporter från väg till järnväg

En överflyttning av gods från väg till järnväg och sjöfart kan bidra till mindre trafik på vägarna och mindre koldioxidutsläpp. Även om det totala trafikarbetet kan öka vid överflyttning är koldioxidutsläppen per tonkm i genomsnitt lägre för järnväg och sjöfart än för väg. Genomsnittsvärdena på europainivå ligger på 18–35 g/tonkm för järnväg, 2–7 g/tonkm för sjöfart och 62–110 g/tonkm för väg (EEA 2008). Viktiga styrmedel för överflyttning av godstransporter från väg är ekonomiska styrmedel och utbyggnad av infrastruktur. Det finns ledig kapacitet i järnvägsnätet under lågtrafiktid, men enligt flera rapporter inom området är utbyggnad av infrastruktur en viktig förutsättning för mer gods på järnväg. Investeringar i järnvägar kan ge ungefär 0,5 miljoner ton i minskade utsläpp. Den samhällsekonomiska lönsamheten diskuteras, men kalkyler pekar på att en uppgradering av järnvägsnätet med 50 % ökad kapacitet är lönsamt (SIKA 2008a).

Sparsam körning

Sparsam körning för lastbilar har en relativt stor bränslebesparingspotential. Utbildning i sparsam körning för yrkesförare av tunga fordon har visat sig kunna ge 10–20 % bränslebesparing. Långtidsuppföljningar visar dock att besparingen på sikt snarare blir 3–6 %. Regelbunden uppföljning och feedback är därmed nödvändigt för att behålla det önskade beteendet (Vägverket 2007a).

Godstransporter i staden

Godstransporter utgör ett problem för staden och dess utveckling då de bidrar till hälsovådliga utsläpp och buller och tar stor plats. Trots att godstransporter motsvarar mellan 20 och 30 % av antalet fordonskilometrar i urbana områden (Dablanc 2006) prioriteras sällan godsleveranser i stadsplanering (Behrends m.fl. 2008). Lokala aktörer saknar ofta kunskap om urbana godstransporter och dess påverkan på miljön, vilket ofta resulterar i att väldigt lite görs åt dessa problem (Lindholm 2010). Åtgärder som riktas mot att effektivt utnyttja lastkapacitet eller minska utsläppsfaktorer har speciell betydelse för stadens miljö och hållbara utveckling då det skulle minska utsläppen, frigöra yta och öka trafiksäkerheten i staden.

Optimerade transportnätverk – effektivare transporter

Det finns en potential att effektivisera godstransporterna. Enligt SIKAs statistik från 2008 över inrikes lastbilstransporter var andelen kilometer som kördes utan last (tomkörning) 22 %. Vidare har den genomsnittliga fyllnadsgraden mellan år 2000 och 2006 legat konstant på 34 % (Hedenus 2007). Firmabilstrafiken, som särskilt berör städerna, pekas ut som ett transportområde där samordningen är liten och den teoretiska potentialen för effektiviseringar är stor. En optimering av transportnätverken kan i genomsnitt minska koldioxidutsläppen med 10 % (World Economic Forum 2009). IT-system som ruttplaneringsystem och GPS som visar var bilarna finns i förhållande till godset ger möjlighet att effektivisera godstransporterna och uppnå en ökad fyllnadsgrad och färre transporter.

Decentraliserade lager och samordnad varudistribution i städer

Decentraliserade lager i stället för centrala lager skulle också kunna minska transporter i städer. För att det skulle vara kostnadseffektivt med en mer decentraliserad struktur måste dock transportkostnaderna öka med mer än 100 % (Hedenus 2007). Generellt kan en samordning av varudistributionen i tätorter ge färre leveransstopp, färre fordon, ökad fyllnadsgrad och kortare körsträcka, vilket skulle kunna bidra till en reduktion av godstrafikens emissioner på 10–30 % (Køster och Hvid 1996). Ett projekt i Linköping visade att samordnad varudistribution minskade den totala körsträckan i centrum med över 50 %, och utsläppen minskade i samma omfattning. Ett problem är dock att samdistributionsprojekten ofta stannar vid pilotprojekt.

Exempel: Samordnade godstransporter i Lindholmen

Inom forskningsprojektet *Sustainable Urban Transport* i Göteborg utvecklas metoder för att minska godstransporter i städer. På en före detta parkeringsplats intill Campus Lindholmen på Hisingen i Göteborg finns numera en terminal varifrån alla leveranser och sophämtning till området samordnas. Individuella leveranser har begränsats till två eldrivna bilar, en för sophanteringen och en för varustransporter, som sköter all trafik inne på området. Tack vare detta har bulleret och utsläppen minskat kraftigt inne på området, och trafiksäkerheten har ökat. De lyckade resultaten har gjort att forskningsprojektets försöksområde, Göteborg Eco Area, i våras utökades till en åtta gånger större yta på Norra Älvstranden. För att stänga ute lastbilarna från det nya området byggs nu fler mikroterminaler. Planen är att även kollektivtrafiken ska ingå i försöket i framtiden, eventuellt genom att bussar nyttjas till både person- och godstransport (Göteborgs stad 2010, Sustainable Urban Transports 2010).

Skärpta miljözonsregler med tidsfönster

En annan åtgärd för att effektivisera distributionstrafiken i städer kan vara att miljözonsföreskriften ändras så att ett tidsfönster införs för när lossning av varor får ske i olika delar av miljözonen, t.ex. 2 timmar om dagen. En sådan tidsbegränsning av möjlig tid för lastning och lossning inne i miljözonen skulle vara ett incitament för privata och offentliga transportörer samt transportköpare att öka andelen samordnade varuleveranser. Detta skulle kunna bidra till en ökad fyllnadsgrad i lastbilarna och därmed till en minskad bränsleförbrukning per transporterad volym. Trafikkontoret i Göteborg införde 2009 en begränsning som innebär att transporter med längre lastbilar än 10 m endast tillåts i området mellan 6.00 och 8.00. Det finns dock ingen utvärdering av resultaten.

ITS och påverkan på bränsleförbrukning och emissionsfaktorer

ITS (Intelligenta transportsystem och tjänster) hjälper stadens trafikanter i trafiken och leder till ett effektivare utnyttjande av transportsystemen. Förarstöd som påverkar körstil och vägval har till exempel högst potential att minska bränsleförbrukningen i just stadsmiljöer.

Med ITS (Intelligenta transportsystem och tjänster) menas användning av informations- och kommunikationsteknik inom transportområdet. ITS omfattar alla trafikslag och samtliga delar av transportsystemen – fordon, infrastruktur, användare och den omgivande miljön – och ger aktörerna bättre underlag för beslutsfattande.

Med hjälp av ITS får aktörerna bättre underlag för att agera, vilket leder till effektivare användning av transportsystemen, t.ex. genom att möjligheterna att välja bästa transportsätt förbättras, tillgängligheten och komforten ökar, trafiksäkerheten höjs och klimatpåverkan minskar. Fordon och infrastruktur utrustas med elektronik och stödsystem som ger bättre säkerhet. Enskilda individer får information som ger stöd för att välja transportsätt, resrutter och restidpunkter, och trafikföretags planering, ruttläggning m.m. underlättas.

Antalet faktorer som påverkar bränsleförbrukningen är stort, men de kan sammanfattas i faktorer relaterade till (Ericsson 2000, Ahn m.fl. 2002, Larsson 2009)

- förare (körstil, motivation och kunskap, användning av utrustning m.m.)
- resa (vägval, antal starter m.m.)
- trafik (trafikflödesförhållande, mix av trafikantslag m.m.)
- väg (topografi, underlag, utformning av länkar och korsningar m.m.)
- fordon (motoreffekt, bränslets effektivitet, katalysator, vikt m.m.)
- väder (temperatur, vind m.m.)

Kategorierna förare, resa, trafik och väg kan påverkas med hjälp av ITS, medan det är svårt att direkt påverka fordonets egenskaper och vädret.

Trafikledning för minskad bränsleförbrukning

Att minska antalet körda kilometer, köbildningen och stopptiderna ger en positiv effekt på bränsleförbrukningen. Sådana system skulle inte minska trafiken i städer men däremot kunna minska störningarna i form av t.ex. köer eller ökade utsläpp. Det finns en mängd olika system och åtgärder för att styra trafiken kopplade till ITS, och de flesta kan användas för att minska antalet störningar och stopp (tabell 1).

TABELL 1 BESKRIVNING AV DE VANLIGASTE INFRASTRUKTURBASERADE ITS-SYSTEMEN SOM MINSKAR BRÄNSLEFÖRBRUKNINGEN

ITS-system	Beskrivning	Effekt
Kövarning	Varningsskyltar tänds när kö bildats längre fram i systemet. För trafikledning kan kövarning kopplas samman med restidsinformation och rekommenderat vägval via operatörsstyrda VMS.	<ul style="list-style-type: none"> • Bidrar till en mindre aggressiv körstil.
Dynamisk parkeringsinformation	Dynamiska informationstavlor visar tillgång på parkeringsplatser på olika parkeringsanläggningar.	<ul style="list-style-type: none"> • Minskar söktrafiken
Dynamisk pendelinformation/Park and ride-anläggningar	Bilisterna får information om den aktuella trafiksituationen och restider med olika transportmedel via dynamiska skyltar. Förhoppningen är att fler ska välja att åka med kollektiva transportmedel.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducerar infartstrafiken.
Adaptiv trafiksignalsstyrning	Trafiksignaler styrs genom samordning av och realtidsinformation om trafiksituationen. Vissa grupper kan prioriteras, t.ex. kollektivtrafik och oskyddade trafikanter	<ul style="list-style-type: none"> • Minskar köerna.
Reversibla körfält	Ett mittkörfält används till den trafikström som är störst. Omställbara skyltar informerar om hur vägen ska användas.	<ul style="list-style-type: none"> • Minskar köerna.
Vägavgift/trängselskatt	En avgift/skatt tas ut när ett vägavsnitt passeras. Avgiften/skatten kan vara konstant eller variera med t.ex. tiden på dygnet.	<ul style="list-style-type: none"> • Kötiderna kan upp till halveras (minskning mellan 1/3 och 1/2 i Stockholm). • Minskar trafiken (20% i Stockholm, enl. Gullberg & Isaksson, Stockholmsförsöket - en osannolik historia) • Kan påverka vägar som ej är avgiftsbelagda.
Automatisk hastighetsövervakning	Automatiska kameror fotograferar fordon och förare som överskrider hastighetsgränsen.	<ul style="list-style-type: none"> • Lägre hastigheter ger mindre CO₂-utsläpp.

Förarstöd för lägre bränsleförbrukning och emissioner

Förarstöd för minskad bränsleförbrukning och minskade emissioner syftar till att antingen påverka förarens körstil eller vägval. Störst potential att reducera

bränsleförbrukningen finns förmodligen i tätorts- och förortsmiljöer (van der Voort m.fl. 2001). Av de olika sätt som detta kan göras på visar system som ger information om hur föraren ska växla störst effekt på bränsleförbrukningen.

Information och stöd till föraren utifrån flera aspekter

För att uppnå en mer bränslesnål körstil riktar dessa förarstöd främst in sig på växelval, hastighetsval, accelerationer och retardationer. Stöden kan antingen inrikta sig på en enskild parameter (som t.ex. systemen ”växelindikator” eller ”accelerationsrådgivare”) eller integrera flera aspekter (t.ex. FEST, Fuel Efficiency Support Tool). Den bränslesparande effekten verkar vara större för system som informerar och stöder föraren utifrån flera aspekter. Till exempel har FEST visat sig ge en bränslebesparing på 16 % (van der Voort m.fl. 2001) medan farthållare ger en besparing på i genomsnitt 5 % under förutsättning att inte hastighetsgränsen överskrids (Haworth och Symmons 2001) och en accelerationsrådgivare ger en besparing på mellan 0 och 4 % (Larsson och Ericsson 2009). Effektiviteten av förarstöden beror mycket på i vilka miljöer och under vilka förutsättningar som de används (Larsson och Ericsson 2009).

Information om trafiksituationen

Det pågår även forskning om förarstöd som utöver kunskap om bränsleoptimal körning tar in information om hur trafiksituationen ser ut runt fordonet (t.ex. omgivande fordon och status på trafiksignaler), s.k. kooperativa system, för att optimera råden till föraren. Datorsimuleringar har visat på en bränslebesparande potential på ca 12 % (Kamal m.fl. 2009).

För att påverka förarens vägval används i dag navigatörer optimerade för snabbast eller kortast färd. Forskning visar att ett vägval optimerat för en liten bränsleförbrukning kan minska förbrukningen med i genomsnitt 4 % (Ericsson m.fl. 2006). Vid tillägg av realtidsinformation om olika störningar i systemet förväntas potentialen kunna vara större än så. Japanska resultat pekar på 3–7 % mindre bränsleförbrukning vid bränsleoptimerad navigering med realtidsinformation (Tsugawa 2001), jämförbart med den bränslebesparing som kan förväntas vid Ecodriving; 4,6–7 % beroende på studie (Trivector 1999, Johnsson och Karlsson 2008, Koucky och Eveby 2004).

I det europeiska forskningsprojektet eCoMove (som pågår 2010–2013) utvecklas ett förarstöd som ska använda sig av både förarstöd för bränslesnål körning (kooperativt system), bränsleoptimerad navigering och bränslesnål trafikledning (Ecomove 2010).

Kompletterande mjuka åtgärder för att öka transportsystemets effektivitet

Mjuka åtgärder kan ses som ett komplement till traditionell infrastruktur och har en stor potential att effektivisera transportsystemen och ändra människors resvanor. Begreppet *mobility management* syftar på åtgärder som främjar hållbara transporter och guidar människor i trafiksystemet – genom alltifrån skyltar som upplyser människor om var bussen går och var det finns cykelbanor till ITS och bilpoolkampanjer. Denna typ av åtgärder är ofta mycket kostnads-effektiva och kan med fördel användas för att öka statusen på och medvetenheten om hållbara färdmedel.

Med tanke på hur få som ändrar sitt transportbeteende trots att kunskapen om nödvändigheten av detta är stor (Steg och Sievers 2000, Stradling m.fl. 2000) är det relevant att lyfta perspektivet till en helhetssyn på trafiksystemet och hur det kan fungera effektivare.

Mobility management (MM) är ett koncept vars syfte är att främja hållbara transporter genom att förändra människors attityder och resebeteende. Det handlar om mjuka åtgärder som kompletterar och effektiviserar nyttjandet av traditionell infrastruktur och i vissa fall även påverkar resan redan innan den startat. Denna typ av åtgärder har så gott som alltid funnits i trafiksystemsplaneringen – i sin enklaste form handlar det t.ex. om skyltar för att informera om tillåten hastighet eller som uppmärksammar om hållplatser för kollektivtrafiken. Dessutom har en rad mer sofistikerade åtgärder utvecklats under senare tid som handlar om att påverka resan innan den startat.

Exempel på *Mobility management*: Lundby Mobility Center

Samverkansprojektet Vision Lundby i Göteborg har syftat till att öka kunskapen om hållbara transportlösningar hos de boende i stadsdelen Lundby och att utveckla och testa mjuka åtgärder för att ändra olika gruppers resvanor. Man har bl.a. bedrivit informationskampanjer för att få invånarna att välja hållbara transportmedel samt jobbat med bilpooler, låncyklar, mätningar av avgasutsläpp, belöningar till cyklister och realtidsinformation vid busshållplatser (Lundby Mobility Center 2010).

Mjuka åtgärder – kostnadseffektiva

Uppskattningar visar att det finns stora miljöbesparingspotentialer för samlat *mobility management*-arbete (MM). Generellt sett är en stor del av MM-åtgärderna också mycket kostnadseffektiva för att uppnå förbättrad tillgänglighet utan att öka rörligheten. Genom att kombinera fysiska åtgärder med MM ökar man nyttan av investeringar i dessa. Forskning om dessa frågor pekar ut paket eller program för att påverka den psykologiska förändringen (Möser och Bamberg 2008) och förhållningssättet till hållbara transportval

som lovande alternativ till enbart traditionell planering (Gardner och Abraham 2008).

Mobility management är emellertid inte alltid självklar i planeringen. Traditionellt har olika krav och problem i transportsystemet åtgärdats med investeringar. Dessa värderas efter kostnadsnyttoanalyser som oftast inte kunnat hantera annat än just rena investeringar. Nya verktyg har dock nyligen utvecklats för att även kunna utvärdera t.ex. *mobility management*-åtgärder. *Least Cost Planning* (LCP) är en sådan utvecklad form av kostnadsnyttoanalys, och den kallas ibland även för ”integrerad planering”. LCP innebär att man tar fram den mest kostnadseffektiva, färdmedelsneutrala investeringsstrategin genom att ta hänsyn till både utbud och efterfrågan, hela livscykelkostnaden, och projektets hela externa kostnader.

Även om LCP som metod i allmänhet är dyrare än en traditionell kostnadsnyttoanalys har det visat sig att denna extra kostnad ofta uppvägs av att de åtgärds paket som tas fram är betydligt mindre kostnadskrävande än de som traditionella metoder tar fram (Nelson och Shakow 1995). Forskarnas analys visar att en väl samordnad uppsättning åtgärder för efterfrågestyrning i kombination med måttliga investeringar i infrastruktur kan vara kostnadseffektiva i jämförelse med stora bygg- och investeringsprojekt. På vissa håll i USA har det funnits en trend mot att göra LCP obligatorisk för utarbetandet av regionala transportplaner.

Det har alltså visat sig att en strategi där man lägger pengar på att minska efterfrågan ofta är ett kostnadseffektivt sätt att lösa många av transportsektorns problem. I Storbritannien och Nederländerna har detta lett till att man från statlig nivå gör stora insatser inom *mobility management*. I Nederländerna gör transportministeriet under 2008–2012 en satsning på 40 miljoner euro, där företag och organisationer skrivit på avtal om att införa olika MM-åtgärder. I Storbritannien har man arbetat med att införa ett mycket stort antal s.k. gröna resplaner för företag (Department for Transport 2008).

I ett EU-projekt (Hydén m.fl. 1998) från 90-talet om ökad cykelanvändning där Lunds tekniska högskola deltog togs råd om vilken typ av åtgärder som bör användas för städer med olika förutsättningar fram (fig. 5). I städer där det råder goda cykelförhållanden men som ändå har en låg cykelandel är det t.ex. lämpligt och effektivt att använda MM för att höja statusen och medvetenheten om att cykling kan vara ett alternativ till andra färd sätt (fig. 5).

Figur 5 Rekommenderade åtgärder för städer med olika förhållanden för och andelar cykling

	Dåliga cykelförhållanden	Bra cykelförhållanden
Hög cykelandel	Bygg infrastruktur	Underhåll
Låg cykelandel	Bygg infrastruktur & Mobility Management	Mobility Management

Handel och livsmedelsförsörjning

Handeln påverkar stadstrafiken genom att varorna måste transporteras till handeln och att konsumenterna reser till och från handeln. Externa handelsetableringar i utkanten av staden gör t.ex. att rörligheten och resandet ökar men att tillgängligheten försämras. Forskning pågår också om hur Internet och e-handel kan påverka våra resvanor för handel. Även om det är svårt att uttala sig om detta visar studier att e-handeln hittills inte har bidragit till en minskning av persontrafiken för handel.

Externa handelsetableringar

Det har länge pågått en debatt om s.k. externhandel och utarmningen av centrumkärnor. Externa handelsetableringar innebär att vi alstrar mer trafik och att trafikens utsläpp ökar (Hagson 2003). Det gäller även för tätortsnära etableringar (Neergaard m.fl. 2006). När utbudet av externhandel ökar så ökar också människors tendens att göra sina inköp på andra än den närmaste handelsetableringen. Dessutom missgynnas tillgängligheten av externa handelsetableringar. En lokalisering av externa köpcentrum som innebär att de bostadsnära butikerna slås ut ger sämre tillgänglighet för många grupper i samhället (Hellberg 2000, Boverket 1999). Kunder över 55 år står i dag för ungefär halva närbutikernas kundunderlag⁴, vilket speglar preferensskillnader eller inköpsvanor hos olika grupper. I en studie av tillgängligheten i två orter med olika inställning till externa etableringar konstateras en gynnsammare utveckling av tillgängligheten till handel (under tidsperioden 1980–1998) för orten med en restriktivare inställning till och färre externa handelsetableringar (Folkesson 2002). Handelsforskare pekar på vikten av såväl inomkommunal som mellankommunal dialog kring etableringsfrågor för handelns förutsättningar och överlevnad (Rämme och Rosén 2009).

⁴ Siffror från marknadsundersökning som tidningen Market låtit ta fram. Se Market nr 36–37 september 2010.

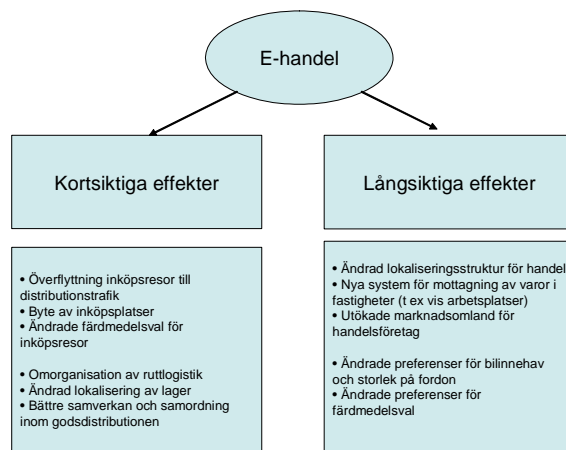
E-handelns påverkan på resmönster

Förutom frågan om lokalisering av och tillgänglighet till handel i städer finns det många hypoteser om hur Internet kan komma att påverka vanor och transporter för handel. En strukturomvandling inom handeln pågår, där e-handelns andel av detaljhandelsmarknaden ökar för varje år – e-handelns försäljning steg första kvartalet 2010 med nästan 13 % jämfört med motsvarande period 2009 (AB handelns utredningsinstitut, HUI 2010). I HUI:s senaste e-barometer tror man att e-handelns andel i år kommer att uppgå till nästan 5 % av detaljhandelns omsättning. Inom vissa branscher, som t.ex. försäljning av skivor, böcker och konfektion, står e-handeln för en betydande marknadsandel medan e-handeln av livsmedel fortfarande går relativt trögt.

Även om det finns en rad hypoteser om e-handelns betydelse är det inte fastlagt hur denna förestående strukturomvandling av handelns godstransporter påverkar hållbarare transporter som helhet (Mokhtarian 2004, Weltevreten 2007, Cairns 2005). Det är heller inte fastlagt vad detta ger för förändrade förutsättningar för samhälle och näringsliv i form av planering, lokalisering och t.ex. organisation och kostnad för lagerhållning samt visning av varor. I en helt färsk artikel som redovisar en undersökning av israeliska konsumenter tvivlar man dock på ett minskat persontrafikarbete (Rotem-Mindali 2010). Argumentet är att shopping är en fritidsaktivitet och att e-funktionerna till stor del används för att söka nya produkter och möjligheter. Resultatet visar att det minskade resande som kommer som en följd av e-inköp kompenseras av ett ökat resande för andra inköp genererade av information och sökande på nätet. I en annan studie konstaterar man att hemleveranser av livsmedel minskar utsläpp av koldioxid men inte mer än att ett byte av färdmedel från bil till buss för dessa resor skulle ha samma effekt (Edwards m.fl. 2010).

Effekterna av en e-handelsutveckling är mycket olika beroende på om vi betraktar de nära nog omedelbara effekterna eller om vi betraktar vilka mer omvälvande strukturförändringar som kan växa eller planeras fram (fig. 6). Det finns i dagsläget väldigt lite kunskap om hur en ökad e-handel kan påverka gods- och persontransporter (McKinnon 2008, McKinnon 2009), och i Sverige har man nyligen inom ramen för ett forskningsprogram (Lets2050Goods) påbörjat forskning kring dessa frågeställningar.

Figur 6 Möjliga förändringar av transporterens organisation som följd av e-handel



2.2 Byggnader

För att städer ska bli hållbara måste stadsplaneringen präglas av ett systemtänkande och en helhetssyn som ofta saknas i dag. Detta kan uppnås genom medvetna och aktiva åtgärder vid planering och uppförande av nya byggnader samt vid ombyggnad av existerande byggnader. Sådana åtgärder kan innebära förbättrad energihushållning, övergång till förnybara energislag och effektivisering av systemen för bästa möjliga hushållning med resurser som arbete, kapital, råvaror och energi.

Utmaningen ligger i att bygga nytt på ett mer energieffektivt och hållbart sätt men framför allt att energieffektivisera den befintliga bebyggelsen. Viktigt att poängtera är också att vi kommer att behöva en mängd olika energislag i framtiden, och det är därför av betydelse att inte låsa sig fast vid *en* lösning. Forskning inom byggsektorn har gjort att vi i dag har stor kunskap om hur man bygger långsiktigt hållbart och energieffektivt. Trots detta minskar inte energianvändningen i städerna. Anledningen är att processen för att komma fram till en optimal energiplan ofta är komplex och tidskrävande med många inblandade aktörer. Behovet av kunskap om beslutsprocessen, projektledningen och genomförandet av strategier är därmed stort, ofta mycket större än kunskapen om de tekniska frågorna. Det saknas ofta metoder för att inkorporera befintlig kunskap i stadsplaneringen och kommunala beslutsprocesser.

Byggnaders energianvändning i Sverige

Bebyggelsen står för 36 % av landets totala energianvändning, varav en stor del utgörs av energi för uppvärmning och varmvatten. Användningen av olja som energikälla har minskat kraftigt sedan 70-talet till förmån för el och fjärrvärme. Småhusen har på senare år kraftigt minskat sin energianvändning, mycket tack vare att många har installerat värmepumpar. I småhus är el den viktigaste energikällan; i bostadshus och lokaler är fjärrvärme den vanligaste energikällan för uppvärmning. En central åtgärd i omställningen mot mindre klimatbelastande energisystem är en ökad satsning på fjärrvärme som energikälla. Ett stort problem är att energieffektiviseringar i bebyggelsen tenderar att ”ätas upp” av den kraftigt ökande lokal- och boendeytan per person. Svenska stadsbor bor i dag på en internationellt sett mycket stor yta, och för att minska belastningen på miljön och klimatet är det även viktigt att denna utveckling stoppas.

Energianvändning i byggnader – potential för besparing

För att minska påverkan på klimatet och nå uppsatta energi- och koldioxidmål behövs en kraftig minskning av bebyggelsens energianvändning. Bebyggelsen⁵ står i dag för ca 36 % av Sveriges årliga totala energianvändning och har en stor energibesparingspotential genom energieffektiviserande åtgärder. Energi används i bebyggelsen för att värma varmvatten, skapa ett behagligt inomhusklimat och driva apparater. Energi för uppvärmning och varmvattenproduktion står för ca 60 % av energianvändningen i byggnader. Detta utgör en stor potential för energibesparing (SOU 2008:25). Den största utmaningen ligger i att kraftigt reducera energianvändningen i den befintliga bebyggelsen samt att hitta bra lösningar för att kunna täcka det kvarvarande energibehovet med förnybar energi. Det är också viktigt att framtida bebyggelse anpassas för en förändring av klimatet, t.ex. förändringar i temperatur och fukthet i luften.

EU-direktiv om energibesparing i bebyggelsen

Ett verktyg för arbetet med energibesparing i bebyggelsen är Europaparlamentets och rådets direktiv⁶ om byggnaders energiprestanda. Syftet med direktivet är att främja förbättringar av energiprestandan i byggnader med hänsyn till lokalt klimat och lokala förhållanden. I direktivet fastställs att alla medlemsstater aktivt måste främja framtagandet av byggnader med mycket

⁵ Begreppet bebyggelse syftar på bostäder, fritidshus och lokaler, exklusive industrilokaler, areella näringar och övrig service. Övrig service omfattar byggsektorn, gatu- och vägbelysning, avlopps- och reningsverk samt el- och vattenverk. Av den totala energianvändningen i sektorn står bostäder och lokaler för den största andelen, ca 86 % (Statens energimyndighet 2009a).

⁶ 2010/31/EU, fastslogs i maj 2010 (Europaparlamentet 2010).

lågt energibehov. Nya byggnader ska ha ett energibehov nära noll och kallas i direktivet för ”nära-nollenergibyggnader.” Befintliga byggnader ska energieffektiviseras så långt det är möjligt när en renovering ändå genomförs. För att minimera koldioxidutsläppen ska den lilla mängd energi som trots allt tillförs en byggnad till stor del komma från förnybara energikällor. I direktivet uppmanar man till att byggnader som utnyttjas av offentliga myndigheter ska ligga i framkant i detta arbete och fungera som inspirationsbyggnader och goda exempel. Målet är att alla offentliga byggnader och byggnader som allmänheten ofta besöker (exempelvis affärer och köpcentrum, snabbköp, restauranger, teatrar, banker och hotell) inom EU ska vara ”nära-nollenergibyggnader” den sista december 2018. Den 31 december 2020 ska alla nya byggnader inom unionen vara ”nära-nollenergibyggnader” (Europaparlamentet 2010).

Åtgärder för att nå uppsatta mål i det nya EU-direktivet

Tydliga mål och stegvis skärpning av kraven

För att vi ska kunna nå målen i det nya EU-direktivet måste till att börja med alla begrepp i direktivet definieras (däribland ”nollenergibyggnad”) och implementeras i svenska byggregler och förordningar. De energikrav som finns på byggnader i dag bör stegvis skäras, både för att tydliggöra att slutmålet är nära noll och för att ange hur man ska ta sig dit. Detta krävs för att branschen ska ha en rimlig chans att anpassa sig och hitta lämpliga produkter och långsiktigt hållbara lösningar. Kraven bör också utvecklas tillsammans med ett tydligt återrapporteringssystem, där mätning och uppföljning av den faktiska energianvändningen är en naturlig del av driften av en byggnad. Det följande föreslås:

- *En gemensam europeisk terminologi för uppsatta krav*

Kraven på och kriterierna för lågenergi- och passivhus varierar mellan länder men också mellan olika byggnadstyper i samma land (Thullner 2010). Det krävs ett omfattande arbete för att få till en gemensam, europeisk bas för jämförelse av energiprestanda mellan olika projekt.

- *Ett nationellt kunskapscentrum*

För att utnyttja tillgänglig kompetens inom energieffektivisering av bebyggelsen skulle man kunna skapa ett nationellt centrum med kompetens för rådgivning och utbildning av bl.a. energirådgivare, ny forskning och forskarutbildning.

- *Demonstrationsprojekt*

Genom att byggnader som används av offentliga myndigheter föregår som goda energieffektiva exempel fås en lokal kunskap hos både entreprenörer och konsulter om hur man bygger eller renoverar energieffektivt.

- *Lokaler*

Det är nödvändigt att kraftigt begränsa lokalers energianvändning genom att t.ex. reglera energianvändningen för verksamhetsel (datorer och belysning). För att minska lokalbyggnaders kylbehov och verksamhetsel är det också nödvändigt att separat reglera dessa två poster i framtida byggregler.

Forskning pågår om definitioner av och ramverk för koncept och systemlösningar för nollenergibyggnader. Man kommer bl.a. att titta på hur man ska värdera olika energislag (el, fjärrvärme, gas, bibränsle etc.) och på hur goda konceptlösningar kan se ut för en byggnad eller ett område, för att uppnå nollenergibalans. Lösningarna beror naturligtvis på vilket land och område det gäller. Det är även viktigt att beakta energisystemet i ett större perspektiv (Marszala m.fl. 2010, Voss m.fl. 2010). Ett 5-årigt forskningsprojekt inom International Energy Agency pågår för närvarande för att komma fram till gemensamma riktlinjer och ramverk kring nollenergibyggnader (IEA 2010a).

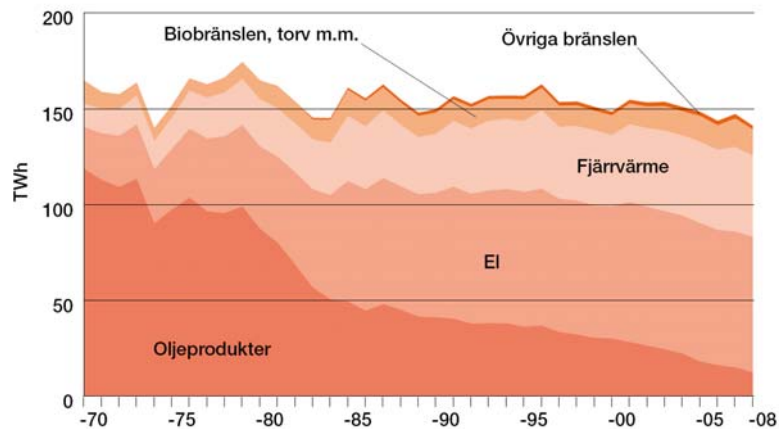
Boverkets krav på energiförbrukning i nya och ombyggda fastigheter

I Boverkets byggregler för energianvändning i bebyggelsen anges maxgränser för energianvändning för uppvärmning, varmvatten och fastighetsel (exempelvis pumpar och fläktar). I dag ligger energikravet i nya och ombyggda hus på mellan max 110 och 150 kilowattimmar per kvadratmeter och år beroende på vilken av tre klimatzoner i Sverige det handlar om (Boverket 2009b, SFS 1987:10). Den 1 oktober ska nya gränsvärden för energiförbrukning träda i kraft. I dagsläget har Boverket föreslagit att kraven ska höjas och gränsvärdena därmed sänkas till mellan max 90 och 120 kilowattimmar per kvadratmeter. Många experter har kritiserat förslaget och menar att kraven är för lågt ställda.

Energislagen har förändrats

Den totala energianvändningen i bebyggelsen har legat på en ganska jämn nivå de senaste 40 åren trots att bebyggelsens totala yta har ökat kraftigt (fig. 7). Under perioden 1970–2005 har den totala arean för småhus, flerbostadshus och lokaler ökat med ca 50 % (SOU 2008:25). Under den här perioden har däremot energislagen förändrats mycket. Användningen av olja som energislag har t.ex. minskat kraftigt.

Figur 7 Slutlig energianvändning inom sektorn bostäder och service 1970–2008 (Statens energimyndighet 2009a).

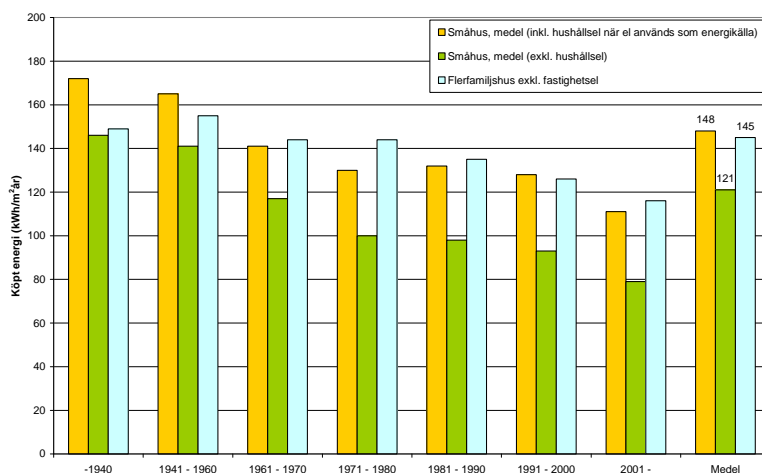


Energianvändning i olika typer av boende

I statistik över energianvändningen i bebyggelsen brukar man skilja på eluppvärmda småhus⁷, småhus med en annan huvudsaklig energikälla och flerfamiljshus. Att man presenterar eluppvärmda småhus för sig är för att det är svårt att separera den el som använts till värme eller varmvatten från hushållselen. I statistiken för eluppvärmda småhus ingår därför, förutom energi för värme, varmvatten och eventuell fastighetsel, även mängden köpt hushållsel. För småhus med en annan energikälla och för flerfamiljshus presenteras endast den köpta energin för värme och varmvatten. Energianvändningen i bostäder varierar beroende på när de är färdigställda (fig. 8).

⁷ Ett småhus är en byggnad som är inrättad till bostad åt en eller två familjer. Till en sådan byggnad hör komplementhus såsom garage, förråd och andra mindre byggnader. Även en byggnad som är inrättad till bostad åt minst tre och högst tio familjer tillhör byggnadstypen småhus om byggnaden ligger på en fastighet med åkermark, betesmark, produktiv skogsmark eller skogligt impediment. (Fastighetstaxeringslag [1979:1152]).

Figur 8 Köpt energi för uppvärmning, varmvatten och el i det svenska befintliga fastighetsbeståndet uppdelat på år för färdigställande (Statens energimyndighet, 2009 b och c)



Nedgång i energianvändning

Statistiken för energianvändning i småhus visar på en nedgång i köpt energi från år 2000. Även i flerbostadshus minskar mängden köpt energi. Det är inte helt klart vad den här minskningen beror på. En förklaring kan vara att bostäderna har en förbättrad energiprestanda. En annan förklaring kan vara den stora ökningen av värmepumpar som ofta är en standardlösning i småhus färdigställda efter år 2000.

Värmepumpar ger tillskott av värme

Bruket av värmepumpar för värmedistribution har ökat kraftigt på senare år (Statens energimyndighet 2009c). Värmepumpar drivs av el och producerar värme och varmvatten. Det som gör värmepumpen så populär är att om man köper 1 kWh el för att driva värmepumpen ger den ett tillskott av värme eller varmvatten till byggnaden på i genomsnitt 2–3 kWh. Detta innebär att om en byggnad har en värmepump installerad kommer den mängd el som köps till byggnaden inte att motsvara det behov av energi byggnaden har för uppvärmning och varmvatten. Den totala energianvändningen för byggnaden minskar därmed.

