

Leif Hedberg, Karl Henrik Dreborg, Göran Finnveden, Anders Gullberg,
Mattias Höjer, Jonas Åkerman

Rum för framtiden

TOTALFÖRSVARETS FORSKNINGSINSTITUT

Försvarsanalys
172 90 Stockholm

FOI-R--0854--SE

Maj 2003

ISSN 1650-1942

Vetenskaplig rapport

Leif Hedberg, Karl Henrik Dreborg, Göran Finnveden, Anders Gullberg,
Mattias Höjer, Jonas Åkerman

Rum för framtiden

Omslagsillustration: Martin Ek "eken@eken.nu"

Utgivare Totalförsvarets Forskningsinstitut - FOI Försvarsanalys 172 90 Stockholm	Rapportnummer, ISRN FOI-R--0854--SE	Klassificering Vetenskaplig rapport
	Forskningsområde 1. Försvars- och säkerhetspolitik	
	Månad, år Maj 2003	Projektnummer E 1719
	Verksamhetsgren 5. Uppdragsfinansierad verksamhet	
	Delområde 13 Stöd till säkerhet och beredskap	
Författare/redaktör Leif Hedberg Karl Henrik Dreborg Göran Finnveden Anders Gullberg Mattias Höjer Jonas Åkerman	Projektledare Leif Hedberg	
	Godkänd av Maria Hedvall	
	Uppdragsgivare/kundbeteckning Formas, Statens Energimyndighet	
	Tekniskt och/eller vetenskapligt ansvarig	
Rapportens titel Rum för framtiden		
Sammanfattning (högst 200 ord) <p>Projektet syftar till att söka nya och resurseffektiva lösningar på bebyggelsens energiförsörjning. En uthållig energianvändning och elanvändning i bebyggelse kan sökas i hur människors livsstil och beteende samspelar med hur byggnaderna kan utnyttjas och utrustas i en framtid. Analysen har inriktats på om en minskad energianvändning kan sökas i en effektivare användning av bebyggelse och därmed minskade krav på yta. Med backcastingmetoden har alternativa framtidsbilder för år 2050 utvecklats.</p> <p>Två alternativa utvecklingar som kan bidra till att öka effektiviteten i användning av byggnader identifieras. I den första bidrar IT till att bostadens roll ökar för såväl arbete som konsumtion. Bostaden kan därmed ersätta lokalytor för service och arbete. Utvecklingen möjliggör en glesare bebyggelse. Villaboendet ökar i städernas ytterområden och inflyttningen till städerna minskar. Detta alternativ ligger till grund för en framtidsbild som kallas för Gles.</p> <p>I den andra utvecklingen, som ligger till grund för alternativet Tät, bidrar en urban livsstil till att lokalernas roll i människornas liv ökar. Människor tillbringar en ökad del av sin tid i lokaler och behovet av bostadsytor minskar därmed. Inflyttningen till städer fortsätter att öka. Inom dessa utvecklas knutpunkter där grannskapet erbjuder ett rikt utbud av tjänster samt arbetsplatser i grannskapskontor.</p>		
Nyckelord Backcasting, uthållig utveckling, energi, byggnader		
Övriga bibliografiska uppgifter	Språk Svenska	
ISSN 1650-1942	Antal sidor: 149 s.	
Distribution enligt missiv	Pris: Enligt prislista	

Issuing organization FOI – Swedish Defence Research Agency Defence Analysis SE-172 90 Stockholm	Report number, ISRN FOI-R--0854--SE	Report type Scientific report
	Programme Areas 1. Defence and Security Policy	
	Month year May 2003	Project no. E 1719
	General Research Areas 5. Commissioned Research	
	Subcategories 13 Support to Security, Safety and Preparedness	
Author/s (editor/s) Leif Hedberg Karl Henrik Dreborg Göran Finnveden Anders Gullberg Mattias Höjer Jonas Åkerman	Project manager Leif Hedberg	
	Approved by Maria Hedvall	
	Sponsoring agency Formas and STEM	
	Scientifically and technically responsible	
Report title (In translation) Building room for the future		
Abstract (not more than 200 words) <p>In this project, our aim has been to find new and resource efficient solutions for the energy use in buildings, in line with sustainable development. The solutions have been sought within the interaction between behaviour and the utilization of buildings and its equipment. The focus has been to study how more efficient use of buildings and reduced demand for floor space can decrease the energy demand. A backcasting approach has been used to outline a number of images of the future for 2050.</p> <p>Two alternative paths of development that can contribute to more efficient use of buildings are identified. In the first information technology is used for performing more activities in dwellings. This development reduces the need for premises. This development is the base for the image Sparse The urbanization slows down and more people live in single-family houses in the suburban areas of cities.</p> <p>The Dense image is based on the other path, a more urban lifestyle. Activities in premises become more important and the demand for dwelling floor space decreases. People continue to move into cities. In the cities people live in nodes where the neighbourhood offers offices for telecommuting and a rich supply of services.</p>		
Keywords Backcasting, sustainable development, energy, buildings		
Further bibliographic information	Language Swedish	
ISSN 1650-1942	Pages 149 p.	
	Price acc. to pricelist	

Förord

Projektet har bedrivits vid fms (forskningsgruppen för miljöstrategiska studier) i nära samarbete med två andra projekt. Dessa är HUSUS (Hushåll och urbana strukturer i hållbara städer) samt Strategier för hållbara infrasystem. Genom dessa projekt har samarbete skett med KTH (Teknikhistoria och Infrastruktur) och Stockholms Universitet (Sociologi och Ekonomisk historia).

Projektet har finansierats av Formas och Energimyndigheten. Uppdraget har genomförts inom ramen för insatsområdet Elanvändning i bebyggelse som utlystes av dåvarande Byggnadsförskningsrådet (BFR) 1999.

Leif Hedberg har varit projektledare och har tillsammans med Anders Gullberg och Mattias Höjer redigerat slutrapporten.

Leif Hedberg har varit huvudansvarig för utveckling av framtidsbilderna och beräkningar av energianvändning. Karl Henrik Dreborg och Mattias Höjer ansvarar för beskrivningen av backcasting i kapitel 1. Anders Gullberg och Mattias Höjer har varit huvudansvariga för kapitel 5 om byggnaders användning. Göran Finnveden svarar för livscykelanalyserna i kapitel 11. Jonas Åkerman ansvarar för avsnittet om bränsleceller i kapitel 6 och avsnittet om ett energisnålt transportsystem i kapitel 11.

Ulrika Melin Ferdman, Christina Frost och Per Lind har medverkat i projektet och bidragit med underlag till rapporten.

Värdefulla synpunkter på rapporten har lämnats av Johan Swahn, Fysisk resursteori, Chalmers/Göteborgs Universitet, som seminariegranskat rapporten, samt Bengt Johansson, Naturvårdsverket.

Leif Hedberg
Projektledare

FÖRORD	5
SAMMANFATTNING	11
DEL I ENERGIANVÄNDNING I BEBYGGELSE	15
1 INLEDNING OCH SYFTE	15
Backcasting	16
Läsanvisning – backcasting styr rapportens uppläggning	19
2 BEBYGGELSENS ENERGIANVÄNDNING	21
Bebyggelsens energianvändning i ett livscykelperspektiv	22
Ytor	23
Total energianvändning	25
Elanvändning i hushåll	28
Energianvändning i lokaler	28
Elanvändning fördelad på ändamål	30
3 MÅL FÖR ENERGIANVÄNDNING I FRAMTIDSBILDERNA	33
4 FRAMTIDA ENERGIANVÄNDNING ENLIGT TREND	37
Demografisk utveckling	37
Ekonomisk utveckling	38
Arbets tid och konsumtion	40
Klimat	41
Teknik	42
Referensalternativ Trend	45

DEL II FRAMTIDSBILDER	53
5 BYGGNADERS ANVÄNDNING OCH TÄNKBARA FÖRÄNDRINGAR AV YTBEHOVET	53
Byggnaders funktion och användning	55
Kringskurna handlingsmöjligheter	66
Beteendets betydelse	69
Tänkbara förändringar av energianvändningen i bebyggelse	73
6 SYSTEM FÖR BYGGNADERNAS ENERGITILLFÖRSEL	87
Bränsleceller	87
Storskalig "Central"	89
Småskalig "Lokal"	89
7 BEBYGGELSENS GEOGRAFISKA STRUKTUR	91
Den glesa bebyggelsen	91
Den täta bebyggelsen	91
8 FRAMTIDSBILDERNA TÄT OCH GLES	93
Framtidsbilden Tät	94
Framtidsbilden Gles	95
Sammanfattande jämförelse av framtidsbildernas ytanvändning	97
DEL III FRAMTIDSBILDERNAS KONSEKVENSER	99
9 ENERGIANVÄNDNINGEN I FRAMTIDSBILDERNA	99
10 ALTERNATIVA ANTAGANDEN I FRAMTIDSBILDERNA	103
11 ENERGITILLFÖRSEL OCH EMISSIONER I FRAMTIDSBILDERNA	105
Framtida energianvändning i övriga samhällssektorer	105
Användning och tillförsel av energi 2050	108
Livscykelanalys och emissionsjämförelser	109

12 ANDRA MÅL SAMT EKONOMISKA OCH SOCIALA KONSEKVENSER	115
Samhällsekonomiska konsekvenser	115
Sociala konsekvenser	116
13 SLUTSATSER	117
APPENDIX I	125
Andra framtidsstudier	125
APPENDIX II	135
Underlag för emissionsberäkningar	135
Processdatablad för solfångare i LCA-beräkningarna.	137
REFERENSER	139

Sammanfattning

Bebyggelsen i form av bostäder och lokaler står för cirka 35 procent av den totala energianvändningen i Sverige. En minskad energianvändning inom sektorn är därmed av stor betydelse för att uppnå målet om en hållbar utveckling.

Projektet syftar till att genom ett brett systemperspektiv söka nya och resurseffektiva lösningar på bebyggelsens energiförsörjning. En uthållig energianvändning och elanvändning i bebyggelse kan sökas i hur människors livsstil och beteende samspelar med hur byggnaderna kan utnyttjas och utrustas i en framtid. I rapporten formuleras några framtidsbilder vilka ligger i linje med en uthållig utveckling.

Framtidsbilderna utgår från två alternativa mål för minskad energianvändning i bebyggelsen år 2050. Det minst ambitiösa är att minska total energianvändning med 50 procent. Detta ansluter till det mål som Miljömålskommittén föreslagit. Ett ambitiösare mål för hållbar utveckling är en minskning med två tredjedelar. Det har beräknats med utgångspunkt från globalt minskade utsläpp av koldioxid, tillgången på förnybara energikällor och lika miljöutrymme globalt per capita.

Den metod som använts i projektet för utformning av framtidsbilder är backcasting. Det första som görs i en backcastingstudie är att identifiera själva problemet och fastställa kriterier och mål. I detta steg analyseras rådande trender på området, och prognoser granskas. Avsikten är att finna ut om en utveckling enligt nu rådande mönster kan leda till att målen uppfylls. Om så inte är fallet fortsätter arbetet genom att en eller flera alternativa framtidsbilder utformas som uppnår uppställda mål. Detta brukar ses som kärnan i backcastingstudier, utformandet av framtidsbilder som illustrerar hur en lösning på ett större problem skulle kunna se ut. I det sista steget, som dock inte ingår i detta projekt analyseras hur framtidsbilderna skulle kunna förverkligas.

Flera framtidsstudier där beräkningar av bebyggelsens energianvändning ingår har gjorts i Sverige under senare år. De visar på stora möjligheter till minskad energianvändning genom förbättrad teknik. Dessa framtidsstudier och aktuella trender har utnyttjats som underlag för ett alternativ kallat Trend. I alternativet har antagits att bebyggelsens ytor ökar med 39 procent. Alternativet ger, för bebyggelsen, en minskning av energianvändning med 36 procent. Målet att minska total användning med 50 procent uppnås inte och därmed naturligtvis inte heller målet att minska energianvändningen med två tredjedelar.

En möjlighet att minska energianvändningen är genom ytterligare förbättrad teknik. Någon bedömning av teknikpotentialen görs dock inte i denna rapport. I projektet har analysen inriktats på frågan om en minskad energianvändning kan sökas i en effektivare användning av bebyggelse och därmed minskade krav på uppvärmda ytor. Framtidsbilderna utgår från att ett

trendbrott är möjligt där ökningen av ytor i bebyggelsen dämpas. Såväl byggnaden som den utrustning som finns i den kan utnyttjas effektivare. Byggnader står tomma eller har låg nyttjandegrad under delar av dygnet och året.

Två alternativa utvecklingar identifieras som båda kan innebära en ökad effektivitet i användning av byggnader. I den första ökar bostadens betydelse och dess roll som plats för såväl arbete som konsumtion stärks. Detta alternativ ligger till grund för en framtidsbild som kallas för Gles. En av förutsättningarna är en ökad användning av IT. Bostaden kan därmed ersätta lokalytor för service och arbete som t. ex. butiker och kontor. Urbaniseringen har upphört och flyttströmmarna har vänt tillbaka till landsbygd och mindre orter. I storstadsregionerna ökar småhusboendet bland annat genom utbyggnad av nya områden med villor och radhus relativt långt från stadskärnorna.

Den andra framtidsbilden, Tät, utgår från utvecklingen av en mer urban livsstil där lokalernas roll i människornas liv ökar. Människor tillbringar en växande del av sin tid på restauranger, biografier och samlingslokaler och behovet av bostadsytor minskar därmed. IT kan även här spela en roll genom att underlätta compact living. Apparater blir mindre ytkrävande och IT minskar krav på förvaring av böcker och bild- och ljudmedia. Inflyttning till storstäderna och regionala centra har fortsatt. Bebyggelsen har koncentrerats till knutpunkter av varierande storlek. Knutpunkterna erbjuder förutom små men välutrustade bostäder också inom bekvämt avstånd arbetsplatser, detaljhandel, privata tjänster och offentlig service.

I båda alternativen minskar inslaget av elvärme. I Tät antas uppvärmning i ökad omfattning ske med fjärrvärme. I Gles ökar lokal produktion av värme genom främst solfångare och biobränslepannor.

I båda alternativen antas att de totala uppvärmda ytorna minskar med 10 procent. I Gles är bostadsytorna oförändrade medan lokalytorna minskar. I Tät är lokalytorna oförändrade medan bostadsytorna minskar. Det effektivare nyttjandet av ytor medför minskat behov av uppvärmning och ytberoende användning av hushålls- och driftel.

Framtidsbilderna Tät och Gles är utformade för att målet med en tredjedels energianvändning ska nås. Det effektivare nyttjandet av ytor ger en effektivisering av användning av hushålls- och driftel genom minskad användning av ytberoende energianvändning som t.ex. belysning. I beräkningarna har antagits att summa hushålls- och driftel kan minska med cirka 10 procent jämfört med Trend. Aktiviteterna sker dock på olika platser varför fördelning mellan hushållsel och driftel är olika i de båda alternativen. Användning för uppvärmning har beräknats som skillnaden mellan "tillåten" mängd energi och det som går åt för drift-, fastighets- och hushållsel.

För att uppfylla målet begränsas genomsnittlig specifik energianvändning i hela beståndet till 40 kWh per m² för värme och lika mycket för drift, tillsammans 80 kWh per m² vilket är cirka 40 procent av dagens nivå.

Gemensamt för bilderna är att det krävs stora besparingar i det kvarvarande beståndets energianvändning vilket kan medföra stora samhällsekonomiska kostnader för investeringar i isolering och värmesystem, utbyte av apparater mm. Båda alternativen innebär betydande förändringar av människors dagliga liv och sociala situation. I Gles sker mer av människors aktiviteter i bostaden och mer tid kan ägnas åt familjen och kontakter i grannskapet. I Tät får de värden som en stor bostad erbjuder maka åt sig något. Bilden förutsätter en mer utåtriktad livsstil vilket innebär minskad tid i hemmet.

Analyserna visar att stora förändringar av såväl teknik som användningen av bebyggelsen krävs för att nå de uppsatta målen för energianvändning. Både institutionella och beteendemässiga förändringar bör eftersträvas och de bör utformas så att det blir ömsesidigt stödande. Med tanke på energi- och bebyggelseförsörjningens trögrörlighet bör erforderliga förändringar eftersträvas redan idag. Samtidigt råder en stor osäkerhet om den framtida utvecklingen. Vi utgår ifrån att samhällsplaneringen så långt möjligt bör vara adaptiv, det vill säga kunna anpassas successivt till förändrade förutsättningar.

Det viktigaste resultatet av studien är att den pekar på effektivare ytanvändning och därmed dämpad ytillväxt eller minskade ytor som ett sätt att begränsa energianvändningen i bostäder och lokaler. IT skapar nya möjligheter att minska behovet av ytor genom minskade behov av förvaring och ändrat mönster för på vilka platser aktiviteter kan utföras. Framtidsbilderna visar på nya principlösningar och kan därigenom stimulera till fortsatta studier och nya uppslag för samhällsplanering, aktörer inom bygg- och fastighetsbranschen samt för alla upplåtare och användare av lokaler och bostäder. Samtidigt rymmer dessa lösningar strategiska val och svåra avvägningar eller dilemman.

DEL I ENERGIANVÄNDNING I BEBYGGELSE

I denna inledande del beskriver vi arbetssättet i studien och hur energianvändningen i bebyggelsen ser ut idag. I det första kapitlet målar vi en grov bild av problemområdet och beskriver hur vi använder backcasting-ansatsen till att försöka hitta nya sätt att se på bebyggelsens energianvändning. Att arbeta med backcasting innebär också att man arbetar med framtidsbilder. Poängen med detta beskrivs i det första kapitlet. De övriga kapitlen i del I är inriktade på att beskriva energianvändningen idag och hur trenden ser ut.

1 Inledning och syfte

En stor del av samhällets totala energianvändning är knuten till bebyggelsen, till temperaturregleringen och användningen av bostäder och lokaler. Denna direkta energianvändning svarar för omkring 35 procent av landets totala. Av denna bebyggelsens ”driftenergi” svarar den högvärdiga elektriciteten för inte mindre än 40 procent. Den används för uppvärmning, företrädesvis i småhus, samt för belysning och drift av vitvaror, andra apparater, ventilation, etc. i bostäder och lokaler. Därtill ska läggas den mer svåruppskattade energimängd som åtgår vid nybyggnad, ombyggnad och rivning samt den som innehålls i byggandets insatsvaror. Denna höga energianvändning gör bebyggelsen till en central sektor i försöken att nå en hållbar samhällsutveckling. Att använda el till uppvärmning av villor i så stor omfattning som sker i Sverige skapar också problem under den kalla årstiden. Elvärmen bidrar i stor utsträckning till de höga topplasterna som måste mötas med dyr och miljöskadlig spetskraftsproduktion genom förbränning av fossila material inom eller utom landet. Även när det gäller annan resursanvändning som materialflöden och ianspråktagande av mark spelar bebyggelsen en central roll på miljöområdet.

Under en lång följd av år, eller från omkring 1970, har den använda energivolymen i bebyggelsen i stort sett varit oförändrad enligt officiell statistik trots att den sammanlagda temperaturreglerade ytan vuxit kraftigt. Till en viss del är detta en chimär eftersom förlusterna i energisystemen har kommit att särredovisas i takt med kärnkraftens expansion. Förluster som tidigare redovisats under rubriken bostadsuppvärmning har i och med energimixens förändringar flyttats till en separat förlustkolumn. Stora landvinningar har gjorts när det gäller effektivare system för uppvärmning och för drift av apparater men också när det gäller isolering och tillvaratagande av överskottsvärme. Det finns goda skäl att utgå från att denna utveckling mot effektivare energianvändning i bebyggelsen kommer att fortsätta, ett antagande som också stöds av andra framtidsstudier som genomförts och som redovisas i rapporten. En av de mer optimistiska studierna räknar med en energiminskning för uppvärmningen av bebyggelsen ner till mellan 60 och 70 procent i det existerande beståndet och ända ner till en femtedel vid nybyggnad under perioden fram till år 2025.