Olika energikällor för olika typer av boenden

Även om användningen av el som huvudsaklig energikälla för uppvärmning i småhus har minskat sedan 1990 är det fortfarande den vanligaste energikällan i bebyggelsen. Cirka 40 % av Sveriges småhus använder el som energikälla för uppvärmning och varmvatten. Användningen av olja som energikälla har kraftigt minskat de senaste åren och i stället ersatts av en kombination av de andra energislagen. I flerbostadshus är fjärrvärme den vanligaste energikällan

– ungefär 90 % av den köpta energin för värme och varmvatten i flerbostadshus kommer från fjärrvärme (Statens energimyndighet 2009b).

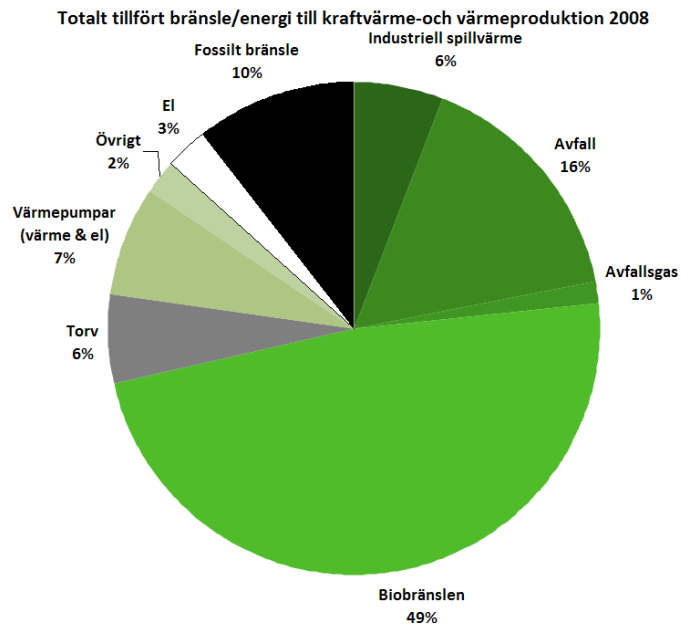
Fjärrvärme är en effektiv, miljövänlig och klimatsmart uppvärmningsform

Svenska kraftvärmeverk är både konkurrenskraftiga och resurssnåla produktionsalternativ för värme, el och kyla. En ökad satsning på kraftvärme är därför en central åtgärd i omställningen mot mindre klimatbelastande energisystem. I Sverige är andelen kraftvärmeproducerad el låg. Endast 6 % av Sveriges elproduktion baserades på kraftvärme 2006, medan motsvarande siffra för Finland var 35 % och för Danmark 60 %. Inom hela EU kom i snitt 10 % av elproduktionen från kraftvärme 2006. Enligt EU:s kraftvärmedirektiv ska andelen el från kraftvärme i EU öka till 18 % och i Sverige till 14 % år 2010. Här spelar de kommunala och privata energibolagen en viktig roll. Med sin starka lokala förankring har de möjlighet att investera i en uppgradering av befintliga värmeproduktionsanläggningar till kraftvärmebaserade produktionsanläggningar och att vidta åtgärder som leder till en ökad användning av fjärrvärme. De har därmed möjlighet att öka andelen kraftvärmebaserad elproduktion i enlighet med EU:s kraftvärmedirektiv.

I dag utnyttjas endast en begränsad del av den svenska fjärrvärmens för elproduktion. Vi har således byggt fjärrvärmesystemen, men vi har inte utnyttjat möjligheten att producera el fullt ut. Enligt Svensk Fjärrvärme kommer elproduktionen från kraftvärmeanläggningar att fördubblas till år 2015, och omkring 35 nya kraftvärmeanläggningar kommer att tas i drift till 2015. Trädbränsle och avfall kommer att vara det dominerade bränslet i de nya anläggningarna.

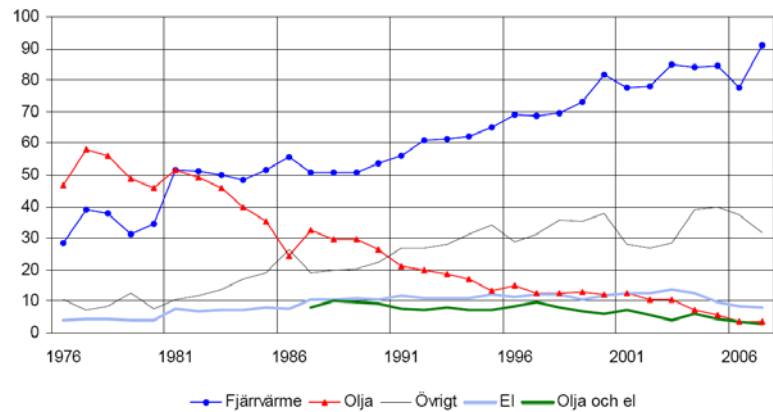
Fjärrvärme som energikälla påverkar klimatet med sitt koldioxidutsläpp. Men tack vare pågående och framtida konverteringar från fossila bränslen till förnybara bränslen kommer koldioxidutsläppen från fjärrvärmeproduktionen att sjunka från 86 g/kWh år 2007 till en beräknad utsläppsnivå på 46 g/kWh år 2015. Den totala mängden naturgas, olja och kol som användes för fjärrvärmeproduktion var 10 % i Sverige år 2008 och förväntas vara 5 % av värmeproduktionen år 2015 (Svensk Fjärrvärme 2010) (fig. 9).

Figur 9 Energikällor för fjärrvärmeproduktion i Sverige 2008 (Svensk Fjärrvärme 2010).



Energianvändning i lokalbyggnader

I likhet med vad som är fallet för flerbostadshus är fjärrvärme den vanligaste energikällan för uppvärmning även i lokaler; 66 % av den totala lokalarean i Sverige använder fjärrvärme som enda uppvärmningskälla. Värmepumpar är inte alls lika vanliga i lokaler som i bostäder. Fjärrvärmeanvändningen ökar generellt per ytenhet i lokaler och användningen av olja och el för uppvärmning minskar (fig. 10).

Figur 10 Lokalarea fördelad efter uppvärmningssätt 1976–2007, miljoner m² (Statens energimyndighet 2009d).

Precis som är fallet i andra europeiska länder har arbetet med energieffektivisering av lokalbyggnader inte kommit lika långt i Sverige som energieffektiviseringen av bostäder. För att minska lokalers energibehov är det viktigt att ta hänsyn till internlast, dvs. den värme orsakas av solinstrålning och belysning i kontorsbyggnader. Internlasterna förorsakar behov av kyla i lokalerna, vilket i de flesta fall skulle kunna begränsas med väl planerad solavskärmning och belysning. Nya lokaler måste byggas med rätt material och med rätt utformning för att man ska kunna åstadkomma ett behagligt inomhusklimat utan att installera aktiv kyla och därmed undvika att behöva köpa energi under sommaren. Lokalerna måste självklart även utformas för att minimera behovet av primär energi för uppvärmning under den kalla årstiden.

Ett bra exempel på en energieffektiv kontorsbyggnad är ÅF:s nya kontor i Hagaporten i Solna som uppförts som *Green Building* av Skanska. Byggnaden har bl.a. fått Solnas miljöpris. En annan energieffektiv kontorsbyggnad är kontorshuset Kaggen i Malmö, även det en *Green Building*-certifierad lokalbyggnad.

Stor boendeyta per person i Sverige

Ungefär 80 % av den energi som tillförs bostäder är beroende av bostadsytan. Sverige är tillsammans med Norge och Danmark de länder som använder störst boendeyta per person, ca 45 m². Motsvarande siffra för Stockholm är 42 m². I stockholmsregionen har bostadsytan per capita ökat med ca 90 % mellan 1945 och 1990. Detta innebär att 60 % av nybyggnationen under denna period har producerats för att tillgodose en ökad ytstandard och endast 40 % för att tillgodose regionens ökade invånarantal (Gullberg 2007).

Med hjälp av bättre teknik och isolering kan bebyggelsens energianvändning minska kraftigt, men om bostads- och lokalytorna tillåts öka i samma takt som de gör i dag så kommer detta inte att räcka för att nå klimat- och utsläppsmålen. För att man ska kunna minska bebyggelsens energianvändning krävs också att ökningen av temperaturreglerade ytor stoppas och sannolikt på sikt även minskar (Gullberg 2007).

Minska energibehovet men behåll ett trivsamt inomhusklimat

För att bygga långsiktigt hållbart är det viktigaste att minska byggnadens energibehov. Detta åstadkoms genom ett välisolerat klimatskal, återvinning av internalstrad värme via ventilationsluften samt el-effektiva apparater och armaturer. Fokus bör i första hand ligga på att skapa ett så bra klimatskal som möjligt (Hastings & Wall 2007). Hus byggs emellertid inte för att spara energi – hus byggs för att bo i. Energianvändningen är därmed underordnad boendet. När människor bygger hus är det i allmänhet inte isoleringstjockleken eller installationssystemen som diskuteras först utan snarare planlösningen och färgerna. I många fall är det säkert så att den energilösning som erbjuds av hustillverkaren är den som väljs. Det gäller då att hustillverkaren har lösningar med låg klimatpåverkan. Bostäder måste således utformas så att de ger

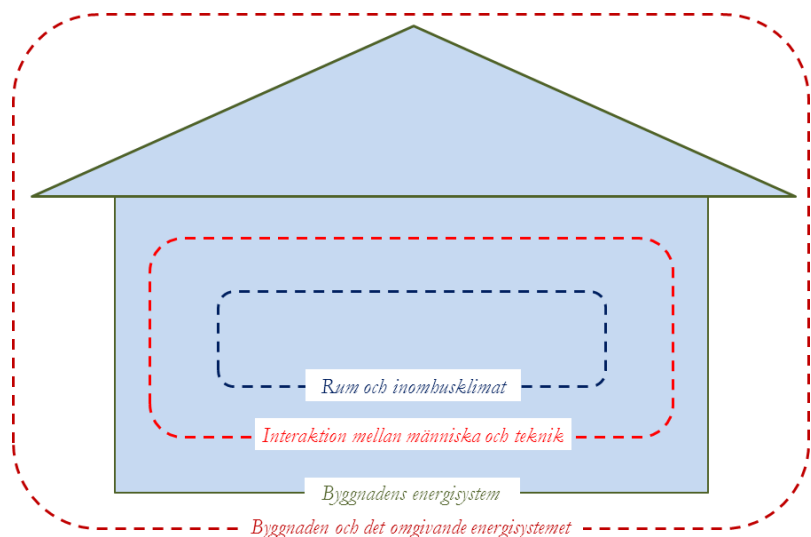
minsta möjliga klimatpåverkan samtidigt som det är ekonomiskt möjligt att bo i dem. Dessutom kan inte inomhusklimatet påverkas negativt så att människors hälsa äventyras av energieffektiviseringsåtgärder. Det är många mål som ska nås på en gång.

Byggnadens energisystem och byggnader i energisystemet

Genom att studera byggnader som en del i ett större energisystem kan man tydligare se hur energieffektiviseringsåtgärder i bebyggelsen påverkar övriga nivåer. För att skapa en mer hållbar och miljövänlig bebyggelse kan man energieffektivisera, byta energislag till koldioxidneutral värme- och elproduktion samt genom laststyrning effektivare utnyttja resurser.

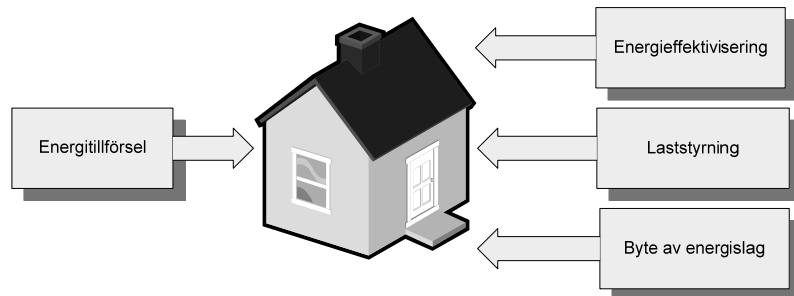
Rummet är den innersta nivån i byggnaden där ett bra inomhusklimat ska uppnås på ett energisnålt sätt (fig. 11). Utanför denna nivå finns interaktionen mellan människa och teknik, där användningen av teknik står i centrum. Den tredje nivån är byggnaden som helhet och energianvändningen för att tillhandahålla de funktioner som ska finnas i byggnaden. Den fjärde nivån är byggnaden och dess koppling till omgivande energisystem. Genom att tillämpa ett systemperspektiv kan man visa hur effektiviseringsåtgärder på en nivå påverkar övriga nivåer.

Figur 11 Systemnivåer för byggnaden som energisystem



Åtgärder för att åstadkomma en mer hållbar bebyggelse kan utföras på tre principiella sätt: 1) genom effektivisering av el- och värmeanvändningen i fastigheterna, 2) genom laststyrning⁸ för effektivare utnyttjande av tillgängliga resurser och 3) genom konvertering till koldioxidneutral värme- och elproduktion, exempelvis genom användning av biobränslen i större omfattning (fig. 12).

Figur 12 Möjligheter till energisystemåtgärder på byggnadsbeståndet



En hållbar utveckling inom bebyggelsen kräver hushållning med material och energi både under byggandet och vid användningen av bostäder. Nästan 40 % av Sveriges totala energianvändning sker i bebyggelsen, och därmed kan en stor del av Sveriges koldioxidutsläpp hänföras till byggnader.

⁸ Med laststyrning i detta sammanhang menar man byggnadens energibehov och dess dynamik. Genom att utnyttja byggnadens energibehov och dess dynamik i samklang med dynamiken i det omgivande energisystemet kan man effektivisera utnyttjandet av tillgängliga resurser.

Lågenergihus

Begreppet lågenergihus betyder att byggnaden använder mindre energi än gängse praxis. Passivhus, den mest kända typen av lågenergihus, är en byggnad som är välisolerad och lufttät med en effektiv ventilation. Huset värms till stor del upp av värme från de boende, elektriska apparater och instrålad sol. Antalet svenska passivhus har ökat kraftigt de senaste åren, och de visar att det är fullt möjligt att bygga passivhus med en betydligt lägre årlig energianvändning än Boverkets maxgräns i ett svenskt klimat med gängse byggnormer och material.

Lågenergihus är ett vanligt förekommande begrepp som har använts under lång tid. Det betyder egentligen bara att byggnaden använder mindre energi än gängse praxis eller uppsatta regler, och det finns inga angivna nivåer på maximal energianvändning. Passivhus är den mest kända typen av lågenergihus. Ett passivhus är en byggnad som är välisolerad och lufttät med en effektiv ventilation. I en tät byggnad minimeras även drag, vilket ger en ökad komfort för brukarna. Huset värms till stor del upp av värme från de boende, elektriska apparater och instrålad sol. Genom att man installerar en värmväxlare återvinns värmen ur frånluften för att värma tilluften – energi återvinns, inte luften.

Även om Sverige ligger en bra bit efter länder som Tyskland och Österrike som under lång tid byggt passivhus har den svenska utvecklingen börjat ta fart, både i form av nybyggen och genom renoveringar av befintliga bostäder. Svenska pilotprojekt visar att det är fullt möjligt att bygga passivhus med en betydligt lägre årlig energianvändning än Boverkets maxgräns i ett svenskt klimat med gängse byggnormer och material. Projekten har också visat sig spela en viktig roll för spridningen av kunskap om energieffektivt byggande. Utvecklingen från passivhus till plushus, byggnader som producerar mer energi än de använder, har påbörjats med ett antal svenska projekt.

Faktaruta om lågenergihus

Lågenergihus är ett samlingsnamn för byggnader som förbrukar mindre energi än hus byggda enligt allmän praxis.

- *Passivhus* är den mest kända typen av lågenergihus. Ett passivhus är extremt välisolerat, har effektiv ventilation och värms till stor del upp av värme från de boende, elektriska apparater och instrålad sol. Den värme som behövs för uppvärmning ska kunna fördelas med den ventilationsluft som ändå distribueras vid normala luftmängder för komfortventilation. Byggnaden får på så sätt ett mycket lågt behov av energi för uppvärmning. Att värma med luften är dock inget krav, det blir bara billigast så eftersom ett ventilationssystem ändå behöver installeras i alla byggnader. Klimatskalets täthet är av stor betydelse, dels för att undvika att varm fuk-

tig luft kommer ut i konstruktionen (väggar, golv, tak) och riskerar att kondensera, dels för att kontrollera att till- och frånluftsflödet in och ut ur byggnaden gör att maximalt med värme kan återvinnas ur frånluften. Det första passivhuset byggdes 1991 i Darmstadt, Tyskland (Feist 2006). Det var en utveckling av den forskning som bedrivits på Lunds universitet av professor Bo Adamson och Wolfgang Feist under 1980-talet.

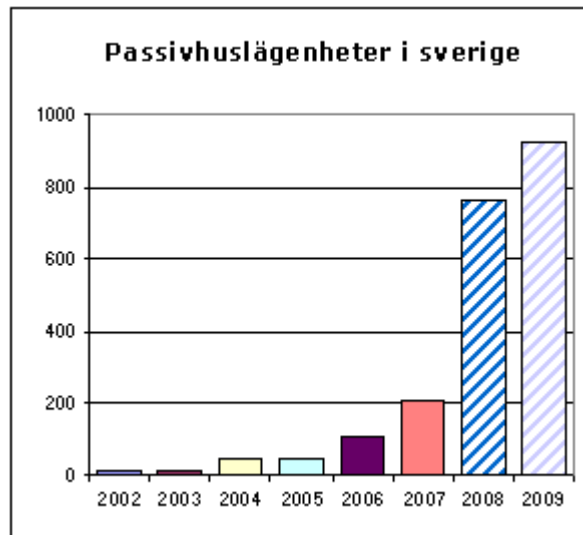
- I ett *nollenergi*hus används lika mycket eller mindre energi än den som produceras i fastigheten. Ibland används även begreppet plushus i detta sammanhang.
- *Minienergi*hus har samma krav som passivhus. En skillnad från passivhuskraven är att värmebehovet inte kan uppfyllas genom distribution av värme endast via hygienluftsflödet. Antingen krävs ett recirkulationsluftsystem eller också måste man komplettera luftvärmesystemet med konventionella värmesystem.
- *Plus*hus: I dag finns även ett växande antal hus som är nettoleverantörer av energi, s.k. plusenergihus. Dessa hus byggs som passivhus, men tanken med husen är att de ska producera mer energi än de förbrukar. Teknik som kan användas är solfångare och vind- eller vattenkraft. Sveriges första plusenergihus är Villa Åkarp.

(Källa: Wall 2008)

Passivhusbyggande i Sverige

De första och mest omskrivna passivhusen i Sverige är radhusen i Lindås, söder om Göteborg, som byggdes 2001. Även om Sverige fortfarande ligger långt efter länder som Tyskland på området har antalet svenska passivhus ökat kraftigt de senaste åren (fig. 13). Förutom passivhusbostäder finns det även ett fåtal svenska förskolor samt ett äldreboende i Helsingborg som är byggda med passivhusstandard. De flesta passivhusen finns i Västra Götalandsregionen, men det finns också passivhus i andra delar av södra Sverige. Passivhusprojekt har också påbörjats i norra Sverige.

Figur 13 Antal passivhus i Sverige (www.passivhuscentrum.se).



Flertalet passivhus har studerats och utvärderats i Sverige, främst i Västra Götalandsregionen men även i andra delar av Sverige (Boqvist 2010, Glad 2006, Orrling 2006, Sundkvist och Allansson 2006). Ett problem är dock att kunskapen om passivhus är utspridd bland institutioner och företag över landet utan något samlat helhetsgrepp.

För att tydligt definiera passivhusbegreppet för svenska förhållanden togs en första definition fram inom ramen för Energimyndighetens program Forum för energieffektiva byggnader (FEBY) av FEBY:s teknikgrupp 2007. Definitionen har därefter uppdaterats i juni 2009 med en revidering publicerad i oktober 2009 (FEBY 2009a).

Svenska erfarenheter av lågenergihus

Studier av svenska passivhusprojekt visar att det går att bygga hus i svenskt klimat med betydligt lägre energiförbrukning än Boverkets maxvärden (Janson 2008, Janson 2010).

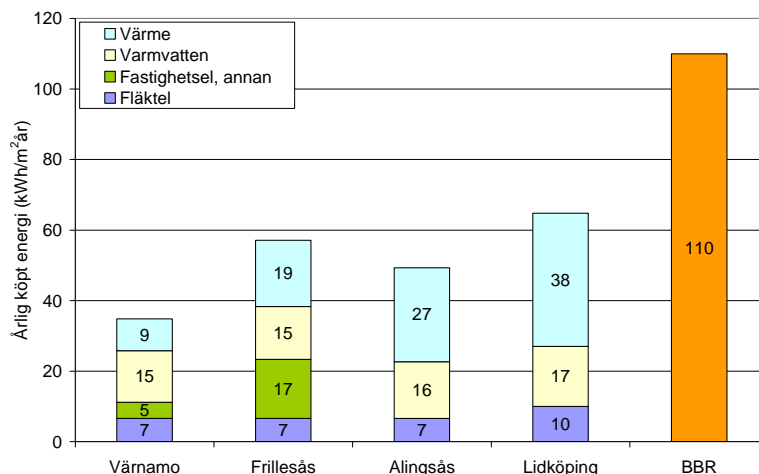
Figur 14 Passivhus i Lidköping, renoverade passivhuslägenheter i Alingsås nya passivhuslägenheter i Frillesås och i Värnamo (bilder: Ulla Janson).



En studie av fyra svenska passivhus (tre nybyggda och ett renoverat hus) visar att de tre nybyggda projekten har en betydligt lägre årlig energianvändning än Boverkets maxgräns för en nybyggd bostad.⁹ Det fjärde projektet är en renovering av ett hyreshus i Alingsås från 1970. Husets energianvändning minskade kraftigt efter renoveringen – från ett energibehov på 215 kWh/m²a (inklusive hushållsel) till 86,2 kWh/m²a (inklusive hushållsel) efter renoveringen. Boverket har inga regler för hur mycket energi en renoverad byggnad maximalt får använda efter renovering, men Alingsåsprojektet visar att det är möjligt att sänka energianvändningen i en befintlig byggnad med 60 %, enbart med hjälp av vanliga material och vanliga entreprenadfirmor (Janson 2008, Janson 2010).

⁹ Den normalårskorrigerade årliga energianvändningen för värme, varmvatten och fastighetsel var för Finnvedsbostäders hyresrätter i Värnamo 36 kWh/m²a för Eksta Bostads AB:s hyresrätter i Frillesås 50,5 kWh/m²a och för villan i Lidköping 51 kWh/m²a (enbart värme och varmvatten). Enligt Boverkets regler ska en *nybyggd* bostad max använda 110 kWh/m².

Figur 15. Köpt energi i fyra passivhusprojekt (normalårskorrigerat) tillsammans med tillåten mängd köpt energi enligt Boverkets byggregler för klimatzon 1 (Janson 2010)



Energianvändningen i de fyra studerade passivhusen kan jämföras med de relativt nybyggda bostäderna i Hammarby Sjöstad. Ambitionsnivån för bostädernas energianvändning var hög, med ett mål på max 60 kWh/m²år köpt energi. Den uppmätta energianvändningen (värme, varmvatten, fastighetsel, hushållsel¹⁰) varierar dock stort; mätningar har visat att den anläggning i området som köper mest energi använde 220 kWh/m²år och den anläggning som använde minst låg på 95 kWh/m²år. Den genomsnittliga uppmätta energianvändningen låg mellan 142 och 165 kWh/m²år (Pandis och Brandt 2009, Green 2006).

Tillskott från solinstrålning

Solen har länge ansetts vara ett viktigt tillskott för passiv värme i byggnader. Genom att ha stora fönster mot söder och små fönster mot norr har man maximerat tillvaratagandet av solenergi. För passivhus byggda i svenskt klimat har dock byggnadens och fönstrens orientering visat sig ha marginell betydelse (Janson 2010). Vid de tillfällen då effektbehovet för byggnaden är som störst finns på våra breddgrader ingen sol att tillgå. För det årliga energibehovet har solinstrålning viss påverkan, dock endast i mycket liten utsträckning.

Plushus

Utvecklingen i Sverige från passivhus till plushus har påbörjats med ett fåtal pilotprojekt, där det mest uppmärksammade är Villa Åkarp som färdigställdes 2009. Det är enligt ägaren ett plushus, dvs. att det producerar mer energi än det gör av med. För att få långsiktig lönsamhet i denna typ av projekt, där

¹⁰ Observera att hushållsel ingår i dessa mätningar, vilket inte ingår i energikravet i byggreglerna.

man ofta installerar solceller för elproduktion, måste fastighetsägaren få betalt för den el som produceras i fastigheten och levereras ut i nätet.

Hur sprida passivhus i Sverige?

Spridningen av passivhus har främst skett via initiativ från kommuner, t.ex. området Gäddeholm i Västerås och området Stadsskogen i Alingsås, eller på initiativ från entreprenörer, som t.ex. stadsvillorna i Beckomberga och flerbo-stadshus i Malmö. För att ta till vara erfarenheter och kunskap från tidigare projekt behövs deltagare i genomförda passivhusprojekt (konsulter och beställare) som kan förmedla ackumulerad kunskap till nya projekt (Glad 2006).

För att uppmuntra att nya lågenergibygnader byggs har kommuner lokalt tagit fram riktlinjer för styrmedel som subventioner för bygglov vid lågenergibebyggelse och krav vid markanvisning av kommunalägd mark (se t.ex. Östersunds kommun och www.miljobyggprogramsyd.se). Det finns dock en stor osäkerhet hos kommunerna om vad man får göra och vilka krav man får ställa vid utfästelse av bygglov, vilket gör att spridningen är stor mellan olika kommuner. Det skulle behövas ett samlat grepp för att klargöra vilka regler som finns, hur de bör användas och om de bör korrigeras för att underlätta för kommuner att ställa krav för mer energieffektiva lösningar. Som exempel kan nämnas att en del kommuner tillåter att extra ytterväggstjocklek tillåts hamna utanför byggrätten och på så sätt inte minskar den uthyrningsbara arean medan andra inte tillåter detta. Den tjocka ytterväggen ger ökad isolering, vilket behövs för att göra byggnaden till ett lågenergihus eller passivhus.

Internationella erfarenheter av passivhus

De länder i Europa som har kommit längst på området med passivhus är Tyskland, Österrike och Schweiz. I dessa länder har man sedan en lång tid tillbaka byggt passivhus, och man har nu börjat addera ytterligare energibesparande åtgärder till konceptet, t.ex. att minska elanvändningen i belysningen genom att effektivt tillvarata dagsljusinsläpp. Ett bra exempel är en skola i Klaus-Weiler-Fraxern i Österrike (fig. 16), där arkitekten arbetat med ljusinsläpp från olika håll i klassrum och samlings-salar.

Figur 16 Hauptshule i Klaus-Weiler-Fraxern (bild: Ulla Janson)



Samlade erfarenheter från Europa visar på en mycket stor energibesparande potential för passivhus, med en uppmätt energianvändning för uppvärmning på nivåer omkring 80 % lägre än i traditionella bostäder (Schnieders och Hermelink 2006, Feist m.fl. 2005). Även reglering av inomhusklimatet har visat mycket goda resultat under både sommar och vinter.

En helhetssyn krävs – exemplet Lindås

En byggnads energibehov är inte enbart relaterat till den energi som används i byggnaden. Även tillverkningen av byggnaden innebär ett energibehov och en efterföljande miljöpåverkan. Miljöpåverkan varierar också beroende på vilket energislag som används i byggnader. Koldioxidutsläppen relaterade till energianvändningen blir t.ex. olika stora beroende på om huset använder direktverkande el eller fjärrvärme. Det är viktigt att beakta skillnader mellan olika energiformer eftersom man då kan effektivisera energianvändningen ytterligare. En helhetssyn innebär att man tar hänsyn till det omgivande energisystemet när en byggnads prestanda värderas.

Energibehovet i husen i Lindås motsvarar ungefär en halvering av energianvändningen jämfört med ett motsvarande nytt ”normalhus” (Moshfegh och Karlsson 2009, Ruud & Karlsson 2004) (fig. 18 a). Den totala energianvändningen i Lindåshusen utgörs i huvudsak av hushållsel. De tekniska lösningar som karakteriserar Lindåshusen är en välisolerad och tät konstruktion. Ventilationen ger en effektiv värmeväxling, och man har väldigt låga värmeförluster runt husets fönster. Solvärme bidrar till uppvärmningen av varmvatten, och ett takfönster möjliggör effektiv ventilation sommartid. Arkitekturen avskärmar solen sommartid men låter den komma in under vår, höst och vinter. Ventilationssystemet används för att distribuera både friskluft och värme eftersom värmebatteriet är integrerat i värmeväxlaren (Karlsson 2006).

Figur 17 Passivhusen i Lindås utanför Göteborg (bild: Ulla Janson).

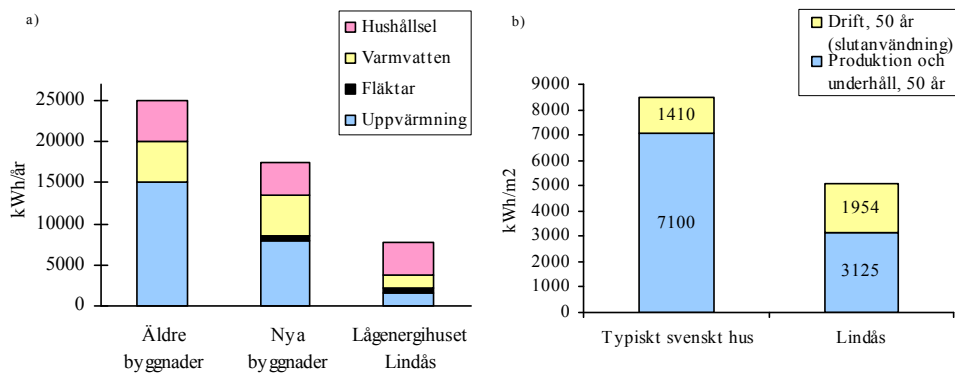


Byggnadsfasen – energikrävande

Tillverkningen av byggnadskonstruktionen innebär ett energibehov och en efterföljande miljöpåverkan. Den totala energiåtgången för ett typiskt svenskt hus under byggnadens livscykel är ca 15 % under produktionstiden och ca 85 % under driftsfasen (fig. 18 b). Den totala energiåtgången har minskat för Lindåshuset, men samtidigt har förhållandet mellan energiåtgången under produktionstiden och driftsfasen förändrats till 38 % respektive 54 % (figur 18b). Den energiåtgång som förknippas med produktionstiden har därmed förhållandevis större betydelse i en lågenergibyggnad än i typiska byggnader.

Figur 18 a Jämförelse mellan energianvändningen i ett äldre och ett nytt svenskt hus samt husen i Lindås (Karlsson & Moshfeqh 2006a).

Figur 18 b Jämförelse mellan energiåtgången i ett typiskt svenskt hus och husen i Lindås.



Miljöpåverkan och energislag

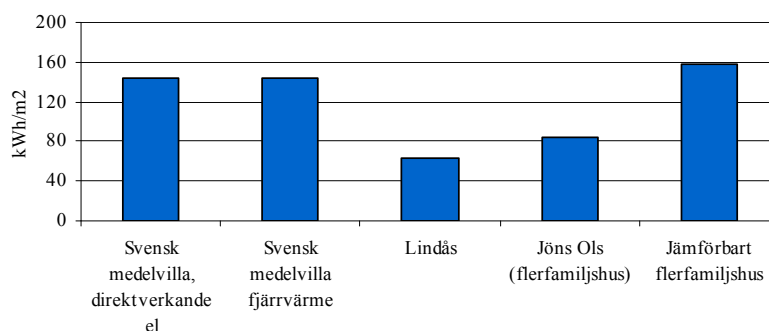
Miljöpåverkan varierar beroende på vilket energislag som används. Energislagen har också olika förutsättningar att användas för olika ändamål. Om man gör skillnad på olika energiformer och deras tillämpningsområden kan man effektivisera energianvändningen ytterligare. Exergi är ett begrepp som beskriver hur mycket av energin som kan omvandlas till arbete och ger därmed ett mått på energikvalitet. I en exergianalys av en byggnad kan effektiviseringsmöjligheter träda fram som inte framgår lika tydligt i en energianalys.

Omgivande energisystem måste beaktas

En helhetssyn innebär att det omgivande energisystemet tas i beaktande när en byggnads prestanda värderas (Karlsson 2006). Koldioxidutsläppen relaterade till energianvändningen blir t.ex. olika stora beroende på om huset använder direktverkande el eller fjärrvärme. I figur 19 och 20 visas dels energianvändningen i några olika typer av hus, dels relaterade koldioxidutsläpp beroende på vilket värmesystem som används. Fem byggnader har jämförts där de två första är friliggande villor (Persson 2002) med direktverkande el respektive fjärrvärme, det tredje är husen i Lindås (Karlsson och Moshfegh 2006b), det fjärde är ett energieffektivt flerfamiljshus i Lund som kallas Jöns-Ols (Warfvinge 2005) och det sista ett jämförbart flerfamiljshus med fjärrvärme. Jöns-Ols använder fjärrvärme och frånluftsvärmepump för uppvärmning och varmvatten. Det jämförbara flerfamiljshuset antas använda enbart fjärrvärme för uppvärmning och varmvatten.

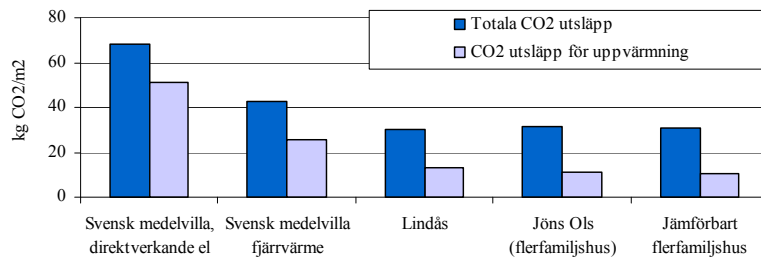
Lindåshuset använder minst energi per kvadratmeter, och därefter kommer Jöns-Ols. Energinvändningen i den typiska villan är oberoende av om direktverkande el eller fjärrvärme användes (fig. 19).

Figur 19 Energinvändning i olika byggnader.



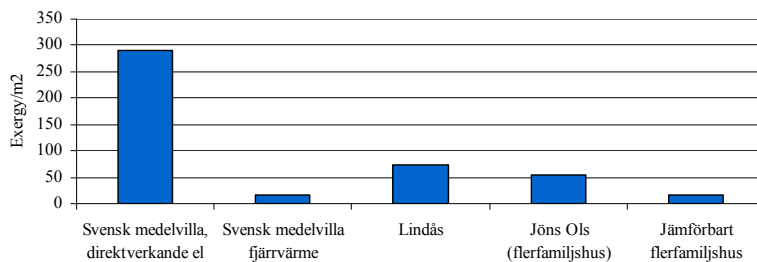
Koldioxidutsläppen¹¹ däremot skiljer sig markant mellan det eluppvärmda och det fjärrvärmeuppvärmda huset (fig. 20).

Figur 20 Koldioxidutsläpp i de olika husen.



Även om husen i Lindås betraktas som lågenergihus tas ingen hänsyn till husens energikvalitet. När byggnader använder lite energi är det ofta mest ekonomiskt att använda el för värmeändamål på grund av den direktverkande elens låga installationskostnader. Om hänsyn tas till energins kvalitet (eller hur exergiförbrukningen ser ut) blir prioriteringarna däremot annorlunda. Till skillnad från energi, som inte kan förbrukas utan bara omformas, förbrukas exergin. När vi använder el för uppvärmning av hus förbrukar vi exergi av hög kvalitet till skillnad från när vi använder spillvärme som har ett lågt exergivärde. Noterbart är att flerfamiljshuset som använder fjärrvärme förbrukar minst exergi och att relationen mellan de olika hus typerna förändras kapitalt. Lindåshuset använder minst energi, men bilden är annorlunda för exergiförbrukningen beroende på elanvändningen i värmesystemet.

Figur 21 Exergiförbrukning i uppvärmningssystemen i de olika husen¹².



Jämförelsen mellan husen ovan visar att det är nödvändigt att uppnå en avvägning mellan energisparande åtgärder och energitillförsel.

¹¹ Koldioxidutsläppen beräknas med europeisk elmix och svensk fjärrvärmemix.

¹² Beräkningen är baserad på ett exergiberäkningsprogram utvecklat inom ramen för IEA ECBCS Annex 37 (<http://lowex.org>). Exergibehovet beräknas genom att man multiplicerar energianvändningen med en primärenergifaktor som beskriver hur mycket primär energi som används vid omvandlingsprocessen i produktionssystemet (t.ex. värmepannan) samt en kvalitetsfaktor utifrån kvaliteten på energibäraren.

Energieffektivisering av det befintliga bostadsbeståndet

Det är mycket viktigt att prioritera en energieffektivisering av det befintliga byggnadsbeståndet för att minska bebyggelsens påverkan på klimatet. Miljonprogramsområdena i svenska städer och tätorter står inför omfattande renoveringar och det är viktigt att dessa renoveringar görs på ett hållbart sätt för att minska energianvändningen i dessa byggnader. För att öka incitamenten att göra energieffektiverande renoveringar bör Boverket ta fram krav på maximal tillåten energianvändning efter renovering. Vidare kan energitjänster och energideklarationer fungera som verktyg för mer långsiktigt hållbara renoveringar.

Antalet nybyggda bostäder i Sverige har legat på en modest nivå de senaste åren. För att minska den totala energianvändningen i bebyggelsen räcker det inte att ha hårda krav på energianvändningen i nybyggda bostäder, det är även av yttersta vikt att minska energianvändningen i den befintliga bebyggelsen.