Att nå uppställda mål för en hållbar utveckling kräver mycket genomgripande förändringar, så genomgripande att vi funnit det motiverat att söka efter alternativa eller snarare kompletterande strategier till den pågående effektiviseringen. Ett av de viktigaste alternativ som då står till buds är en stagnation eller till och med en minskning av de temperatur-reglerade ytorna. Detta är en möjlighet som inte på allvar övervägts tidigare och det är den väg som vi kommer att undersöka i denna studie. Därigenom gör vi ett tydligt brott mot den förhärskande traditionen bland framtidsstudierna på området som alla antar en mer eller mindre betydande ökning av bostads- och lokalytorna i framtiden. I en utredning som refereras i rapporten räknar med en ökning av lokalytan med mellan 1 och 1,3 procent per år fram till år 2050 och med 0,75 procent per år för bostadsytan under samma period. Den stora utmaningen för en hållbar utveckling av bebyggelsens energianvändning måste därför inte bara handla om en fortsatt effektivisering utan också om att finna sätt att använda byggnadsytorna på ett så effektivt sätt att den sedan lång tid pågående expansionen av bebyggd yta per capita bryts.

Detta projekt syftar till att inom ramen för ett brett systemperspektiv söka nya och resurseffektiva lösningar på bebyggelsens energiförsörjning. En uthållig energianvändning och minskad elanvändning i bebyggelsen söks genom en kombination av delvis nya tekniska/organisatoriska systemlösningar och intensifierad användning av byggnadsytorna. Viktiga aspekter är därvid hur människor kan komma att organisera sin vardag, informationsteknikens roll samt vilka tjänster som byggnader kan erbjuda.

Backcasting

Under 50-talet utvecklades framför allt inom försvaret olika former av framtidsstudier. Syftet med dessa studier var oftast att försöka förutsäga utvecklingen inom olika områden av betydelse för den egna verksamheten. Framtidsstudiegenren har senare spritt sig till andra områden än försvaret och är nu vanlig inom bl.a. energi- och miljöområdet.

I försöken att hitta lämpliga sätt att förbereda sig för det okända har ett antal olika scenariometoder utvecklats. Ett gemensamt drag hos dessa brukar vara att man inte bara försöker hitta den mest troliga utvecklingen, utan att man snarare strävar efter att spanna upp ett utfallsrum, en hel serie med möjliga utvecklingsvägar. I många scenariostudier ingår ett moment där framtidsbilder utvecklas. Syftet med detta är att illustrera hur några centrala delar av det studerade området kan se ut i en, ofta ganska avlägsen, framtid.

Backcasting-ansatsen har utvecklats i denna tradition av scenarioarbete med framtidsbilder. Det som kanske är mest karaktäristiskt för backcasting, jämfört med andra scenariometoder, är att studierna fokuseras på att utveckla framtidsbilder där ett specifikt mål uppnås. De är alltså explicit normativa redan i själva problemformuleringen. Framtidsbildernas mycket framskjutna position i backcastingstudier är också typisk. Ett tredje utmärkande drag för backcastingstudier är en strävan efter att frigöra själva utformandet av framtidsbilderna från

dagsläget. Detta innebär ett försök att se hela omvärlden som påverkbar. I andra framtidsstudieansatser är det vanligt att man gör en indelning i interna faktorer (möjliga att påverka) och externa faktorer (viktiga för utvecklingen, men ej möjliga att påverka). I praktiken är kanske varken möjligt eller önskvärt att helt frigöra sig från de ramar omvärlden sätter upp. Men när man arbetar mot mål som ligger långt från den trendmässiga utvecklingen, kan backcastingens betoning av att inte låsa fast de externa faktorerna hjälpa till att synliggöra utvecklingsvägar som annars inte skulle beaktas.¹

Studier av backcasting-karaktär har använts sedan 1970-talet i ett antal större energiframtidsstudier i Sverige och i flera andra länder, även om termen inte började bli vanlig förrän på 1980-talet.² Under 90-talet har backcasting framför allt använts för studier av hållbar utveckling av olika delar av samhället som till exempel transportsektorn och städer.³

Backcasting innebär att man utvecklar ett eller flera scenarier genom att börja i framtiden med att teckna en eller flera framtidsbilder som visar hur en lösning på t. ex. ett större samhällsproblem skulle kunna se ut.⁴ Därefter analyseras under vilka förutsättningar framtidsbilden eller -bilderna kan nås och olika aktörers roll i detta sammanhang. Tidshorisonten för framtidsbilderna/scenarierna läggs tillräckligt långt bort för att större förändringar ska hinna ske. På så sätt frigör man sig lättare från lösningar vid dagens trender och har bättre förutsättningar att hitta nya alternativ. Detta är i själva verket en av de främsta fördelarna med backcasting.

Man kan urskilja fyra huvudsakliga steg i en backcastingstudie (se figur 1.1 nedan).⁵

Steg 0. Vad är problemet? Det första som görs i en backcastingstudie är att identifiera själva problemet och fastställa kriterier och mål.

Steg 1. Leder nuvarande utveckling till att problemet löser sig? I detta steg analyseras rådande trender på området, och prognoser granskas. Avsikten är att finna ut om en utveckling enligt nu rådande mönster kan leda till att målen uppfylls. Om det mesta tyder på att problemet kommer att lösas sig finns det inte någon anledning att fortsätta arbetet i form av en backcastingstudie.

Steg 2. Hur skulle en lösning kunna se ut? En eller flera alternativa framtidsbilder utformas som uppnår de kriterier/mål som uppställdes i steg 0. Resultaten presenteras så att de kan diskuteras av olika aktörer – en sorts relevanstest. Bilderna utgör sedan

¹ Höjer, 2000

² Johansson, Steen and fl 1983; Kaijser, Mogren and Steen 1988; Lönnroth, Johansson and Steen 1978; Robinson 1982; Steen et al. 1981; Steen et al. 1992

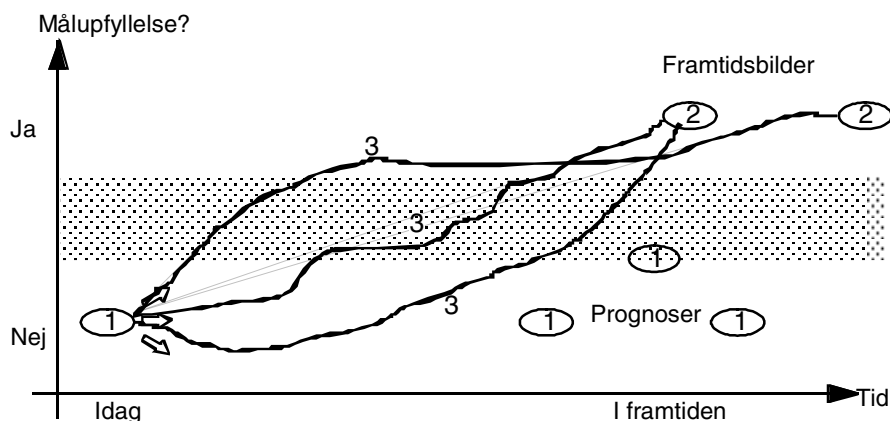
³ COOL 2000; Naturvårdsverket 1996; OECD 1999; Steen et al. 1997; Åkerman et al. 2000

⁴ Dreborg 2001

⁵ Dreborg 2001; Höjer, Mattsson, 2000

underlag för steg 3. Detta brukar ses som kärnan i backcastingstudier, utformandet av framtidsbilder som illustrerar hur en lösning på ett större problem skulle kunna se ut.

Steg 3. Hur skulle lösningen kunna komma till stånd?⁶ Här analyseras hur framtidsbilderna skulle kunna förverkligas.⁷ Det eventuella behovet av trendbrott lyfts fram liksom hur dessa kan stimuleras.



Figur 1.1: Uppbyggnaden av backcastingstudier. Prognoserna tyder på att målet inte kommer att nås (1). Därför utvecklas framtidsbilder med hjälp av lämplig scenariometod (2). Slutligen analyseras möjligheterna att nå framtidsbilderna (3). Källa: Höjer, Mattsson 2000.

I jämförelse med andra framtidsstudieansatser som prognoser och scenarioplanering har backcasting ett delvis annat användningsområde. Backcasting är av intresse när det finns ett större samhällsproblem som söker en lösning och när rådande trender verkar försvåra problemet. I backcastingstudier innefattar ofta mottagaren/aktören en bredare, intresserad allmänhet, vid sidan av beslutsfattare av mer traditionellt slag. Syftet är att för denna heterogena grupp visa på möjliga nya lösningar. Framtidsbilderna och analyserna av "vägen dit" ska då som en viktig del visa på olika aktörers roll i en sådan lösning. Syftet är inte att vägleda omedelbar handling utan att öppna tänkandet om framtiden och att bidra till den process där föreställningarna om framtiden utvecklas.⁸ Backcastingstudier kan dessutom leda till att nya forskningsfrågor identifieras.

⁶ Robinson (1982) lägger större vikt vid detta steg än de övriga, och utvecklar denna punkt i ett antal processteg.

⁷ I flera framställningar av backcasting beskrivs detta som att räkna baklänges från framtidsbilden för att bestämma hur långt på vägen man måste ha kommit vid olika tidpunkter för att kunna nå målet (Robinson 1982; Robinson 1990). Tyngdpunkten ligger då på ledtider för införande och spridning av nya lösningar mm. Detta verkar förutsätta en mer eller mindre förutsägbar och styrbar utvecklingsprocess och kritik har också riktats mot backcasting för att denna uppläggning tycks förutsätta en planekonomi. Backcastingstudier brukar dock inte resultera i en rigid plan och vare sig Robinson eller andra ledande företrädare förordar ett plantänkande.

⁸ För en diskussion av syfte och metod se Dreborg 1996; Höjer 2000; Robinson 1990.

Läsanvisning – backcasting styr rapportens uppläggning

Valet att använda backcasting i denna studie genomsyrar dispositionen av rapporten. Denna del I ägnar vi åt att presentera det system vi studerar (kapitel 2) och åt att formulera kriterier och mål för framtidsstudien (kapitel 3).