Av det befintliga flerbostadshusbeståndet i Sverige utgörs ca 35 % av hus från de s.k. rekordåren, dvs. hus byggda mellan 1960 och 1975. Större delen av dessa hus härstammar från miljonprogrammet. Rekordårens bostadsbebyggelse hade 2008 ett genomsnittligt energibehov för uppvärmning på 144 kWh/m² och år, ej normalårskorrigerat (Statens Energimyndighet 2009b). Detta kan jämföras med de fyra passivhusprojekten som presenterats tidigare i denna rapport (flerbostadshus i Värnamo, flerbostadshus i Frillesås, villa i Lidköping och ett renoverat flerbostadshus i Alingsås) som alla ligger långt under Boverkets på maxgräns 110 kWh/m² och år för nybyggda hus.

Den största delen av bebyggelsen som uppfördes under rekordåren står nu inför omfattande renoveringar. Det finns undersökningar som pekar på att marknaden för renoveringar av äldre flerbostadshus kommer att tredubblas inom de närmaste 15 åren (Boverket 2003). Fasader, tak, fönster, installationssystem och många andra delar i husen från rekordåren är i dåligt skick och behöver åtgärdas. Vissa av dessa byggnader är redan renoverade, dock sällan med syftet att minska byggnadernas energibehov. Genom att inkludera energieffektiviserande åtgärder i renoveringen av dessa byggnader finns en stor potential för en långsiktigt hållbar energiförsörjning och rimlig boendekostnad. Det finns mycket att vinna på att se till helheten när man genomför renoveringar med genomtänkta åtgärder som är hållbara på längre sikt. Om man däremot missar chansen att genomföra energibesparande åtgärder vid en samtidig renovering, dröjer det i de flesta fall mycket lång tid innan man får möjligheten igen.

Exempel: Alingsåshems energieffektiva renovering – fick stora energipriset 2010

Alingsåshem fick 2010 ta emot Stora Energipriset av Sweco för sin energieffektiva renovering av miljonprogramsområdet Brogården. Med hjälp av passivhusteknik har 300 bostäder från 1970 minskat sin energikonsumtion med 75 %. Även om energieffektivisering och miljö har stått i centrum för renoveringen har man även arbetat hårt för att öka den sociala hållbarheten i området.

Energieffektivisering som är ekonomiskt försvarbar

Att energieffektivisera befintliga byggnader kan vara kostsamt, och det kan vara svårt för en fastighetsägare att få lönsamhet i en energibesparande investering. Genom att använda de åtgärder som är mest lönsamma för fastighetsägaren dvs. öka klimatskalets täthet, installera effektiv ventilation och sätta in energieffektivare fönster kan energianvändningen minska med 50 % (Berggren m.fl. 2009). Den åtgärd som visat sig mest energieffektiv och mest ekonomiskt försvarbar är att tilläggsisolera takkonstruktionen på en byggnad. Att isolera fasaden och att byta fönster sparar mycket energi men är kostsamma åtgärder att utföra (Verbeeck och Hens 2005).

Incitament och krav för energieffektiva åtgärder

Incitamenten för att utföra energieffektiva åtgärder varierar kraftigt mellan olika fastighetsbolag. För att sänka energianvändningen i den befintliga bebyggelsen är det nödvändigt att Boverket, i enlighet med EU-direktivet, snart tar fram tydliga krav på tillåten energianvändning efter renovering.

I diskussioner med fastighetsförvaltare och fastighetsägare har det framkommit att man önskar tydliga krav vid renovering samt stöd, t.ex. i form av kunskapsstöd, skärpta byggregler samt bidrag för energieffektiviserande åtgärder. Man kommer bara att ha råd med en större renovering per byggnad fram till 2050, och fastighetsförvaltare såväl som fastighetsägare framhåller vikten av att inkludera en rejäl energieffektivisering så att inte renoveringen behöver kompletteras senare. För att detta ska vara möjligt att genomföra behöver de dock tillgång till experter och ekonomisk hjälp. Vidare önskas en omedelbar och kraftig skärpning av kraven för maximal tillåten energianvändning efter renovering istället för att man stegvis skärper kraven, vilket skulle innebära ett större antal kostsamma renoveringar.

Kunskap finns – men ekonomin kan bli ett hinder

Kunskap finns om hur en renovering ska utföras på bästa sätt och även inkludera energieffektiva lösningar. Ofta är det istället ekonomiska hinder som uppstår för att nå ”nära noll” vid en renovering, med en kombination av lönsamhetskrav, bristande sparade kapital för underhåll och en önskan att slippa höja hyrorna. Renoveringar utförda av bostadsbolaget Poseidon i Göteborg

visade att den extra kostnaden för en energieffektiv renovering var mycket liten. Den extra kostnaden var dock skillnaden mellan att kunna utföra renoveringsprojektet med uppfyllda lönsamhetskrav eller att göra en mer traditionell renovering. För att täcka den extra kostnaden ansökte fastighetsbolaget om ett ekonomiskt stöd och kunde därmed fortsätta med energieffektiva lösningar i fortsatta renoveringsprojekt. Så länge fastighetsbolagen skulle kunna påvisa att en energieffektiv renovering medfört en extra kostnad skulle stöd kunna delas ut retroaktivt.

Energitjänster – helhetsbild för energisparande åtgärder

Företag som erbjuder s.k. energitjänster kan också vara en del av lösningen. Energitjänster är ett samlingsnamn för nya och utvecklade samverkansformer för att genomföra besparingsfinansierade projekt inom energieffektivisering och modernisering av fastigheter. Samverkansformerna bygger på att en energitjänsteleverantör tar ett helhetsansvar för besparingsanalys, eventuell finansiering, genomförande och uppföljning av projekten. Under en överenskommen avtalstid ersätts leverantören i relation till fastighetsägarens kostnadsreduktioner. Dessutom ger energitjänsteleverantören fastighetsägaren bindande besparingsgarantier. Energimyndigheten arbetar för närvarande med att stimulera och bygga upp kunskap om energitjänster.

Det befintliga ROT-avdraget bör kunna avse energieffektiviserande åtgärder för att uppmuntra till att inkludera dessa i de renoveringar som ändå utförs.

Energideklarationer – kan bli effektiva verktyg

Energideklarationer skulle kunna vara ett mycket bra verktyg för fastighetsägare att få konkreta förslag på energiförbättrande åtgärder. Detta utnyttjas dock sällan, och ofta saknas förslag på energiförbättrande åtgärder helt i deklARATIONEN. Tydliga direktiv behövs där det framgår att förslag på energieffektiviseringar ska ingå i deklARATIONEN tillsammans med kostnadsförslag. Kunden ska med hjälp av deklARATIONEN förstå vilka framtida krav på fastigheten som kommer att ställas och hur kunden kan uppfylla kraven. Energideklarationer utförs ofta schablonmässigt och utan att personen som utför deklARATIONEN ens besöker byggnaden. Det är således viktigt att kunden förstår nyttan med energideklARATIONEN och ställer krav på den som utför den. Det är också viktigt att energinivåerna i energideklARATIONERNA skärps. I dagsläget är skalan utformad så att traditionellt byggda hus hamnar nära den ”bästa nivån”. Det kan ge en felaktig signal om att man som fastighetsägare har en relativt energieffektiv fastighet och inte behöver genomföra några åtgärder. Genom att använda energideklarationer mer effektivt skulle en uppmätt energianvändning kunna användas för en sänkning av fastighetsavgiften om energianvändningen ligger under en viss nivå. Då energideklarationer utförs av ackrediterade besiktningsmän säkerställs objektiva besiktningar.

Produkter och processer som kan minska resurs- och energianvändningen i bebyggelsen

För att skapa en mer hållbar och energieffektiv bebyggelse är det viktigt med ett helhetsperspektiv, t.ex. genom att fokusera på hela byggnadens livscykel. Det är t.ex. viktigt att satsa på hållbara material med lång livslängd, skapa tid och lönsamhet för energieffektiviserande åtgärder, mäta den faktiska energianvändningen och sätta upp tydliga mål för att minska den. Olika energieffektiviserande lösningar har också visat sig vara olika lönsamma beroende på om man befinner sig i norra eller södra Sverige.

För att få en klimatsmart helhetslösning i byggprojekt bör man använda produkter och processer som minimerar resurs- och energianvändningen. Ett bra sätt är ett ökat fokus på byggavfallshantering, t.ex. genom en högre avgift på byggavfall eller lägre byggavgift om återvunna material används, vilket kan uppmuntra att man deponerar mindre och återanvänder mer.

Ofta diskuteras om den energi som sparas i driften av en energieffektiv byggnad i stället går åt till de extra material som används för att nå låg energianvändning. Forskning visar dock att energin som används i en byggnads driftsfas är den absolut största energiposten i en byggnads livscykel. En jämförelse mellan passivhus och traditionella byggnader visar att det extra behovet av material i ett passivhus endast bidrar med en marginell ökning av inbyggd energi medan det årliga totala energibehovet minskade med en faktor tre. Att minska energibehovet för drift är därmed den viktigaste parametern för att minimera det totala energibehovet (Sartori och Hestnes 2007).

Tid för energieffektiviserande åtgärder saknas

I intervjuer med förvaltare av offentliga byggnader om hur deras arbete med energieffektivisering ser ut framkommer det att de flesta förvaltare har ambitionen att sänka energikostnaderna; en sänkning med 3 % var sparmålet för ett tiotal organisationer. Ofta finns dock en lucka mellan mål och verkliga resultat, antingen beroende på bristande medel eller en brist på uppföljning och nödvändiga verktyg. De statliga och landstingskommunala förvaltarna betonar också att den framtida effektiviseringen av elanvändningen blir en stor utmaning. Det som främst bromsar arbetet med energieffektiviserande åtgärder verkar vara att det saknas tid avsatt för sådant arbete i den egna organisationen (Sandberg 2006).

Mål och uppföljning – viktiga

En slutsats är att det är oerhört viktigt att mäta den faktiska energianvändningen. Genom att ha uppföljningsbara mål med en policy som tydligt visar inriktningen som ledningen satt upp och sedan följa upp målen skapas motivation och handling i den operativa verksamheten. Viktigt är att målen är möjliga att genomföra utifrån de förutsättningar som ges i företaget och att de följs upp på ett bra och relevant sätt (Wickman 2007).

Byggmaterial med lång livslängd och liten miljöpåverkan

Vid såväl nybyggnation som renovering är det viktigt att välja material och konstruktionslösningar med lång livslängd för att minska den totala resursanvändningen. Det är viktigt att inte alltid välja det billigaste alternativet utan det mest långsiktiga. När byggmaterial ska väljas är det även viktigt att välja material som minimerar negativ miljöpåverkan. Till hjälp finns ett svenskt system, BASTA-systemet (www.bastaonline.se), där man får hjälp med att hitta miljö- och hälsovänliga byggmaterial. BASTA ägs gemensamt av IVL Svenska Miljöinstitutet och Sveriges Byggindustrier.

Energieffektiviserande åtgärder – olika i norra och södra Sverige

Livscykelkostnader används som verktyg för att studera vilka energieffektiviserande åtgärder som lönar sig bäst. Energieffektiva installationssystem och välisolerade fönster har visat sig vara den bästa kombinationen för flerbostadshus, medan satsningar på solvärmelösningar och bättre isolering är att föredra i småhus. Olika lösningar kan också vara olika lönsamma beroende på klimat. För norra Sverige är t.ex. mekanisk ventilation med till- och frånluft samt värmeväxling (FTX-system) och ett välisolerat klimatskal mer lönsamt än för en byggnad i södra Sverige. Frånluftsvärmepumpar och uteluftsvärmepumpar är dock mer lönsamma i södra Sverige. Markvärmepumpar visade sig i studien vara lönsamma i hela Sverige och för både flerbostadshus och småhus (Sundqvist och Allansson 2006).

Fjärrvärme som energikälla i lågenergibebyggelse

Bebyggelsen bör även ses i ett större perspektiv för att uppnå långsiktigt hållbara lösningar. Det är t.ex. viktigt att få i gång ett samarbete mellan fjärrvärmebolag och fastighetsägare för att kunna fortsätta använda fjärrvärme på ett kostnadseffektivt sätt för energitillförsel till fastigheter. En dialog behövs om hur man ska kunna behålla fjärrvärme som en energikälla med låg klimatpåverkan och hur det ska kunna vara lönsamt med fjärrvärme då behovet av mängden köpt energi kraftigt minskar.

Undercentraler kopplade till stora fjärrvärmecentraler

En framtida lösning för fjärrvärmeanslutning till energieffektiva byggnader kan vara att ha lokala ”undercentraler” till de stora fjärrvärmecentralerna dit fastigheter kan koppla in sig. Fjärrvärmebolagen bekostar då endast den centrala ledningen från det stora verket till den mindre centralen och undviker på så sätt de kostnader som anslutning till alla fastigheter innebär. Varje fastighet bekostar sedan själv sin anslutning till undercentralen. För att i framtiden kunna använda fjärrvärme i småhus med låga energibehov måste de undercentraler som installeras vara anpassade till den faktiska energitillförseln och vara möjliga att sammankoppla med solfångare. Genom att låta det vara tillåtet för fjärrvärmebolagen att variera priset per kWh beroende på den energikälla som används kan en mer realistisk bild av energikostnaden tas

fram. Fjärrvärmebolagen kan då undvika den inkomstförlust som nu ofta åberopas i debatten om energieffektiva byggnader och fjärrvärmeanslutning och som en enhetlig kWh-taxa leder till. Med en varierande prissättning blir också kunden indirekt informerad om när en dyr energikälla används och kan på så sätt protestera mot att eventuella fossila bränslen inkluderas i fjärrvärmem.

Tillförsel och distribution – också viktiga faktorer

Vanligtvis fokuserar man på att reducera byggnadens energibehov, men det är lika viktigt att beakta effekterna av tillförsel- och distributionssystemen. I annat fall finns det en risk att ett tillförselsystem som är utformat för större behov kommer att vara alltför stort under en stor del av året. Majoriteten av miljonprogrammets byggnader är anslutna till fjärrvärmesystem. Särskild uppmärksamhet bör inriktas på att utifrån ett holistiskt synsätt med systemperspektiv analysera interaktionen mellan system för energitillförsel och energieffektiviseringsåtgärder i miljonprogrammets byggnader för att åstadkomma en minskning av koldioxidutsläpp och nyttja anläggningarna optimalt.

Ny teknik som gör bebyggelsen mer energieffektiv och klimatsmart

Fokus bör ligga på att bygga eller renovera för att skapa så täta klimatskal som möjligt. I dag byggs passivhus främst med vanliga material, med skillnaden att det tillkommer mer isolering. Tunnare isolermaterial har börjat komma ut på marknaden och forskning pågår för att skapa tunnare, billigare och mer robusta isolermaterial. När det gäller den energi som måste tillföras fastigheten är förnybar värmeproduktion mest effektiv om den produceras lokalt genom t.ex. solfångare på fastigheten. El kan med fördel distribueras i elnätet och tillgodoses därför lättare med vindkraft som då inte behöver placeras inne i staden. Sett i ett internationellt perspektiv ligger Sverige långt efter på solenergiområdet. För att öka spridningen behövs metoder för att integrera solenergi i stadsmiljöer samt en ökad kunskap hos arkitekter, stadsplanerare och byggherrar.

För att minska energianvändningen i nybyggda hus måste kostnadseffektiva tekniska lösningar utvecklas för välisolerade klimatskal, som dessutom är fuktsäkra och består av miljövänliga material. I dag används i huvudsak traditionella byggmaterial i energieffektiva byggnader, med skillnaden att det tillkommer mer isolering i väggar, grund och tak. Dessutom lägger man ned mer arbete på konstruktionerna för att göra dem mer energieffektiva, i synnerhet vad gäller lufttäthetslösningar. Särskilt täthet runt fönster och dörrar har tagit mycket tid i anspråk. Prefabricerade produkter för detta ändamål har börjat komma ut på den svenska marknaden, vilket underlättar byggprocessen och kvalitetsäkrar konstruktionerna.

Isolering – nya material på frammarsch

Nya isolermaterial har kommit in på marknaden och börjat användas i mindre skala. Vid nybyggnation kan mer effektiva isolermaterial bidra till tunnare konstruktioner som kan vara att föredra om tomten som ska bebyggas är begränsad och man vill maximera den uthyrningsbara ytan. När det gäller en energieffektiviserande renovering av den befintliga bebyggelsen finns den största potentialen hos mer kompakta isolermaterial som t.ex. vakuumisolering. I sådana fall kan en tunn tilläggsisolering användas på golvkonstruktioner eller fasader utan att ändra det befintliga utseendet särskilt mycket. Vakuumisolering har en isoleringsförmåga som är 10–20 gånger bättre än traditionella isolermaterial och monteras i paneler, väl paketerat. Nackdelarna med materialet är att det är ömtåligt. Det tål inte punktering och därmed inte heller anpassning och tillskärning på byggarbetsplatsen, det ger stora köldbryggor då materialet måste inneslutas väl, försämrade isoleringsegenskaper över tid och det är dessutom dyrt (Baetens m.fl. 2010).

Forskning och utveckling för att hitta mer robusta och billigare men ändå högisolerande material pågår. Exempel är andra typer av vakuumisoleringsmaterial som inte behöver inneslutas i skyddande konstruktioner (och som därmed skapar köldbryggor) samt nanoisoleringmaterial, t.ex. aerogel, som inte behöver vakuum för att ha en hög värmeisolerande förmåga (Baetens m.fl. 2010). Alla nya material måste dock värderas i förhållande till dess beständighet över tid eftersom man inte vill riskera att behöva byta ut materialet i konstruktionen på grund av förlorade värmeisolerande egenskaper, fukt-känslig-het etc. Ett material kan dessutom ha ett flertal egenskaper förutom att vara värmeisolerande. Det innebär att om man byter ut en traditionell isolering i en vägg på t.ex. 30 cm mot ett framtida betydligt bättre isolerande material som kanske bara behöver vara 3 cm, så måste det nya materialet dessutom vara ljud- och brandisolerande. Annars måste man komplettera med något eller några ytterligare materialskikt som har dessa egenskaper.

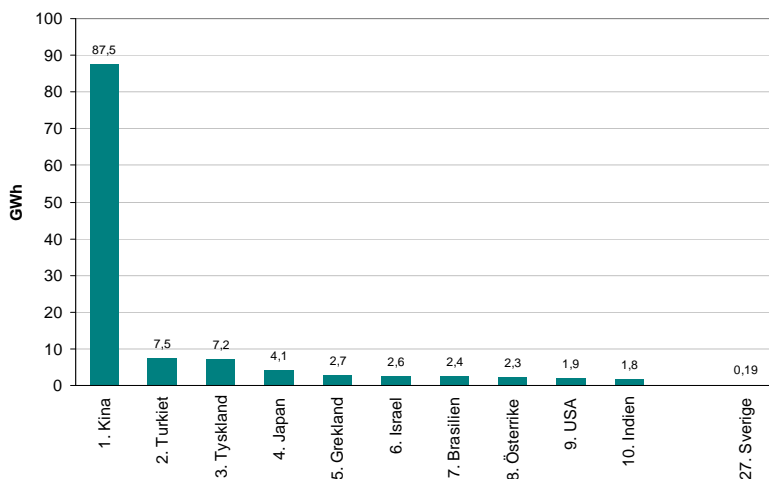
Produktion av värme lokalt och el regionalt

Vid nybyggnation bör fokus i första hand ligga på att få ned energianvändningen i bebyggelsen och i andra hand på att välja en klimatsmart energikälla utan att låsa in sig i miljömässigt dåliga systemlösningar. Hur energieffektiv bebyggelsen än görs går det dock inte att komma ifrån att ett litet tillskott av energi kommer att behövas, framför allt i kallare klimat. Förnybar värmeproduktion är mest effektiv om den produceras lokalt (helst direkt på fastigheten såsom solvärme) för att minimera distributionsförlusterna, medan el enklare kan distribueras i elnätet utan stora förluster. Förnybar el kan därmed tillgodoses med t.ex. vindkraft och vindkraftverk som inte måste placeras inne i stadsmiljöer och andra känsliga områden. Det är därför viktigt att fastighetsägaren har råd att installera klimatneutral energi, såsom solceller och lokal småskalig vindkraft, men även ser att installationen av klimatneutrala lösningar är lönsam på längre sikt. Det är t.ex. ingen idé att man får bidrag för att installera solceller om man sedan måste leverera elen gratis ut på nätet.

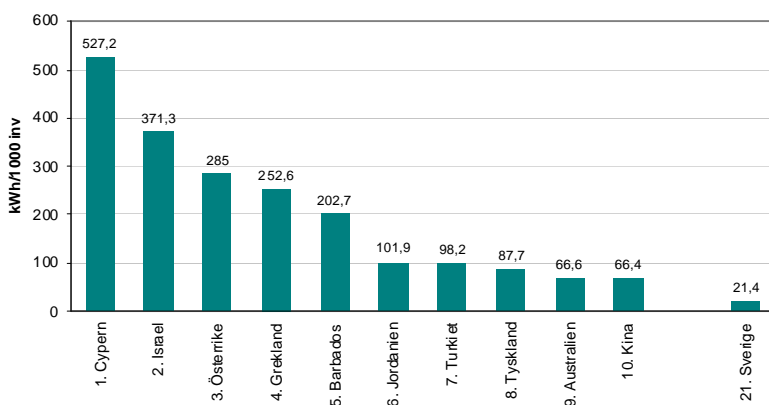
Sol och vind för lokal energiproduktion

Ny teknik avseende lokal energiproduktion har börjat användas i bebyggelsen med energikällor som solenergi, vindkraft och sopor. Användningen av framför allt solenergi har ökat kraftigt de senaste åren även om Sverige sett ur ett internationellt perspektiv ligger en bit efter, både vad gäller mängd producerad solenergi från solfångare (fig. 22) och solfångarkapacitet per 1 000 invånare (fig. 23).

Figur 22 Världens största producenter av solenergi (GWh) 2008 (Från plana solfångare och vakuumsolfångare) (Weiss och Mauthner 2010).



Figur 23. Solfångarkapacitet (kW_{th}) per 1000 invånare 2008 (Weiss och Mauthner 2010).



Även när det gäller installerad kumulativ solcell-kapacitet per invånare ligger Sverige en bra bit efter. Tyskland som har haft ett mycket generöst bidragssystem för installation av solceller ligger långt före övriga länder med 120 watt per capita. På andra plats kommer Spanien (76 watt per capita), tredje plats Japan 21 (watt per capita) och fjärde plats Italien (20 watt per capita). Sverige har endast ca 1 watt per capita i installerad effekt (IEA PVPS 2010).

Exempel: Solpaneler i Barcelona

Barcelona är en föregångsstad då det kommer till användning av solpaneler i byggnationen. Sedan 2000 måste solpaneler installeras på alla nya byggnader och alla byggnader som genomgår en större renovering. Målet är att alla byggnader som omfattas av regleringen själva ska stå för minst 60 % av sin egen varmvattenuppvärmning. (Källa: Barcelona Energy Agency 2010)

Anledningen till varför Sverige ligger så långt efter på solenergiområdet är bl.a. brist på kunskap och ibland även intresse bland arkitekter, stadsplanerare och byggherrar. Även ekonomiska aspekter och brist på komponenter och system som är arkitektoniskt anpassade för en god byggnadsintegrering är barriärer (Wall m.fl. 2008). De solfångare som installeras i Sverige är främst solfångaranläggningar för tappvarmvatten, även om solceller för elproduktion har blivit allt vanligare på grund av införandet av statliga bidrag vid installationer.

Ett bra exempel där en energieffektiv byggnad har kompletterats med solceller för elproduktion är Gemeindezentrum i Ludesch, Österrike (Figur 9). Här är solavskärmningen vid entrén täckt med solceller och energiproduktionen integreras därmed i byggnadens utformning. I Portugal har man bestämt att alla nya byggnader ska förses med solenergisystem, vilket kommer att driva implementeringen snabbt framåt där.

Figur 24 Integrering av solceller i en byggnadskonstruktion; Gemeindezentrum, Ludesch.



Förutom solenergi har lokala vindkraftverk testas för elproduktion i Sverige. De är i dagsläget relativt dyra i förhållande till hur mycket el som genereras, men de utvecklas kontinuerligt.

Exempel: Smarta elnät i Norra Djurgårdsstaden

Dagens elnät är byggda för att ett fåtal anläggningar som kärnkraftverk och vattenkraftverk ska producera el till miljontals konsumenter. Omställningen till alternativa energikällor som sol- och vindkraft innebär att produktionen blir mer oregelbunden och väderberoende samt att elen produceras på många fler ställen. Detta ställer andra krav på elnäten – de måste kunna ta hand om el från många olika håll och kompensera snabba skiften i energitillgången. Slutligen måste det blåsa t.ex. el direkt kunna tas från ett annat ställe. För att klara detta måste dagens elnät bli intelligentare och flexiblare och måste därmed kompletteras med ny kommunikationsteknik och nya styrsystem. Norra Djurgårdsstaden blir den första stadsdelen i världen som byggs med ett komplett s.k. smart elnät. För närvarande pågår en förstudie om smarta elnät i stadsdelen som väntas vara klar i april 2011. Smarta elnät innebär bl.a. att brukarna själva kan styra elkonsumtionen och därmed välja att konsumera el när det är som mest effektivt. Man kan t.ex. programmera in när man vill att disken eller tvätten ska vara klar och sen startar maskinerna då det är som mest energieffektivt. På kvällen när energiåtgången är hög kan elbolaget utnyttja elbilars batterier för att ladda dem på natten när tillgången på el är högre.

Sprid kunskap om system för lokal energiproduktion

En mer energieffektiv bebyggelse innefattar en kraftig ökning av lokal elproduktion. Solvärme- och solesystem kommer därmed att utgöra en dominerande del av byggnadens klimatskal (väggar och tak), vilket i sin tur innebär att arkitekturen kraftigt påverkas, såväl vid nybyggnation som vid renovering av den befintliga bebyggelsen. Detta kan komma att innebära ett stort hinder för spridningen av systemen. Kunskapen hos arkitekter, konsulter, byggherrar och stadsplanerare behöver därför ökas och arkitekterna behöver bättre stöd (såsom visualiseringsverktyg, analysverktyg, riktlinjer) i ett tidigt planeringsstadium för att få en överblick av de komponenter och system som finns tillgängliga. Om arkitekten redan i ett mycket tidigt projekteringsstadium kan inkludera solenergisystem i skissförslag till byggherren ökar möjligheten att få ett väl integrerat solenergisystem och en väl fungerande byggnad.

Användning av solenergi i stadsmiljö – metodutveckling behövs

I stadsplaneringen krävs utveckling av metoder för att analysera och bedöma möjligheterna med integrering av solenergisystem i stadsmiljö, där även arkitektoniska hinder och möjligheter belyses. I dag finns inga utvecklade metoder att behandla solenergiintegrering i stadsmiljöer, och hanteringen sker normalt genom den lokala handläggaren och varierar mycket från kommun till kommun och utan strategiska insatser. Dock har man börjat utvecklingen med metoder i andra städer i världen, exempelvis i Graz i Österrike (Kapfenberger-Pock och Horst 2010).

Produkttillverkare av solenergisystem behöver också riktlinjer som beskriver arkitekternas behov av produktutveckling så att möjligheterna ökar för att

deras produkter ska användas i byggnader. Även fasad- och taktillverkare behöver samverka i produktutvecklingen så att de delar av byggnadens klimatskal som inte lämpar sig för solenergisystem (s.k. dummies) kan få ett likartat utseende som de solfångande delarna. Forskning och utveckling kring dessa frågor pågår också inom IEA (2010b).

Exempel: Thisted – självförsörjande på energi

Thisted är ett samhälle med knappt 50 000 invånare i nordvästra Danmark som är helt självförsörjande på energi – i perioder bidrar man t.o.m. kraft till det nationella elnätet. 100 % av kommunens el och 80 % av uppvärmningen kommer från förnybara energikällor såsom sol, vindkraft, jordvärme och biomassa, vilket bl.a. inneburit att koldioxidutsläppen har minskat med ungefär 90 000 ton. Utvecklingen beror huvudsakligen på lokala initiativ och inte på politiska beslut. Bönder i kommunen har själva investerat i vindkraftverk, vilket på sex till sju års sikt lönar sig då bönderna kan sälja energin till det lokala elnätet. (Sustainable Cities 2010a, Thisted Kommune 2010)

Miljöanpassat beteende

De boende och brukarna av lokalerna spelar en mycket stor roll för en minskad energianvändning i bebyggelsen. Råd från experter och tekniker måste därför i första hand utgå från människorna som ska använda dem. Paneler som visar hushållets energianvändning har visat sig vara både effektiva och populära för att minska energianvändningen. Även energispar kampanjer är effektiva så länge de upplevs som att de riktar sig till ”alla”. En stor del av hushållens energianvändning består av varmvattenanvändning. Snålspolande blandare och individuell mätning och debitering av varmvattenanvändningen har visat sig vara effektiva verktyg för att minska användningen.

För att minska energianvändningen i bebyggelsen är det viktigt att sätta de boende och brukarna av lokalerna i fokus då de i hög grad kan påverka energianvändningen (Boström m.fl. 2003, Wall 2006, Janson 2010). Det finns ofta stora skillnader av energianvändning i likartade bostäder vilket delvis kan härledas till brukarnas olika beteenden.

Forskning visar att brukarna måste engageras för att energianvändningen ska minska. För att få ned den totala energianvändningen måste det följaktligen skapas förutsättningar för att brukarna ska kunna förstå och hantera de energisparande produkter som finns på marknaden och dessutom göra dessa så attraktiva att brukarna aktivt väljer det mest energieffektiva alternativet. Experter bör inte bara ge de ur energiperspektiv ”bästa råden” utan i stället ge råd som de boende kan ta till sig och använda i praktiken. Användarnas erfarenheter måste därmed vägas samman med experternas. Det har också visat sig vara viktigt att samma eller liknande energibesparingskrav samtidigt ställs

på ”alla andra” och att krav inte riktas mot enskilda användare (Isaksson 2009).

Paneler som visar energianvändning

För att göra de boende uppmärksamma på sin roll när det gäller att minska energianvändningen kan en panel som visar aktuell energianvändning monteras i bostäder. Energinivån på panelen kan med fördel presenteras tillsammans med aktuell inomhustemperatur så att hyresgästen kan se ett tydligt samband. Det har också visat sig vara populärt om hyresgästen kan koppla upp sig och följa både sin aktuella energianvändning och statistik över användning från tidigare år. Vidare bör det finnas en användarmanual i varje lägenhet med råd och tips om husets skötsel och hur hyresgästen kan bo så energieffektivt som möjligt.

Energisparkkampanjer

Energisparkkampanjer har visat sig kunna leda till betydande förändringar i såväl de boendes beteende som i faktisk energianvändning. Hur effektiv en energisparkkampanj är beror på boendeform (småhus eller flerbostadshus), vilka styrmedel som ingår i kampanjen (information, teknisk utrustning) samt av det mönster för arbetsfördelning inom hemmet som redan innan fanns i hushållet. Hushållen har visat sig förändra sitt beteende bl.a. genom att sänka inomhustemperaturen, undvika bad eller att bygga om för att energieffektivisera bostaden. Kampanjernas styrmedel är också avgörande för att en förändring ska ske. Till exempel skedde ingen sänkning av inomhustemperaturen av hyresgästerna i en kampanj som inte erbjöd utrustning för mätning av inomhustemperaturen. En viktig slutsats är också att mätningen av energi var mycket uppskattad bland brukarna och något man saknade när den demonterades efter studiens slut. Viljan att fortsätta följa sin energianvändning är hög bland de flesta. Resultaten pekar också på betydelsen av att den teknik och information som används vid energieffektiviserande åtgärder och energisparprogram är lätt att förstå och använda för alla deltagande (Carlsson-Kanyama m.fl. 2005).

Skillnader mellan män och kvinnor

Män har visat sig ta ett större ansvar för de tekniska delarna av energieffektivisering i energisparkkampanjer medan kvinnor i första hand sparar energi genom ett förändrat beteende. Män i småhus visade också ett större intresse än kvinnorna för om- och tillbyggnader såsom tilläggsisolering och att byta till energieffektivare fönster. Svenska män och kvinnor delar på ansvaret att förmedla ett energieffektivt beteende till sina barn, till skillnad från vad resultaten i utländska studier visar där kvinnan har huvuddelen av det ansvaret (Carlsson-Kanyama m.fl. 2005).

Ekonomiska styrmedel – effektiva

Det är också viktigt att göra det ekonomiskt försvarbart för husägare att välja mer miljövänliga uppvärmningssystem. I en omfattande enkätstudie rörande villaägares uppfattning om olika värmesystem framkom att husägarna prioriterade ekonomiska faktorer framför miljömässiga när de gör sina val av värmesystem (Joelsson 2008). En slutsats är därför att ekonomiska styrmedel borde vara effektiva. Exempel på styrmedel kan vara elskatten och konverteringsbidraget som både anses samhällsekonomiskt motiverade och uppmunrande för husägare att agera i linje med de energipolitiska målen.

För minskad varmvattenanvändning – snålspolande blandare och individuell mätning

I studerade lågenergibyggnader har varmvattenanvändningen visat sig utgöra en mycket stor procentuell del av byggnadens totala energianvändning. I en studie av fyra passivhusprojekt uppmättes en årlig varmvattenanvändning på ca 30 liter per person och dag (Janson 2010). Medelanvändningen av varmvatten i svenska småhus var 2009 42 liter per person och dag och i flerbostadshus 58 liter per person och dag (Statens Energimyndighet 2009e). Den i jämförelse lägre varmvattenanvändningen i passivhusprojekten är ett resultat av de snålspolande blandare som installerats i de studerade projekten samt individuell mätning och debitering av varmvatten. I intervjuer med dessa hyresgäster poängterades att man börjat tänka på sin användning av varmvatten då den dels stod tryckt på hyresavin, dels kostade pengar (Janson 2010). För att minska användningen av varmvatten och därmed minska mängden köpt energi rekommenderas snålspolande blandare i kombination med individuell mätning och debitering av varmvatten. Snålspolande blandare finns redan på marknaden och har visat sig kunna minska varmvattenanvändningen med ca 20 % (FEBY 2009a). För att kunna jämföra energiprestandan mellan bostadsfastigheter borde energianvändningen för de olika ingående delarna redovisas och inte bara totalsumman.

Energieffektiva städer – strategisk ledning för kommunala beslutsfattare

Det behövs mer kunskap om vilka faktorer som främjar, alternativt hindrar en effektiv energiplanering. Tydliga utvärderingsmetoder behöver också skapas. I många kommuner saknas förmågan att formulera och utföra energiplanering. Energieffektivitet är inte heller en prioriterad fråga i den privata sektorn, bl.a. på grund av brist på resurser och att det statliga stödet varit för knappt. Det behövs ett helhetsperspektiv på byggnader och deras energi för att man ska kunna nå uppsatta mål och genomföra önskade åtgärder. En strategi för stadsplanering, övergripande långsiktiga energistrategier och utvecklingen av en övergripande energi- (eller klimatförändrings-) plan är nödvändiga. Det finns tekniska och ekonomiska möjligheter till storskalig användning av förnybar energi, men processen för att uppnå enighet om den optimala energiplanen är komplex. Många aktörer är inblandade och processen är tidskrävande. Lokala beslutsfattare och intressenter är de viktigaste målgrupperna.

Lagen om kommunal energiplanering trädde i kraft 1977. Lagen ger dock ingen tydlig hjälp för hur man utför energiplanering i praktiken, och den innehåller inte någon påföljd för kommuner som inte skapat en energiplan. Detta har lett till att upp till 30 % av de svenska kommunerna fortfarande inte har formulerat en energiplan. Det europeiska energieffektiviserings- och energitjänstedirektivet (ESD) trädde i kraft 2006 och kräver att varje medlemsstat minskar sin energianvändning med 9 % fram till 2016. Direktivet omfattar i princip alla aktörer utom dem som deltar i EU:s utsläppshandelssystem. Varje medlemsstat är skyldig att skicka in en nationell handlingsplan för energieffektivitet (NEEAP), vilket även bör inkludera styrmedel för en effektiv slutanvändning av energi. Den svenska nationella handlingsplanen anger att den offentliga sektorn bör fungera som förebild.

Energiplanering – ingen prioriterad fråga i kommuner och företag

För att den svenska regeringen ska genomföra det som EU-direktivet kräver och få kommuner att effektivt använda sig av den nationella handlingsplanen för energieffektivitet krävs mer forskning på området. Viktiga faktorer som främjar och hindrar en effektiv energiplanering måste identifieras och tydliga utvärderingsmetoder måste konstrueras. Industriella små och medelstora företag har också en viktig roll att spela för att EU:s mål ska kunna uppnås. Forskning visar dock att energieffektivitet inte är en prioriterad fråga i den privata sektorn, bland annat på grund av brist på resurser samt att det statliga stödet varit för knappt. Detsamma gäller för kommunerna. Med undantag för lagen om kommunal energiplanering och Energimyndighetens ekonomiska stöd till kommunala energirådgivare finns det en tydlig brist på resurser hos

kommunerna. I många kommuner saknas även förmågan att formulera och utföra energiplanering.

Tekniken finns – beslutsprocessen och genomförandet av strategier brister

Trots stora tekniska framsteg inom byggsektorn som skulle kunna innebära en mycket stor minskning av energianvändningen så minskar inte energianvändningen i städerna i allmänhet. Även om det finns tekniska och ekonomiska möjligheter till storskalig användning av förnybar energi, så är processen för att uppnå enighet om den optimala energiplanen komplex; många aktörer är inblandade och processen är tidskrävande. I det perspektivet är beslutsprocessen, projektledningen och genomförandet av strategier mycket viktigare än de tekniska frågorna.