Backcastingens ”Steg 1” utförs sedan i kapitel 4, där vi tar upp rådande trender av betydelse för bebyggelsesystemets energianvändning. I samband med detta diskuteras grundläggande förutsättningar för framtidsbilder i form av demografisk och ekonomisk utveckling, klimat och teknik. Som underlag för analysen beräknas ett referensalternativ, baserat på andra framtidsstudiers uppgifter om yttillväxt, energianvändning mm. Beräkningarna visar att de formulerade målen inte kommer att nås i detta alternativ.

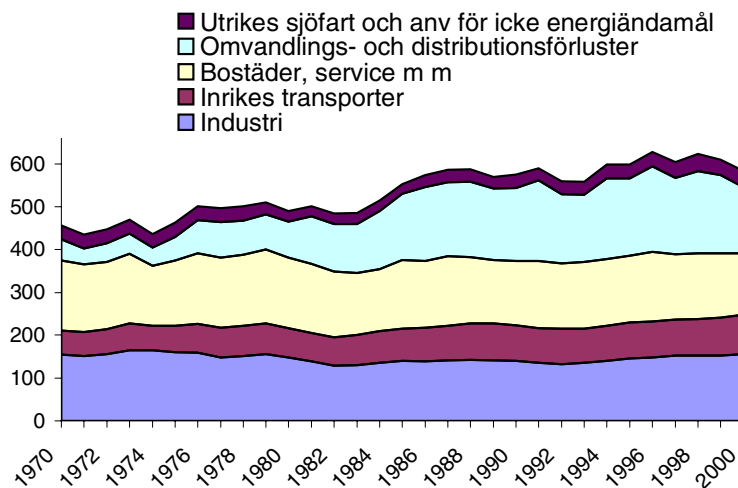
I del II av rapporten behandlar vi backcastingens ”Steg 2”. I kapitel 5-7 går vi igenom ett antal viktiga byggstenar (byggnaders användning, värme- och elförsörjning samt bebyggelsens geografiska struktur) för de framtidsbilder som sedan presenteras i det avslutande kapitlet (8) i del II. Framtidsbilderna utgör en central del av rapporten, genom att de sammanfattar hur en kombination av tekniska förändringar och aktivitetsförändringar skulle kunna leda fram till kraftigt reducerad energianvändning för bebyggelse.

I del III analyseras framtidsbilderna utifrån ett antal olika perspektiv. Den tyngsta delen av del III består av själva energiberäkningarna för framtidsbilderna. Förutom detta görs en livscykelanalys över energisystemet i framtidsbilderna, och energianvändningen för andra sektorer än bebyggelsen diskuteras översiktligt. De avslutande kapitlen innehåller en värdering av framtidsbilderna samt en avslutande diskussion om vilka slutsatser som kan dras av studien och hur den kan användas.

Hela del III kan sägas vara inledningen till backcastingens tredje steg, där vägen till framtidsbilderna ska analyseras. Däremot gör vi inte någon fördjupad analys av hur utvecklingen i riktning mot framtidsbilderna skulle se ut. Här ligger fokus istället på att betona vikten av se till både teknikpotential och möjligheter att förändra bebyggelseanvändningen, när energianvändningen för denna sektor diskuteras. Att identifiera potentialerna är det första steget i riktning mot en hållbar energianvändning i bebyggelsen.

2 Bebyggelsens energianvändning

Under de senaste 30 åren har den svenska energianvändningen, exklusive omvandlings- och distributionsförluster, inte ändrats nämnvärt. Däremot har förlusterna ökat (se figur 2.1). Drygt 70 procent av förlusterna kommer från kärnkraften.

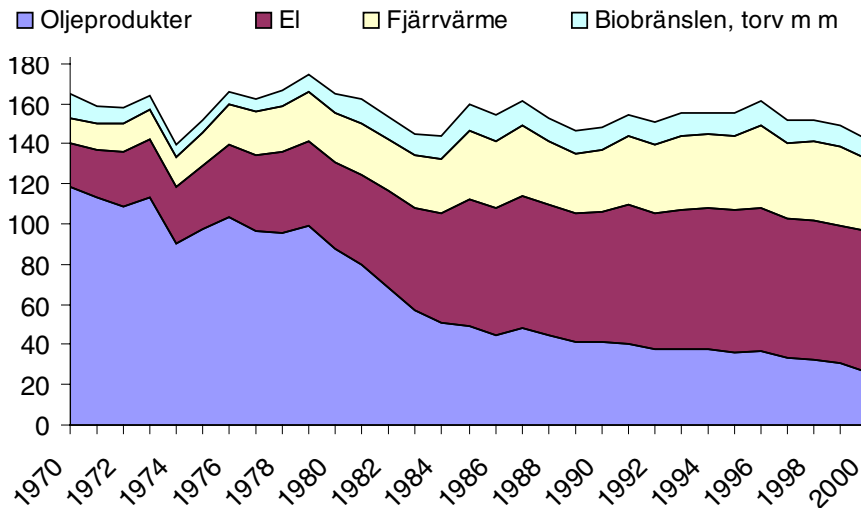


Figur 2.1 Sveriges totala energianvändning 1970–1999, TWh. Källa: Energimyndigheten 2001a.

Den totala temperaturkorrigerade energianvändningen inom bostäder, service mm. har varit relativt stabil under samma period, men inom sektorn har en del stora förändringar skett. Faktorer som verkat för en ökning av energianvändningen är att antalet bostäder har ökat med 30 procent och att hushållens energianvändning för belysning, matlagning och olika apparater, det man brukar kalla hushållsel, fördubblats under perioden. Samtidigt ökade lokalytorna kraftigt och elanvändningen i lokaler, driftelen, mer än tredubblades bland annat på grund av tillväxt inom serviceverksamhet och ökat antal apparater. Förklaringarna till att den slutliga energianvändningen ändå inte ökat är att övergången från olja till el och fjärrvärme inneburit lägre omvandlingsförluster, samt energibesparande åtgärder och det ökade antalet värmepumpar.

Även om den totala energianvändningen, statistiskt sett, inte ändrats så mycket har det skett en dramatisk förändring av energimixen. Användningen av olja har minskat med nära 80 procent medan el och fjärrvärme ökat med ungefär 200 procent (se figur 2.2). Stabiliteten i sektorns energianvändning är delvis en effekt av det sätt på vilket statistiken presenteras. Av figur 2.1, över Sveriges totala energianvändning, framgår att posten ”Omvandlings- och distributionsförluster” ökat kraftigt. Samtidigt har förlusterna minskat inom de olika sektorerna. Inom t. ex. bostadssektorn redovisas förluster i villaoljepannor som energianvändning av oljeprodukter. Om man istället har elpanna blir förlusterna ofta stora i elkraftverket, och de förlusterna redovisas då som ”Omvandlings- och distributionsförluster”. En ytterligare svårighet när statistiken ska tolkas är att kärnkraftens förluster kan redovisas

enligt olika principer. I uppställningen som används här har vi hållit oss till Energimyndighetens statistik och inkluderat förluster i kärnkraft⁹. Sättet statistiken presenteras på innebär att ett byte av uppvärmningssystem från olja till el flyttar redovisningen av förluster i energisystemet från att ha varit dolda i posten ”Bostäder, service mm.”, till att de synliggörs som omvandlingsförluster i energisystemet. En till synes stabil energianvändning i en sektor kan alltså i själva verket vara en följd av att förlusterna, statistiskt sett, flyttas ut från sektorn.



Figur 2.2 Slutlig energianvändning inom sektorn bostäder, service mm., 1970–2000, TWh. Källa Energimyndigheten 2001a.

Bebyggelsens energianvändning i ett livscykelperspektiv

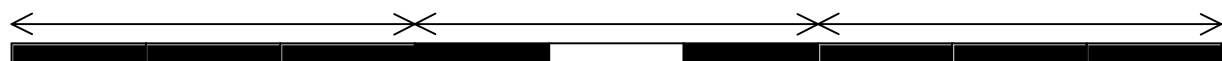
Ovanstående avsnitt beskriver energianvändningen i bostads och lokalsektorn baserad på årlig statistik. Det innebär att redovisade mått avser ett år under en byggnadernas bruksfas. För att bedöma en byggnads totala miljöpåverkan under hela livstiden kan livscykelanalys (LCA) användas.

LCA är ett systemanalysverktyg för att bedöma den totala miljöpåverkan av en produkt eller tjänst ”från vaggan till graven”. Detta helhetsperspektiv innebär att alla steg i livscykeln hanteras, från utvinning av råvaror över tillverkning, distribution, användning, återanvändning, underhåll och återvinning till sluthantering av avfall. Transporter inkluderas också för alla steg. En LCA ska omfatta hälsoeffekter, effekter på ekosystem och naturresursanvändning.

I en LCA ska all miljöpåverkan tas med och både kvantitativa och kvalitativa data kan hanteras. I praktiken måste man dock begränsa studien och betoningen läggs ofta på kvantitativa data. En LCA är platsberoende och beräknar möjlig miljöpåverkan utan att ta hänsyn till lokalisering.

⁹ Se vidare Energimyndigheten 2001a

Flera livscykelanalyser där energiförbrukningen samt miljöpåverkan av byggnads-konstruktioner samt olika typer av byggnader har studerats har utförts.¹⁰ En byggnads livscykel kan delas in i faserna produktion av byggnadsmaterial, transporter, uppförande, bruksfas, renovering, rivning samt materiell resthantering, se figur 2.3.



Tillverkning Transport Uppförande Bruksfas Renovering Bruksfas Rivning Transport Resthantering

Figur 2.3. En byggnads olika tidsfaser (produktion av byggnadsmaterial, transporter, uppförande, bruksfas, renovering, rivning samt materiell resthantering) i dess livscykel.¹¹

Under en byggnads livscykel åtgår ungefär 85 procent av den totala energianvändningen vid bruksskedet.¹² Bruksfasens energianvändning står för den dominerande delen av en byggnads miljöbelastning sett ur ett livscykelperspektiv.¹³ Miljöpåverkan som härrör från tillverkning av byggnadsmaterial motsvarar mellan 10-20 procent av den totala enligt en studie av bostadsbyggnader.¹⁴ I studien är miljöpåverkanskategorierna växthuseffekt, försurning, fotokemisk ozonbildande potential och human toxicitet inkluderade.