Bristfällig forskning om planering och beslutsfattande

Medan de tekniska frågorna undersökts i många studier är forskning om beslutsprocessen, projektledningen och genomförandet av strategier sällsynt. I motsats till enskilda pilotprojekt och demonstrationsbyggnader behövs ett bredare energikoncept med syfte att hitta en optimal lösning i ekonomiska termer snarare än att införa banbrytande tekniska innovationer. Så länge man inte antar ett helhetsperspektiv på byggnader och deras energi kommer det inte att vara möjligt att nå uppsatta mål och genomföra önskade åtgärder. Det behövs därför metoder som möjliggör en strategi för stadsplanering, övergripande långsiktiga energistrategier, utvecklingen av en övergripande energi- (eller klimatförändrings-) plan för att kunna genomföra strategier och metoder för framgångsrik kommunal energipolitik. Lokala beslutsfattare och intressenter är de viktigaste målgrupperna.

2.3 Urbana grönområden och klimat

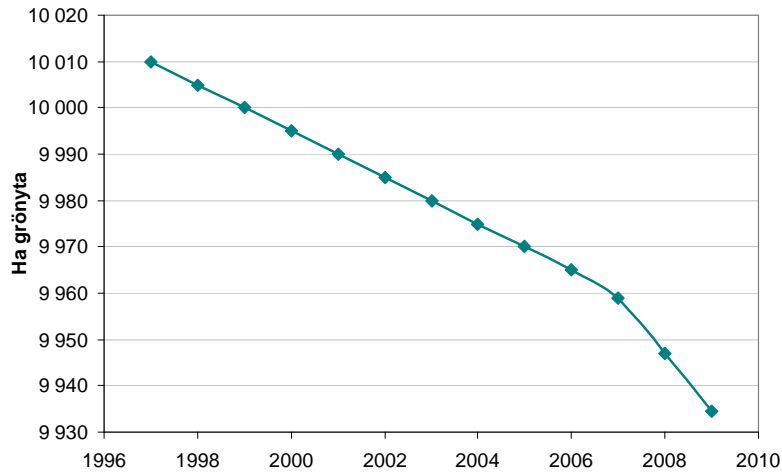
För en hållbar stadsutveckling spelar naturen och dess biologiska system en avgörande roll. När klimatet blir varmare kan svenska nederbördsmönster förändras och havsnivån stiga. I anpassningen till ett förändrat klimat är stadens träd, grönområden, vattendrag och dammar av stor betydelse då de bidrar till att sänka temperaturen, rena luften, dämpa buller, ta hand om dagvattnet och bevara stadens biologiska mångfald. Vidare är den biologiska mångfalden i sig mycket betydelsefull för ekosystemens förmåga att anpassa sig till ett förändrat klimat.

Förutom att naturen påverkar staden och dess klimat har staden också en stor inverkan på de urbana grönområdena och vattendragen. Tillväxten av städer och tätorter gör att förutsättningarna för den urbana naturen förändras. Dels växer staden genom förtätning, vilket gör att grönområden ofta får lämna plats för bebyggelse och transportinfrastruktur. Samtidigt växer staden utåt, vilket hotar stora sammanhängande grönområden i utkanten av städer. Stä-

dernas tillväxt gör att grönområden fragmenteras och styckas upp. Grönytor-
nas storlek och antal minskar, och det finns inga tecken på att den minskning-
en skulle avta (SCB 2005).

I figur 25 redovisas minskningen av all grönyta som en följd av bostadsbe-
byggelse i Stockholm under senare år. Exploateringen av grönyta har kraftigt
ökat de senaste åren.

Figur 25 Förändring i hektar grönyta i Stockholms stad som följd av bostadsbebyggelse. Källa: Ulrika Egerö, Översiktsplanerare/ekolog, Stockholms stadsbyggnadskontor.



Förutom att mängden grönyta är av betydelse så är det viktigt att grönstruktu-
ren hänger samman för att vara välfungerande. Ett isolerat grönområde är i
allmänhet mer sårbart för olika typer av störningar (brand, torka, etc). Åter-
hämtningen efter störning av isolerade områden sker långsamt eftersom arter
från andra grönområden får svårt att hitta dit och återkolonisera det. Studier
visar också att isolerade grönområden förlorar biologisk mångfald över tid till
följd av att vissa populationer dör på grund av isoleringseffekten (Drayton &
Primack 1996). För att ekosystemens funktioner ska kunna upprätthållas och
för att växter och djur ska kunna spridas och förflytta sig mellan områden
krävs en någorlunda sammanhängande struktur. Det innebär att även mindre
grönområden och träd i staden kan vara av stor betydelse.

Grön- och blåstruktur i staden och dess roll i anpassningen till klimatförändringarna

Stadens sjöar, vattendrag och vegetation både påverkar och blir påverkade av sin urbana omgivning. För att dämpa effekterna av ett förändrat klimat är ekosystemen av stor betydelse. Vegetation och urbana vattendrag dämpar t.ex. temperaturen i staden under sommarmånaderna och tar upp dagvatten, vilket minskar risken för översvämningar. Stadens våtmarker renar vatten, utjämnar vattenflöden och sänker halten av koldioxid i luften. Grönområden och vattendrag är också viktiga för stadens biologiska mångfald. För att ekosystemen ska kunna spela en viktig roll i anpassningen till ett förändrat klimat är den biologiska mångfalden nödvändig då den i mycket hög grad bidrar till ekosystemens förmåga att anpassa sig till förändrade förutsättningar.

Begreppen urban grön- och blåstruktur syftar på de land- och vattenekosystem som finns i staden (Regionplane- och trafikkontoret 2011b). I och med att ekosystem påverkar såväl som blir påverkade av sociala och ekonomiska aktiviteter finns det anledning att tala om sammankopplade social-ekologiska system (Folke 2006, Ostrom 2009). Denna koppling är som tydligast i de människodominerade system som städer utgör där ekosystemens sammansättning i mycket hög grad påverkas av mänskliga aktiviteter (Erixon och Ståhle 2008).

Många av Sveriges städer har en väl utvecklad grön- och/eller blåstruktur som bidrar till ett betydande antal ekosystemtjänster som påverkar människors välbefinnande. Begreppet ekosystemtjänster syftar på funktioner och processer hos ekosystemen som bidrar till människans välbefinnande (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Det kan handla om såväl matproduktion som global klimatreglering, men ekosystemtjänster har även mer lokala yttringar av relevans i stadssammanhang och arbetet med hållbar stadsutveckling.

Flera av dessa ekosystemtjänster är avgörande för anpassningen till och minskningen av effekterna av ett förändrat klimat. Även om det i dag finns en förståelse för att grön- och blåstrukturen utgör värdefulla resurser i städer är det svårt att tilldela dessa resurser ekonomiska värden utöver t.ex. det tekniska VA-systemet (Batten 2007). Det kan därför vara svårt att på ett konkret sätt värdera dessa strukturers potentiella bidrag till att minska effekterna av kommande klimatförändringar.

Grön- och blåstruktur påverkar lokalklimatet

Både det lokala klimatet och vädret påverkas av staden. Den genomsnittliga temperaturen mellan 1900 och 2004 har ökat mer i städer än i deras omgivelningar, vilket delvis kan tillskrivas urbaniseringen (Almqvist och Buovac 2006). I såväl Stockholm som Göteborg finns ett samband mellan högre temperaturer och ökad stadstillväxt. Det starkaste sambandet verkar dock vara kopplat till befolkningens mängd. Stockholm som har den största befolkningstillväxten har också den högsta temperaturförändringen på ca 2°C medan

Göteborg har en förhöjd temperatur på strax över 1°C. Städerna visar på en stadig temperaturökning genom hela mätperioden (Almqvist och Buovac 2006). Detta fenomen, att staden är varmare än dess icke-urbana omgivning, kallas vanligen urban värmeöffekt ("urban heat island effect") och är resultatet av en kombination av stadens stora värmeabsorberande ytor såsom asfalt, betong och svarta tak och stadens höga energikonsumtion (Yuan och Bauer 2007). Städer är därmed extra sårbara vid temperatur- och nederbördsförändringar.

Städers ekosystem bidrar till att reducera dessa effekter och jämnar ut skillnaden mellan staden och dess omgivningar. Vegetation kan t.ex. minska effekterna av klimatförändringar då den bidrar till att sänka sommartemperaturen; ett stort träd kan transpirera (avge i gasform) upp till 450 liter vatten, en process som konsumerar upp till 1 000 MJ värmeenergi. Denna värmeenergi tas från den lokala luften, vilket innebär att grönområden kan ha en signifikant inverkan på lokaltemperaturen och därmed minska den urbana värmeöffekten. Vidare ökar grönstrukturen på detta sätt också luftfuktigheten i staden (Bolund och Hunhammar 1999). Förutom påverkan på temperaturen kan vegetation bidra med skugga på sommaren och dämpa vindhastigheter på vintern.

Exempel: Stuttgarts bekämpning av den urbana värmeöffekten

Den tyska staden Stuttgart ses som ett föredöme då det gäller grön planering och hantering av den urbana värmeöffekten. Staden har haft stora problem med dålig luftkvalitet och en varmare stadskärna sedan 70-talet, mycket på grund av att staden ligger i en dalgång, har ett relativt mildt klimat med lite vindar och omges av stora industriområden. Exploatering av sluttningarna runt staden har ytterligare bidragit till den urbana värmeöffekten. Lösningen på stadens problem har varit att ta vara på de vindar som skapas i dalgången genom att konstruera gröna korridorer, även s.k. ventilationskorridorer, där vinden leds genom staden. Vidare bidrar vegetationen och trädplanteringar till att rena luften. Dessa gröna korridorer skyddas genom regleringar, vilket gör det förbjudet att bebygga dem samt att hugga träd över en viss storlek. (Källa: Sustainable Cities 2010b, Kazmierczak och Carter 2010)

Blåstruktur är också av vikt för anpassningsarbetet till klimatförändringar då vatten med sin höga värmekapacitet påverkar och reglerar lokalklimat i hög grad. En studie visar t.ex. att områden runt två urbana sjöar i Mexico City har upp till 3,5°C lägre temperatur än andra delar av staden då det är som hetast. Förutom temperaturutjämnande effekter sker också ett gasutbyte vid vattenytan som ökar luftfuktigheten i staden, vilket också påverkar lokalklimatet (Martinez-Arroyo och Jauregui 2000).

Dagvattenhantering

Med ett varmare klimat kommer ökad nederbörd och översvänningsrisk. Via grönytor sipprar regnvattnet ned i marken, vilket gör att grundvattenytan

bibehålls och kostnader för dagvattenhantering reduceras (Bolund och Hunhammar 1999). Dessutom kan vattnet avdunsta, vilket ger mer fukt i stadsluften. Detta kan få allt större betydelse i anpassningen till ett framtida förändrat klimat. Stadens infrastruktur, som till största delen består av hårdgjorda ytor såsom betong och asfalt, påverkar dagvattenflödet starkt; betydande mängder regn blir avrinningsvatten, vilket resulterar i ökade flödestoppar vid kraftigare regn, samtidigt som vattenkvaliteten försämras då vattnet tar upp stora mängder föroreningar på vägen (Brabec m.fl. 2002, Gaffield m.fl. 2003). Stadsmiljöns ogenomträngliga ytor med hög bortförsel av vatten som följd leder till att grundvattennivåerna i många städer sjunker. Då Sveriges större städer såsom Stockholm, Göteborg och Malmö tar huvuddelen av sitt dricksvatten från älvar och sjöar snarare än grundvatten är detta inte ett dilemma i dagsläget (VA Syd 2010, Stockholms stad 2010a). Dock kan lägre grundvattennivåer vara viktigt att ta hänsyn till i framtida planering, t.ex. om saltvatteninträngning i Mälaren gör att andra dricksvattentäkter måste utnyttjas (SOU 2007:60).

Exempel: Augustenborg har minskat avrinningen av dagvatten

Före en omfattande reovering av stadsdelen Augustenborg i Malmö i början på 2000-talet hade området återkommande problem med översvämmade källare och skolgårdar på grund av ett underdimensionerat avrinningssystem och områdets höga andel hårda ytor. Dessa problem har till stor del lösts genom 10 000 m² gröna tak och ett öppet stormvattenhanteringssystem. De gröna taken har inneburit en kraftig minskning av områdets vattenavrinning då vegetationen absorberar en stor mängd vatten för att sedan återberda den till atmosfären genom naturlig transpiration. 2001 öppnade världens första botaniska takträdgård, ett offentligt forskningscentrum med en samling olika gröna tak. Förutom att den botaniska takträdgården minskar avrinningen av dagvatten uppskattar biologer att det gröna taket har ökat Augustenborgs biologiska mångfald med ungefär 50 %. (Källa: Sustainable Cities 2010c)

Våtmarker och anpassning till klimatförändringar

Våtmarker är ett samlingsbegrepp för strandområden, sumpskog, kärr, tjärnar, mossar och övrig fuktig mark. Våtmarker verkar såväl för vattenrening som för hushållning med vattenresurser i landskapet samt som vattenmagasin som utjämnar variationer i vattenflöden och minskar risken för översvämmingar. Vidare har i allmänhet våtmarker en hög biologisk mångfald, då de är habitat åt ett stort antal arter (Miljöförvaltningen Göteborgs stad 2008). Med ett förändrat klimat kan sådana funktioner komma att bli allt viktigare, då övergödning i kombination med högre temperaturer bidrar till högre bakterieproduktion samtidigt som översvämmingar kan bli vanligare i och med klimatförändringarna. Det finns därför anledning att behålla och skydda våtmarker så långt som möjligt mot dränering, torvtäkt, vägbyggen och annan exploatering (muntligt, Johan Colding, Stockholm Resilience Center, 2010).

Våtmarker är också viktiga koldioxidsänkor. Stockholms läns skogar, våtmarker och sjöar räcker för ett upptag av 41 % av trafikens koldioxidutsläpp och 17 % från övriga utsläppskällor. För att all koldioxid som släpps ut i Stockholms län ska tas upp krävs dock en ekosystemyta som är tre gånger så stor som länet (Jansson och Nohrstedt 2001).

Matproduktion i staden

En potentiell ekosystemtjänst som kan komma att få mer uppmärksamhet i framtiden är att hålla viss matproduktion i staden. Ett stort problem i dagsläget är att städer urlakar produktionsmarker på näringsämnen som importeras till städerna som mat (se avsnittet om kretsloppsfrågor). En hållbar odling kräver egentligen ett platsbundet kretslopp av näringsämnen och vatten. En fördel kan därför vara att producera maten där människorna bor: i staden. Urbana odlingar kan också inverka positivt på den sociala hållbarheten. Att odla en bit mark ökar känslan av platstillhörighet och skapar nya möjligheter till social interaktion och integration, som man kan se i t.ex. koloniföreningar (Colding m.fl. 2006).

I begreppet urbant jordbruk ingår utöver odling i allmänhet även framställningen av andra produkter som exempelvis mejeriprodukter och djurhållning. Ett vanligt exempel på detta är att privatpersoner har höns i sin trädgård för äggproduktion, något som är en uppåtgående trend i bl.a. USA (Bennett 2008).

Exempel: Biodling i Paris

En del av matproduktionen som med fördel kan utföras i staden och dessutom gärna på stadens tak är biodling. I såväl Europa som USA har antalet bin minskat kraftigt under senare år bl.a. på grund av bekämpningsmedel och en minskad biologisk mångfald. I Paris finns i dag ca 400 bisamhällen. Även om föreningarna i staden är högre har det visat sig att bina trivs bättre i staden än på landet då användningen av bekämpningsmedel inte är lika hög. Den franska nationella biodlarföreningen uppskattar att ett bisamhälle i Paris producerar ca 50–60 kg honung per skörd, att jämföra med ett samhälle på landet som producerar ungefär 10–20 kg. Samtidigt är dödligheten hos parisbina 3–5 %, vilket kan jämföras med lantbinas dödlighet på 30–40% (Schofield 2010, EEA 2010).

Bibehållen biologisk mångfald för anpassning till framtida klimatförändringar

Den biologiska mångfalden kan enkelt beskrivas som variationsrikedomen i naturen. Ur ett ekologiskt perspektiv är det av yttersta vikt att vi bibehåller denna variationsrikedom då det är den som i grunden ger ekosystemen möjligheten att anpassa sig till förändringar i miljön, såsom klimatförändringar. Det finns med andra ord en koppling mellan den biologiska mångfalden och ett ekosystems resiliens, dvs. dess förmåga att hantera och vidareutveckla sig efter störningar eller förändringar, såsom ett förändrat klimat, utan att förlora

sin karaktär och de ekosystemtjänster det kan erbjuda. (Folke 2006, Holling m.fl. 2008). Arbetet för att hantera klimatförändringarna och arbetet för att bibehålla den biologiska mångfalden är därför starkt sammankopplade och bör bedrivas i samförstånd (Lennartsson och Simonsson 2007).

Stadens och klimatförändringarnas negativa effekter på grön- och blåstrukturen

Grönområden och vattendrag påverkas också negativt av staden och klimatförändringarna. Vattenkvaliteten riskerar att försämrats med ett varmare klimat, och den så viktiga biologiska mångfalden hotas av urbanisering och luftföroreningar.

Samtidigt som stadens ekosystem bidrar till att minska effekterna av klimatförändringar såsom högre temperaturer och ökad nederbörd påverkas grön- och blåstrukturen ofta negativt av urbanisering, utsläpp och klimatförändringar.

Exempel: Klimatförändringarnas påverkan på Mälarens vattenstånd som dricksvattenresurs

I dagsläget får 1,7 miljoner människor i Stockholms län sitt dricksvatten från Mälaren (Rudberg 2009). En högre vattentemperatur, som en potentiell effekt av klimatförändringarna, kan innebära problem för vattenkvaliteten. Tillväxthastigheten av bakterier ökar samtidigt som effekten av klor och andra desinfektionsmedel i distributionsnätet minskar. Vidare finns en ökad risk för lukt- och smakstörningar och grumligare vatten. Gränsen för tjänlig dricksvattentemperatur ligger på 20°C (SOU 2007:23 bil. 13). I dagsläget är t.ex. vattnet som anländer till Norsborgs vattenverk upp till 18–20°C. Framtida klimatförändringar kan bidra till att temperaturen ökar till runt 22–24°C vilket leder till att gränsvärdet överskrids (Nyberg m.fl. 2008). Vidare kan framtida låga vattenstånd leda till ökad risk för saltvatteninträngning från Östersjön. Om tillräckligt stora mängder saltvatten tränger in, riskerar det att slå ut Mälaren som vattentäkt och förändra Mälarens ekosystem (SOU 2007:60).

I kombination med den övergödning av fosfor och kväve som Mälaren utsätts för kommer också tillväxten av bl.a. blågröna alger och bakterier att gynnas av högre temperaturer (SOU 2007:60). Vidare kommer en tidigare islossning att resultera i algblomning och förändringar i sammansättningen av algar. Detta innebär i sin tur att Mälarens ekosystemfunktioner och de ekosystemtjänster som Stockholms stad i dagsläget är beroende av påverkas.

Hotad biologisk mångfald

Klimatförändringar (som förändrar grundförutsättningarna för alla arter), urbanisering (som bl.a. fragmenterar ekosystemen) och luftföroreningar är exempel på förändringar som påverkar den biologiska mångfalden. Det är framför allt två ekologiska aspekter som gör den biologiska mångfalden bety-

delsefull: funktionella grupper och responsdiversitet (faktaruta nedan). Stadsförtätning och föroreningar från staden stör redan dessa ekologiska roller, och riskerar tillsammans med klimatförändringar att ytterligare förvärra situationen för ekosystemen.

Faktaruta: Funktionella grupper och responsdiversitet

Funktionella grupper är grupper av arter som utför speciella funktioner i ekosystemet, t.ex. humlor och bin som står för en stor andel av pollinationen i städer. Om en funktionell grupp går förlorad, kan hela ekosystemet påverkas (Jackson m.fl. 2001).

Responsdiversitet – De olika arterna i en funktionell grupp svarar på störningar på olika sätt (Elmqvist m.fl. 2003) – exempelvis kan vissa biarter vara betydligt känsligare för luftföroreningar eller varmare klimat än vissa humlearter. En högre biologisk mångfald innebär i allmänhet att fler olika arter utför samma uppgift; dvs. fler arter samsas i samma funktionella grupp. Funktionella grupper med fler arter är mer robusta i förhållande till störningar såsom klimatförändringar eller föroreningar.

Insikterna om sambanden mellan klimatförändringar och biologisk mångfald är ofta bristfälliga. Klimatsatsningar och satsningar på biologisk mångfald ställs därför ibland mot varandra (Lennartsson och Simonsson 2007).

Planering, förvaltning och restaurering av urbana grönområden och våtmarker

Stadsförtätning anses i dag vara en viktig miljöstrategi även om den riskerar att hota urbana grönområden. Utglesning av städer gör å andra sidan att stadens gröna kilar hotas. Förvaltning av grönområden sker på såväl regional som kommunal nivå, vilket kan skapa hinder för ett helhetsperspektiv på stadens ekosystem. Det kan också vara problematiskt att värdera betydelsen av informella grönområden, vilket ytterligare bidrar till att försvåra förvaltningen av dessa. Studier visar på vikten av en biologisk mångfald för välmående urbana grönområden. För att arter ska kunna rör sig mellan stadens grönområden är det viktigt att dessa hänger ihop.

Stadsförtätningens och utglesningens inverkan på grönområden

Stadsförtätning framhålls i dag som en viktig hållbarhetsstrategi på såväl internationell (UN Habitat 2003) som på nationell (prop. 2006/07:122) och lokal nivå (Stockholms översiktsplan 2010, Malmös översiktsplan 2001). Detta ses således som en viktig miljöstrategi för att undvika en utglesning av städer som i förlängningen riskerar att hota mer sammanhängande grönområden i städernas utkanter och gröna kilar. Dock bör det framhållas att miljövinster från stadsförtätning inte är fullständigt klarlagda rent forsknings-

mässigt (Handy 2005). I ett framtida perspektiv med t.ex. mer utsläppsneutrala fordon torde miljövinsterna bli betydligt lägre. Då ju grönstrukturen i stadsrummen bidrar till människors hälsa och välbefinnande samt till andra viktiga ekosystemtjänster bör förtätning inte ses som en allenarådande strategi utan bedömas från fall till fall. Även om översiktsplaner ofta tar upp vikten av att inte ta grönområden i anspråk så finns risken att såväl exploateringsstrycket som trycket från invånarna ökar på mer centrala grönytor i förlängningen. Då städernas utbredning påverkar grön- och blåstrukturen negativt genom utsläpp av föroreningar och genom att fragmentera ekosystemen bör förvaltningen av dessa områden aktivt verka för att minimera sådana störningar.

Förvaltning av grönstruktur

Ett problem är att förvaltningen sker på olika nivåer, vilket kan försvåra kommunikationen mellan de involverade aktörerna och vara ett hinder för en tydlig överblick. Enligt praxis utformas park- och grönplaner på kommunal nivå. Kommunala styrdokument tar upp hur kommunen ämnar bevara och utveckla grönstrukturen både kort- och långsiktigt. Grönplanen är ett omfattande planeringsunderlag, som med utgångspunkt i grundliga inventeringar och analyser föreslår bevarande- och utvecklingsstrategier för de gröna aspekterna.

Förvaltningsplaner för storstadsregioner innehåller tydliga värderingar kring grönstruktur i stadssammanhang. De visar på den övergripande planeringsinriktning som man för närvarande har fokus på, dvs. de stora sammanlänkade gröna kilarna. Medan dessa innehåller viktiga ekologiska resurser så visar forskning även på vikten av att förvalta mindre parker i de centralare delarna av städerna, såväl som på att uppmärksamma den ekologiska vikten av mer ”informell” grönstruktur, exempelvis villaträdgårdar, kolonilotter och golfbanor (Erixon och Ståhle 2008, Colding och Folke 2009). Ett första steg i denna riktning är att i högre grad uppmärksamma att det finns behov av en mängd olika former av grönområden. Detta görs till viss grad i t.ex. Stockholms parkprogram (2006).

Det är dock svårt att värdera betydelsen av informell grönstruktur för den biologiska mångfalden och ekosystemtjänster, vilket försvårar övergripande förvaltning av sådana områden. Tidigare studier i Storstockholm påvisar att 18 % av grönstrukturen är informellt förvaltd och att denna förvaltning av enskilda och olika brukargrupper spelar en betydande roll för att skapa och upprätthålla många av regionens ekosystemtjänster (Colding m.fl. 2006).

Faktaruta – Gröna kilar och gröna stråk

Gröna kilar sträcker sig från stadsregionens yttre delar in mot centralare delar, och binder på så sätt samman stadens ekosystem.

Gröna stråk sträcker sig inte över regionala områden, utan är en del av en stadsdelsbaserad grönstruktur som binder samman grönområdena inom och mellan stadsdelarna.

Förvaltningen av gröna kilar är en del av såväl regionala som kommunala planeringsangelägenheter, då de överskrider kommunala gränser men även behöver förvaltas aktivt inom kommunala gränser. Samtidigt är regionplaner inte bindande på samma sätt som översiktsplaner (muntligt, Christina Leifman och Virginia Kustvall Larsson, Stockholms stad, 2010). Boverkets rapport "Låt staden grönska" (2010) diskuterar olika styrdokument, former och skalor av förvaltning i detta sammanhang. Även om olika styrdokument såsom regionplaner och översiktsplaner kopplar samman förvaltningen till viss del, så finns det praktiska problem i att försöka arbeta över dessa olika nivåer. Exempelvis kan den kunskap som anammas på stadsdelsförvaltningar vara svår att föra vidare till stadsbyggnadskontor och regionplanekontor. Vidare finns det svårigheter i att kontinuerligt ta in nya forskningsrön när sådana planer ofta uppdateras ungefär var tionde år.

Då ekosystem kännetecknas av att de generellt är komplexa och icke-linjära, så är det svårt att bedöma effekter på dem av framtida klimatförändringar (Rockström m.fl. 2009). Detta gäller i hög grad också städer och deras ekosystem. För att kunna möta dessa förändringar är det av vikt att utveckla strategier för att tidigt uppmärksamma sådana effekter. Detta gör att det t.ex. kan finnas anledning att utöka miljöövervakning och uppföljning av stadens viktigaste naturvärden och ekosystemtjänster. Detta bör i så fall göras i såväl central stadsbygd som s.k. peri-urbana områden, dvs. områden med en växande urban karaktär men som inte är del av den centrala infrastrukturen.

Faktaruta – Gröna tak

Så kallade gröna tak är vegetation på byggnader med sociala och miljömässiga kvaliteter. Poängen med gröna tak är att skapa en teknisk och ekologisk nytta med annars outnyttjade ytor och på så sätt påverka lokalklimatet positivt och därmed minska effekterna av klimatförändringarna i städer (Bengtsson 2005, Villarreal och Bengtsson 2005). Gröna tak kan också fungera som habitat för djur och växter i det urbana landskapet, vilket är viktigt för anpassningsförmågan till framtida klimat. Detta kräver dock att man fokuserar mer på biologisk mångfald när man designar systemen, vilket inte alltid görs i dagsläget. Ett grönt tak ersätter inte de funktioner och rekreativmöjligheter som kan kopplas till parker på marken, men utgör ett bra potentiellt komplement och del av stadens gröna miljöer (Emilsson 2007).

Hänsyn till arters rörlighet

Forskning visar att en viktig egenskap att ta till vara för grönstrukturens långvariga välmående och för att uppehålla biologisk mångfald är s.k. konnektivitet. Konnektivitet är ett relativt begrepp som syftar på möjligheten för olika arter att ta sig mellan grönområden. Exempelvis har stenhumlan (*Bombus lapidarius*) ett maximalt flygavstånd på ungefär 900 m vid födosök (Osborne och Williams 2001), medan motsvarande flygavstånd för mörk jordhumla (*Bombus terrestris*) är cirka 630 m (Osborne m.fl. 1999). Detta innebär att

dessa arter är betydligt känsligare för långa avstånd mellan grönområden i stadslandskapet än exempelvis nötskrikan, vars rörlighet vid födosök är upp till 3 km (van Langevelde 2000).

För att så långt som möjligt undvika en minskning av biologisk mångfald bör artspridning möjliggöras från mer sammanhållna, omkringliggande grönområden in till mindre, mer centralt belägna grönytor (Barthel m.fl. 2005). Landskap och grönstruktur i staden är mycket fragmenterade i förhållande till andra landskapstyper, vilket innebär att urbana ekosystem består av ”lapp-täckten” av grönområden, ofta fysiskt åtskilda från varandra. Denna grönstruktur är därför i sin helhet redan betydligt känsligare för ytterligare störningar (Barthel m.fl. 2005). Stadslandskapet är därför i högre grad beroende av ”mobila länkar” exempelvis fåglar och humlor, dvs. rörliga arter som aktivt sammanlänkar grönstrukturen för t.ex. fröspridning och pollinering (Lundberg och Moberg 2003). Till synes mindre och oviktiga grönområden kan därför spela en viktig roll i stadsrummet, då ytterligare fragmentering av landskapet kan skapa s.k. tröskelavstånd, varefter mobila länkar inte längre kan utföra vissa funktioner. Man bör därför i nya bebyggelseprojekt eftersträva en markanvändning där olika former av mindre grönområden inte bryts upp utan kompletterar varandra genom att de sinsemellan kan bidra med nödvändiga funktioner för att upprätthålla livsdugliga populationer av arter – en strategi benämnd *ekologisk landskapskomplementering* (Colding 2007). Detta medför att fler ekologiska funktioner byggs in i stadslandskapet utan att ta mer bebyggelseyta i anspråk.

Ekologiska behov sätts ibland i motsats till rekreationsbehoven hos stadens invånare, då det ibland finns föreställningar om att grönområden med höga sociala värden inte har höga ekologiska värden (och vice versa). Dessa argument kan vara missriktade, då forskning visar att kulturhistoriska grönområden uppskattas mest av urbana invånare, vilka också skapar potential för hög biologisk mångfald (Elmqvist m.fl. 2004).

Verktyg för att inkorporera gröna värden i stadsplaneringen

Forskning pågår för att utveckla verktyg där gröna värden ur både ekologiskt och socialt perspektiv tas med i stadsplanering. Målet är en långsiktig hållbar utveckling där människors livskvalitet och stadens anpassningsförmåga för framtida förändringar behålls (Wilkinson m.fl. 2010). Det finns ett behov av att precisera olika alternativa åtgärder och värdera dem mot varandra med avseende på bl.a. ekonomi, sociala konsekvenser och biologisk mångfald (Lennartsson och Simonsson 2007).

Ramverk för utvärdering av urbana ekosystemtjänster

Ett ramverk har utvecklats för att utvärdera hur grönstruktur och ekosystemtjänster förvaltas i städers region- och översiktsplaner (muntligt, Cathy Wilkinson och Toomas Saarne, Stockholm Resilience Centre, 2010). Då ekosystemtjänster syftar på såväl ekologiska som sociala funktioner hos grönområ-

dena försöker man med detta verktyg ta med så många aspekter som möjligt. Ramverket har använts i en jämförande utvärdering av utvecklingsplanerna för Melbourne- och Stockholmsregionerna. Fokus ligger på formuleringar i regionplanerna som har en effekt på städernas ekosystem och deras tjänster.

Ramverket tar upp ekosystemtjänster som är relevanta i stadssammanhang. Ramverket är framför allt baserat på följande:

- Ekosystemtjänst – de ekosystemtjänster som anses vara viktiga för städer.
- Direkt förvaltning – formuleringar i region- och översiktsplaner som direkt redogör för en viss ekologisk funktion eller ekosystemtjänst och hur förvaltningen av denna kan eller bör se ut.
- Indirekt förvaltning – formuleringar i region- och översiktsplaner som inte redogör direkt för vissa ekologiska funktioner eller ekosystemtjänster men som påverkar dessa positivt eller negativt.

Ramverket är för närvarande särskilt anpassat för att passa den jämförande studien mellan Stockholm och Melbourne som det är utvecklat för, men man planerar att utveckla och utöka för att konsekvent kunna skapa en referensram för gröna värden sinsemellan städer.

Gröntypologi för Stockholmsregionen

En arbetsgrupp under ledning av Alexander Stähle tar för närvarande på uppdrag av Stockholms regionplanekontor fram en metod för att kartlägga grönstrukturens karaktär, bland annat med hänsyn till storlek och tillgänglighet, men också hur invånarna upplever den. Denna ska kunna användas som underlag för regional och lokal stadsutveckling och översiktligt beskriva grönstrukturens karaktär genom att integrera dess ekologiska, ekonomiska samt sociala och kulturella roller i staden. Syftet med arbetet är bl.a. att det ska utgöra

- ett underlag för analyser av stadsutveckling, grönplanering, anläggning och skötsel
- diskussionsunderlag för ansvariga över olika samhällssektorer för mått på grönområdets karaktär, struktur, storlek och tillgång för invånare i hela regionen
- ett fördjupat kartunderlag för Stockholms regionplanering (RUF) och för konsekvensanalys av förtätningsförslag
- ett underlag för diskussioner om långsiktigt hållbar parkutveckling och landskapsarkitektur.

Den främsta anledningen till att dessa nya verktyg utvecklats är den tidigare beskrivna osäkerheten kring hur klimatförändringar kan komma att påverka ekosystem och biologisk mångfald. Det kan skapa svårigheter i att identifiera styrmedel och markanvändning som minimerar eller aktivt motverkar klimatförändringens effekter. Det finns därför ett behov av att även fortsättningsvis vidareutveckla metoder för rutinmässig bedömning av stadsutvecklingens konsekvenser för ekosystem.

3 Hälsaspekter och sociala värden

En hållbar stadsutveckling är inte enbart av betydelse för en minskad klimatpåverkan och en anpassning till ett förändrat klimat. I planeringen av en hållbar stad står människan i centrum. Människors hälsa är en viktig förutsättning för en hållbar stad och planeringen av städer har stor betydelse när det kommer till människors möjligheter till att leva ett hälsosamt liv. Den sociala hållbarheten är också nödvändig i en hållbar och attraktiv stad. En hållbar stad är en stad där människor vill bo, trivs och känner sig trygga.

3.1 Transporter och hälsoeffekter

Transporter i staden påverkar människors hälsa negativt genom buller och föroreningar. Dessutom påverkas vår hälsa indirekt av vilka färdmedel vi väljer. Ett ökat användande av hållbara transporter såsom kollektivtrafik, cykel och gång skulle inte bara leda till mindre buller och luftföroreningar utan även till indirekta hälsovinster till följd av ökad fysisk aktivitet.

Minskat buller från trafiken

Buller i staden är ett svårlöst problem med stora negativa effekter på många människors hälsa. Forskning visar att buller kan motverkas med hjälp av fasadisolering, bullerplank, lägre hastigheter och tyst beläggning. Även grönområden kan bidra till att dämpa buller lokalt.

Vägrafikbuller är ett mycket omfattande och svårlöst problem som påverkar stadens attraktivitet och livskvaliteten för människor som vistas i staden. Höga bullervärden försvårar samtal och kan dessutom påverka inläring, orsaka sömnstörningar, påverka trivsel, ge obehagskänslor, nedstämdhet och minska möjligheter till önskvärda aktiviteter. Buller kan försämra rekreationsvärden och naturupplevelser i parker och naturområden samt leda till välfärds- och hälsoförluster, produktivitetsnedsättningar etc. Buller beräknas ta 50 000 liv i Europa (den Boer och Schrotten 2007), lika mycket som trafikolyckor. Vibrationer är ofta tätt förknippade med buller och kan i kombination med buller förstärka effekten och upplevelsen av buller.

Faktaruta Buller

Ljud är tryckförändringar och karakteriseras av sin styrka, ljudtryck (p, Pascal) och antalet svängningar per sekund (f, Hertz). En ökning av ljudtrycksnivåer med 8–10 dB upplevs av örat ungefär som en fördubbling av ljudstyrkan. 55 dB upplevs alltså dubbelt så starkt som 45 dB. Små skillnader i ljud-

nivån kan därmed vara av stor betydelse för bullerupplevelsen över tid (Boverket 2008).

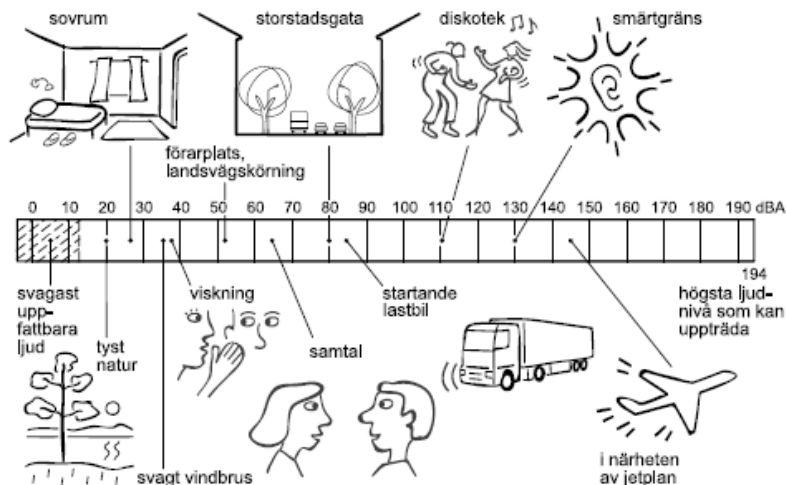
Riktvärdena vid nybyggnation av bostadsbebyggelse eller vid nybyggnation eller väsentlig ombyggnad av trafikinfrastruktur är

- 30 dBA ekvivalentnivå inomhus
- 45 dBA maximalnivå inomhus nattetid
- 55 dBA ekvivalentnivå utomhus (vid fasad)
- 70 dBA maximalnivå vid uteplats i anslutning till bostad.