Följaktligen är det ur ett energi- och miljöperspektiv viktigare att minska byggnaders energi-användning i bruksskedet än att minska användningen vid tillverkning av byggnads-komponenter, uppförande och rivning av byggnaden.¹⁵ Vi kommer därför att huvudsakligen diskutera användningsfasen i denna rapport. En förenklad livscykelanalys av energisystemen i framtidsbilderna redovisas dock i kapitel 11.

Ytor

Som en bakgrund för fortsatta analyser beskrivs nedan omfattningen och karaktären på de uppvärmda ytorna i Sverige 2000, fördelade på bostäder och lokaler. Vi redovisar också hur energianvändningen fördelas på olika ändamål inom bostäder respektive lokaler. Det bör noteras att statistiken är bristfällig och att jämförelser över tiden är osäkra.¹⁶

I figur 2.4 visas de uppvärmda ytorna för bostäder och lokaler, exklusive industrilokaler år 2000. De totala ytorna var 634 miljoner m², varav merparten (67 procent) utgjordes av

¹⁰ se t ex Erlandsson 1994 samt Adalberth 2000

¹¹ Adalberth 2000

¹² Adalberth 2000

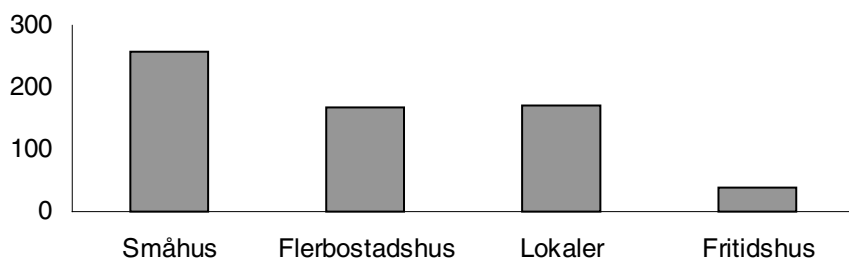
¹³ Ståhl 2000

¹⁴ Adalberth 2000

¹⁵ Ståhl 2000

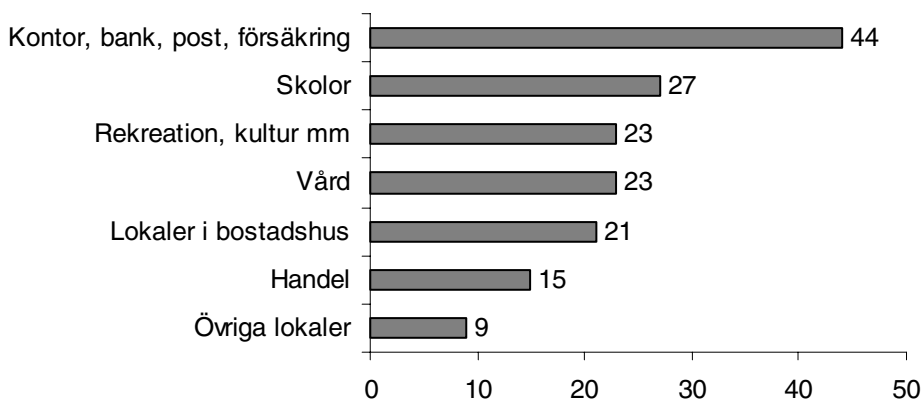
¹⁶ Energimyndigheten 2000a

permanentbostäder. Fritidshusens andel var 6 procent och resterande 27 procent utgjordes av lokaler.¹⁷



Figur 2.4 Uppvärmda ytor år 2000, miljoner m².¹⁸

Lokaler är en heterogen kategori som innehåller byggnader för aktiviteter kopplade till privat och offentlig konsumtion av varor och tjänster. I figur 2.5 redovisas fördelningen på olika lokaltyper. Totalt handlar det om 162 miljoner m², där den största posten, kontor inklusive post, bank, tele och försäkringar, svarar för 27 procent av ytorna. Vård, inklusive daghem, frisörer mm. svarar för 14 procent och skolor för 16 procent. Till rekreation och kultur används 14 procent av ytorna. Hit hör restauranger, hotell, idrottsanläggningar, kyrkor, teatrar, biografier, konsertlokaler och övriga samlingslokaler. Övriga lokaler svarar för 6 procent. En relativt stor post (13 procent) som inte fördelats på lokaltyp är lokaler i bostadshus. De kan antas innehålla bland annat handel, daghem och övriga privata tjänster som t. ex. frisörer.



Figur 2.5 Fördelning av lokaler på olika lokaltyper, miljoner m².¹⁹

¹⁷ Lokalytorna år 2000 är cirka 13 miljoner m² större än år 1999 resp 2001, se SCB 2001e och SCB 2002c. Skillnaden avser främst ytor för kontor. Det förefaller sannolikt att ytorna år 2000 är överskattade.

¹⁸ Statistiska Centralbyrån, 2000 s 5; 2001e s 7 och 2002c. I småhus ingår jordbruksfastigheter och permanentbebodda fritidshus.

¹⁹ Statistiska Centralbyrån 2001b, Bearbetning av tabell 4 s 12. I Statistiska Centralbyrån 2001e s 16 räknas ytorna fram till total nivå 170 m². I denna beräkning ingår ytor under 200 m² på 0,7 miljoner m², distributions- och reningsanläggningar på 1,9 miljoner m² och övriga ej skattepliktiga

Total energianvändning²⁰

I byggnaderna utförs olika aktiviteter där människor vistas och där energi används för drift av olika apparater. I bostäder finns spisar, kylskåp, tvätt- och diskmaskiner, datorer, hemelektronik mm. och i lokaler olika utrustning för produktion av tjänster, t. ex. datorer, kyldiskar, medicinsk utrustning och köksutrustning. Aktiviteterna kräver också belysning i såväl bostäder som lokaler. Vissa aktiviteter, som tvätt och disk, kräver varmvatten. För att människor ska kunna vistas i byggnaderna behövs klimatanläggningar. Såväl människor som apparater avger värme. Beroende på årstid kan byggnaderna behöva värmas alternativt kylas.

Energianvändningen i bebyggelsen uppgår till 134 TWh (se tabell 2.1). Den största delen (94 TWh) används för uppvärmning av inomhusluft och varmvatten och resterande till hushålls-, fastighets- och driftel. Det betyder att uppvärmning står för 70 procent av bebyggelsens energianvändning.

Av energianvändning för uppvärmning användes 70 TWh till permanentbostäder och fritidshus och 24 TWh till lokaler. Den största posten bland bostäder står småhus för, 40 TWh. Småhus uppvärms till mestadels av el, olja och biobränslen. Flerbostadshusen uppvärms i huvudsak av fjärrvärme, medan fritidshusen mest värms med el.

Den sammanlagda användningen av hushålls- och fastighetsel i bostäder (22 TWh) är något större än den driftel som används i lokaler (17 TWh).

TWh	Småhus	Flerbostadshus	Fritidshus	Lokaler	Summa
Olja	12	3,4	0,2	4,6	20
Fjärrvärme	2,7	21		15	39
Elvärme	15	1,8	1,8	3,9	22
Naturgas	0,3	0,3		0,3	0,9
Biobränslen	9,7	0,2	0,6	0,6	11
Summa värme	40	27	2,6	24	94
Fastighets, drift- och hushållsel	11	10	0,7	18	40
Summa energi	51	38	3,3	42	134

Tabell 2.1 Energianvändning i bostäder och lokaler 2000.²¹

anläggningar på 3,7 miljoner m². Dessa tre poster har inte tagits med i tabellen ovan eller vid senare analyser.

²⁰ Statistiken gällande energianvändningen i detta avsnitt är inte normalårskorrigerad. Eftersom 2000 var ett varmt år är därför siffrorna för uppvärmning lägre, för detta år, än om det varit ett normalt år.

²¹ Hushållsel för småhus har uppskattats genom att från leveranser av el till hushåll i småhus (Statistiska Centralbyrån 2001f) dra uppvärmning enligt statistik ovan. Hushålls- och driftel för

Användningen ovan kan relateras till de ytor som beskrevs tidigare. Man får då ett mått på bebyggelsens specifika energianvändning (se tabell 2.2). År 2000 var specifik energianvändning för uppvärmning, inkl. varmvatten, av småhus 155 kWh/m², för flerbostadshus 162 kWh/m² och för lokaler 143 kWh/m². För drift- och hushållsel är specifik energianvändning 43 kWh/m² för småhus, 63 kWh/m² för flerbostadshus och 103 kWh/m² för lokaler. För fritidshus är den specifika energianvändningen 65 kWh/m² för uppvärmning och 18 kWh/m² för hushållsel.

kWh/m ²	Småhus	Flerbostadshus	Fritidshus	Lokaler	Snitt
Specifik värme	155	162	65	143	148
Specifik el (exklusive värme)	43	63	18	103	63

Tabell 2.2 Specifik energianvändning i bostäder och lokaler 2000, kWh/m².

Det kan vara förvånande att småhusens specifika energianvändning är lägre än flerbostadshusens. Detta kan åtminstone delvis förklaras med att ytor beräknas på olika sätt för dessa två bostadstyper. I småhusen, men inte i flerbostadshusen, ingår förutom bostadsytorna biytorna som uppvärmts till minst 10 grader C, t. ex. pannrum, tvättstuga, förråd, hobbyrum, gillestuga och garage.²² Om man, för att göra en mer rättvisande jämförelse med flerbostadshusen, bara räknar bostadsytorna i småhusen fördelas energianvändningen på färre kvadratmeter och den specifika energianvändningen blir då högre. Beräkningar av biytornas andelar visar att de utgör 18 procent av småhusens yta.²³ Den specifika energianvändningen i småhus, exklusive biytorna, skulle då vara $155 \text{ kWh/m}^2 / 0,82 = 189 \text{ kWh/m}^2$.