För utomhusnivå avses för flygbuller FBN 55 dBA.

En stor andel av Sveriges befolkning (1,6–2,4 miljoner) exponeras för buller över riktvärdet på 55 dBA i ekvivalent ljudnivå vid bostaden (Vägverket 2006b). Av detta står buller från vägtrafiken för 75 % och tågtrafiken för 25 %. Flyget står för en mycket liten andel, endast 2–3 %. Tar man även hänsyn till andra riktvärden såsom riktvärden för uteplats och inomhus exponeras 30–70 % fler. Det skulle innebära att 1,6–3 miljoner människor i Sverige berörs av buller från vägtrafik som överskrider ett eller flera riktvärden vid bostaden. Den sammanlagda samhällsekonomiska kostnaden för bullerstörningar från vägtrafiken värderas till 5–10 miljarder kronor per år (SIKA 2003). Drygt hälften av dem som utsätts för vägtrafikbuller bor i storstäderna och de större tätorterna (Boverket 2008).

Figur 26 Buller (Källa: Boverket 2008).



Även till synes små bullerförändringar har stor inverkan på hur störda vi blir, vilket speglas i de samhällsekonomiska värderingarna. Om styrkan ökar med 1 decibel så ökar störningen med omkring 20 % (Vägverket 2006b). Dessutom är störningar från vägtrafikbuller relativt omfattande även vid låga ljudnivåer, under riktvärdet för ekvivalent ljudnivå på 55 dBA vid fasad, visar undersökningar gjorda i Lerums kommun (Öhrström m.fl. 2005). Upplevelsen

av bullerstörning påverkas inte enbart av hur bullerutsatt bostaden är utan även av ljudnivån i närområdet som de boende dagligen använder. Boende med samma ljudnivå vid bostaden kan ha helt olika ljudlandskap och därmed uppleva störningen som olika beroende på hur bullrig omgivningen är (Boverket 2008).

Om man har bott mer än tio år i sin bostad finns det ett samband mellan högt vägtrafikbuller och ökad risk för högt blodtryck (Albin m.fl. 2006). Studier i Tyskland visar att boende i områden med ekvivalent ljudnivå dagtid (kl. 06–22) över 60 dBA innebär ökad risk för hjärtinfarkt. Drygt 3 % av de hjärtinfarkter som inträffar i Tyskland kan hänföras till trafikbullerexponering (Babisch 2005). Det finns också ett samband mellan buller och högt blodtryck, men för att bullret ska öka risken för hjärt-kärlsjukdom krävs långvarig exponering för nivåer över 50 dBA. Svenska studier visar att för varje 5 dBA som bullernivåerna stiger ökar risken att drabbas av kroniska skador med 15 % (Bluhm 2007).

Bullerproblematiken i stadsregionerna är ofta hinder för åtgärder som i andra avseenden bidrar till en hållbar utveckling. En förtätning av staden t.ex. är ofta problematisk med avseende på buller. Ökad kollektivtrafik kan också lokalt ge ökad buller- och vibrationsstörning från järnväg och bussar.

Olika typer av lösningar på bullerproblemet

Buller från trafik kan antingen dämpas i vistelsemiljön eller minskas från källan. Men även grönområden har potential att minska buller (Fuller m.fl. 2007).

Fasadisolering, bullerplank och lägre hastighet

Historiskt har man till stor del fokuserat på olika typer av isolering via förbättrad fasadisolering (främst åtgärder på fönster och ventiler) för att minska ljudnivåerna inomhus. För att klara bullerriktvärden vid fasad eller på uteplats i riktning mot väg/spår krävs ofta åtgärder som bullerplank/bullervallar. Denna typ av åtgärder kan vara svåra att få plats med i befintliga tätbebyggda områden och ger dessutom i princip endast effekt på nedre våningsplan. Därför är man i stadsmiljö oftast hänvisad till åtgärder som tystare beläggning, hastighetsnedsättning, trafikreglering etc. Problemet med dessa åtgärder är att de i en stadsmiljö ofta inte räcker till för att minska ljudnivåerna i tillräcklig omfattning för att komma ned till riktvärdet.

Tyst beläggning

Forskning pågår för närvarande när det gäller *tysta beläggningar*, men ännu har man inte löst problem med dålig hållfasthet, igensättning av porer med på sikt kraftigt minskad effekt etc. Nya typer av dränasfalt kan ge bullerreduktion utomhus på upp mot 6–9 dBA när de är nylagda (Hallin m.fl. 2006). Effekten minskar dock snabbt med åldern och kan efter ett par år vara nästan helt borta. Effekten inomhus är dessutom betydligt mindre eftersom det låg-

frekventa ljudet dämpas sämre samtidigt som fasaderna också dämpar detta ljud sämre än mer högfrekvent ljud (Vägverket 2009a). En nackdel med de beläggningar som ger lägst ljudnivåer är att de består av mer finkornigt material, vilket ger högre halter av partiklar i luften (Vägverket 2007b). Å andra sidan ger det finkorniga materialet lägre friktion, vilket borde ge lägre energiförbrukning vid framförandet av fordon (Berndtsen 2004).

Sänkning av hastigheten

En verklig *sänkning av hastigheten* med 10 km/h ger en bullerreduktion utomhus på ca 1–2,5 dBA. En sänkning av hastigheten ger högst effekt vid 70 km/h, något sämre effekt vid 90 km/h och lägst effekt vid 50 km/h (Vägverket 2008). I stadsmiljö, där hastigheten ofta redan i utgångsläget är 50 km/h blir därmed effekten inte så stor. Dessutom blir effekten på ljudnivån inomhus lägre eftersom fasader dämpar ljud från högre hastigheter bättre än från lägre hastigheter (beroende på olika frekvenser på ljudet vid olika hastigheter) (Vägverket 2009a). Att utnyttja speciella beläggingsmaterial såsom gatsten leder ofta till lägre hastigheter men orsakar i sig högre buller. Beläggning med gatsten används dessutom oftast i stadsmiljöer där hastigheten redan är relativt låg, och då blir effekten av en hastighetssänkning dessutom relativt liten (Vägverket 2009a).

Trafikregleringar/förändringar av trafikvolymen

Trafikregleringar/förändringar av trafikvolymen som påverkar ljudnivån kan t.ex. vara förbud mot tunga fordon nattetid, enkelriktningar eller avstängning av gator. Förbud mot tunga fordon nattetid ger framför allt effekt på de maximala ljudnivåerna som är betydligt högre vid passage av ett tungt fordon än vid passage av en personbil (Hydén 2008). Mindre förändringar av trafikvolymen har dock relativt liten inverkan på ljudnivån: minskar trafiken med 20 % minskar bullret med ca 1 dBA och minskar trafiken med 10 % minskar bullret med endast 0,4 dBA (Naturvårdsverket 1996).

I centrala delar av städer kan buller komma från så många olika håll att den enda möjligheten att skapa en bullerskyddad sida är att bygga slutna kvarter kring en innergård (Hallin m.fl. 2006). Här får då avvägningar göras mellan ljudmiljö och andra kvaliteter som ljusinsläpp etc. Andra möjligheter att skapa tystare ljudmiljöer längs de mest trafikerade vägarna är att låta nya byggnader avsedda för andra ändamål än bostäder, som kontor etc., fungera som bullerskärmar för den bakomliggande bostadsbebyggelsen.

En omfattande omfördelning av färdmedelsandelar och därmed trafikbildden i staden skulle naturligtvis få effekt på bullerproblematiken. Hur ljudbildden skulle bli totalt sett är dock svårbedömt och inte utrett.

Buller och grönområdets luddämpande effekter

Buller från transporter och industri är ett stort problem i urbana områden och har negativa effekter på människors hälsa. Det är framför allt hårdgjorda ytor

och vattenytor som genom resonans gör att ljudnivåerna i städer blir höga. En av lösningarna till bullerproblemet kan vara att ha bättre tillgång på grönområden i närheten av bostaden för att minska den upplevda bullernivån och därmed stressnivån hos människor (Gidlöf-Gunnarsson och Öhrström 2007). Det är dock omtvistat i vilken utsträckning grönområden bidrar till att faktiskt dämpa den generella ljudbilden i städer. Däremot dämpar parker och grönområden ljud lokalt och bidrar till den positiva upplevelsen av att vistas i grönområden (Bolund och Hunhammar 1999).

Minskade luftföroreningar från trafiken

Luftföroreningar har också negativa effekter på människors hälsa i städer. Biltrafiken står för en stor del av utsläppen. En omfördelning till mer hållbara transportsätt, minskad stadstrafik och mindre utsläpp per fordonskilometer skulle kraftigt kunna minska luftföroreningarna i städer. Urban vegetation bidrar också till att rena luften.

Luftföroreningar är ett urbant problem som utgör ett allvarligt hot mot människors hälsa. Världshälsoorganisationen uppskattar t.ex. att cirka två miljoner människor dör i förtid varje år på grund av luftföroreningar (WHO 2005). En stor del av luftföroreningarna kommer från trafik och orsakar både problem lokalt såsom ökad sjuklighet och förkortad förväntad livslängd hos människor, växtskador, korrosion, nedsmutsning och problem regionalt såsom övergödning och försurning. För städer är det främst luftkvalitet som är ett problem även om föroreningar från trafiken också orsakar skador på växter och byggnader. Då koncentrationen av utsläpp är det som utgör problemet är effekterna ofta lokala även sett ur stadens perspektiv. Gator med mycket trafik eller hög andel tung trafik är mer utsatta än andra (Hydén 2008).

Av alla luftföroreningar är det de små luftburna partiklarna som man i dag tror har störst negativ inverkan på människors hälsa. Partiklar förvärrar astma och andra lungsjukdomar och kan orsaka hjärtinfarkt, slaganfall och förtida dödsfall. I Sverige uppskattar man att närmare 2 000 av de 5 000 förtida dödsfallen per år beror på partiklar från trafiken (Bergvall 2009). Det kan jämföras med de ca 400 dödsfallen årligen orsakade av trafikolyckor.¹³

Lösningar för att minska luftföroreningar

Biltrafiken står för en stor del av utsläppen även om tunga fordon som t.ex. bussar kan stå för betydande och hälsofarliga utsläpp lokalt.

Några sätta att minska utsläppen från trafiken är att

- minska utsläppen per fordonskilometer
- omfördela transportarbetet till mindre utsläppande färdssätt (från bil till kollektivtrafik, gång och cykel)

¹³ 358 år 2009 enligt www.trafikverket.se.

- minska totalt trafikarbete och/eller transportarbete.

Partikelfiltrering/luftrening

Grönområden spelar en viktig roll då vegetation bidrar till att rena luften från föroreningar och skadliga partiklar. Det räcker t.ex. att plantera träd på 25 % av den tillgängliga odlingsmarken i staden för att sänka partikelkoncentrationen med 2–10 % (McDonald m.fl. 2007). Förutom att samla partiklar tar träden även hand om andra luftföroreningar såsom svaveldioxid och kväveoxider (Scott m.fl. 1998).

Verkningsgraden av trädplantering beror dock på lokala förutsättningar (Svensson och Eliasson 1997, Bolund och Hunhammar 1999). Exempelvis visar mätningar i Chicago att träden tar bort ca 5 600 ton luftföroreningar varje år, däribland marknära ozon och partiklar (McPherson m.fl. 1997). Generellt kan man säga att filtreringskapaciteten hos växter ökar med bladytan, vilket innebär att den generellt är större hos träd än hos buskar eller gräsytor (Givoni 1991). Barrträd är mer effektiva luftfilterare än lövträd då de har större total bladyta. En hektar blandskog filtrerar t.ex. upp till 15 ton partiklar per år medan barrskog filtrerar upp till 30–45 ton partiklar per år (Borgström 2004). Den skiftande effektiviteten hos olika former av vegetation pekar på vikten av att göra strategiska val utöver estetiska värden vid utvecklingen av den urbana grönstrukturen. En nackdel med trädplanteringar i stadsmiljö är dock att vissa föroreningar som fångas upp av träden samlas i jorden vilket leder till att jorden kontamineras, vilket i sin tur kan leda till dålig grundvattenkvalitet (Fowler m.fl. 2004).

Trädplantering i NY, LA och på Hornsgatan

Det pågår för närvarande försök att nyttja vegetationens luftreningskapacitet i ett antal städer:

Million Trees NYC – Under de kommande tio åren ska en miljon träd planteras i New Yorks fem stadsdelar Manhattan, Brooklyn, Queens, The Bronx och Staten Island i syfte att förbättra luftkvaliteten i staden, men även för att förbättra livskvaliteten hos New Yorks invånare (Million Trees NYC 2010). Träden ger bl.a. renare luft, vilket gör att risken för astma minskar, livskvaliteten ökar och fastigheter med träd i närheten ökar i värde. Genom att plantera lämpliga träd i olika delar av staden förbereder man sig för de problem som en växande stad för med sig. Bakom projektet står bl.a. kommunernas frivilliga grupper, småföretagare, landskapsarkitekter, ägare av privatmark samt staten och New Yorkborna.

Million Trees LA – Inspirerade av Million Trees NYC har politiker i Los Angeles beslutat att en miljon träd också ska planteras i Los Angeles under de kommande åren (Million Trees LA 2010).

Hornsgatan i Stockholm – För att förbättra den lokala luftkvaliteten, minska skadliga luftföroreningar och förbättra stadsbilden rent estetiskt har det beslutats om plantering av träd längs med Hornsgatan i Stockholm i kombination med dubbdäcksförbud.

Miljövänliga bilar – men fortfarande inte hållbara ur andra perspektiv

Nya bilmodeller släpper generellt ut *mindre per km* än gamla fordon. Brutto-potentialen är hög förutsatt att nyköp av bilar görs med senaste och bästa utsläppsprestanda (Johansson 1995). Den tekniska energieffektiviseringspotentialen för bilflottan uppskattas till ca 50–60 % år 2050 (Naturvårdsverket 2007). Miljövänligare och energisnålare fordon tar i stort sett lika mycket utrymme och har samma olycksrisk etc. som andra bilar.

En *omfördelning av transportarbetet* till mer hållbara färdssätt som kollektivtrafik, gång och cykel skulle sammantaget innebära en klar minskning av utsläppen från trafiken. Samtidigt bidrar det även positivt till en mängd andra oönskade konsekvenser och kostnader för trafiken i städer som buller, ytanspråk, trafiksäkerhet.

Indirekta trafikeffekter

Förutom direkta effekter som buller eller avgaser påverkas staden och våra liv indirekt av den trafiksituation vi har. Vi påverkas både av våra egna personliga val och av vad andra väljer. Det finns dokumenterade samband mellan vilka färdssätt vi använder oss av och vår egen hälsa. Ett ökat cyklande och gående innebär inte enbart miljömässiga fördelar utan är även gynnsamt för människornas hälsa genom ökad fysisk aktivitet.

Val av färdssätt – påverkan på vikt och motion

Den vardagsmotion som försvinner då bilanvändningen ökar har dokumenterad betydelse för hälsa och övervikt. Amerikanska studier rekommenderar 22 minuter måttlig fysisk aktivitet som gynnsamt för hälsan. I USA är det mindre än hälften av de vuxna som når upp till dessa 22 minuter. Av dem som åker kollektivt uppnår däremot de flesta denna nivå (Litman 2010). De sociala konsekvenserna av såväl ökad cykeltrafik som kollektivtrafik visar betydande hälsovinster. Sjukvårdskostnaderna för fysiskt aktiva vuxna är hela 32 % lägre än för inaktiva som inte når rekommenderad daglig aktivitetsnivå (Litman 2010). I en annan amerikansk studie visade man att 1 % minskad bilanvändning i en population minskar övervikten med 0,4 % (Forsyth m.fl. 2009). Man konstaterar också att det främst var personer med dåliga vanor och dålig hälsa som påverkades av förbättrade fysiska förutsättningar i planering för gång och cykel.

Satsningar på kollektivtrafik kan vara en av de mest kostnadseffektiva åtgärdssatsningarna för hälsa (Litman 2010). Med de skillnader i övervikt och fysisk aktivitetsnivå som finns mellan Sverige och USA är det inte säkert att resultaten skulle bli riktigt så slående i Sverige, men även i Sverige skulle förmodligen satsningar på kollektivtrafik vara kloka ur ett hälsoperspektiv.

Hela 80 % av Sveriges befolkning över 30 år anses otillräckligt fysiskt aktiva (Hertting och Lagerkrantz 2010).

En engelsk forskningsstudie som fokuserat på barns resande kopplat till deras fysiska aktivitet konstaterar att de flesta får ut mer av att vanemässigt gå till och från skolan än hela veckans idrottslektioner (Mackett m.fl. 2005). Vardagsresande är bra eftersom barn är minst aktiva då de är hemma, men de som reser genom att skjutas med bil har generellt en lägre fysisk aktivitet än andra.

Det finns få eller inga sammanfattande analyser av direkta samband mellan fysisk trafikmiljö och hälsoeffekter, även om det finns en mängd studier som tittar på problemen från olika vinklar och aspekter (t.ex. Kitamura m.fl. 1997, Cervero och Kockelman 1997, Cervero och Radisch 1996, Frank m.fl. 2006, Wakefield 2004). De flesta pekar på ett positivt samband mellan den byggda miljö vi lever i och vår fysiska aktivitet. I en studie av svenska barn och föräldrar visade sig att föräldrarnas attityd till skjutsning av barnen hade samband med trafikmiljöfaktorer, kvalitet på gång- och cykelvägar, vilken gemenskap man upplever i området samt antalet bilar i hushållet (Johansson 2006). Det går genom planeringsåtgärder att påverka benägenheten hos föräldrar att skjutsa eller på annat sätt påverka barns resor.

3.2 Grönområdets direkta effekter på hälsan

Grönområden har positiva effekter på människors hälsa. Personer med tillgång till grönområden i sin närhet har bättre självupplevd hälsa och lever längre. Grönområdena stimulerar fysisk aktivitet, ökar koncentrationsförmågan och minskar stress. För att grönområdet ska nyttjas regelbundet och därmed ha önskad effekt är det viktigt att de är tillgängliga – forskning visar att de bör ligga inom 300 m från bostaden.

Den allmänna hälsan skiftar med graden av urbanitet (Mitchell och Popham 2007). Generellt kan man säga att människor som bor i mer urbana områden har sämre fysisk och psykisk hälsa än de som bor utanför tätorterna, vilket visar på vikten av att ta med såväl grönområdets kvantitet och kvalitet i stadsplanering (Verheij m.fl. 2008).

Tillgänglighet och storlek – viktiga faktorer

Grönområdenas tillgänglighet och storlek har direkta effekter på människors hälsa och forskning har visat att hälsoskillnader mellan stad och landsbygd delvis kan förklaras av variationer i tillgänglighet till grönområden (de Vries m.fl. 2003). Studier visar t.ex. på ett positivt samband mellan människors självupplevda hälsa och andelen grönområden i deras närmiljö samt att skillnader mellan stads- och landsbygdsbors upplevda hälsa till stor del kan förklaras av variationen i närhet till grönområden (de Vries m.fl. 2003, Maas

m.fl. 2006, Grahn och Stigsdotter 2003, Stigsdotter m.fl. 2010). Personer som bor i ett område med större andel gröna ytor inom radien av såväl 1 som 3 km från hemmet har bättre självupplevd hälsa än personer som bor i ett område med mindre andel grönytor inom samma avstånd (de Vries m.fl. 2003). Studierna kontrollerar även för demografiska och socioekonomiska skillnader då man skulle kunna tänka sig att sambandet beror på att välbärgade, vilka ofta har bättre hälsostatus, väljer att bo i attraktiva områden med mycket grönområden (de Vries m.fl. 2003, Maas m.fl. 2006, Grahn och Stigsdotter 2003, Stigsdotter m.fl. 2010). Vidare har livslängden bland stadsinvånare visat sig ha ett positivt samband med närliggande parker och grönområden oberoende av ålder, kön, äktenskaplig eller socioekonomisk status (Takano m.fl. 2002, Tanaka m.fl. 1996).

För att grönområden ska nyttjas och därmed öka möjligheterna till ett mer aktivt och mindre stressat liv bör de ligga i nära anslutning till bostaden och vara möjliga att nå till fots. Forskning visar att för att människor ska nyttja ett grönområde regelbundet krävs det att det ligger inom 300 m från bostaden (Grahn och Stigsdotter 2003). Såväl offentliga grönområden som privata trädgårdar har betydelse för hälsan hos stadsbor. Studier visar dock att de privata trädgårdarna har en större positiv effekt på människors hälsa, vilket stärker teorin om närhetens betydelse (Stigsdotter 2005a). Kopplingen mellan hälsa och grönområden bygger på att människor har tillgång till och faktiskt besöker stadens grönområden.

För att grönområden ska bidra till att minska stress är inte bara närheten av betydelse, hur grönområdet är utformat spelar också roll. De viktigaste egenskaperna för att ett grönområde ska minska stressen hos stadsbor är att det är fridfullt, har inslag av naturliga ljud, är fritt från skräp och andra störande inslag, har en hög biologisk mångfald samt ger besökaren en känsla av att träda in i en "annan värld" (Stigsdotter 2005b). Vidare visar forskning att de grönområden som lockar flest besökare är områden mellan 1 och 5 hektar samt områden mellan 10 och 50 hektar. Ju mindre grönområdet är, desto större betydelse har dess form för dess hälsofrämjande effekter. En mer sammanhängande form innebär större sannolikhet för att området har just de kvaliteter som människor efterfrågar, nämligen att det är naturligt, lugnt och har en hög biologisk mångfald (Berggren-Bårring och Grahn 1995).

Grönområden stimulerar till fysisk aktivitet

Närheten till grönområden stimulerar till fysisk aktivitet (Pretty m.fl. 2006, Björk m.fl. 2008) och minskar risken för stress och fetma (Nielsen och Hansen 2006, Grahn och Stigsdotter 2003). Fysisk inaktivitet är i dag ett av de största hälsoproblemen och orsakar omkring 600 000 dödsfall per år i bara Europa (WHO 2002). Fysisk aktivitet utomhus i ung ålder motverkar övervikt och andra hälsoproblem även senare i livet (Kuh och Cooper 1992). Forskning visar även att risken för övervikt minskar hos barn i urbana områden om de har tillgång till mycket vegetation i närheten av bostadsområdet (Liu m.fl. 2007). Barn är mer fysiskt aktiva i grönområden och får bättre skydd mot

skadlig solstrålning på förskolegårdar med naturlika miljöer med träd, buskage och kuperad terräng jämfört med områden som har mer traditionella lektytor (Boldeman m.fl. 2006).

Positiv effekt på psykisk hälsa och koncentrationsförmåga

Utöver den fysiska aktiviteten förbättrar vistelse och promenader i miljöer med stora grönytor hjärnans återhämtnings- och koncentrationsförmåga (Berman m.fl. 2008). Områden med stora grönytor i närheten av bostaden ökar också den sociala interaktionen mellan människor och skapar lokal gemenskap som kan minska risken för depression och därmed ha en positiv inverkan på den mentala hälsan (Sugiyama m.fl. 2008). Den självupplevda stressen blir mindre ju oftare man befinner sig i grönområden, men användningen av grönytor minskar redan vid avstånd på 100–300 m (Grahn och Stigsdotter 2003, Nielsen och Hansen 2006). Grönområden kan också fungera som fysisk och psykisk rehabilitering och bidra till snabbare läkning efter operationer. Att ha utsikt mot natur såsom träd och vattendrag från fönster sänker blodtryck och upplevd stress (Hartig m.fl. 2003).

Hälsoeffekter kopplat till socioekonomisk status, ålder och kön

Hälsoeffekterna av grönområden i städer är avhängiga av utbildningsnivå, ålder och kön. Unga människor, pensionärer, hemmafruar och människor med lägre socioekonomisk status har visat sig mer mottagliga för de bostadsnära grönområdenas positiva effekter, vilket kan förklaras av att de spenderar mer tid i närheten av hemmet och i grönområden (de Vreis m.fl. 2003, Maas m.fl. 2006). Trots att tillgång till grönområden har potentialen att kompensera för den ohälsa som uppstår på grund av socioekonomisk ojämställdhet, får grönområden i denna fråga liten uppmärksamhet. I områden med en större mängd grönytor kan de socioekonomiska hälsoskillnaderna jämnas ut då dödligheten minskar hos både låginkomsttagare och höginkomsttagare (Mitchell och Popham 2008).

Grönområden i närheten av bostaden har visat sig minska risken för dödlighet i hjärt-kärlsjukdomar och luftvägssjukdomar hos män men inte hos kvinnor (Richardson och Mitchell 2010). En förklaring kan vara att män och kvinnor upplever och använder grönområden på olika sätt. Kvinnor nyttjar t.ex. grönområden i mindre utsträckning än män (Cohen m.fl. 2007, Ward Thompson m.fl. 2003) och ägnar sig i lägre grad åt ansträngande fysiska aktiviteter när de väl besöker grönområden (Cohen m.fl. 2007). Den upplevda personliga säkerheten är viktigare för att kvinnor ska vistas i grönområden än vad den är för män, och kvinnor tenderar att undvika avsidens belägna grönområden (O'Brien 2005). Sammantaget pekar detta på att kvinnors användning av grönområden, och därmed även grönområdenas effekt på kvinnors hälsa, i större utsträckning påverkas av grönområdenas kvalitet och upplevda personliga säkerhet, snarare än enbart mängden grönområden i närheten av hemmet (Richardson och Mitchell 2010).

3.3 Byggnader och hälsa

Frågorna om klimatförändring och uthållig utveckling står högt på den politiska agendan i dag, och lösningar återfinns i människors vardagsmiljö, deras vanor och den fysiska närmiljön som omger oss. En hållbar utveckling inom bebyggelsen kräver hushållning med material och energi i den befintliga bebyggelsen och åtgärder för att minska miljöbelastningarna för tillkommande byggnaders hela livscykel. Hållbarhet inkluderar även en god inomhusmiljö som erbjuder hög komfort och som inte är skadlig för de människor som vistas i byggnaden.

Bostäder måste utformas så att de ger minsta möjliga klimatpåverkan, samtidigt bör inte inomhusklimatet påverkas negativt så att människors hälsa äventyras av energieffektiviseringsåtgärder. Hus byggs inte för att spara energi – hus byggs för att bo i. Energianvändningen blir därmed underordnad boendet men inte desto mindre viktig.

Dessa viktiga frågor kräver tvärvetenskapligt forskningssamarbete mellan olika ämnesdiscipliner, såsom energisystem, installationsteknik, byggnadsfysik, materialteknik och miljöpsykologi, för att kunna studera hela kedjan människa–teknik. Människans hälsa, komfort, prestation och kognition är de slutgiltiga och nödvändiga kriterierna för inomhusmiljöer, såväl för boende som för arbete. Därför bör inomhusmiljöns kvaliteter, ventilationssystemets funktion, den kemiska sammansättningen av inomhusluften samt kostnader för energianvändningen värderas mot miljöpåverkan och välbefinnande och psykologisk funktion hos användarna. Dålig inomhusmiljö kostar årligen samhället stora summor inom sjukvården, i administrationen och i förlorad produktivitet.

I jakten på nära-nollenergihus är det viktigt att inomhuskomforten bibehålls. Fuktsäkerhet, nödvändig ventilation och låga emissioner från material är exempel på viktiga parametrar som måste inkluderas i de energieffektiva lösningar som tas fram. I Sverige finns god kompetens för att bygga fuktsäkert och med ventilation som säkerhetsställer ett mycket bra inomhusklimat. Till exempel är Sverige det enda land som har obligatorisk ventilationskontroll (OVK) i lokaler och flerbostadshus för att säkerhetsställa att ventilationen håller sig på rätt nivå.

Höga halter av fukt i träkonstruktioner kan öka risken för mikrobiell påväxt. Den tid träkonstruktionen exponeras för den höga fukthalten är avgörande för om påväxt kommer att ske och i vilken utsträckning (Nilsson 2009). Risken för eksem och astma hos barn har visat sig öka när en byggnad är fuktskadad, men vilket ämne som gör barnen sjuka har man inte kunna påvisa. I framtida forskning om emissioner i inomhusluft är utmaningen att försöka spåra ämnen som kan vara skadliga för hälsan och som i dag är okända (Hägerhed Engman, 2006).

3.4 Levande stad – sociala värden

Grönområdets sociala och kulturella värden

Förutom att stadens ekosystem är viktiga i anpassningen till ett förändrat klimat och bidrar till en förbättrad hälsa har de också sociala och pedagogiska värden. Grönområden kan om rätt planerade bidra till integration och ökad kontakt mellan människor och skapa möjligheter till avkoppling såväl som fysisk aktivitet. Vidare är parker och gamla träd viktiga kulturmiljöer. Städers och tätorters tillväxt innebär dock ett högre tryck på existerande urbana grönområden. Det finns därmed anledning att förbättra grönområdenas förmåga att hantera många människor och deras rekreativintressen, utan att det alltför starkt påverkar stadens biologiska mångfald.

Grönområden och möten mellan människor

Rätt planerade grönområden bidrar till en ökad kontakt mellan människor i staden. En amerikansk studie visar t.ex. att områden med träd och gräs bidrar till interaktion och möten mellan människor, ökar tryggheten samt minskar andelen våldsbrott. Förklaringen är att dessa områden i större utsträckning nyttjas av en stor andel människor som tar kontroll över uterummet och därmed minskar brottsligheten (Kuo 2003). Vidare främjar trädgårdar där människor kan odla tillsammans och skapa stadens grönområden det sociala livet och ger tillfälle till möten. Grönområden utvecklar även barns kreativitet och interaktion med vuxna (Taylor m.fl. 1998) samt integrerar människor med olika etniska bakgrunder. Social integration av utsatta grupper i samhället kan också främjas av mer grönytor (James och Kazmierczak 2007). Starkare band och kontakter kan skapas mellan människor tack vare tillgång på grönytor i bostadsområden med flerfamiljshus (Kuo m.fl. 1998). För att grönytor vid bostadsområden ska fungera som mötesplatser behöver de dock vara tillräckligt stora för att rymma flera funktioner och aktiviteter (Kristensson 2003).

Kulturlandskap och sociala värden

Urbana grönområden har ofta kulturhistoriska värden då de utvecklats med stadens framväxt under en längre tidsperiod (Millennium Ecosystem Assessment 2005; muntligt, Johan Colding, Stockholm Resilience Centre, 2010). Ett exempel på detta är den Kungliga Nationalstadsparken, som under lång tid har förvaltats såväl formellt av Djurgårdsförvaltningen som informellt genom koloniträdgårdar och intressegrupper. Detta har bidragit till att det öppna landskap och de kulturhistoriska värden som finns där har bibehållits och samtidigt resulterat i den varierade flora och fauna som är unik för denna park (Barthel m.fl. 2005). Dess höga biologiska mångfald och dess tillgängliga centrala läge medför höga rekreativvärden för stadens invånare.

Rekreation och turism

Rekreation är av stor vikt för människors fysiska och psykiska välmående. I städer sker sådana aktiviteter till stor del i grönområden. Då exempelvis Stockholm är internationellt känt för sin blå och gröna struktur kan bibehållandet och utvecklingen av urbana grönområden även betraktas som en ekonomisk utvecklingsstrategi för att främja turism (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Barthel m.fl. 2010). Då många andra svenska städer har höga naturvärden finns det liknande profileringsmöjligheter.

Estetiska värden

Grönområden och vegetation förbättrar stadsbilden och bidrar till den estetiska upplevelsen av staden. Värdesättandet av de estetiska värdena i gröonstrukturen är synligt i engagemang för stadsnära natur och parker samt höjda ekonomiska värden på centrala fastigheter med utsikt eller god tillgång till vatten och/eller grönområden (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

Pedagogiska och kunskapsrelaterade värden

Stadens invånare är såväl fysiskt som psykiskt mer separerade från de ekosystem som möjliggör deras välbefinnande och välfärd. Urbana grönområden har därför även pedagogiska funktioner och bidrar med kunskaper och insikter i människans relation till naturen (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Krasny och Tidball 2009, Barthel m.fl. 2010). Forskning pekar därför på vikten av en stadsstruktur som uppmuntrar till pedagogiska aktiviteter bland invånarna, och som länkar samman olika aktörer – såväl privatpersoner, företag som kommunala sådana. Exempel på former av stads- och gröonstruktur som skapar förutsättningar för aktiva möten är exempelvis koloniträdgårdar och andra sociala rörelser kring ekologiska och sociala fenomen (Colding 2006, Ernstson m.fl. 2008).

Förskolebarn som har tillgång till naturområden och vild vegetation utvecklas snabbare både motoriskt och kognitivt jämfört med barn som inte har tillgång till lika fria lekplatser (Grahn m.fl. 1997, Fjortoft och Sageie 2000). Utöver detta hjälper aktiviteter i grönområden barn med koncentrationssvårigheter att fokusera bättre (Taylor m.fl. 2001). Utsikt mot vegetation från hemmet har också visat sig förbättra den kognitiva förmågan hos barn i familjer som har lägre socioekonomisk status (Wells 2000).

Planering för stadsstrukturer som verkar för sociala möten

Stadsförtätning proklameras i dag som en hållbarhetsstrategi. En tätare stad ökar också möjligheterna för hållbara transportsätt och stimulerar möten mellan människor. Hållbara transportsätt är också mer yteffektiva vilket frigör plats för grönområden vilket ytterligare bidrar till en mer attraktiv stad med plats för sociala möten. För att öka stadsdelars sociala värden är det också av vikt att man prioriterar den sociala hållbarheten i t.ex. renoveringar av bebyggelsen från rekordåren. Olika former av grönområden kan i detta sammanhang utgöra viktiga arenor för att möjliggöra sociala möten.

Ofta framhävs en konflikt mellan trafikens ytanspråk i staden, förtätning och grönområden. Just städernas förtätning diskuteras flitigt både internationellt och nationellt och starka argument såväl för som emot framförs och debatteras ofta (Henriksson och Weibull 2008).

Förtätning kan gynna sociala möten

En tätare stad kan bidra till att underlätta sociala möten genom dess kortare avstånd. Argumenten emot förtätning handlar oftast om värden som riskerar gå förlorade som t.ex. grönområden. Av Sveriges befolkning bor 80 % i dag i tätorter eller städer och de flesta tätorter växer, såväl ytmässigt som befolkningsmässigt. Tillväxten sker ofta genom två parallella utvecklingar, dels växer staden genom att dess centrum och redan bebyggda områden förtätas, dels genom att staden sprids utåt, s.k. stadsutbredning eller *urban sprawl*. Många hävdar att de miljömässiga fördelarna är större om staden huvudsakligen tillåts växa genom förtätning.

Argumenten för förtätning bygger på att det skapar en mer sammanhållen blandstad med ett dynamiskt stadsliv och bättre förutsättningar för hållbara transportmedel såsom gång- och cykeltrafik och en effektiv och attraktiv kollektivtrafik. Vidare anses bilismen minska och stadens gröna kilar skyddas från exploatering. Å andra sidan pekar kritiker på risken att urbana grönområden går förlorade då staden förtätas. Som tidigare angivits bidrar grönområden till ett förbättrat klimat, till möjligheter för rekreation och till mänskligt välbefinnande. Likaså kommer sannolikt miljövinster med förtätning att minska i takt med utvecklingen av mer energisnåla och utsläppsneutrala fordon. Förtätning bör därför noggrant avvägas så att inte strategin leder till minskade möjligheter för kommande generationer att själva utforma stadsrummet utifrån nya krav och förutsättningar.

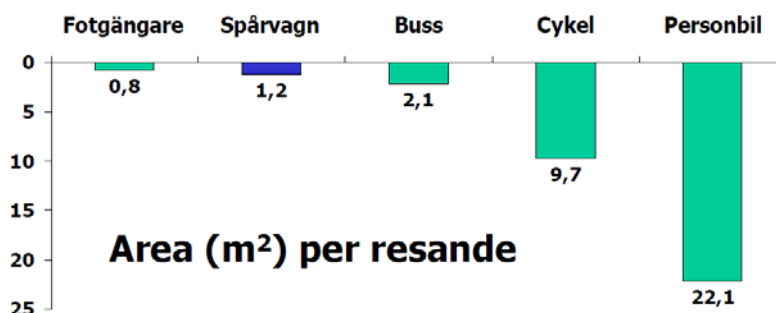
En utglesning av staden som ofta pågår parallellt med förtätning, innebär en stadsutveckling där staden sprids utåt och därmed konsumerar nya omkringliggande områden, däribland grönytor. En alltmer utbredd och gles stad riskerar att medföra ett stort bilberoende, höga föroreningsnivåer, infrastrukturproblem, ökad segregering, högre energi- och landanvändning per person

samt ineffektiva gatulösningar. Utglesning kan också förstärka vissa sociala mönster såsom exempelvis social, ekonomisk och politisk segregation (Squires 2002). Argument för en utbredd och gles stad är lägre markpriser, mindre upplevda föroreningar och buller och mer plats per person (Klingberg 2006).

Transporter som verkar för sociala möten

En hållbarare användning av transporter innebär mindre ytanspråk i sig för samma mängd transportarbete genom att kollektivtrafik, gång och cykel är många gånger yteffektivare än bil. En bilist i norska städer tar mer än dubbelt så stor gatuyta i anspråk som en cyklist, mer än 10 gånger så stor som en bussresenär och nästan 20 gånger så stor som en som tar spårvagn (Stangeby och Norheim 1995) (fig. 27).

Figur 27 Ytbehov vid normal beläggning för några olika sätt att transportera sig (SOU 2001:106)



Med dagens system består uppemot 6–8 % av svenska tätorter av trafikytor som skulle kunna användas för att utveckla en tät, hållbar och attraktiv stadsmiljö (Linderholm och Indebetou 2009). Biltransporter står för 41 % av dagens fritids- och rekreationsärenden (SIKA 2007). En omsorgsfull planering av grönområdets funktion som rekreationsmål med hög tillgänglighet borde kunna ha betydelse för stadens hållbara utveckling. Nära och tillgänglig kollektivtrafik kan potentiellt minska biltransporterna för fritids- och rekreationsärenden.

Förutom att mer hållbara transportmedel är yteffektivare än bil så bidrar en ökad användning av kollektivtrafik, gång och cykel till levande städer och därmed upplevd trygghet och attraktivitet. Stationer och bytespunkter i kollektivtrafiken koncentrerar rörelse och kontakter mellan resenärer, vilket medverkar till trygghet.

Planering av grönområden

En tätare stad kan underlätta sociala möten och verksamheter genom minskade avstånd. Studier visar dock att högre täthet endast är attraktivt om livskvaliteten kan upprätthållas i staden, vilket innebär att tillgängliga grönytor och möjligheter till rekreation måste finnas. Hur stadens grönområden planeras är av vikt för dess tillgänglighet och sociala värden. En enkätundersökning från TEMO (2001) visar t.ex. att invånarna i vissa stockholmsförorter med mycket

grönstruktur upplever en större brist på grönområden än de boende i innerstaden. En GIS-analys visar att innerstadens rutnätslika stadsstruktur, som t.ex. på Östermalm, med definierade parker sammankopplade av gröna stråk fördelar grönområdena effektivare än den uppbrutna stadsstruktur och de segregerade grönområden som framför allt karakteriserar stadsområden från efterkrigstiden, t.ex. Rågsved (Stähle 2005). Detta kan hänga samman med den tydliga uppdelningen av grönstrukturen i innerstaden mellan privata grönområden (t.ex. innergårdar), gemensamma grönområden (t.ex. kvarterspark) och allmänna grönområden (t.ex. större parker). Forskning visar nämligen att dessa olika former inte kan ersätta varandra; alla behövs för det mänskliga välbefinnandet (muntligt, Alexander Stähle, *Spacescape*, 2010). Grönområden utgör i sig också viktiga arenor för sociala möten. Detta möjliggörs inte bara med hjälp av parker utan av områden som förvaltas och sköts av de boende själva, som i Berlin där vissa stadsparkar också möjliggör för stadsodling och brukardelaktighet (Bendt 2010). I framtiden bör stadsinnevånare ges större möjlighet att själva delta i utformningen, användningen och skötseln av stadernas grönområden (Colding m.fl. 2006).

Nyckelarter och mobila länkar – förutsättning för andra arter

Eftersom ett rikt naturliv bidrar till högre sociala värden är en tydlig strategi att fokusera på nyckelarter, dvs. arter som innebär en förutsättning för ett stort antal andra arter. I Stockholm är den avgjort viktigaste nyckelarten eken, då den utgör habitat för ungefär 1 500 andra arter (Elmqvist m.fl. 2004). Denna strategi bör dock kompletteras med fokus på att förvalta ”mobila länkar” (Lundberg och Moberg 2003) samt att höja kvaliteten av befintliga ekosystem via aktiv skötsel där också stadens invånare ges ökade möjligheter för medverkan. Vidare finns anledning att göra inventeringar och se över vegetationsområden, samt att öppna vissa vegetationsområden i syfte att göra dem tåligare och hållbarare för högre tryck från invånarna (muntligt, Anders Lindgren, chef Parkgruppen, Norrmalms stadsdelsförvaltning, Stockholm, 2010). Sådana åtgärder kan vara viktiga för att kombinera och förstärka ekologiska och sociala värden.

Renovera för att öka det sociala värdet

Vid renovering av bebyggelsen från rekordåren bör man inte enbart fokusera på att minska husens energianvändning utan också ta itu med de problem som ofta förekommer i fråga om otrygghet och genomföra förbättringar av den yttre miljön. Ett bra exempel där man lyckats höja ett bostadsområdes sociala status är renoveringen av 300 lägenheter i området Brogården i Alingsås från 1970. Hyresgästerna har medvetet placerats i centrum under hela renoveringen. Innan renoveringen påbörjades gjordes en noggrann undersökning av vilken typ av hyresgäster som bodde i området och vilka behov de har i sitt boende. Dessa boendeprofiler användes sedan i renoveringen för att få ett bostadsområde som alla hyresgäster känner sig trygga och bekväma i. Stora förbättringar av den yttre miljön utfördes för att öka tillgängligheten och 60 %

av lägenheterna i området gjordes fullt tillgängliga för äldre och rörelsehindrade. Hyresgästerna fick möjlighet att ansvara för rabatterna i bostadsområdet för att öka känslan av delaktighet i sitt boende. Två lokaler i området renoverades för samvaro bland hyresgästerna, något som efterfrågats, och en kväll i veckan håller fastighetsägaren öppet hus i dessa lokaler med kaffe och personal på plats om det finns något hyresgästerna funderar över sitt boende.

3.5 Trafiksäkerhet i staden

Vad är trygghet respektive säkerhet?

Trafiksäkerhet och trygghet i trafiken är två helt olika men sammanflätade begrepp. De är båda viktiga för hur vi utnyttjar trafiksystemet och upplever staden. Med säkerhet menas i allmänhet sannolikheten för att en olycka eller andra oönskade händelser ska inträffa (Nationalencyklopedin 2010). I trafiksammanhang försöker vi objektivt mäta säkerhet genom att kontinuerligt samla in data om döda och skadade trafikanter. För att förstå vilka risker vi utsätts för i trafiken och vilka åtgärder som bör prioriteras inom området, sätter vi dessa olyckstal i relation till andra relevanta uppgifter för att därigenom kunna följa och förstå utvecklingen. Det kan t.ex. vara antalet döda och skadade bilister per antalet inregistrerade fordon eller total körsträcka.

Till skillnad från de objektiva trafiksäkerhetsmått utgår trygghet från en individuellt upplevd känsla av att något obehagligt med viss sannolikhet kan inträffa. Den upplevda tryggheten styr individers beslut om val av färdmedel och färdväg, vilket gör att tryggheten indirekt påverkar den faktiska trafiksäkerheten och olika satsningar på trafiksäkerhet. Ofta finns också en motsättning mellan trygga och säkra miljöer. Införandet av ett övergångsställe kan t.ex. medföra en ökad trygghet men samtidigt minska den faktiska trafiksäkerheten då människor inte ser sig för lika ordentligt när de går över gatan.

Genom polisens återkommande trygghetsmätningar vet vi att trafiken – eller det faktum att ”bilar kör för fort” – är den enskilt viktigaste orsaken till att individer känner sig otrygga i sitt bostadsområde eller när man rör sig i staden (Vägverket 2008). Vi vet också att denna otrygghet, framför allt bland äldre, kan leda till att man avstår från att genomföra ärenden helt eller under vissa tider på dygnet (Wennberg 2009, Vägverket 2007c).

Vår kunskap om hur vi bäst tacklar otrygghet i trafiken är dålig. Vi vet att bilfria områden känns trygga för barn och föräldrar (Johansson 2006). Upplevelsen av trafikmiljön påverkar föräldrars benägenhet att skjutsa eller låta barn/ungdomar själva ta sig till och från skola och andra aktiviteter. Samma områden kan kännas otrygga på natten, vilket gör att oskyddade trafikanter hellre väljer att ta sig fram längs hårt trafikerade gator än genom det bilfria området. Det innebär att åtgärder som vidtas av samhället för att öka trafiksäkerheten inte självklart ökar tryggheten. Det omvända gäller inte alltid heller.

Att analysera hållbar och säker trafikutveckling

Uppgifter om antalet skadade i trafiken är ofta ganska osäkra då polisen och sjukvården använder sig av olika register. Uppgifter om dödsfall är dock säkrare – ca 30 % av dödsfallen i trafiken sker i staden. Antalet dödade har minskat de senaste åren, främst på grund av att medelhastigheten i tätorter sänkts. Motorcykel är det farligaste färdssättet, minst riskabelt är det att åka kollektivt.

Olika studier visar att det statistiska underlaget för antalet skadade i trafiken är bristfälligt trots försök att mäta objektivt. Uppgifterna om antalet omkomna är däremot ganska säkra. Man definieras som omkommen i trafikolycka om dödsfallet inträffar inom 30 dagar från olyckstillfället. Polisens statistik om antalet svårt skadade visar på stora avvikelser jämfört med akutvårdens registreringar. Det vårdas 3–4 ggr fler för svåra personskador inom sjukvården än vad som kan utläsas från polisens statistik. Därför finns sedan 1999 STRADA, ett gemensamt register för både polis och sjukvård för registrering av trafikskadade. Tyvärr är alla landsting ännu, drygt tio år efter införandet, inte anslutna till systemet, vilket begränsar användningen vid olika typer av trafik-säkerhetsjämförelser på nationell nivå.

Olika trafikantgruppers risker i tätorter

Cirka 30 % av dödsfallen i trafiken i Sverige inträffar inom tätbebyggt område. Bland de som skadas i trafiken är siffran 70 %. Totalt skadades i genomsnitt ca 40 000 personer per år i tätortstrafiken varav ca 5 000 svårt (Svenska Kommunförbundet 2003) under den första femårsperioden efter nollvisionens införande 1997. Den största gruppen skadade är cyklister som utgör ca 46 %. Därutöver skadades ca 13 000 gående i singelolyckor varje år när de befinner sig ute i trafikmiljön.

Positiv utveckling – lägre hastigheter, bilbälte och cykelhjälm

Enligt statistiken kan vi avläsa att utvecklingen, med start fem år efter riksdagens beslut om nollvisionen, uppvisar en positiv trend genom de insatser som kommunerna genomfört (SKL 2007). Antalet dödade per 10 000 invånare har minskat från den första femårsperioden efter 1997 till den andra femårsperioden från 0,19 till 0,14, en riskreduktion på 26 %. Utvecklingen för svårt skadade har dock stått still, men trafikarbetet har samtidigt ökat med 14 % mellan perioderna, vilket då tyder på att risken att skadas minskat.

Att antalet döda i trafiken har minskat beror på ett systematiskt och långsiktigt arbete med trafiksäkerhet, baserat på såväl vetenskap som lokala analyser i respektive trafikmiljö. Medelhastigheten på det kommunala vägnätet har sänkts med ca 5 % under den studerade perioden, mycket tack vare fler hastighetsbegränsande åtgärder som gupp och cirkulationsplatser, men även för att andelen gator med hastighetsbegränsning till 30 km/h fördubblats. Den

ökade användningen av cykelhjälm och bilbälte i tätortstrafiken har också bidragit till det minskade antalet dödade.

Olika typer av miljöer har olika typer av trafiksäkerhetsproblem

Olika typer av bebyggelse innebär olika typer av trafiksituationer och därmed också olika typer av trafiksäkerhetsproblem. Det är därför viktigt att trafiksäkerhetsanalyser kopplas till stadsplaneringen och att olika analyser används för olika typer av bebyggelse. I stadskärnor är det i första hand oskyddade trafikanter som utgör den största riskgruppen. I förorter är de största säkerhetsproblemen snarare en blandning av många olika trafikantgrupper och höga hastigheter.

Utslaget på totalt antal personkilometrer är det farligaste sättet att förflytta sig på att köra mc och moped. Dödsfallsrisken är ca 16 ggr större än att åka bil samma sträcka eller upp till 200 ggr större än att åka buss (Hydén 2008). Att åka kollektivt är generellt sett det säkraste sättet att förflytta sig på enligt genomförda undersökningar. Av de 40 km som svensken i genomsnitt reser (exklusive flyg) per dag genomförs 17,5 % med kollektiva färdmedel. I de län där invånarna reser mer kollektivt än andra dödas också färre i trafiken per invånare (SIKA 2008b). Risker med olika transportslag i staden måste dock kopplas till att varje kollektivtrafikant också är gångare och cyklist. Hela resans säkerhet måste bedömas, vilket gör att resor med kollektivtrafik inte nödvändigtvis är mycket säkrare än resor med bil. Att cykla eller gå innebär en 6–7 ggr större dödsfallsrisk än att åka bil samma sträcka (Elvik 2009).

Fler gångtrafikanter och cyklister – färre olyckor

Det finns flera studier som visar att risken att råka ut för en trafikolycka minskar när trafikantgruppen ökar i omfattning. Ju fler bilar, desto färre olyckor per bil. Ju fler cyklister, desto färre olyckor per cyklist (Englund m.fl. 1998). Förklaringen ligger till viss del i att hastighetsnivån sjunker med ökad trafik. Förklaringen till att risken för cykel- och fotgängarolycka minskar med ökad cykel- och gångtrafik är att bilisternas uppmärksamhet och hänsynstagande till dessa trafikanter ökar med ökad närvaro (Trafikverket 2010).

Hållbart trafikbeteende ger även trafiksäkrare städer

Ur ett helhetsperspektiv skulle trafiksäkerheten troligen öka om färdmedelsandelar för kollektivtrafik och gång och cykel ökade (t.ex. Leden 2002). Resultaten bygger på ett mycket stort antal studier av trafiksäkerhet och riskfaktorer för olika färsätt och visar att förutom att olyckstalen totalt troligen skulle sjunka med ett mer hållbart transportsystem skulle risken för fotgängare och cyklister gå ned och göra dessa färsätt säkrare.

Fordons hastigheterna är den mest betydelsefulla faktorn för trafiksäkerheten i tätorterna och efterlevnaden av hastighetsgränserna är relativt låg, nästan hälften kör fortare än gällande hastighetsgräns (Trafikverket 2010). Här finns en stor potential till ökad trafiksäkerhet och trygghet om efterlevnaden ökar.

Dessutom ökar trafiksäkerheten ytterligare om hastighetsnivån i större utsträckning än i dag sätts till 30 km/h och om fler ytor i staden görs bilfria. Vidare skulle också en ökad cykelhjälmsanvändning, nyktrare förare, ökad bilbältesanvändning och högre värdering av trafiksäkerhet bidra till en förhöjd säkerhet.

Gång- och cykeltrafik

Synen på gåendes och cyklandes trafiksäkerhetsproblem har förändrats i takt med att sjukvårdsstatistik börjat utnyttjas. Både fotgängare och cyklister skadas främst i singelolyckor, dvs. i olyckor där ingen annan trafikant varit inblandad (Vägverket 2009b). Cyklisternas singelolyckor beror på halka och is, men även löst grus, trottoarkanter, ojämn vägbana, fasta objekt som lyktstolpar, träd eller bommar o.d. (Thulin och Niska 2009). Det pågår för närvarande forskning om hur dessa olyckor kan minskas genom drift- och underhållsåtgärder. Omsorg om detaljer och skötsel är en viktig del för säker gång- och cykeltrafik i staden.

För fotgängare är bristande vinterväghållning inte bara ett säkerhetsproblem utan även ett trygghetsproblem som blir till ett tillgänglighetsproblem för äldre. Även för andra grupper än äldre hämmar upplevd otrygghet resandet till fots, där gångtunnlar, parker, öde områden undviks vid mörker. Principer för att planera tryggt är att försöka funktionsblanda bostäder, arbete och service så att människors rörelser ökar samtidigt som det förhindrar att vissa områden ligger helt öde vissa tider på dygnet (Wallberg m.fl. 2008).

ITS – intelligenta transportsystem för ökad säkerhet

ITS kan bidra till att förbättra trafiksäkerheten i städerna. Förarstöd som intelligent hastighetsanpassning och system för att kontrollera förarens tillstånd är speciellt tillämpbara i städer. Intelligent hastighetsanpassning är dock beroende av att många använder systemet för att det ska vara effektivt. Negativa effekter av ITS såsom olaglig spårning, olaglig påverkan av trafik och hot mot personlig integritet är dock problem att ta ställning till i framtiden.

ITS (intelligenta transportsystem och tjänster) är olika tekniska verktyg som kan underlätta för trafikanter eller påverka deras val. ITS-system som främjar säkerhet används i dag i varierande utsträckning, ofta med goda resultat, och det finns en stor potential i att förbättra trafiksäkerheten med hjälp av ITS-verktyg.

Kontroll av hastighet och förarens tillstånd

Under de senaste åren har det bedrivits ett mycket omfattande arbete kring förarstöd för ökad säkerhet. De fordonsbaserade system som främst är applicerbara i tätort är intelligent hastighetsanpassning (ISA) och system för att kontrollera förarens tillstånd (alkohol, trötthet). Det finns många olika typer

av ISA-system, gemensamt för alla är dock att fordonet får information om gällande hastighetsgräns, förmedlar den till föraren samt uppmärksammar föraren på att hastighetsgränsen överskrids. En del system informerar (mer eller mindre påtagligt) föraren om att hastighetsgränsen överskrids, andra system gör det omöjligt att överskrida hastighetsgränsen. I en ny forskningsstudie kombineras ISA-systemens stöd mot fortkörning med information kring vägens utformning och avstånd till framförvarande bil och rekommenderar en hastighet till föraren (dock högst hastighetsgränsen) (Adell m.fl. 2010).

Intelligent hastighetsanpassning – verksam när alla fordon använder systemet

Trafiksäkerhetseffekten av ISA varierar från ca 10 % reduktion av personska-deolyckorna med ett rådgivande system till 20-40 % med ett system som förhindrar hastighetsöverträdelser (Hydén 2008). Dessa säkerhetseffekter gäller dock i ett scenario där alla fordon är utrustade med systemet. Vid frivillig användning måste man räkna med att säkerhetseffekterna inte blir proportionella mot andelen utrustade fordon, utan lägre. Forskning visar att de redan säkra förarna tenderar använda systemet i högre utsträckning än de som skulle behöva det (Hjälmdahl 2004, Jamson 2006) och att effekten eventuellt minskar något med tiden (Lai m.fl. 2010).

Förarens tillstånd – sömnhet och distraktion viktiga

Förarens tillstånd är centralt för att hon eller han ska kunna framföra fordonet på ett trafiksäkert sätt. Medan något äldre skattningar pekar på att 1–10 % av de allvarligaste olyckorna beror på att föraren somnat eller varit sömning (Englund m.fl. 1998), talar nyare forskning för att det kan vara så mycket som 10–20 % av olyckorna som är trötthetsrelaterade (IVSS 2009). Olyckor orsakade av trötthet är dock troligen ett mindre problem i tätortstrafik. Mellan 25 och 50 % av alla polisrapporterade olyckor beror på distraktion (Sutts m.fl. 2001) och nyare resultat visar att upp till 70–80 % av alla olyckor och incidenter kan bero på distraktion (IVSS 2009).

System som varnar föraren

Det har under de senaste åren visats stort intresse kring system som varnar förare som visar tecken på att somna eller vara distraherade. Mycket av forskningen i detta område görs av bilföretag eller deras underleverantörer, vilket gör att det mesta av resultaten aldrig blir publicerade, granskade eller tillgängliga för ”allmänheten”. De studier som genomförts visar att det går att påverka t.ex. hur länge en förare tittar bort från vägen (Kircher m.fl. 2009). Att få systemen att fungera i en så komplicerad miljö som tätorten, med en mångfald av trafikanter och komplexa, oregelbundna gatustrukturer är en utmaning som ännu inte är löst.

Integritetsfrågor kopplade till ITS

Det finns olika aspekter på säkerhet och ITS, exempelvis olaglig spårning, olaglig påverkan av trafik och hot mot personlig integritet (Karger och Frankel 1995). Mest problem verkar kommunikation mellan fordon genom ad hoc-nätverk ge. En del menar att information i många fall inte kan koda och att tredje part därmed kan avlyssna information och kartlägga fordon under längre perioder (Wiedersheim 2009), medan andra menar man kan implementera lämpliga säkerhetsåtgärder om man tidigt i designprocessen definierar tydliga säkerhetskrav (Karger och Frankel 1995).

4 Kretsloppsfrågor – avfallshantering och återvinning

Ett omfattande urbant dilemma är att städer konsumerar varor och tjänster från ekosystem med ytor mycket större än stadens egen yta. Man bör följaktligen verka för en större självförsörjning i städer och för att sluta det rural-urbana kretsloppet, dvs. återföra de näringsämnen till landsbygden som tidigare importerats till staden. Svenska framgångsrika projekt där man arbetat med att sluta kretslopp är b.l.a. vattenreningsverket i Hammarby sjöstad, biogasproduktion och avfallsskvarnar i Malmö samt en storskalig anläggning för våtkompostering i Norrtälje som minskat läckaget av kväve och fosfor till Östersjön.

Städer konsumerar mycket stora mängder energi och naturresurser och producerar samtidigt stora mängder avfall. Detta i kombination med den snabba globala urbaniseringsprocessen innebär att det behövs strategier för att minska dessa resursanspråk. Utvecklingsområden i sammanhanget är bland annat smarta elnät, som innebär högre individuell kontroll av elkonsumention och möjligheten att producera och föra ut elektricitet på elnätet (muntligt, Staffan Lorentz, Stockholms exploateringskontor, 2010) och matproduktion i staden – vilket fortfarande är relativt ovanligt i dagens storstäder (muntligt, Thomas Elmqvist, professor i systemekologi, Stockholms universitet, 2010).

Städer har i allmänhet mycket stora ekologiska fotavtryck – de kräver tjänster och varor från ekosystem som tar upp ytor många gånger större än stadens egen. Det innebär att mycket stora mängder näringsämnen importeras till staden från avlägset belägna ekosystem och att man påverkar olika näringsämnens kretslopp på en global skala, t.ex. importerar städer i västvärlden stora mängder mat och därmed näringsämnen från utvecklingsländer (Folke m.fl. 1997, muntligt, Will Steffen 2008).

Detta är ett oundvikligt dilemma för städer i en global ekonomi och det finns anledning att verka för en högre grad av självförsörjning. Forskare menar att städernas ekologiska fotavtryck måste minska och att de i framtiden måste klara en regional självförsörjning (Rees 1997). Städer kommer dock på grund av själva sin struktur alltid att vara beroende av omgivande ekosystem och deras produktionsförmåga (Folke m.fl. 1997, muntligt, Thomas Elmqvist, professor i systemekologi, Stockholms universitet, 2010).

För närvarande pågår forskning kring metoder och strategier för att minska städernas ekologiska fotavtryck samt för att sluta det s.k. rural-urbana kretsloppet, dvs. att återföra näringsämnen från städer till landsbygden och jordbruken. Bland annat arbetar forskare på International Water Management Institute för innovativa sätt att sluta dessa kretslopp (IWMI 2010). Den största delen av forskningen handlar dock om VA-tekniska system och IWMI efterlyser

fler utredningar av sociala och ekonomiska aspekter av kretslopps forskning, bl.a. för att möjliggöra kostnadsnyttoanalyser (Mekala m.fl. 2008).

Ohållbar hantering av näringsämnen

I en studie från Bangkok beräknades att endast 7 % av kvävet och 10 % av fosfor från den föda som importerades till staden återcirkulerades till jordbrukslandskapet. Nästan allt övrigt kväve transporterades till havet medan fosfor ackumulerades i staden. Rubbade kretslopp av det slaget är ett vanligt problem i många stora städer och är ohållbart ur ett ekologiskt perspektiv – förutom de stora energikostnader det innebär att ersätta de näringsämnen som exporteras från jordbruket så övergöds, skadas och förorenas andra ekosystem i anslutning till staden (Magid m.fl. 2006).

Exempel från norra Europa visar att även i städer där avfallssystemen är mer utvecklade, så har de utvecklats utan något grundläggande fokus på att sluta sådana kretslopp (Magid m.fl. 2001). Dessa system utvecklades ursprungligen för att undslippa avfall och förbättra den hygieniska standarden genom att använda vatten som transportmedel för avfallet. Med ökad miljömedvetenhet har teknisk utveckling och behandling av avloppsvatten för att separera kväve, fosfor och organiskt material ökat, något som ofta ökar kostnaderna för avloppshanteringen betydligt. I dagsläget finns dock ett flertal intressanta exempel på innovativ renings- och återvinningsteknik, vilka beskrivs nedan.

Våtmarker fungerar som sänkor för näringsämnen

Våtmarker har stor betydelse för funktioner som bevarande av biologisk mångfald, som koldioxidsänka och för avskiljning av näringsämnen såsom kväve och fosfor (Brander m.fl. 2006). Här tas kvävet i vattnet dels upp av vegetation, dels försvinner det till luften. Detsamma gäller alltså för fosfor som tas upp via vegetation eller binds till fasta partiklar som därefter sjunker till botten. Göteborg har på olika sätt arbetat med dagvattnet i kommunen för att fördröja, utjämna och rena vatten. Man har med EU-bidrag restaurerat ett flertal bäckar och våtmarker i de perifera delarna av staden, exempelvis Svan-källan, Hökällan, Klare Mosse och Osbäcken. Vidare restaurerades Gärdsås mosse i Bergsjön under 1990-talets andra hälft. I dag renar mossen 90 % av dagvattnet från omgivningen genom sedimentation. Dagvattendammar vid Järnbrott är ett annat exempel: två dammar renar dagvatten från vägar och bostads- och industriområden, vilket minskar föroreningsbelastningen på andra områden (Ekfeldt 2007).

Exempel på kretsloppsinitiativ*Sjöstadsverket*

Som en del av Hammarby Sjöstad-projektet byggdes reningsverket Sjöstadsverket för att prova nya reningsprocesser. KTH och IVL tog 2007 över Sjöstadsverket. Målet är att verket ska fungera som centrum för innovativ kommunal vattenreningsteknik. Genom forskning ska det bidra till svenskt vatten- och miljötekniskt kunnande samt kunskapsöverföring. Det finns förhoppning om att verket ska kunna stärka branschutvecklingen och öka möjligheterna till svensk miljöteknikexport. Detta initiativ bidrar till flera ekologiska och ekonomiska effekter:

- Ökade möjligheter att höja produktionen av biogas och minska fosforutsläpp på biologisk väg genom att spillvattnet från hushåll är helt skilt från dag- och dränvatten.
- Lägre nivåer tungmetaller i slammet då dagvattnet behandlas separat, vilket ökar möjligheterna att återföra slammet till det rural-urbana kretsloppet. Verket återvinner kväve lika effektivt som urinsortering i bostadshus.

Avfallskvarnar och biogasproduktion i Malmö

Malmö stad har drivit ett pilotprojekt där man installerat köksavloppskvarnar som en lätthanterlig metod för att ta hand om matrester. Kvarnarna har visat sig vara ett effektivt sätt ta vara på det organiska hushållsavfallet för produktion av biogas. I dagsläget är den sammanlagda ekologiska och ekonomiska nyttan inte klargjord, men det finns flera exempel på tydliga fördelar:

- Systemet producerar 0,9–4,9 m³ biogas/lägenhet och år, att jämföra med 0,6–1,8 m³/lägenhet och år för vanlig sopsortering.
- Biogasen används för att producera elektricitet och värma upp bostäder, vilket sänker CO₂-utsläppen.
- Matavfallskvarnen har för boende fungerat som en katalysator för högre grader av individuell miljömedvetenhet. Det finns med andra ord pedagogiska vinster med projektet.
- Kvaliteten på det organiska materialet är hög, vilket innebär att ingen efterbehandling eller bearbetning behövs för biogasproduktion.

Minskat näringsläckage till Östersjön i Norrtälje

En storskalig anläggning för våtkompostering och åtgärder av hundratalens enskilda avlopp har gjort att Norrtälje kommun lyckats minska läckaget av kväve och fosfor till Östersjön med 5 ton. Detta har lett till ökat intresse från fastighetsägare för kretsloppslösningar samtidigt som kommunen har fått nya insikter och kunskaper om kretsloppsanpassade VA-system.

Våtkomposteringsanläggningen tar hand om latrin och organiskt avfall från Vätö, Bergshamra och Penningby och uppfördes med ekonomiskt stöd av det lokala investeringsprogrammet (LIP). Projektet inventerade vidare drygt 5 400 enskilda avlopp, varav drygt 100 med bristfällig infiltration fick en kretsloppsanpassad lösning med snålspolande toaletter baserad på vakuumteknik, medan drygt 300 förbättrades med traditionell teknik. Projektet har fått flera tydliga ekonomiska och ekologiska effekter:

- 830 ton latrin togs om hand i anläggningen år 2006
- minskade utsläpp av kväve (ca 4 ton/år) och fosfor (ca 950 kg/år)
- återföring av näringsämnen till jordbruksmark.

(Källa: Naturvårdsverket 2008a, 2008b, 2008c)

5 Slutsatser

Framtidens trafik för hållbara städer

Det är hur vi använder trafiksystemen snarare än systemen i sig som ger en hållbar utveckling i städer. Men utformningen av transportsystemen påverkar och styr användandet. För att uppnå ett hållbart transportsystem krävs att transportefterfrågan och/eller transportberoendet måste minska jämfört med i dag. Det betyder att hållbara transportsätt måste ges störst prioritet så att andelen för dessa ökar. I möjligaste mån bör även fordon och infrastruktur göras så miljöanpassade och hållbara som teknik och utveckling ger möjlighet till.

Det finns mycket att vinna på att integrera strategier och policyer för olika hållbarhetsaspekter, speciellt för områdena transport, hälsa och miljöfrågor som uppmärksammas alltmer (Stead 2008). Detta är dock ingen enkel uppgift med tanke på mängden aktörer och de komplicerade och långdragna processerna fram till färdig policy.

Hållbara färsätt (kollektivtrafik, gång och cykel) har många fördelar framför motoriserat enskilt resande, speciellt för städer. De står för en klar hälsovinst både på det individuella personliga planet och ur ett samhällsperspektiv. Ökad användning av kollektivtrafik, gång och cykel bidrar till levande städer och därmed upplevd trygghet genom att skapa större närhet och kontakt mellan människor. De hållbara färsätten är många gånger yteffektiva än bil, vilket påverkar ytanspråken i staden. De är kostnadseffektiva per transporterad kilometer och använder mindre naturresurser.

Hållbarhet för städers transport- och trafikplanering kan inte uppnås med enbart åtgärder och strategier för transportsektorn. Konsekvenser och effekter i transportbeteendet har mycket starka samband med övrig samhälls- och stadsplanering.

I dag görs åtgärdsval för ett transportproblem då detta redan uppkommit. Egentligen inleds alla förutsättningar för hållbara trafiksystem med att man beaktar trafikkonsekvenserna och transportefterfrågan (eller beroende) då man fattar beslut om andra samhällsplanerarfrågor, t.ex. lokalisering av verksamheter eller olika aktiviteter i staden. Om man kontinuerligt i samhällsplanerarprocessen (snarare än transportplanerarprocessen) aktivt arbetar med att minska beroendet av motoriserade transporter, prioritera hållbara färsätt och se till att effektivt utnyttja befintliga system och befintlig kapacitet så minskar behovet av investeringar för både ombyggnad och nyinvesteringar.

I dag diskuteras i transportplaneringen lösningar snarare än vilka problem som ska lösas. I stället bör planering och beslut om trafik för hållbara städer bygga på gedigna problembeskrivningar som även inkluderar andra sektorer. Att se mål för transporter enbart som en angelägenhet för transportsektorn är en alltför begränsad systemsyn för att man ska lyckas uppnå ett hållbart transportbeteende.

Det är helt uppenbart att sättet som vi planerar transporter och markanvändning måste förändras om vårt samhälle ska utvecklas hållbart. Trots förhållandevis stor konsensus kring både att, och hur, detta kan uppnås fortsätter städer att planeras och utvecklas så att efterfrågan och transportvolymerna ökar. En grundläggande förutsättning för att ändra på detta är att man i framtiden har hög tillgänglighet som mål i stället för hög rörlighet (Tennøy 2010).

För att lyckas skapa trafiksystem för hållbart transportbeteende behövs

- en policy där tillgänglighetsmål i stället för rörlighetsmål genomsyrar transportsektorns och samhällsplaneringens aktörer – skapa en kultur som handlar om hållbara lösningar i stället för kapacitetsproblem
- komplett problemanalys som kopplar till visioner om och mål för framtiden
- att transportkonsekvenser och transportlösningar inkluderas tidigt i planeringsprocesser även i andra samhällssektorer, t.ex. lokalisering av verksamheter
- integrerade åtgärdsplaner för hållbara transporter i städer där markanvändning, lokalisering och transportfrågor kopplas samman
- en prioritering av åtgärder som har synergieffekter med andra samhällsmål och som är kostnadseffektiva (satsningar på kollektivtrafik, gång och cykel)
- tydliga kopplingar mellan städernas utveckling/planering och nationella/regionala trafikplaneringsfrågor eftersom enskilda städer ensamma varken äger problemen eller lösningarna
- stöd för implementering av de många åtgärder som finns
- engagemang av medborgarna i den konkreta planeringen eftersom fokus då skiftar från teknik till människor och deras vardagsliv
- att man alltid startar planering av städer med fokus på ordningen gång, cykel, kollektivtrafik och bil
- en ombudsman för kommande generationer.

Hållbar och energieffektiv bebyggelse

För att nå uppsatta energi- och miljömål är det nödvändigt att minska energianvändningen i det befintliga byggnadsbeståndet samt att vid nybyggnation bygga hållbart och energisnålt. Kunskapen om hur man bygger långsiktigt hållbart och därmed energieffektivt finns i dag.

Det viktigaste vid nybyggnation är att i första hand bygga en så energisnål byggnad som möjligt och i andra hand fokusera på energikällan. Det kommer inte att finnas en specifik lösning eller energikälla i framtiden – vi kommer att behöva förlita oss på en mängd olika lösningar och energikällor. Det byggs allt fler energisnåla fastigheter i Sverige. Samtidigt finns det behov av en helhetssyn och långsiktighet i planeringen. Främjande av resurshushållning och därmed minskad miljöpåverkan är av stor vikt. Bostäder måste utformas så att de ger minsta möjliga klimatpåverkan samtidigt som de är ekonomiskt

möjliga att bo i. Dessutom får inte inomhusklimatet påverkas negativt så att människors hälsa äventyras av energieffektiviseringsåtgärder.

För att minska energianvändningen i bebyggelsen är det mycket viktigt att energieffektivisera den befintliga bebyggelsen. Stora delar av bebyggelsen från rekordåren står inför omfattande renoveringar, och det är viktigt att man tar tillfället i akt och genomför en kraftig energieffektivisering så att renoveringen inte måste göras om i ett senare skede. För att ge fastighetsägare incitament att genomföra en energieffektiviserande renovering behövs en kraftig och snar skärpning av kraven på maximal tillåten energianvändning efter renovering. Ekonomiskt stöd, företag som erbjuder energitjänster, ROT-avdrag för energieffektiviserande åtgärder och energideklarationer är andra exempel på åtgärder som kan bidra till en energieffektivisering i det befintliga bostadsbeståndet. Renoveringen av bostadshus byggda 1970 i Alingsås visar att det går att få ned energianvändningen med upp till 60 % i vanliga hus enbart med hjälp av vanliga material och vanliga entreprenadfirmer.

Lågenergibygnader som t.ex. passivhus blir allt vanligare i Sverige i dag. Studier av svenska passivhusprojekt visar att det är fullt möjligt att bygga passivhus i svenskt klimat enbart med hjälp av vanliga snickare, byggfirmor och material. Energin som går åt för att driva en byggnad är den absolut största driftsposten i en byggnads livscykel. Detta innebär att även om material används som kräver förhållandevis mer energi i byggnadsfasen så lönar det sig på sikt då lågenergibygnaden använder betydligt mindre energi under sin livsfas än en traditionell byggnad. Utmaningen ligger nu i att sprida kunskap om att bygga passivhus. För att byggnationen av passivhus ska ta fart på allvar kan det vara nödvändigt med nationella subventioner för att täcka den extra byggnationskostanden. Kunskapen i kommuner om vilka krav som gäller behöver också stärkas för att underlätta för dem att ställa högre krav på energieffektiva lösningar.

Förutom nödvändigheten att energieffektivisera bebyggelsen och bygga energisnålt måste även utvecklingen mot allt större boendeyta per person stoppas. Sedan efterkrigstiden har boendeytan ökat kraftigt och Sverige är i dag bland de länder som har störst boendeyta per capita. Ungefär 80 % av en byggnads energitillförsel är beroende av byggnadens storlek.

Mätning av faktisk energianvändning är oundgänglig om man vill minska energianvändningen. En panel i hushållen som visar den aktuella energianvändningen har visat sig vara både populär och effektiv.

Förnybar värmeproduktion är mest effektiv om den produceras lokalt, t.ex. genom solfångare, vindsnurror eller sopor. Förnybar elproduktion kan distribueras via elnätet utan större förluster. För att få ned energianvändningen i bebyggelsen är det nödvändigt att de som brukar lokalerna och de boende engageras då de i stor utsträckning kan påverka energianvändningen. Om råd hur man sparar energi och energisparande teknik ska ha önskad effekt måste de utgå från individen och vara förståeliga.

För att uppnå målet om en hållbar bebyggelse i framtiden behövs

- energieffektivisering av den befintliga bebyggelsen
- incitament för att byggnationen av passivhus ska ta fart på allvar
- en ändring av brukarnas beteende så att energianvändningen minskar
- att utvecklingen mot allt större boendeyta per person stoppas
- att man väljer material med lång hållbarhet vid både nybyggnation och renovering samt prioriterar hållbarhet framför låga kostnader vid offentlig upphandling.

Framtida planering av urbana grönområden

Det nuvarande paradigmet för att nå en hållbar utveckling i städer, där stadsförtätning ses som den viktigaste strategin, kräver en ny sorts analys av stadens grönområden och dess funktioner. Förutom grönområdets roll för rekreation och andra sociala värden bör också deras ekologiska värde framhållas. Grönområdets ekosystemtjänster, såsom påverkan av lokalklimat och dagvattenhantering, spelar en viktig roll då de bidrar till att dämpa effekterna av kommande klimatförändringar.