Ett hus tillförs värme genom inköpt energi, samt eventuella solfångare och värmepumpar. Till uppvärmningen bidrar också värme från apparater, solinstrålning och personvärme. De tabeller som redovisas ovan avser inköpt energi. Detta innebär att bidrag från berg, sjöar mm. via värmepumpar samt bidrag från solfångare inte ingår. Däremot ingår förluster hos slutanvändaren. Den specifika energianvändningen påverkas alltså av vilket system som används för energitillförsel.

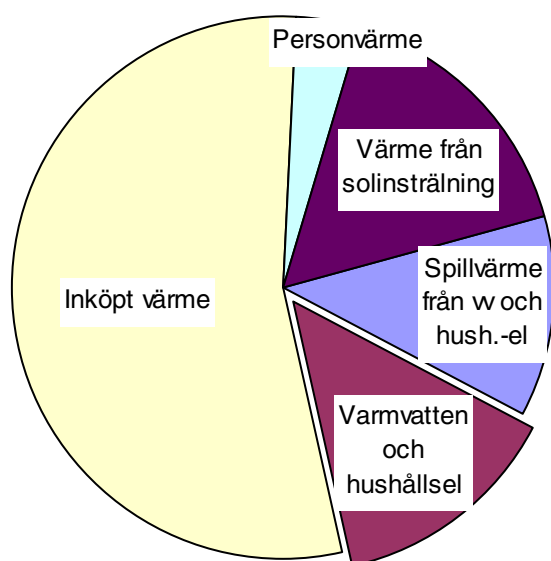
flerbostadshus har uppskattats genom att summera leveranser till hushåll i flerbostadshus och förvaltning av bostadsfastigheter. Driftel för lokaler har uppskattats till summa leveranser till olika tjänstesektorer samt övrig fastighetsförvaltning. (Statistiska Centralbyrån 2001f). Data för biobränslen för flerbostadshus och lokaler gäller 2001, Statistiska centralbyrån 2002c s 2. Totala elleveranser till fritidshus har hämtats från ovan nämnda statistik över elleveranser. För uppgifter om uppvärmning har använts uppgifter för 1997 (SOU 2000:23 s 432) samt en studie av energianvändningen från och med sept 2000 till och med augusti 2001 (Statistiska Centralbyrån 2002a).

²² Statistiska Centralbyrån 2001d s27

²³ Beräkningar med uppgifter från Statistiska Centralbyrån 2001d s 16-17

Solenergins bidrag till uppvärmning är idag mycket litet. Värmepumparnas bidrag kan uppskattas till cirka 0,6 TWh vardera för små- och flerbostadshus och 0,15 TWh för lokaler.²⁴

En energibalans där ett års totala energibehov ställs mot olika energitillskott kan illustrera sambandet mellan inköpt energi och annan energi i ett typiskt småhus från 70-talet. För tappvarmvatten och hushållsel krävs totalt cirka 8000 kWh, varav cirka 3700 är förluster som nyttiggörs i form av spillvärme. Energibehovet för att täcka värme och ventilationsförluster är 27000 kWh/år. Från detta dras ”gratisenergi”, 3700 från spillvärmerna, 5000 kWh från solinstrålning och 1300 från personer summa 10000 kWh. Det innebär att 17000 kWh inköpt energi krävs för uppvärmning. Summa inköpt energi är därmed 25000 kWh per år (se även figur 2.6).²⁵



Figur 2.6 Exempel på energibalans för småhus från 70-talet med totalt energibehov på 31300 kWh/år.²⁶

Det går naturligtvis att göra motsvarande energibalanser för lokaler, men de skulle sinsemellan se mycket olika ut, beroende på lokaltyp. Vissa miljöer behöver t. ex. kylas hela året, eftersom värmen från apparater och människor är mer än tillräcklig för uppvärmningsbehovet.

²⁴ Användningen till värmepumpar var år 2000 0,4 TWh för flerbostadshus och 0,1 för lokaler (Statistiska Centralbyrån 2001e s 22-23). Till småhus med jord-, sjö- och bergvärmepumpar används totalt 0,6 TWh el. (Statistiska Centralbyrån 2001d s 21). Användning för värmepump kan efter att hushållsel har dragits bort uppskattas till 0,4 TWh för småhus. Med antagandet att för varje kWh tillförd energi producerar värmepumparna 1,5 gånger så mycket värmeenergi (verkningsgrad 250%) kan 0,6 TWh för små- och flerbostadshus och 0,15 TWh för lokaler antas tillföras från värmepumpar.

²⁵ Energimyndigheten, Naturvårdsverket 1998 s 23

²⁶ Energimyndigheten, Naturvårdsverket 1998 s 23

Elanvändning i hushåll

För boende i småhus är mathantering den område som förbrukar mest el med cirka 40 procent. Övrig användning fördelar sig ganska jämnt mellan tvätt och tork, belysning och apparater (se även tabell 2.3).²⁷

	procent
Mathantering	43
<i>Matförvaring</i>	20
<i>Matlagning</i>	16
<i>Disk</i>	7
Tvätt och tork	20
Belysning	20
Elektriska apparater	17

Tabell 2.3 Genomsnittlig fördelning av hushållsel för småhus.²⁸

För en jämförbar fördelning för flerbostadshus bör hushålls- och fastighetsel summeras, men vi har inte kunnat göra någon sådan sammanställning, eftersom det saknas aktuella uppgifter om fördelning på användningsområden. En redovisning av tre exempel på fastighetselens användning i flerbostadshus visar att fördelningen varierar kraftigt. Tvättstugornas elanvändning står för 13-42 procent, belysning för 17-19 procent, ventilation för 20-38 procent, värmesystem (panncentral, fjärrvärmecentral, elvärmekablar) för 12-25 procent och hissar för 4-7 procent.²⁹

Energianvändning i lokaler

I statistiken över lokalernas energianvändning publiceras inte användning av energi för uppvärmning på olika lokaltyper. En specialbearbetning för projektets räkning avseende år 1999 gjordes av Statistiska Centralbyrån. Enligt denna bearbetning varierar specifik energianvändning för uppvärmning med en faktor två mellan olika lokaltyper. Lägst var den för försäkringsverksamhet med 125 kWh/m² och högst för banker med 250 kWh/m². Ett lika stort intervall kan utläsas i en undersökning avseende 1991, mellan 110 och 224 kWh/m². Indelningen i lokaltyper är olika vilket förutom skillnaden i tidpunkt försvårar jämförelser. I studien var energianvändningen lägst för bank och försäkring och högst för daghem.³⁰

²⁷ Energimyndigheten 2001b

²⁸ Energimyndigheten 2001b

²⁹ Berndtsson 2002

³⁰ Vattenfall 1992

Uppgifter för driftel går inte att återfinna direkt i årlig statistik. Ovan nämnda leveransstatistik redovisar dock en sektorfördelning där information om lokalernas elanvändning kan utläsas. Från dessa siffror måste man dra elens användningen av el för uppvärmning för att erhålla driftelens storlek. I nedanstående tabell redovisas leveranser av elenergi 2000.³¹

Sektor	TWh
Detaljhandel	4,6
Hälso- och sjukvård, sociala tjänster	3,1
Utbildning, forskning och utveckling	2,4
Fastighetsförvaltning, övrigt	1,7
Sport, fritid, kultur	1,7
Offentlig förvaltning	1,5
Uthyrning, databehandling o andra företagstjänster	1,4
Partihandel	1,3
Hotell- och restaurang	1,3
Intressebevakning, personliga tjänster	1,2
Post och tele	0,6
Bank och försäkring	0,5

Tabell 2.4 Elleveranser till sektorer inom kategorin lokaler 2000.³²

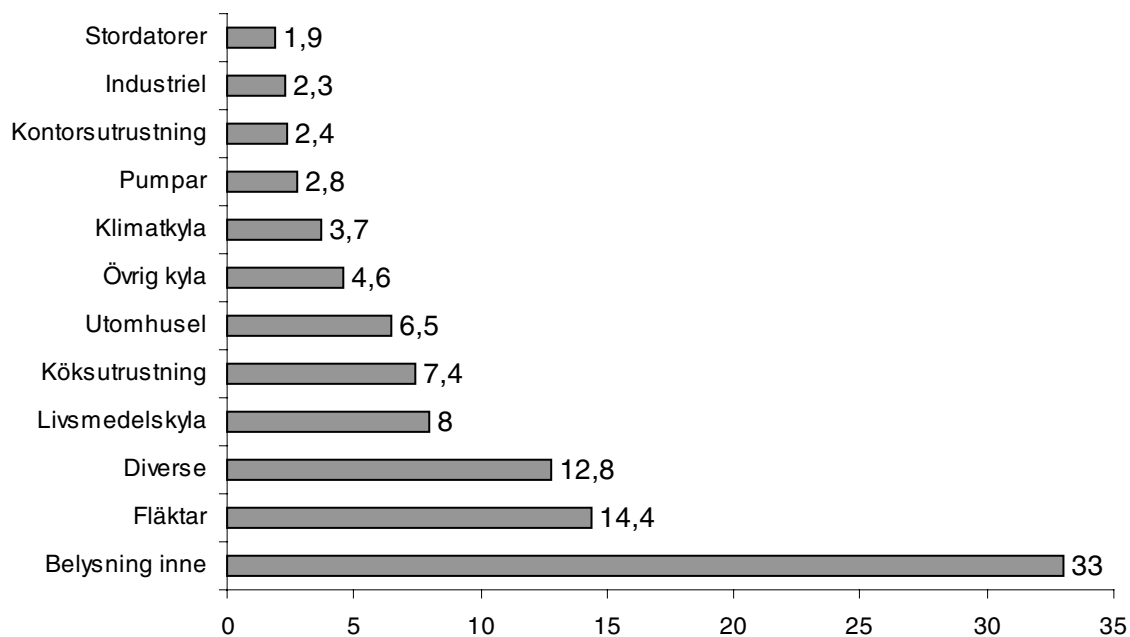
Av tabell 2.4 framgår att de sektorer som använder mest el är detaljhandel, utbildning mm. samt hälso- och sjukvård och sociala tjänster. Det har visat sig svårt att kombinera dessa uppgifter med ytor enligt lokalstatistik ovan. Resultatet ger inte rimliga siffror för specifik energianvändning. Intressant information kan dock utläsas från ovan nämnda studie avseende 1991³³ där driftel redovisas såväl totalt som för olika ändamål. Högst specifik energi-användning av driftel hade livsmedelsbutiker med 255 kWh/m² och lägst utbildning med 53 kWh/m².

Om driftelen granskas närmare framgår att belysning är en tung post för samtliga lokaltyper och främst för butiker. Fläktar är också en betydande del av driftelen för många lokaltyper. Kyla är främst en stor faktor i livsmedelsbutiker. Även idrottsanläggningar använder mycket energi för kyla bland annat till isbanor. Energianvändning för kontorsutrustning och datorer förekommer främst i kontor, bank och försäkring.

³¹ Energimyndighetens årliga statistik baseras på såväl denna statistik som statistiken för bostäder och lokaler. Energimyndigheten gör dessutom egna bearbetningar.

³² Statistiska Centralbyrån 2001f

³³ Vattenfall 1992



Figur 2.7 Fördelning av driftel i lokaler 1991, procent.³⁴

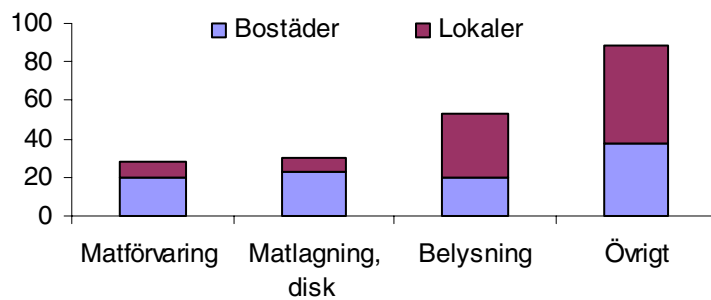
Figur 2.7 visar att belysning står för nästan en tredjedel av driftelen. En annan tung post är fläktar. Sammanlagt är också kyla en relativt stor post, cirka 15 procent, varav drygt hälften är livsmedelskyla. I övrig kyla ingår frysaggregat inom idrottslokaler och isbanor samt övrig processkyla. I diverse ingår bland annat tvättutrustning, bad och hissar. Det bör dock beaktas att uppgifterna är över tio år gamla. Sannolikt har energianvändningen för kontorsutrustning ökat under perioden.

Elanvändning fördelad på ändamål

I figur 2.8 redovisas en grov kalkyl av fördelning av den samlade hushålls- och driftelanvändningen i bostäder och lokaler. För bostäder har i brist på bättre uppgifter använts aktuell fördelning av hushållsel för småhus och för lokaler fördelning av driftel 1991.³⁵ Siffrorna bör tolkas med försiktighet. Figuren visar att förvaring, tillagning av mat och disk och belysning står för en betydande del av elanvändningen, över hälften enligt denna kalkyl.

³⁴ Gruppen "Övriga anläggningar", som utgörs av garage samt anläggningar som saknar uppvärmd yta har exklusiveuderats.

³⁵ Vattenfall 1992



Figur 2.8 Fördelning av hushålls-, fastighets- och drifttel på olika ändamål.

Med den genomgång av energianvändningen i bebyggelsen vi gjort ovan går det att se hur stor del av den totala energianvändningen som är beroende av ytan och hur stor del det är som mer beror på de aktiviteter som utförs i lokalerna. Uppvärmningsbehovet är i princip proportionellt mot ytan. Detta svarar för 70 procent av den totala energianvändningen. Belysningen är också starkt kopplad till ytan, även om en stor del av belysningen kan kopplas direkt till aktiviteter i bostäder och lokaler, t. ex. arbetsbelysning. Användningen av varmvatten, cirkulationspumpar mm. är också i stor utsträckning ytoberoende. Matlagning, tvätt och kontorsarbete är däremot betydligt starkare kopplade till respektive aktivitet. Sammantaget innebär detta att uppskattningsvis 80 procent av energianvändningen är beroende av byggnadsytan.

3 Mål för energianvändning i framtidsbilderna

Det är inte möjligt att säga exakt hur stor bebyggelsens energianvändning kan vara i ett hållbart samhälle. Därtill är osäkerheterna alldeles för stora. Om man över huvud taget ska tala om en hållbar nivå för den svenska bebyggelsens energianvändning är det uppenbart att denna nivå blir beroende både av tillgången på energi och av andra sektorer och regioners energianvändning.

Vi kan inte veta hur morgondagens energiteknik och därmed energitillgång ser ut. Det som begränsar energitillgången är dels tillgången till själva primärenergien (t. ex. olja, fossil gas, torv, vind, sol och vattenrörelser), dels miljö- och hälsoeffekterna av energianvändningen (växthuseffekt, ändrade lokala koncentrationer i mark, luft och vatten). Båda dessa begränsningar påverkas av teknikutvecklingen. Redan idag pumpar man tillbaka koldioxid i porös berggrund för att minska nettoutsläppen till atmosfären vid olje- och kolförbränning. De fossila bränslenas bidrag till växthuseffekten skulle då minska. Det pågår också forskning och utveckling inom en uppsjö olika områden för att utveckla alternativa energikällor. Det kan handla om t. ex. att spjälka vätgas ur vatten med hjälp av solenergi. Vätgasen kan sedan användas i bränsleceller och ger då bara vatten som utsläpp. I t. ex. Malmö, Lund och Stockholm borrar man nu kilometerdjupa hål för att komma åt hett vatten. På andra håll forskar och utvecklar man solenergi, vågenergi och olika typer av bioenergi.

Vi kan vidare inte veta hur utvecklingen i andra länder och andra delar av världen påverkar den globala energianvändningen. Om man antar att den globala årliga tillgången till energi inte kan öka på sikt (oavsett om begränsningen sätts av resurstillgången eller av riskerna med t. ex. användningen av fossila bränslen), kommer en ökad energianvändning i utvecklingsländerna ofrånkomligen att innebära att energianvändningen i i-länderna måste minska.

I rapporten "Färder i framtiden" utgick man från två nivåer på energianvändningen för Sverige, båda baserade på resonemang om vad som kan tänkas vara hållbart.³⁶ I rapporten behandlades främst klimatmålet och därmed behovet av att minska koldioxidutsläpp. Två alternativa nivåer på de globala utsläppen studerades, en på 0,4 ton kol per capita och ett alternativ med nollutsläpp. Begränsande för att hålla nere koldioxidutsläppen är tillgången på förnybara energikällor. Utsläppsnivån på 0,4 ton kol per capita tillåter användning av fossila bränslen och därmed en större global energianvändning. Energianvändning för Sverige beräknades med utgångspunkt tillgång på olika energikällor enligt några globala energiscenarier och med antagandet om lika energianvändning per capita för hela jordens befolkning. För Sverige skulle nollutsläpp av koldioxid innebära en användning på 100 TWh och en utsläppsnivå på 0,4 ton kol per capita en energianvändning på 150 TWh. En tredjedel

³⁶ Steen et al. 1997 s 21-43

av energianvändningen antogs kunna användas inom transportsektorn, 35 resp 50 TWh. I en senare rapport ”Destination framtiden” har en nivå mellan dessa, 44 TWh, använts.³⁷

Liksom i transportframtidstudierna strävar vi i denna rapport efter att framtidsbilderna ska ligga i linje med en hållbar utveckling. Tidshorisonten för framtidsbilderna har satts till 2050, ungefär densamma som i transportframtidstudierna.

Om vi antar att nivån för transportsektorn i Destination framtiden, 44 TWh, motsvarar en tredjedel av den totala energianvändningen, skulle den svenska energianvändningen år 2050 antas vara cirka 135 TWh vilket ligger inom intervallet för de nivåer som användes i ”Färder i framtiden”. Nivån innebär alltså inte nollutsläpp på global nivå men något lägre utsläpp än 0,4 ton per capita.

Energianvändningen ska fördelas på alla samhällets sektorer (se tabell 3.1). Nivån 135 TWh avser den energi som svenska konsumenter använder, inte den totala energianvändning i Sverige. Denna är större, eftersom svensk export är mer energiintensiv än importen. I en beräkning har energiöverskottet i exporten beräknats till 80 TWh, av totalt 156 TWh.³⁸ Grovt kan alltså antas att halva industrins energianvändning ska belasta svenska konsumenter. Även transporterna innehåller användning för utrikes transporter som kan kopplas till export, samt bunkerolja och flygbränsle. Dessutom tillkommer transporter i utlandet för svensk import. Dessa poster tar i stort sett ut varandra. Därför har vi antagit att energianvändning för inrikes- och utrikestransporter kan användas för beräkning av transporter som ska belasta svenska konsumenter.³⁹ Med en energianvändning inom industrin på 60 TWh⁴⁰, varav hälften belastar svenskarna, blir den totala energitillgången för Sverige 2050 135+30 TWh. I Destination Framtiden utgår man från att svenskarnas transporter skulle använda 28 TWh (exklusive förluster). Förluster för bränsleproduktion svarar för 16 TWh. Övriga förluster har uppskattats till 13 TWh vilket ger totala förluster på 29 TWh.

Beräkningen ovan ger ett återstående utrymme på 48 TWh för bostäder service mm. att jämföra med dagens användning på 144 TWh, det vill säga en minskning med två tredjedelar. Observera att posten bostäder service mm. inte är enbart bostäder och lokaler. cirka 18 TWh utgörs av övrig service. Om denna delpost antas minska i proportion med hela posten, med två tredjedelar, till 6 TWh återstår 42 TWh till bostäder och lokaler.

³⁷ Åkerman et al. 2001

³⁸ Hunhammar 2001

³⁹ År 2000 var exportens vikt 73 miljoner ton och importens 71 miljoner ton enl bearbetning av utrikeshandelstatistik från SCB statistiska databaser

⁴⁰ Dynamiskt scenario, låg tillväxt, Energimyndigheten 1998 s 10 Det är den lägsta siffran som återfunnits i andra framtidsstudier.