När staden förtätas kommer trycket från stadens invånare att öka på befintliga grönområden, vilket kan leda till att deras former framför allt anpassas till vad man ser som mänskliga aktiviteter. Forskning visar dock att grönområden som är anpassade till människan inte behöver vara en motpol till ”naturliga” grönområden med hög biologisk mångfald, utan att dessa sociala och ekologiska värden kan samexistera. Planeringen bör därför ske i enlighet med forskningsrön om urbana grönområdets mångfasetterade roller. Detta synsätt är också ett steg mot att i högre grad än i dagsläget beakta och skapa ett värde kring den kritiska kopplingen mellan biologisk mångfald och ekosystemens roll i klimatanpassningen.

Land- och vattenekosystem som finns i staden påverkar och blir påverkade av sociala och ekonomiska aktiviteter. Därför finns det anledning att tala om sammankopplade social-ekologiska system när man vill förklara hur dessa påverkas och bidrar till mänskligt välbefinnande. För att nå en planering som beaktar både ekologiska och sociala värden krävs distinkta analysmodeller som tydligt definierar vilka funktioner och värden det är som bör uppmärksammas och bevaras. Grönområdets betydelse för såväl klimatanpassning som stadsinvånares välbefinnande är exempel på funktioner som blivit alltmer uppmärksammade.

I stadsmiljöer är grönstrukturen fragmenterad och uppbruten, vilket påverkar ett flertal egenskaper som behövs för att bibehålla den biologiska mångfalden. Det kan t.ex. hindra arter från att spridas mellan olika områden. Men även stadens invånare påverkas av det uppbrutna landskapet. När innerstadens stadsstruktur med definierade parker är sammankopplade av gröna stråk ger det invånarna en känsla av god tillgänglighet till grönområdena.

Människans hälsa påverkas positivt av grönområden i staden; tillgång till grönområden korrelerar med minskningar av stressrelaterade sjukdomar oavsett ålder, kön och socioekonomisk status samtidigt som den mentala hälsan och koncentrationsförmågan förbättras. Barn med god tillgång till grönområden lider mindre risk att bli överviktiga samtidigt som grönområdena har en viktig pedagogisk roll i detta sammanhang.

Grönområden har stora sociala värden, bl.a. i kulturella, pedagogiska, estetiska och rekreationsrelaterade meningar. Därför är det också viktigt att söka sig mot en stadsplanering som aktivt verkar för sådana sociala aktiviteter, då de bidrar till stadsinvånarnas välbefinnande och därmed den sociala hållbarhetsaspekten. I detta sammanhang bör markanvändningsformer utvecklas där stadsinvånare få större delaktighet i utformning och skötsel av urbana grönområden.

För att på ett hållbart sätt utnyttja de värden som urbana grönområden kan bidra med behövs

- att olika former av grönområden uppmärksammas. Det gäller såväl informell grönstruktur, såsom villaträdgårdar, kolonilotter och golfbanor, som de större gröna kilarna i städernas ytterområden. Små och till synes obetydliga grönområden kan spela en stor roll för grönområdenas ekosystemtjänster och stadens biologiska mångfald.
- att man planerar för sammankopplade grönområden. Det skapar tillgängliga grönområden för stadens invånare samtidigt som arters rörlighet möjliggörs och därmed den biologiska mångfalden upprätthålls. Den biologiska mångfalden i staden kan bidra till en ökad resiliens dvs. att stadens förmåga till anpassning till oförutsägbara händelser ökar.
- att man planerar för tillgängliga och bostadsnära grönområden. Forskning visar att grönområden bör ligga inom 300 m från bostaden för att ha önskade hälsoeffekter.
- att arbetet för att hantera klimatförändringarna och arbetet för att bibehålla den biologiska mångfalden bedrivs i samförstånd.

Framtidens kretslopp i staden

Städer konsumerar mycket stora mängder resurser och producerar mycket stora mängder avfall. Ett problem är att mycket lite av det kväve och fosfor från födan som importeras till städer återcirkuleras tillbaka till jordbrukslandskapet. En stor del av näringsämnen hamnar i stället slutligen i havet. Detta är ur ett ekologiskt perspektiv en ohållbar utveckling – förutom de stora energikostnader det innebär att ersätta de näringsämnen som exporteras från jordbruket så övergöds, skadas och förorenas andra ekosystem i anslutning till staden. Med ökad miljömedvetenhet har teknisk utveckling och behandling av avloppsvatten för att separera kväve, fosfor och organiskt material ökat, vilket dock ökar kostnaderna för avloppsreningen betydligt.

Det finns i dag många intressanta exempel på innovativ renings- och återvinningsteknik där biologiska och tekniska systemlösningar kan komplettera varandra för att skapa kostnadseffektiva lösningar med goda miljöeffekter för att undvika att förorena hav och andra ekosystem. Ett grundläggande problem som ännu inte är löst är att verkligen sluta kretsloppet mellan städer och jordbruksmark. Den snabba urbaniseringen i kombination med en stark globalisering av ekonomin gör att mat och andra resurser dessutom transporteras över hela jorden, vilket ytterligare förvärrar problemet med kretsloppet av näringsämnen; städer i västvärlden utarmar jordbruksmark på andra sidan jorden, ofta i mindre utvecklade länder. För en hållbar stadsutveckling i framtiden måste städernas ekologiska fotavtryck sluta expandera, och vi måste få till stånd en högre grad av regional självförsörjning i våra städer. För att lyckas med detta krävs mer satsningar på sektorsövergripande arbete.

För att minska städernas ekologiska fotavtryck och sluta kretsloppet mellan städer och jordbruksmark krävs

- ett tillvaratagande av den renings- och återvinningsteknik som finns i dag
- en ökad regional självförsörjning och en minskad import av mat och andra resurser
- ett ökat sektorsövergripande arbete.

6 Stockholm och Kalmar 2050

Visioner om den framtida staden av elever från tre svenska gymnasieklasser 2010

Ungdomars visioner om den framtida staden 2050 togs fram av elever från tre gymnasieskolor, två i Stockholm och en i Kalmar. Skillnaderna i elevernas visioner kan ses mot bakgrund av skillnaderna i skolornas utbildningsprofiler, elevernas socioekonomiska bakgrund och storleken på staden. Eleverna från Ross Tensta gymnasium, som till största delen är elever med invandrabakgrund, var mest intresserade av sociala och strukturella faktorer, såsom jämlikhet, utbildning och sjukvård. Eleverna från Globala gymnasiet, en innerstadsskola med en inriktning mot hållbar utveckling, fokuserade i huvudsak på globala frågor och miljöfrågor. Eleverna från Lars Kaggskolan i Kalmar, där majoriteten är födda och uppväxta i området, diskuterade i huvudsak faktorer på en mer individuell nivå, såsom mindre självcentrering/egoism och strävan mot att bli en bättre människa. En utförligare beskrivning av arbetet med gymnasieskolorna redovisas i en egen skrift. En fyra minuter lång sammanfattande film, en bildsekvens av metoden och visualiseringar av elevernas visioner genom före- och efterbilder av områden i staden som eleverna själva valde att ”göra om” finns i en webbaserad multimediemiljö, www.urbanplanetatlas.org, under rubriken “*Solutions for Sustainable and Resilient Cities*”.

Referenser

- Adell, E., Várhelyi, A., Dalla Fontana, M. (2010) *The effects of a driver assistance system for safe speed and safe distance – a real-life field study*. Transportation Research Part C, doi:10.1016/j.trc.2010.04.006.
- Ahn, K., Rakha, H., Trani, A., van Aerde, M. (2002) *Estimating vehicle fuel consumption and emissions based on instantaneous speed and acceleration levels*. Journal of Transport Engineering, 128(2): 182–190.
- Albin, M., Ardö, J., Björk, J. (2006) *Trafikbuller och hälsa i Skåne. Rapport 1, Skrifter från Lyssnande Lund – Ljudmiljöcentrum vid Lunds universitet*.
- Almqvist, J. Buovac, S. (2006) *Stadstillväxt i 11 svenska städer och dess inverkan på den urbana värmeöns under 1900-talet*. Kandidatuppsats, Institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet.
- Andersson, P.G., Gibrand, M., Kottenhoff, K. (2009) *Bus Rapid Transit i Sverige? – Kunskapssammanställning med identifiering av forskningsfrågor*. Avdelningen för Trafik & Logistik, KTH.
- Babisch, W. (2005) *Seminarium om "Buller, hälsa och samhällsbyggande"* arrangerat av Ljudlandskap för bättre hälsa i samverkan med Boverket, 25/11 2005, Stockholm.
- Baetens, R., Jelle, B.P., Thue, J.V., Tenpierik, M.J., Grynning, S., Uvsløkk, S., Gustavsen, A. (2010) *Vacuum insulation panels for building applications: A review and beyond*. Energy and Buildings, 42: 147–172.
- Banister, D. (2009) *Dilemmas of sustainable transport*. New Delhi, 15/3 2009.
- Barcelona Energy Agency (2010) *Barcelona Solar Thermal Ordinance*. Hämtad 2010-11-05 från <http://www.barcelonaenergia.cat/eng/operations/ost.htm>.
- Barthel, S., Colding, J., Elmqvist, T., Folke, C. (2005) *History and local management of a biodiversity-rich, urban, cultural landscape*. Ecology and Society, 10(2): 10.
- Barthel, S., Folke, C., Colding, J. (2010) *Social-ecological memory in urban gardens – Retaining the capacity for management of ecosystem services*. Global Environmental Change, 20: 255–265.
- Batten, D.F. (2007) *Can economists value waters multiple benefits?* Water Policy, 9: 345–362.
- Behrends, S., Lindholm, M., Woxenius, J. (2008) *The Impact of Urban Freight Transport: A Definition of Sustainability from an Actor's Perspective*. Transportation Planning and Technology, 31(6): 693–713.
- Bendt, P. (2010) *Social learning and diversity of practice in community gardens in Berlin*. Master Thesis, Stockholm Resilience Centre, Stockholm University, Stockholm.

- Bengtsson, L. (2005) *Peak flows from thin sedum-moss roof*. Nordic Hydrology, 36: 269–280.
- Bennett, J. (2008) *The New Coop de Ville – The craze for urban poultry farming*. Hämtad 2010-08-14 från: <http://www.newsweek.com/id/168740/page/1>.
- Berggren-Bärring, A.-M., Grahn, P. (1995) *Grönstrukturens betydelse för användningen. En jämförande studie av hur människor i barnstugor, skolor, föreningar, vårdinstitutioner m.fl. organisationer utnyttjar tre städers parkutbud*. Rapport, 95:3, Landskapsplanering, SLU, Alnarp.
- Berggren, B., Janson, U., Sundqvist, H. (2009) *Energieffektivisering vid renowing av rekordårens flerbostadshus*. Rapport EBD-R-08/22, Avdelningen för energi och byggnadsdesign, Lunds tekniska högskola.
- Bergman, S. (2008) *Plug-in hybrider. Elfördon för framtiden*. Elforsk rapport 08:10.
- Bergvall, C. (2009) *Methods for Determination of Benzo(a)pyrene and High Molecular Weight (> 300 Da) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Particulate Matter from Ambient Air and Vehicle Exhausts*. Doktorsavhandling, Institutionen för analytisk kemi, Stockholms universitet.
- Berman, M.G., Jonides, J., Kaplan, S. (2008) *The cognitive benefits of interacting with nature*. Psychological Science, 19: 1207–1212.
- Berndtsen, H. (2004) *Rolling resistance, fuel consumption – a literature review*. Technical Note 23, Vejdirektoratet, Vejteknisk Institut, Danmark.
- BERR & DfT (2008) *Investigation into the scope for the transport sector to switch to electric vehicles and plug-in hybrid vehicles*. Department for Transport and Department for Business, London.
- Björk, J., Albin, M., Grahn, P., Jacobsson, H., Ardö, J., Wadbro, J., Östergren, P.-O., Skärbäck, E. (2008) *Recreational values of the natural environment in relation to neighbourhood satisfaction, physical activity, obesity and wellbeing*. Journal of Epidemiology Community Health, 62(4): e2.
- Bluhm, G. (2007) *Trafikbuller och ohälsa*. Transportforum, 10–11 januari 2007, Linköping.
- den Boer, E., Schroten, A. (2007) *Traffic noise reduction in Europe: Health effects, social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise*. Report, CE Delft, European federation for Transport and Environment.
- Boldeman, C., Blennow, M., Dal, H., Mårtensson, F., Raustorp, A., Yuen, K., Wester, U. (2006) *Impact of preschool environment upon children's physical activity and sun exposure*. Preventive Medicine, 42: 301–308.
- Bolund, P., Hunhammar, S. (1999) *Ecosystem services in urban areas*. Ecological Economics, 29: 293–301.
- Boqvist, A. (2010) *Passive house Construction. Symbiosis between Construction Efficiency & Energy Efficiency*. Licentiatavhandling, Avdelningen för konstruktionsteknik, Lunds tekniska högskola.

- Borgström, S. (2004) *Kunskapssammanställning Hållbar Stadsutveckling: Urban Ekologi – en bibliografi*. Institutionen för systemekologi, Stockholms universitet.
- Boström, T., Glad, W., Isaksson, C., Karlsson, F., Persson, M-L., Werner, A. (2003) *Tvärvetenskaplig analys av lågenergihusen i Lindås park, Göteborg*. Rapport ISSN 1403-8307, Linköpings universitet.
- Boverket (1999) *Handeln i planeringen*.
- Boverket (2003) *Bättre koll på underhåll*.
- Boverket (2008) *Buller i planeringen – Planera för bostäder i områden utsatta för buller från väg- och spårtrafik*. Allmänna råd 2008:1.
- Boverket (2009a) *Framgångsfaktorer för översiktsplanering*.
- Boverket (2009b). *Regelsamling för byggande – BBR 2008 (BFS 1993:57 med ändringar t.o.m 2008:6)*.
- Boverket (2010) *Låt staden grönska – Klimatanpassning genom grönstruktur*.
- Brabec, E., Schulte, S., Richards, P.L. (2002) *Impervious surfaces and water quality: A review of current literature and its implications for watershed planning*. Journal of Planning Literature, 16: 499–514.
- Brander, L.M., Florax, R.J.G.M., Vermaat, J.E. (2006) *The emperies of wetland valuation: A comprehensive summary and a meta-analysis of the literature*. Environmental and Resource Economics, 33: 223–250.
- Börjesson, P., Ericsson, K., Di Lucia, L., Nilsson, L., Åhman, M. (2009) *Sustainable vehicle fuels – do they exist?* EESS report 67, Miljö- och energisystem, Institutionen för teknik och samhälle, LTH, Lunds universitet.
- Bösch, S., Smidfelt Rosqvist, L., Wendle, B., Nordlund, J. (2009) *Trafikplanering i en hållbar, energisnål stadsutveckling*. Trivector Rapport 2009:80.
- Cairns, S., Hass-Klau, C., Goodwin, P.B. (1998) *Traffic Impact of Highway Capacity Reductions: Assessments of the Evidence*. Landor Publishing, London.
- Cairns, S. (2005) *Delivering supermarket shopping: More or less traffic?* Transport Reviews, 25(1): 51–84.
- Carlsson-Kanyama, A., Lindén, A-L., Wulff, P. (2005) *Energieffektivisering i bostaden. Förändringar i hushållsarbete för kvinnor och män*. Rapport, FOI-R-1900-SE, Energi och miljöskydd, FOI.
- Cervero, R., Radisch, C. (1996) *Travel Choices in Pedestrian Versus Automobile Oriented Neighborhoods*. Transport Policy, 3(3): 127–141.
- Cervero, R., Kockelman, K. (1997) *Travel Demand and the 3 Ds: Density, Diversity and Design*. Transportation Research Part D, 2: 199–219.
- Cohen, D.A., McKenzie, T.L., Seghal, A., Williamson, S., Golinelli, D., Lurie, E. (2007) *Contribution of public parks to physical activity*. American Journal of Public Health, 97(3): 509–514.

- Colding, J. (2007) "Ecological land-use complementation" for building resilience in urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 81(1–2): 46–55.
- Colding, J., Lundberg, J., Folke, C. (2006) *Incorporating green-area user groups in urban ecosystem management*. *Ambio*, 35: 237–244.
- Colding, J., Folke, C. (2009) *The role of golf courses in biodiversity conservation and ecosystem management*. *Ecosystems* 12: 191–206.
- Dablanç, L. (2006) *Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize*. *Transportation Research A*, 41: 280–285.
- Department for Transport (2008) *The Essential Guide to Travel Planning*. Department for Transport, London.
- Dickinson, J.E., Kingham, S., Copsey, S., Pearlman Hougie, D. (2003) *Employer travel plans, cycling and gender: will travel plan measures improve the outlook for cycling to work in the UK?* *Transportation Research Part D*, 8(1): 53–67.
- Drayton, B., Primack, R.B. (1996) *Plant species lost in an isolated conservation area in Metropolitan Boston from 1894 to 1993*. *Conservation Biology*, 10: 30–39.
- Ds 2008:43 *Gör Sverige till ett elbilens pionjärland*. Rapport från Globaliseringsrådet. Utbildningsdepartementet.
- Ecomove (2010) Hämtad 2010-12-03 från <http://www.ecomove-project.eu/>
- Edwards, J.B., McKinnon, A.C., Cullinane, S.L. (2010) *Comparative analysis of the carbon footprints of conventional and online retailing: A "last mile" perspective*. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(1–2): 103–123.
- EEA (2007) *Transport and environment: on the way to a new common transport policy*. Term 2006: indicators tracking transport and environment in the European Union. EEA Report 1/2007, European Environment Agency.
- EEA (2008) *Transport at a crossroads*. Term 2008: indicators tracking transport and environment in the European Union. EEA Report 3/2009. European Environment Agency.
- EEA (2010) *Miljösignaler – städer*. Europeiska miljöbyrån. Hämtad 2010-11-05 från <http://www.eea.europa.eu/sv/miljosignaler/artiklar/stader>.
- Ehrning, U. (2010) *Effektivare energianvändning inom vägtransporterna*. Ulf Ehrning, Volvo Lastvagnar på Sveriges energiting, 16–17 mars 2010.
- Ekfeldt, F. (2007) *Göteborgs blå struktur – Med studie av Osbäcken*. Institutionen för landskapsplanering, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Ekman, L., Smidfelt Rosqvist, L., Westford, P. (1996) *Trafiksystem för bättre stadsmiljö*. Bulletin 138, Institutionen för trafikteknik, LTH, Lunds universitet.

- Elmqvist, T., Folke, C., Nystrom, M., Peterson, G., Bengtsson, J., Walker, B., Norberg, J. (2003) *Response diversity, ecosystem change, and resilience*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1: 488–494.
- Elmqvist, T., Colding, J., Barthel, S., Borgström, S., Duit, A., Lundberg, J., Andersson, E., Ahrné, K., Ernstson, H., Folke, C., Bengtsson, J. (2004) *The dynamics of social-ecological systems in urban landscapes: Stockholm and the national urban park, Sweden*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1023: 308–322.
- Elvik, R. (2009) *The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport*. *Accident analysis and prevention*, 41(4): 849-855.
- Emilsson, T. (2007) *Vegetation development on extensive vegetated green roofs: Influence of substrate composition, establishment method and species mix*. *Ecological Engineering* 33: 265–277.
- Englund, A., Gregersen, N-P., Hydén, C., Lövsund, P., Åberg, L. (1998) *Trafiksäkerhet – en kunskapsöversikt*. Kommunikationsforskningsberedningen (KFB) och Studentlitteratur, Lund.
- Engström, C-J., Fredriksson, C., Hult, A. (2009) *ÖP – RUP Från svag länk till plattform för utvecklingskraft*. Rapport 1/2010, Forskningsprogrammet för Stadsregionen och utvecklingskraft (Stout), Institutionen för samhällsplanering och miljö, KTH.
- Eon (2009) *REKO – Redovisning 2009 Malmö/Burlöv samt Vilhelmina*. Hämtad 2010-09-09 från http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/privatkund/produkter_priser/fjarrvarme/reko/2009/vilhelmina.pdf och http://www.eon.se/upload/eon-se-2-0/dokument/privatkund/produkter_priser/fjarrvarme/reko/2009/malmo.pdf.
- Ericsson, E. (2000) *Urban driving patterns – characterization, variability and environmental implications*. Doktorsavhandling, Institutionen för teknik och samhälle, Trafikplanering, LTH, Lunds universitet.
- Ericsson, E., Larsson, H., Brundell-Freij, K. (2006) *Optimizing route choice for lowest fuel consumption – Potential effects of a new driver support tool*. *Transportation Research Part C*, 14(6): 369–383.
- Erixon, H., Ståhle, A. (2008) *Regionens täthet och grönstrukturens potential: Det sub-urbana landskapets utvecklingsmöjligheter i en växande storstadsregion*. Rapport, Skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, KTH.
- Ernstson, H., Sörlin, S., Elmqvist, T. (2008) *Social movements and ecosystem services – the role of social network structure in protecting and managing urban green areas in Stockholm*. *Ecology and Society*, 13(2): 39.
- Europaparlamentet (2010) *Europaparlamentets och rådets direktiv 2010/31/EU av den 19 maj 2010 om byggnaders energiprestanda (omarbetning)*. Hämtad 2010-09-10 från http://eur-lex.europa.eu/Result.do?RechType=RECH_celex&lang=sv&ihmlang=sv&code=32010L0031.

- Ewing, R., Cervero, R. (2010) *Travel and the built environment: A meta-analysis*. Journal of the American Planning Association, 76(3): 265–294.
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, F., Hawthorne, P., 2008. Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. www.sciencexpress.org / 7 February 2008 / Page 1 / 10.1126/science.1152747
- FEBY (2009a). *FEBY Kravspecifikation för passivhus, Version 2009*. Hämtad 2009-10-17 från http://www.energieffektivbyggnader.se/download/18.712fb31f12497ed09a58000142/Kravspecifikation_Passivhus_version_2009_oktober.pdf.
- FEBY (2009b). *Marknadsöversikt för passivhus och lågenergihus i Sverige 2008. Ökande efterfrågan på energieffektivt boende och energieffektiva produkter Juni, 2009*. Hämtad 2010-09-13 från: http://www.Energieffektivbyggnader.se/download/18.3d9ff17111f6fef70e9800068326/Marknadsanalys_2008.pdf.
- Feist, W., Schneiders, J., Dorer, V., Haas, A. (2005) *Re-inventing air heating: Convenient and comfortable within the frame of the Passive House concept*. Energy and Buildings, 37:1186-1203.
- Feist, W. (2006). *From Low-Energy Buildings to the Passive House*. Hämtad 2010-05-19 från: http://www.passivhaustagung.de/Kran/First_Passive_House_Kranichstein_en.html
- Fjortoft, I., Sageie, J. (2000) *The Natural Environment as a Playground for Children: Landscape Description and Analysis of a Natural Landscape*. Landscape and Urban Planning, 48(1–2): 83–97.
- Folke, C. (2006) *Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses*. Global Environmental Change, 16(3): 253–267.
- Folke C., Jansson Å., Larsson J., Costanza R. (1997) *Ecosystem Appropriation by Cities*. Ambio, 26(3): 167–172.
- Folkesson, C. (2002) *Om beroende av motoriserade transporter för vardagens inköp: Tillgänglighet till handel i Karlshamn och Ronneby 1980-1998*. Licentiatavhandling, Institutionen för teknik och samhälle, LTH, Lunds universitet.
- Forsyth, A., Oakes, J.M., Lee, B., Schmitz, K.H. (2009) *The built environment, walking, and physical activity: Is the environment more important to some people than others?* Transportation Research Part D, 14: 42–49.
- Fortum och Stockholms stad (2009) *MobileI – En demonstration av laddhybrider i Stockholm*.
- Fowler, D., Skiba, U., Nemitz, E., Choubedar, F., Branford, D., Donovan, R., Rowland, P. (2004) *Measuring aerosol and heavy metal deposition on urban woodland and grass using inventories of ²¹⁰Pb and metal concentrations in soil*. Water, Air and Soil Pollution Focus, 4: 483–499.
- Frank, L., Kavage, S., Litman, T. (2006) *Promoting public health through smart growth*. Report, Smart Growth B.C.

- Fuller, R.A., Irvine, K.N., Devine-Wright, P., Warren, P.H., Gaston, K.J. (2007) *Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity*. *Biology Letters*, 3: 390–394.
- Gaffield, S., Goo, J.R.L., Richards, L.A., Jackson, R.J. (2003) *Public health effects of inadequately managed stormwater runoff*. *American Journal of Public Health*, 93: 1527–33.
- García-Palomares, J.C. (2010) *Urban sprawl and travel to work: the case of the metropolitan area of Madrid*. *Journal of Transport Geography*, 18(2): 197–213.
- Gardner, B., Abraham, C. (2008) *Psychological correlates of car use: A meta-analysis* *Transportation Research Part F*, 11(4): 300–311.
- Gidlöf-Gunnarsson, A., Öhrström, E. (2007) *Noise and well-being in urban residential environments: The potential role of perceived availability to nearby green areas*. *Landscape and Urban Planning*, 83: 115–126.
- Givoni, B. (1991) *Impact of Planted Areas on Urban Environmental Quality – A Review*. *Atmospheric environment Part B: Urban Atmosphere*, 25(3): 289–299.
- Glad, W. (2006) *Aktiviteter för passivhus. En innovations omformning i byggprocesser för energisnåla bostadshus*. Doktorsavhandling, Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Goodman, J., Laube, M., Schwenk, J. (2005) *Curitiba's Bus System is a Model for Rapid Transit*. *Race Poverty and Environment*, winter 2005/2006: 75–76.
- Grahn, P., Stigsdotter, U. (2003) *Landscape Planning and Stress*. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2: 1–18.
- Grahn, P., Mårtensson, F., Lindblad, B., Nilsson, P., och Ekman, A., (1997) *Ute på Dagis*. *Stad & Land* nr. 93/1991, SLU, Alnarp.
- Green, A. (2006). *Hållbar energianvändning i svensk stadsplanering. Från visioner till uppföljning av Hammarby Sjöstad och Västra Hamnen*. Tema Teknik och social förändring, Linköpings universitet.
- Gudmundsson, H. (2008) *Sustainable Mobility and incremental change – Some building blocks for IMPACT*. Rapport, TransportMistra.
- Gullberg, A. (2007) *Bostäder och bebyggelse*. I: Gullberg, A., Höjer, M., Pettersson, R. (red.) *Bilder av framtidsstaden – tid och rum för hållbar utveckling*. Brutus Östlings Bokförlag Symposium, Stockholm/Stehag.
- Göteborgs stad (2010) *Nya grepp för hållbara transporter provas på Norra älvstranden*. Hämtad 2010-12-15 från http://www.vartgoteborg.se/prod/sk/vargotnu.nsf/1/trafik,nya_grepp_for_hallbara_transporter_provas_pa_norra_alvstranden.
- Hallin, A., Halling, C., Lindqvist, M., Åkerlöf, L. (2006) *Trafikbuller och Planering III – Ljudkvalitetspoäng*. Länsstyrelsen Stockholms län, Stockholms stad, Ingemansson Technology AB.

- Hagson, A. (2003) *Effekter av externetablerad handel, särskilt dagligvaruhandeln, på trafikarbete och miljö*. Rapport, Institutionen för arkitektur, Chalmers tekniska högskola.
- Handy, S. (2005) *Smart growth and transport – land use connection: What does the research tell us?* International Regional Science Review, 28: 146–167.
- Hartig, T., Evans, G.W., Jamner, L.D., Davis, D.S., Gärling, T. (2003) *Tracking restoration in natural and urban field settings*. Journal of Environmental Psychology, 23: 109–123.
- Hastings, R., Wall, M. (red.) (2007) *Sustainable Solar Housing. Volume 1: Strategies and solutions and Volume 2: Exemplary buildings and technologies*. Earthscan, Trowbridge.
- Haworth, N., Symmons, M. (2001) *The relationship between fuel economy and safety outcomes*. Report no. 188, Monash University Accident Research Centre.
- Hedenus, F. (2007) *Klimatneutrala godstransporter på väg*. Vägverket publikation 2007:111.
- Hellberg, C. (2000) *De externa handelsetableringarnas framtid – en samhällsekonomisk analys av behov och möjlighet till politisk styrning och planering*. Uppsats i nationalekonomi, Linköpings universitet.
- Henriksson, A., Weibull, E. (2008) *"Förtätning" inom stadsplanering – en studie av syftning och framställning i svensk dagspress*. Y-uppsats, SLU, Ultuna.
- Hertting, A., Lagerkrantz, J. (2010) *Inte bilen under milen*. Debattartikel som publicerats av kampanjen med samma namn <http://www.intebilenundermilen.se/>.
- Hjälmdahl, M. (2004) *In-vehicle speed adaptation – on the effectiveness of a voluntary system*. Doktorsavhandling, Institutionen för teknik och samhälle, Trafik och väg, LTH, Lunds universitet.
- Holling, C.S., Peterson, G.D., Allen C.R. (2008) *Panarchies and discontinuities. I: Holling, C.S., Allen C.R. (red). Discontinuities in ecosystems and other complex systems*. Columbia University Press, New York.
- HUI (2010) *E-handelsbarometern Q1 2010*.
- Hunt, J., Abraham, J. (2007) *Influences on bicycle use*. Transportation, 34(4): 453–470.
- Hydén, C., Nilsson, A., Risser, R. (1998) *WALCYNG – How to enhance WALKing and CYcliNG instead of shorter car trips and to make these modes safer*. Final report, Department of Traffic Planning and Engineering, Lunds universitet.
- Hydén (red.) (2008) *Trafiken i den hållbara staden*. Studentlitteratur, Lund.

- Hyllenius, P., Neergaard, K., Allström, A., Gibrand, M. (2007) *Samåkning vid arbetspendling i Mälardalsregionen*. Rapport 2007:67, Trivector Traffic.
- Hägerhed Engman, L. (2006) *Indoor Environmental Factors and its Associations with Asthma and Allergy Among Swedish Pre-School Children*. Rapport TVBH-1015, Avdelningen för byggnadsfysik, LTH, Lunds universitet.
- IEA PVPS (2010) *Trends in photovoltaic applications. Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2009*. Report IEA-PVPS, T1-19:2010. The IEA PVPS Programme.
- IEA Solar Heating and Cooling Programme (2010a) *Task 40 – Towards Net Zero Energy Solar Buildings*. Hämtad 2010-09-06 från <http://www.iea-shc.org/task40/>.
- IEA Solar Heating and Cooling Programme (2010b) *Task 41 – Solar Energy and Architecture*. Hämtad 2010-10-14 från <http://www.iea-shc.org/task41/>.
- Indebetou, L., Smidfelt Rosqvist, L. (2010) *Mäns och kvinnors resmönster i Malmö – konsekvenser m a p miljö, ytbehov och ekonomi*. Trivector Rapport 2010:65.
- IPCC (2007) *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Hämtad 2010-09-13 från http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm
- Isaksson, C. (2009) *Uthålligt lärande om värmen? Domesticering av energiteknik i passivhus*. Doktorsavhandling, Institutionen för Tema, Linköpings universitet.
- IVSS (2009) *Driver Attention – Dealing with Drowsiness and Distraction*. Rapport AL 80 A 2008:73471, IVSS program.
- IWMI (2010) *About IWMI*. Hämtad 2010-06-05 från http://www.iwmi.cgiar.org/About_IWMI/Overview.aspx.
- Jackson, J.B.C., Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., Warner, R.R. (2001) *Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems*. *Science*, 293: 629–637.
- James, P., Kazmierczak, A.E. (2007) *The role of urban green spaces in improving social inclusion*. 7th International Postgraduate Research Conference in the Built and Human Environment, University of Salford, UK, 28–29 Mars, 2007.
- Jamson, S.L. (2006) *Would those who need ISA, use it? Investigating the relationship between drivers' speed choice and their use of a voluntary ISA system*. *Transportation Research F*, 9(3): 195–206.
- Janson, U. (2008) *Passive houses in Sweden – Experiences from design and construction phase*. Licentiatavhandling, Avdelningen för energi och byggnadsdesign, LTH, Lunds universitet.

- Janson, U. (2010) *Passive houses in Sweden – From design to evaluation of four demonstration projects*. Doktorsavhandling, Avdelningen för energi och byggnadsdesign, LTH, Lunds universitet.
- Jansson, Å., Nohrstedt, P. (2001) *Carbon sinks and human freshwater dependence in Stockholm County*. Ecological Economics, 39: 361–370.
- Joelsson, A. (2008) *Primary Energy Efficiency and CO² Mitigation in Residential Buildings*. Doktorsavhandling, Institutionen för teknik och hållbar utveckling, Mittuniversitetet.
- Johansson, T., Lange, T. (2008) *Persontransporter i långa banor – lätta kollektivtransportsystem med strukturerande effekt*. Banverket.
- Johansson, B. (1993) *Kan transportererna klara miljömålen?* TFB-rapport 1993:1.
- Johansson, B. (1995) *Transport, Energy and Environment: Vehicle Technologies and Biomassbased Energy Carriers for Reducing Energy Use and Emissions of Air Pollutants*. Licentiatavhandling, Environmental and Energy Systems Studies, Lunds universitet.
- Johansson, M. (2006) *Environment and parental factors as determinants of mode for children's leisure travel*. Journal of Environmental Psychology, 26(2): 156–169.
- Johnsson, H., Karlsson, F. (2008) *Handledning för beräkning av förändrade CO²-utsläpp*. Beräkningshandledning för CO². Vägverket, Version 2.4 080825.
- Kamal M.A.S., Mukai, M., Murata, J., Kawabe, T. (2009) *Driving assist system for ecological driving using model predictive control*. SICE 9th Conf. of Control Systems, Higashi-Hiroshima, Japan, 4–6 mars, 2009.
- Kapfenberger-Pock, A., Horst, B. (2010) *City of Graz Solar Roof Cadastre. GIS-Based Local Analysis for Solar Plants – a Planning Tool*. EuroSun 2010 conference, Graz, Österrike, 28 september–1 oktober, 2010.
- Karger, P.A., Frankel, Y. (1995) *Security and privacy threats to ITS*. Intelligent Transport Systems World Congress, Yokohama, Japan, 9–11 november, 1995.
- Karlsson, F., Moshfegh, B. (2006a) *A comprehensive investigation of a low-energy building in Sweden*. Renewable Energy, 32(11): 1830–1841.
- Karlsson, F., Moshfegh, B. (2006b) *Energy demand and indoor climate in a Low-Energy Building - changed boundary conditions and control strategies*. Energy and Buildings, 38(4): 315–326.
- Karlsson, F. (2006) *Multi-dimensional approach used for energy and indoor climate evaluation applied to a low-energy building*. Doktorsavhandling, Program energisystem, Linköpings universitet.
- Kazmierczak, A., Carter, J. (2010) *Adaptation to climate change using green and blue infrastructure – a database of case studies*. Database Interreg IVC, Grabs project.

- Kingham, S., Dickinson, J., Copsey, S. (2001) *Travelling to work: will people move out of their cars*. Transport Policy, 8(2): 151–160.
- Kircher, K., Kircher, A., Ahlström, C. (2009). *Results of a Field Study on a Driver Distraction Warning System*. Rapport 639A, Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).
- Kitamura, R., Mokhtarian, P.L., Laidet, L. (1997) *A Micro-Analysis of Land Use and Travel in Five Neighborhoods in the San Francisco Bay Area*. Transportation, 24(2): 125–158.
- Klingberg, E. (2006) *När nyurbanismen kom till stan*. Pratminus Förlag, Sverige.
- Koucky, M., Eveby, E. (2004) *Grön Trafikskola. Möjligheter och svårigheter med sparsam körning i körkortsundervisningen – en sammanställning av genomförda projektutvärderingar*. Koucky & Partners Miljökonserter.
- Krasny, M.E., Tidball, K.G. (2009) *Community Gardens as contexts for science, stewardship, and civic action learning*. Cities and the Environment, 2(1).
- Kristensson, E. (2003) *Rymlighetens betydelse: en undersökning av rymlighet i bostadsgårdens kontext*. Doktorsavhandling, Urbana studier, Lunds universitet.
- Kuh, D.J., Cooper, C. (1992) *Physical activity at 36 years: patterns and childhood predictors in a longitudinal study*. Journal of Epidemiology and Community Health, 46: 114–119.
- Kuo, F.E. (2003) *Social Aspects of urban forestry – the role of arboriculture in a healthy social ecology*. Journal of Arboriculture, 29(3): 148–155.
- Kuo, F.E., Bacaicoa, M., Sullivan, W.C. (1998) *Transforming inner-city neighborhoods: Trees, sense of safety, and preference*. Environment and Behavior, 30(1): 28–59.
- Köpenhamns kommun (2010) *København: Cyklernes by – Cykelregnskabet 2008*. Hämtad 2011-01-10 från <http://www.kk.dk/Borger/ByOgTrafik/CyklernesBy/Nyheder/~media/D2884F5461A24E2CB3182FD8970F0F5A.ashx>.
- Køster, H., Hvid, E. (1996) *Effektivisering av godstransport i byer*. Rapport, COWI och Nordisk Transport Udvikling.
- Lai, F., Hjalmdahl, K., Chorlton, K., Wiklund, M. (2010) *The long-term effect of intelligent speed adaptation on driver behaviour*. Applied Ergonomics 41: 179–186.
- van Langevelde, F. (2000) *Scale of Habitat Connectivity and Colonization in Fragmented Nuthatch Populations*. Ecography, 23(5): 614–622.
- Larsson, H., Ericsson, E. (2009) *The effects of an acceleration advisory tool in vehicles for reduced fuel consumption and emissions*. Transportation Research Part D, 14: 141–146.

- Larsson, H. (2009) *Förarstöd för lägre bränsleförbrukning och minskade emissioner Utvärdering av två system*. Licentiatavhandling, institutionen för teknik och samhälle, Trafik och väg, LTH, Lunds universitet.
- Leden, L.G. (2002) *Pedestrian risk decreases with pedestrian flow*. Accident Analysis and Prevention, 34: 457–464.
- Lennartsson, T., Simonsson, L. (2007) *Biologisk mångfald och klimatförändringar. Vad vet vi? Vad behöver vi veta? Vad kan vi göra?* Centrum för biologisk mångfald, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Linderholm, L., Indebetou, L. (2009) *Ytsnåla trafiklösningar – del i en förstudie*. Rapport 2009:03, Trivector Traffic.
- Lindholm, M. (2010) *A sustainable perspective on urban freight transport: Factors affecting local authorities in the planning procedures*. Procedia Social and Behavioral Sciences, 2(3): 6205–6216.
- Litman, T. (2010) *Evaluating public transportation health benefits*. Rapport, American Public Transportation Association.
- Liu, G.C., Wilson, J.S., Qi, R., Ying, J. (2007) *Green Neighborhoods, Food Retail and Childhood Overweight: Differences by population Density*. Health Promotion, 21: 317–325.
- Luk, J.Y.K. (2003) *Reducing car travel in Australian Cities: Review report*. Journal of Urban Planning and Development, 129(2): 84–96.
- Lundberg, J., Moberg, F. (2003) *Mobile link organisms and ecosystem functioning: implications for ecosystem resilience and management*. Ecosystems, 6: 87–98.
- Lundby Mobility Center (2010) *Vision Lundby med Lundby Mobility Center*. Hämtad 2010-12-14 från <http://www.visionlundby.goteborg.se/lundby.html#fou>
- Maas, J., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P., de Vries, S., Spreeuwenberg, P. (2006) *Green space, urbanity, and health: how strong is the relation?* Journal of Epidemiology and Community Health, 60: 587-592.
- Mackett, R., Lucas, L., Paskins, J., Turbin, J. (2005) *The therapeutic value of children's everyday travel*. Transportation Research Part A, 39(2–3): 205–219.
- Magid, J., Dalsgaard, A., Henze, M. (2001) *Optimizing Nutrient Recycling and Urban Waste Management – New Concepts from Northern Europe*. I: Drechsel, P., Kunze, D. (red.) (2001) *Waste Composting for Urban and Peri-Urban Agriculture: Closing the Rural-Urban Nutrient Cycle in Sub-Saharan Africa*. CABI Publishing, Wallington, 137–139.
- Magid, J., Eilersen, AM., Wrisberga, S., Henze, M. (2006) *Possibilities and barriers for recirculation of nutrients and organic matter from urban to rural areas: A technical theoretical framework applied to the medium-sized town Hillerød, Denmark*. Ecological Engineering, 28(1): 44–54.

- Malmö Stad (2009) *Malmöbornas resvanor och attityder till trafik och miljö 2008 – samt jämförelse med 2003*. Hämtad från <http://www.malmo.se/Medborgare/Stadsplanering--trafik/Trafik--hallbart-resande/Tank-pa-miljon/Hur-reser-Malmobon.html>.
- Malmö's översiktsplan, Malmö's stadsbyggnadskontor (2001) *Översiktsplan för Malmö 2000 – Sammanfattning*.
- Marszala, A.J., Bourrelleb, J.S., Nieminen J., Berggred, B., Gustavsen, A., Heiselberg, P., Wall, M. (2010) *North European Understanding of Zero Energy/Emission Buildings*. Renewable Energy Conference 2010, Trondheim, Norway, 167–178.
- Martens, K. (2007) *Promoting bike-and-ride: the Dutch experience*. Transportation Research Part A, 41(4): 326–338.
- Martinez-Arroyo, A., Jauregui, E. (2000) *On the environmental role of urban lakes in Mexico City*. Urban Ecosystems, 4: 145–166.
- McDonald, A.G., Bealey, W.J., Fowler, D., Dragosits, U., Skiba, U., Smith, R.I., Donovan, R.G., Brett, H.E., Hewitt, C.N., Nemitz, E. (2007) *Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations*. Atmospheric Environment, 41: 8455–8467.
- McKinnon, A. (2008) *The Potential of Economic Incentives to Reduce CO² Emissions from Goods Transport*. Paper for 1st International Transport Forum: ”Transport and Energy: the Challenge of Climate Change”, Leipzig, 28–30 maj 2008.
- McKinnon, A. (2009) *Decarbonising Freight Transport*. NGIL International Seminar, Lund, 28 maj, 2009.
- McPherson, E.G., Nowak, D., Heisler, G., Grimmond, S., Souch, C., Grant, R., Rowntree, R. (1997) *Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project*. Urban Ecosystems, 1: 49–61.
- Mekala, G.D., Davidson, B., Samad, M., Boland, A-M. (2008) *A Framework for Efficient Wastewater Treatment and Recycling Systems*. Working paper 129, IWMI.
- Miljöförvaltningen Göteborgs stad (2008) *Våtmarker – en värdefull resurs*.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington DC.
- Million Trees NYC (2010)* Hämtad 2010-06-15 från <http://www.milliontrees-nyc.org/>.
- Million Trees LA (2010)* Hämtad 2010-06-15 från <http://www.milliontrees-la.org/>.
- Mitchell, R., Popham, F. (2007) *Greenspace, urbanity and health: relationship in England*. Journal of Epidemiology and Community Health, 61: 681–683.

- Mitchell, R., Popham, F. (2008) *Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational study*. *Lancet*, 372: 1655–1660.
- Mokhtarian, P.L. (2004) *A conceptual analysis of the transportation impacts of B2C e-commerce*. *Transportation*, 31(3): 257–284.
- Morrow, K., Karner, D., Francfort, J. (2008) *Plug-in hybrid electric vehicle charging infrastructure review*. Final report, U.S. Department of Energy.
- Moudon, A.V., Lee, C., Cheadle, A.D., Collier, C.W., Johnson, D., Schmid, T.L., Weather, R.D. (2005) *Cycling and the built environment, a US perspective*. *Transportation Research Part D*, 10(3): 245–261.
- Möser, G., Bamberg, S. (2008) *The effectiveness of soft transport policy measures: A critical assessment and meta-analysis of empirical evidence*. *Journal of Environmental Psychology*, 28(1): 10–26.
- Næss, P. (2001) *Urban planning and sustainable development*. *European Planning Studies*, 9(4): 503–524.
- Næss, P. (2006) *Urban Structure Matters*. Residential Location, Car Dependence and Travel Behaviour. Routledge, London and New York.
- Næss, P. (2007) *The impacts of job and household decentralization on commuting distances and travel modes*. Experiences from the Copenhagen region and other Nordic urban areas. *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 2/3, 2007, 149–168.
- Nationalencyklopedin (2010) *Säkerhet*. Hämtad 2010-12-03 från www.ne.se.
- Naturvårdsverket (1996) *Vägtrafikbuller: Nordisk beräkningsmodell, reviderad 1996*. Rapport 4653.
- Naturvårdsverket (2007) *Tvågradersmålet i sikte*. Rapport 5754.
- Naturvårdsverket (2008a) *Avfallskvarnar tar hand om matavfall i Malmö*. *Informations-/faktablad, Goda exempel*.
- Naturvårdsverket (2008b) *Hammarby sjöstadsverket testar nya reningsmetoder*. *Informations-/faktablad, Goda exempel*.
- Naturvårdsverket (2008c) *Kretsloppsanpassade VA-lösningar i Norrtälje*. *Informations-/faktablad, Goda exempel*.
- Neergaard, K., Smidfelt Rosqvist, L., Viklund, L., Ljungberg, C., Modig, K., Edding, J. (2006) *Tätortsnära externa affärsetableringar – tillgänglighet och utsläpp*. Publikation 2006:83, Vägverket.
- Nelson, D., Shakow, D. (1995) *Least cost planning: A tool for metropolitan transportation decision making*. *Transportation Research Record*, 1499: 19–27.
- Nielsen, T.S., Hansen, K.B. (2006) *Nearby nature and green areas encourage outdoor activities and decrease mental stress*. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Sciences, Nutrition and Natural Resources* (1): 1–10.
- Nilsson, L-O. (2009) *Kunskapsläge och råd kring fuktsäker projektering och tillämpning av fuktkrav i BBR för träkonstruktioner*. Rapport TVBM-3151,

- Lägesrapport 2009, WoodBuild E1, Avdelningen för Byggnadsmaterial, LTH, Lunds universitet.
- Nutek (2005) *Regionala utvecklingsprogram, RUP – ett metodutvecklingsarbete*. Bilaga 2 till Slutrapport, Strategigruppernas rapporter.
- Nyberg, P., Berggren, K., Lundell, L., Gladh, N., Siebert, P., Dayne, S., Papayannis, V. (2008) *Klimatstrategi för Botkyrka – remissunderlag*.
- O'Brien, E.A. (2005) *Publics and woodlands in England: well-being, local identity, social learning, conflict and management*. *Forestry*, 78(4): 321-336.
- Orrling, A. (2006) *Brogården, Alingsås – ombyggnad och energioptimering av ett vanligt svenskt miljöprogramsområde*. Examensarbete, Avdelningen för energi och byggnadsdesign, LTH, Lunds universitet.
- Osborne, J.L., Williams, I.H. (2001) *Site constancy of bumble bees in an experimentally patchy habitat*. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 83: 129-141.
- Osborne, J.L., Clark, S.J., Morris, R.J., Williams, I.H., Riley, J.R., Smith, A.D., Reynolds, D.R. Edwards, A.S. (1999) *A landscape-scale study of bumble bee foraging range and constancy, using harmonic radar*. *Journal of Applied Ecology*, 36: 519-533.
- Ostrom, E. (2009) *A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems*. *Science*, 325: 419-422.
- Pandis, S., Brandt, N. (2009) *Utvärdering av Hammarby Sjöstads miljöprofilering – vilka erfarenheter ska tas med till nya stadsutvecklingsprojekt i Stockholm?* Rapport TRITA-IM 2009:03, Avdelningen för industriell ekologi, KTH.
- Persson, A. (2002) *Energianvändning i bebyggelsen*. Ingenjörsvetenskapsakademien, IVA, Stockholm.
- Pretty, J., Peacock, J., Hine, R. (2006). *Green exercise: the benefits of activities in green places*. *The Biologist*, 53: 143-148.
- Proposition 2006/07:122. *Ett första steg för en enklare plan- och bygglag*.
- Pucher, J.P., Dijkstra, L. (2003) *Promoting safe walking and cycling to improve public health: lessons from the Netherlands and Germany*. *American Journal of Public Health*, 93(9): 1509-1516.
- Pucher, J., Dill, J., Handy, S. (2010) *Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review*. *Preventive Medicine*, 50(1): 106-125.
- Rees, W.E. (1997) *Urban ecosystems: the human dimension*. *Urban Ecosystems*, 1: 63-75.
- Regionplane- och trafikkontoret (2001a) *Trafikanalyser RUFSS 2001*. Pm 2001:12.
- Regionplane- och trafikkontoret (2001b) *RUFSS, Regional utvecklingsplan 2001 för Stockholmsregionen*.

- Richardson, E.A., Mitchell, R. (2010) *Gender differences in relationships between urban green space and health in the United Kingdom*. *Social Science & Medicine*, 71: 568–575.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J., Nykvist, B., de Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., Foley, J.A. (2009) *A safe operating space for humanity*. *Nature*, 461: 472–475.
- Rotem-Mindali, O. (2010) *E-tail versus retail: The effects on shopping related travel empirical evidence from Israel*. *Transport Policy*, 17(5): 312–322.
- Rudberg, P. (2009) *Klimatförändringar i Stockholmsområdet* (preliminärt arbetsmaterial). Regionplane- och trafikkontoret, Stockholms läns landsting.
- Ruud, H.S., Karlsson, F. (2004) *"Husen utan värmesystem" halverar energianvändningen*. VVS Teknik & Installation, oktober 2004.
- Ryley, T.J. (2006) *Estimating cycling demand for the journey to work or study in West Edinburgh, Scotland*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1982: 187–193.
- Rämme, U., Rosén, E. (2009) *Hot eller möjlighet? En analys av externhandels effekter på den etablerade handeln*. Utredning, Handelns Utredningsinstitut.
- Sandberg, E. (red.) (2006). *Steg för steg. Strategi för systematiskt energiarbete*. Sveriges Kommuner och Landsting.
- Sarker, M.J., Morimoto, A., Koike, H., Ono, A. (2002) *Impact of transportation infrastructure development on modal choice*. *Journal of Urban Planning and Development*, 128(2): 59–76.
- Sartori, I., Hestnes, A.G. (2007) *Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: A review article*. *Energy and Buildings*, 39: 249–257.
- Saunders, M., Kuhnimhof, T., Chlond, B., Dasilva, A. (2008) *Incorporating transport energy into urban planning*. *Transportation Research Part A*, 42(6): 874–882.
- SCB (2005) *Förändring av grönytor/grönområden i och omkring tätorter 2000–2005*. Statistiska meddelanden MI 12 SM 1003.
- SCB (2006) *Tätorter 1960–2005*. Statistiska meddelanden, MI 38 SM 0703.
- Schnieders, J., Hermelink, A. (2006) *CEPHEUS results: measurements and occupants' satisfaction provide evidence for Passive Houses being an option for sustainable building*. *Energy Policy*, 34: 151–171.

- Schofield, H. (2010) *Paris fast becoming queen bee of the urban apiary world*. *BBC News Europe*. Hämtad 2010-11-05 från <http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-10942618>.
- Scott, K.I., McPherson, E.G., Simpson, JR. (1998) *Air pollutant uptake by Sacramento's urban forest*. *Journal of Arboriculture*, 24: 224–234.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., Yu, T.-H., 2008. Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land Use Change. www.sciencexpress.org / 7 February 2008 / Page 1 / 10.1126/science.1151861
- SFS 1979:1152. *Fastighetstaxeringslag*. Stockholm: Finansdepartementet.
- SFS 1987:10. *Plan- och bygglag*. Stockholm: Miljödepartementet.
- SIKA (2001) *Planering av storstädernas transportsystem*. SIKA Rapport 2001:2.
- SIKA (2003) *Uppföljning av de transportpolitiska målen, Etappmål för god miljö*. SIKA Rapport 2003:2.
- SIKA (2005) *Fyrstegsprincipen – Infrastrukturplaneringens nya Potemkin-kuliss?* SIKA Rapport 2005:11.
- SIKA (2007) *RES 2005–2006 – Den nationella resvaneundersökningen*. SIKA Rapport 2007:19.
- SIKA (2008a) *Potential för överflyttning av perso- och godstransporter mellan trafikslag*. SIKA Rapport 2008:10.
- SIKA (2008b) *Vägsador 2008*. SIKA rapport 2009:23.
- Skjöld, L-Å., Hygge, S. (2010) *Delrapport: Elbilen i vardagstrafik. En undersökning av funktion och relevans i Gävle och Sandviken*. Shopping Circle.
- SKL (2007) *Framgångsfaktorer i kommunal trafiksäkerhet*. SKL, Stockholm.
- Smidfelt Rosqvist, L., Hagson, A. (2009) *Att hantera inducerad efterfrågan på trafik*. Trivector Rapport 2009:8.
- Smidfelt Rosqvist, L., Ljungberg, C. (2009) *Bättre införande av åtgärder för ett hållbart transportsystem: Sammanfattande råd från tre års tvärvetenskaplig forskning om implementering*. Rapport, TransportMistra.
- Smidfelt Rosqvist, L. (2003) *On the relation between driving patterns, exhaust emissions and network characteristics in urban driving*. Doktorsavhandling, Institutionen för teknik och samhälle, LTH, Lunds universitet.
- Smidfelt Rosqvist, L., Brundell-Freij, K., Ljungberg, C., Neergaard, K. (2005) *Hur får man ökad andel resande med gc och kollektivtrafik med hjälp av aktörer utanför transportsektorn?* Trivector Rapport 2005:12.
- Solheim, T., Stangeby, I. (1997) *Short trips in European countries*. Report from WALCYNG – WP1, Institute of Transport Economics, Oslo, Norway.

- Soltani, A., Allan, A. (2006) *Analyzing the impacts of microscale urban attributes on travel: evidence from suburban Adelaide, Australia*. Journal of Urban Planning and Development, 132(3): 132–137.
- SOU 2001:106 *Kollektivtrafik med människan i centrum*. Statens offentliga utredningar (SOU), Stockholm. Originalen av denna jämförelse härstammar från Transportøkonomisk institutt (TØI) i Oslo.
- SOU 2007:60 *Klimat- och Sårbarhetsutredningen: Sverige inför klimatförändringarna – hot och möjligheter*.
- SOU 2007:60 *Bilaga B 13 Dricksvattenförsörjning i förändrat klimat: sårbarheter för klimatförändringar och extremväder, samt behov av anpassning och anpassningskostnader*.
- SOU 2008:25 *Ett energieffektivare Sverige*.
- Spante, L. (2010) *Laddningsinfrastruktur – marknadsinventering och rekommendationer*. Elforsk Rapport 10:60.
- Sprei, F. (2010) *Energy efficiency versus gains in consumer amenities*. Doktorsavhandling, Institutionen för energi och miljö, Chalmers tekniska högskola.
- Sprei, F., Karlsson, S., Holmberg, J. (2008) *Better performance or lower fuel consumption: Technological development in the Swedish new car fleet 1975–2002*. Transportation Research part D, 13(2): 75–85.
- Squires, G.D. (2002) *Urban sprawl and the uneven development of metropolitan America*. I: Squires, G.D. (red.) (2002) *Urban sprawl: causes, consequences, & policy responses*. The Urban Institute Press, Washington DC.
- Stangeby, I., Norheim, B. (1995) *Fakta om kollektivtransport. Erfaringer og løsninger for byområder*. TØI rapport 307/1995, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Statens Energimyndighet (2009a) *Energiläget 2009*. Rapport ET 2009:28.
- Statens Energimyndighet (2009b) *Energistatistik för flerbostadshus 2008*. Rapport ES 2009:08.
- Statens Energimyndighet (2009c) *Energistatistik för småhus 2008*. Rapport ES 2009:07.
- Statens Energimyndighet (2009d) *Energistatistik för lokaler 2007*. Rapport ES 2009:05.
- Statens Energimyndighet (2009e) *Mätning av kall- och varmvattenanvändning i 44 hushåll*. Rapport ER 2009:26.
- Stead, D. (2008) *Institutional aspects of integrating transport, environment and health policies*. Transport Policy, 15(3): 139–148.
- Steg, L., Sievers, I. (2000) *Cultural theory and individual perceptions of environmental risks*. Environment and Behavior, 32(2): 248–267.

- Stigsdotter, U. (2005a) *Landscape Architecture and Health. Evidenced-based health-promoting design and planning*. Doktorsavhandling, Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.
- Stigsdotter, U. (2005b): *Urban Green Spaces: Promoting Health through City Planning*. NAEP (National Assoc. of Environmental Professionals), 30th Annual Conference, Alexandria VA, USA, 16–19 april 2005.
- Stigsdotter, U., Ekholm, O., Schipperijn, J., Toftager, M., Kamper-Jorgensen, F., Randrup, T.B. (2010) *Health promoting outdoor environments – Associations between green space, and health, health related quality of life and stress based on a Danish national representative study*. Scandinavian Journal of Public Health, 38: 411–417.
- Stockholms parkprogram (2006) *Handlingsprogrammet 2005–2009 för utveckling och skötsel av Stockholms parker och natur – Reviderat juni 2006*.
- Stockholms stad (2010a) *Dricksvatten*. Hämtad 2010-08-25 från <http://www.stockholm.se/KlimatMiljo/Vatten/Dricksvatten/>.
- Stockholms översiktsplan, Stockholms stadsbyggnadskontor (2010b) *Promenadstaden – Översiktsplan för Stockholm*.
- Stradling, S.G., Meadows, M.L., Beatty, S. (2000) *Helping drivers out of their cars: Integrating transport policy and social psychology for sustainable change*. Transport Policy, 7(3): 207–215.
- Ståhle, A. (2005) *Mer park i tätare stad – Teoretiska och empiriska undersökningar av stadsplaneringens mått på friytetillgång*. Licentiatavhandling, Arkitekturskolan, KTH.
- Sugiyama, T., Leslie, E., Giles-Corti, B., Owen, N. (2008) *Associations of neighbourhood greenness with physical and mental health: do walking, social coherence and local social interaction explain the relationships?* Journal of Epidemiology & Community Health 62(5): e9.
- Sundqvist, H., Allansson, S. (2006) *Utformning av energieffektiva bostäder. Kostnadsjämförelser med hänsyn till systemlösning, hustyp och klimat*. Rapport EBD-R--06/11, Avdelningen för energi och byggnadsdesign, LTH, Lunds universitet.
- Sustainable Cities (2010a) *Thisted: Almost 100 % sustainable energy sources*. Hämtad 2010-11-01 från <http://sustainablecities.dk/en/city-projects/cases/thisted-almost-100-sustainable-energy-sources>.
- Sustainable Cities (2010b) *Stuttgart: Cool city*. Hämtad 2010-11-01 från <http://sustainablecities.dk/en/city-projects/cases/stuttgart-cool-city>.
- Sustainable Cities (2010c) *Augustenborg: Green roofs and storm water channels*. Hämtad 2010-11-01 från <http://sustainablecities.dk/en/city-projects/cases/augustenborg-green-roofs-and-storm-water-channels>.
- Sustainable Urban Transports (2010) *SUTNews. Nyhetsbrev från SUT-projektet, nr 1, april 2010*. Hämtat 2010-12-15 från <http://www.chalmers.se/arch/SV/aktuellt/nyhetsarkiv/sustainable-urban>.

- Sutts, J.C., Reinfurt, D.W., Saplin, L., Rodgman, E.A. (2001) *The role of driver distraction in traffic crashes*. Rapport, AAA Foundation for Traffic Safety, Washington DC.
- Svallhammar, S. (2008) *I väntan på tunnelbanan: kollektivtrafikutbyggnad och bebyggelseexploatering i Stockholm*. Stockholmia, Stockholm.
- Svensk Fjärrvärme (2010). *Energitillförsel*. Hämtat 2010-09-10 från <http://www.svenskfjarrvarme.se/Statistik--Pris/Fjarrvarme/Energitillforsel/>
- Svenska Kommunförbundet (2003) *Ett ögonblick*. Svenska Kommunförbundet, Stockholm.
- Svensson, M., Eliasson, I. (1997) *Grönstrukturens betydelse för stadens ventilation – vegetationens renande förmåga. En litteratursammanställning*. Rapport 4779, Naturvårdsverket.
- Takano, T., Nakamura, K., Watanabe, M. (2002) *Urban residential environments and senior citizens' longevity in megacity areas: the importance of walkable green spaces*. Journal of Epidemiology and Community Health, 56: 913–918.
- Tanaka, A., Takano, T., Nakamura, K., Takeuchi, S. (1996) *Health levels influenced by urban residential conditions in a megacity – Tokyo*. Urban Studies, 33, 879–894.
- Taylor, A.F., Wiley, A., Kuo, F.E., Sullivan, W.C. (1998) *Growing up in the inner city: Green spaces as places to grow*. Environment and Behavior, 30(1): 3–27.
- Taylor, A.F., Kuo, F.E., Sullivan, W.C. (2001) *Coping with ADD: The surprising connection to green play settings*. Environment and Behavior, 33(1): 54–77.
- Tennøy, A. (2010) *Why we fail to reduce urban road traffic volumes: Does it matter how planners frame the problem?* Transport Policy, 17(4): 216–223.
- Thulin, H., Niska, A. (2009) *Tema Cykel – skadade cyklister. Analys baserad på sjukvårdsregistrerade skadade i STRADA*. VTI Rapport 644.
- Thisted kommune (2010) *Thisted kommune. Ren energi – ren natur*. Hämtad 2010-11-01 från <http://climate.thisted.dk/da/>.
- Thullner, K. (2010). *Low energy buildings in Europe – Standards, criteria and consequences. A study of nine European countries*. Rapport EBD-R-10/32, Rapport TVIT-10/5019, Avdelningen för energi och byggnadsdesign/Avdelningen för installationsteknik, LTH, Lunds universitet.
- Tilahun, N.Y., Levinson, D.M., Krizek, K.J. (2007) *Trails, lanes or traffic: Valuing bicycle facilities with an adaptive stated preferences survey*. Transportation Research Part A, 41(4): 287–301.
- Trafikverket (2010) *Resultatkonferens trafiksäkerhet 2010*. Trafikverket, Publikation 2010:073.

- Transek (2006) *Mäns och kvinnors resande: Vilka mönster kan ses i mäns och kvinnors resande och vad beror dessa på?* Transek Rapport 2006:51.
- Transmilenio (2010) Hämtad 2010-12-09 från <http://www.transmilenio.gov.co/>.
- Travisi, CM., Camagni, R., Nijkamp, P. (2010) *Impacts of urban sprawl and commuting: a modeling study for Italy*. Journal of Transport Geography, 18(3): 382-392.
- Trivector (1999) *Utvärdering av EcoDriving i Region Mälardalen*. Trivector Rapport 1999:49.
- Trivector (2003) *Hållbart resande – effekter av olika åtgärder*. Trivector Rapport 2003:09.
- Trivector (2007) *Resvanor Syd 2007 – sammanställning av resultat*. Trivector Rapport 2007:27.
- Trivector (2008a) *Rörlig kunskapsplattform för ett hållbart transportsystem – Förslag till effektivare kunskaps- och kompetensuppbyggnad*. Trivector Rapport 2008:84.
- Trivector (2008b) *Överflyttningspotential för person- och godstransporter för att minska transportsektorns koldioxidutsläpp*. Trivector Rapport 2008:60.
- Trivector (2009) *Trafikplanering i en hållbar, energisnål stadsutveckling – Med exempel från Lund*. Trivector Rapport 2009:80.
- Tscheschke, C. (2008) *Solingen finishes complete modernisation of it's trolleybus fleet*. European local transportation information services. Hämtad 2011-01-10 från http://www.eltis.org/study_sheet.phtml?study_id=1854.
- Tsugawa, S. (2001) *An overview on energy conservation in automobile traffic and transportation with ITS*. Paper för Vehicle Electronics Conference IVEC 2001, Proceedings of the IEEE International, 25–28 september 2001, Tottori, Japan.
- TØI (2002) *Gang- og sykkelvegnett i norske byer – Nytte-kostnadsanalyser inkludert helseeffekter og eksterne kostnader av motorisert vegtrafikk*. TØI Rapport 567/2002.
- UN-Habitat (2003) *The Habitat Agenda Goals and Principles, Commitments and the Global Plan of Action*. Hämtad 2009-09-09 från http://www.unhabitat.org/downloads/docs/1176_6455_The_Habitat_Agenda.pdf.
- VA Syd (2010) *Dricksvattnet i Malmö stad*. Hämtad 2010-08-25 från: <http://www.vasyd.se/VattenAvlopp/Dricksvatten/malmo/Pages/default.aspx>.
- Vattenfall (2007) *Plug-in Hybrid Vehicles*. Electricity for transports.
- Vattenfall (2010) *Att köra på el – Erfarenheter från Vattenfalls test av elfordon 2009–2010*.
- Veolia (2010) *Highly Acclaimed Bus Rapid Transit in Bogota, Colombia*. Hämtad 2010-12-09 från <http://www.veoliatransportation.com/transit/bus-rapid-transit/key-contracts/bogota>.

- Verbeeck, V., Hens, H. (2005). *Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable?* Energy and Buildings, 37: 747–754.
- Verheij, R.A. (2008) *Urban-Rural Health Differences and the Availability of Green Space*. European Urban and Regional Studies, 15(4): 307–316.
- Villarreal, E.L., Bengtsson, L. (2005) *Response of a Sedum green-roof to individual rain events*. Ecological Engineering, 25(1): 1–7.
- van der Voort, M., Douherty, M.S., van Maarseveen, M. (2001) *A prototype fuel-efficiency support tool*. Transportation Research Part C 5, 9(4): 1–10.
- Voss, K., Sartori, I., Napolitano, A., Geier, S., Gonzalves, H., Hall, M., Heizelberg, P., Widén, J., Candanedo, J.A., Musall, E., Karlsson, B., Torcellini, P. (2010) *Load matching and grid interaction of net zero energy buildings*. EuroSun 2010 conference on Solar Heating, Cooling, and Buildings, Graz, Österrike, 28 september 1 oktober 2010.
- de Vries, S., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P., Spreeuwenberg, P. (2003) *Natural environments – healthy environments? An explanatory analysis of the relationship between greenspace and health*. Environment and Planning A, 35: 1717–1731.
- Vägverket (2006a) *Samåkning i Sverige 2006*. Vägverket publikation 2006:135.
- Vägverket (2006b) *Ny tumregel om vägtrafikljud och störning*. SA80B 04:20788.
- Vägverket (2007a) *Klimatneutrala godstransporter på väg – en vetenskaplig förstudie*. Vägverket publikation 2007:111.
- Vägverket (2007b) *Råd för val av beläggning med hänsyn till slitage, emissioner av buller och partiklar samt rullmotstånd*.
- Vägverket (2007c) *Tillgänglighet, säkerhet och trygghet för äldre i den lokala miljön*. Vägverket publikation 2007:109.
- Vägverket (2008) *Rätt fart i staden – hastighetsnivåer i en attraktiv stad*. Vägverket publikation 2008:54.
- Vägverket (2009a) *Effektsamband för vägtransportsystemet, Nybyggnad och förbättring – Effektkatalog*. Vägverket publikation 2009:151.
- Vägverket (2009b) *Separering av fotgängare och cyklister - förstudie inom SNE-RPD*. Vägverket publikation 2009:154.
- Vägverket (2010) *Miljöbilar – definitioner och ordförklaringar*. Hämtad 2010-09-25 från http://www.vv.se/PageFiles/83/miljobilar_nagra_ordforklaringar.pdf?epslanguage=sv.
- Wakefield, J. (2004) *Fighting obesity through the built environment*. Environmental Health Perspectives, 112(11): 616–618.
- Wall, M. (2006) *Energy-efficient terrace houses in Sweden*. Simulations and measurements. Energy and Buildings 38: 627–634.

- Wall, M. (2008) *Lågenergihus – en flora av begrepp*. VVS-Forum, specialnummer Värme och energi, april 2008.
- Wall, M., Windeleff, J., Lien, A.G., Hestnes, A.G., Esbensen, T., Sørensen, H., Wolfer, U., Kuhn, TE., Frontini, F., Ferrara, C., Munari Probst, M., Roecker, C. (2008) *IEA SHC Task 41 Solar Energy and Architecture, Annex Plan*. International Energy Agency, Solar Heating and Cooling Programme.
- Wallberg, S., Grönvall, O., Sjöstrand, P., Holgersson, E. (2008) Tryggare Lund. *En idéskrift om hur utformning av den fysiska miljön kan bidra till en ökad trygghet*. Tekniska förvaltningen, Stadsbyggnadskontoret, Lunds kommun.
- Ward Thompson, C., Bell, S., Satsangi, M., Netto, G., Morris, N., Travlou, P. (2003) *Diversity review: Options for implementation*. OPENspace final report, Countryside Agency, Edinburgh.
- Wardman, M.R., Tight, M.R., Page, M. (2007) *Factors influencing the propensity to cycle to work*. Transportation Research Part A, 41(4): 339–350.
- Warfvinge, C. (2005) *Kv. Jöns-Ols i Lund – energisnålt och lönsamt flerfamiljshus med konventionell teknik*. WSP Environmental Byggnadsfysik.
- Weiss, W., Mauthner, F. (2010). *Solar Heat Worldwide. Markets and Contribution to the Energy Supply 2008*. 2010 Edition. IEA Solar Heating & Cooling Programme, May 2010.
- Wells, N.M. (2000) *At Home with Nature, Effects of "Greenness" on Children's Cognitive Functioning*. Environment and Behavior, 32(6): 775–795.
- Weltevreden, J.W.J. (2007) *Substitution or complimentary? How the Internet changes city centre shopping*. Journal of Retailing and Consumer Services, 14: 192–207.
- Wennberg, H. (2009) *Walking in old age: A year-round perspective on accessibility in the outdoor environment and effects of measures taken*. Doktorsavhandling, Institutionen för teknik och samhälle, LTH, Lunds universitet.
- WHO (2002) *The World Health Report 2002 – reducing risks, promoting healthy life*. World Health Organization, Genève.
- WHO (2005) *Air quality guidelines – global update 2005*. World Health Organization.
- Wickman, P. (2007) *Hela vägen fram*. Uppföljning av energikrav i byggprocessen. Sveriges Kommuner och Landsting.
- Wiedersheim, B., Sall, M., Reinhard, G. (2009) *SeVeCom – Security and Privacy in Car2Car Ad Hoc Networks*. 9th International Conference on Intelligent Transport Systems Telecommunications, 20–22 oktober 2009, Lille.
- Wilkinson, C., Porter, L., Colding, J. (2010) *Metropolitan planning and resilience thinking – a practitioner's perspective*. Critical Planning, 17: 24–45.

World Economic Forum (2009) *Supply Chain Decarbonization – The Role of logistics and Transport in Reducing Supply Chain Carbon Emissions*. World Economic Forum, Genève.

WWF (2010) *Reinventing the city: three prerequisites for greening urban infrastructures*. WWF Report.

Yuan, F., Bauer, M.E. (2007) *Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery*. *Remote Sensing of Environment*, 106(3): 375–386.

Zamel, N., Li, X. (2006) *Life cycle analysis of vehicles powered by a fuel cell and by internal combustion engine for Canada*. *Journal of Power Sources* 155, 297–310.

Öhrström, E., Barregård, L., Skånberg, A., Svensson, H., Ångerheim, P., Holmes, M., Bonde, E. (2005) *Undersökning av hälsoeffekter av buller från vägtrafik, tåg och flyg i Lerums kommun*. Sahlgrenska akademien vid Göteborgs universitet och Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum.

2008/09:RFR1	KULTURUTSKOTTET Uppföljning av pensionsvillkoren inom scenkonstområdet
2008/09:RFR2	SOCIALUTSKOTTET Socialutskottets offentliga utfrågning på temat hemlöshet den 17 september 2008
2008/09:RFR3	MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Uppföljning av statens insatser inom havsmiljöområdet
2008/09:RFR4	MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Fiskpopulationer i svenska vatten. Hur påverkas de av fiske, övergödning och miljögifter?
2008/09:RFR5	TRAFIKUTSKOTTET Inventering av pågående forskning inom transportområdet 2008
2008/09:RFR6	SKATTEUTSKOTTET Inventering av skatteforskare 2009
2008/09:RFR7	FÖRSVARsutskottet Försvarsutskottets offentliga utfrågning om förhållandena i Afghanistan
2008/09:RFR8	CIVILUTSKOTTET Bortförda och kvarhållna barn i internationella förhållanden – En uppföljning
2008/09:RFR9	JUSTITIEUTSKOTTET Uppföljning av kvinnor intagna i kriminalvårdsanstalt
2008/09:RFR10	KULTURUTSKOTTET Kulturutskottets offentliga utfrågning om kultur som kreativ tillväxtkraft
2008/09:RFR11	FINANSUTSKOTTET Finansieringsprincipens tillämpning
2008/09:RFR12	UTRIKESUTSKOTTET Gasfrågan och energisäkerhet i EU:s yttre förbindelser – utvecklingen till 2020
2008/09:RFR13	KULTURUTSKOTTET Uppföljning av hyressättningen inom kulturområdet
2008/09:RFR14	KONSTITUTIONSUTSKOTTET Konstitutionella kontrollfunktioner

2009/10:RFR1	MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Uppföljning av statens insatser för småskalig livsmedelsproduktion
2009/10:RFR2	MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Svenska fiskbestånd med framtidsfokus
2009/10:RFR3	SOCIALUTSKOTTET Forskning som berör socialtjänstlagen och kompletterande regelverk
2009/10:RFR4	SOCIALUTSKOTTET Socialutskottets och Statens medicinsk-etiska råds öppna seminarium om en ny fosterdiagnostisk metod den 22 oktober 2009
2009/10:RFR5	SOCIALUTSKOTTET Socialutskottets öppna seminarium om äldrefrågor den 26 november 2009
2009/10:RFR6	FÖRSVARSKOTTET Försvarskottets offentliga utfrågning om Afghanistan
2009/10:RFR7	TRAFIKUTSKOTTET Pumplagen – uppföljning av lagen om skyldighet att tillhandahålla förnybara drivmedel
2009/10:RFR8	KULTURUTSKOTTET Kulturutskottets offentliga utfrågning om funktionshindrade och scenrummet
2009/10:RFR9	SOCIALUTSKOTTET Socialutskottets öppna seminarium om socialtjänstlagen med fokus på dess utformning och tillämpning inom socialtjänsten den 28 januari 2010
2009/10:RFR10	TRAFIKUTSKOTTET Trafikutskottets offentliga utfrågning om den senaste tidens stora tågöverseningar den 18 februari 2010
2009/10:RFR11	KULTURUTSKOTTET Kulturutskottets offentliga utfrågning om jämställdhet och maktstrukturer inom kulturens område
2009/10:RFR12	CIVILUTSKOTTET Näringslivets självregleringsorgan – utvecklingen sedan 2003
2009/10:RFR13	TRAFIKUTSKOTTET Samhällsekonomisk kalkylering – referat från trafikutskottets seminarium den 12 november 2009

2010/11:RFR1 MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET
Uppföljning av ekologisk produktion och offentlig konsumtion

2010/11 RFR2 MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET
Uppföljning av statens satsning på hållbara städer