	2000 ⁴¹	2050
Tillförsel	452	165 (varav 30 TWh gäller export)
Förluster	43	29
Användning	408	136
<i>Bostäder, service mm.</i>	<i>144</i>	<i>48 (varav 6 TWh övrig service)</i>
<i>Industri</i>	<i>156</i>	<i>60 (varav hälften gäller export)</i>
<i>Transporter (inkl utrikes sjöfart)</i>	<i>109</i>	<i>28</i>

Tabell 3.1 Energianvändning i Sverige år 2000 och en hållbar nivå för 2050, TWh.

I denna rapport används mot bakgrund av ovanstående följande energirelaterade kvantitativa mål för energianvändning i bostäder och lokaler i de olika framtidsbilderna:

1 Total energianvändning ska minska med minst två tredjedelar

Detta mål kan ställas mot ett antal andra svenska framtidsstudier som behandlar bebyggelsens energianvändning.⁴² Tre studier innehåller scenarier för energianvändning 2050 där bebyggelsen.⁴³ Gemensamt för dessa studier är att de visar att det är möjligt att minska koldioxidutsläppen kraftigt trots ökade aktiviteter i ekonomin genom en kombination av effektivare teknik, för bland annat uppvärmning och apparater, och övergång till förnybara energikällor. Detta trots att kärnkraften antas vara avvecklad.

En av studierna innehåller ett scenario med koldioxidutsläpp på 0,4 ton kol per capita i Sverige med i stort sett samma nivå på energitillförsel som idag.⁴⁴ Utgångspunkten har dock inte varit en globalt "rättvis" energianvändning utan en jämn global fördelning av koldioxidutsläpp. Eftersom Sverige har gott om förnybara energikällor, vattenkraft och skog, skulle det i princip vara möjligt att helt upphöra med utsläppen av koldioxid i Sverige med högre energianvändning än de 135 TWh som antagits för ovanstående mål.

Med hänsyn till osäkerheten i bedömningarna av vilken energianvändning i Sverige och globalt som är förenlig med hållbar utveckling vill vi också formulera ett alternativt mål.

Regeringens mål för "God bebyggd miljö"⁴⁵ innehåller delmål bland annat för energianvändning i byggnader. Där sägs att målet är att miljöbelastningen från energianvändningen

⁴¹ Energimyndigheten 2001a

⁴² För en mer utförlig och komplett beskrivning, se Appendix I

⁴³ Azar, Lindgren 1998, Elforsk 1996, Naturvårdsverket 1999

⁴⁴ Azar, Lindgren 1998

⁴⁵ Regeringens Prop. 2000/01 s 130

i bostäder och lokaler minskar och är lägre år 2010 än år 1995. Detta skall bl.a. ske genom att den totala energianvändningen effektiviseras för att på sikt minska.

Förarbetena till regeringspropositionen⁴⁶ är mer långsiktiga och preciserade. Där föreslås att målet för energianvändningen i bostäder och lokaler ska vara en minskning med minst 50 procent till år 2050. Ett åtgärds mål till 2010 föreslås vara att energianvändningen i nya byggnader år 2010 inte ska överstiga 90 kWh/m² och år, för uppvärmning, tappvarmvatten och hushållsel, en minskning med mer än hälften jämfört med dagens energianvändning (jmf tabell 2.2 ovan). Boverket⁴⁷ föreslår vidare ett åtgärds mål för 2020 för energiförbrukningen i nya byggnader på 60 kWh/ m².

För att understryka osäkerheten i bedömningar av den energianvändning som är förenlig med hållbar utveckling har vi valt att spegla våra framtidsbilder även i ljuset av förarbetenas långsiktiga mål:

*2 Total energianvändning ska minska med
minst hälften*

I kapitel 12 förs en diskussion om andra mål än de som tagits upp här. Dessutom berörs framtidsbildernas robusthet.

Tidshorizonten för framtidsbilderna har som nämnts ovan satts till 2050. Perioden från nu och fram till 2050 kan ses som en väl kort tidsperiod med tanke på bebyggelsesystemets förändringstakt. Som diskuteras senare i rapporten kan 90 procent av nuvarande bestånd antas finnas kvar år 2050 vid nuvarande rivningstakt. Det är dock svårt att motivera ett ännu längre tidsperspektiv. De förändringar av ekosystemen som växthuseffekten kan leda till, ligger snarare närmare än längre bort än 2050. Åtgärder för att minska utsläppen av växthusgaser måste alltså vidtas oavsett bebyggelsesystemets förändringstakt. De trögheter som finns i systemet blir därför snarare en del av problemet än en anledning till att flytta tidpunkten för framtidsbilderna framåt.

⁴⁶ Boverket 1999, SOU 2000:52

⁴⁷ Boverket 1999

4 Framtida energianvändning enligt trend

Vi använder i denna rapport en backcastingansats (se inledningskapitlet), vilket innebär att de mål för energianvändningen som sattes upp i föregående kapitel ställs mot en framtidsbedömning över hur energianvändningen kommer att förändras om de nu förhärskande trenderna fortsätter i framtiden. För att kunna göra en sådan bedömning måste ett antal faktorer beaktas. I detta kapitel tar vi därför upp trender för demografi, ekonomi, klimat och teknik i ett 50-årsperspektiv. Vi utvecklar på basis av detta ett referensalternativ för bebyggelseanvändningen, och beräknar energianvändningen i bebyggelsen 2050. Resultaten jämför vi med de mål som sattes upp i föregående kapitel.

Demografisk utveckling

Sverige hade 8,9 miljoner invånare den vid utgången av år 2000. Statistiska Centralbyråns prognos för den 31 december 2050 är cirka 10 miljoner. Prognosen innebär en befolkningstillväxt på 12,1 procent mellan 2000 och 2050.⁴⁸

Andelen äldre ökar kraftigt. Den största delen av befolkningsökningen utgörs av personer över 65 år. Såväl antalet barn och ungdomar under 20 som personer i arbetsföra åldrar är relativt oförändrade. Prognoser av antal hushåll görs inte av SCB. Den ökade andelen äldre är dock en faktor som medför att antalet hushåll ökar mer än befolkningen. Boverket har beräknat att antal personer per hushåll kommer att minska från 2,14 1995 till 2,08 2010.⁴⁹ Minskningen av hushållens storlek kommer sannolikt att fortsätta efter denna tidpunkt.

Det ökade antalet hushåll innebär en ökad efterfrågan på bostäder. Behovet av bostadsbyggande påverkas också av den regionala utvecklingen. Förekomst av rivning idag kan i huvudsak förklaras av uthyrningsvårigheter snarare än av byggnadens skick. Förklaringen är flyttmönstret med avfolkning av vissa delar av landet och inflyttning till storstäderna. På inflyttningssorterna krävs ett nybyggande för att rymma de nytillkomna.

Befolkningens åldersmässiga fördelning påverkar också efterfrågan på varor och tjänster. Lokalefterfrågan kan påverkas starkt. Efterfrågan på tjänster som vård, barnsomsorg och nöjen beror bland annat på befolkningens ålder.

⁴⁸ Statistiska centralbyrån 2002e

⁴⁹ Boverket 2000 s 8

Ekonomisk utveckling

Den ekonomiska utvecklingen är av stor betydelse för efterfrågan på bostäder och lokaler. Den totala tillväxten påverkar utvecklingen av den privata konsumtionens volym och utrymmet för offentlig sektor. Hushållens inkomster, efterfrågemönstret och fritidens längd påverkar efterfrågan på bostäder och lokaler. En ökad inkomst kan leda till att efterfrågan på såväl bostadsytor som lokaler ökar. Även ökad fritid påverkar efterfrågan på såväl bostäder som lokaler.

I Långtidsutredningen 1999/2000 presenteras ett antal scenarier för perioden 1998-2015. En framskrivning av basscenariot i Långtidsutredningen till år 2030 har dessutom gjorts för Resurseffektivitetsutredningen⁵⁰. Långtidsutredningen har dock inte gjort några scenarier för den ekonomiska utvecklingen på så lång sikt som femtio år.

Nedan redovisas de beräkningar som har gjorts av Konjunkturinstitutet för Långtidsutredningen 1999/2000 (tabell 4.1).⁵¹ Utöver basscenariot finns två scenarier fram till 2015. Ett är ett högtillväxtscenario som bygger på en bättre fungerande arbetsmarknad jämfört med basscenariot. Dessutom redovisas ett lågtillväxtscenario med minskad arbetstid.

Till de variabler som är särskilt intressanta i detta sammanhang hör BNP, arbetstidens längd och real årslön. I nedanstående tabell redovisas årliga förändringar för perioden 1998-2015 samt för 1960-1975 och 1975-1998 för ett antal variabler. Utvecklingen till 2015 redovisas för basscenariot och lågtillväxtscenario.

Period	Arbetade timmar	Produktivitet	BNP	Real timlön	Medel-arbetstid	Real årslön
1960-1975	-0,3	4,3	4,0	4,5	-1,2	3,2
1975-1998	0,1	1,4	1,5	0,3	0,1	0,4
1998-2015 Bas	0,1	1,8	1,9	2,2	-0,2	2,0
1998-2015 Låg	-0,7	2,0	1,3	2,4	-1,2	1,2

Tabell 4.1 Genomsnittlig årlig förändring av ekonomiska variabler enligt Långtidsutredningen 1999/2000, procent.

Under perioden 1960 till 1975 ökade BNP med i genomsnitt 4 procent per år samtidigt som medelarbetstiden minskade med 1,2 procent. Trots minskad arbetstid kunde de reala årslönerna öka med 3,2 procent. Perioden 1975 till 1998 avviker mycket från den tidigare perioden. Produktivitetökningen stannade på 1,4 procent och de reala timlönerna ökade med 0,3 procent per år. Genom att medelarbetstiden ökade med 0,1 procent per år kunde de reala årslönerna öka med 0,4 procent per år. BNP-tillväxten under perioden var 1,5 procent.

⁵⁰ SOU 2001:2

⁵¹ Konjunkturinstitutet 2000 s 35-55

I basscenariot för perioden 1998-2015 räknar Konjunkturinstitutet med en produktivitetstillväxt på i genomsnitt 1,8 procent per år. Det är betydligt mindre än under perioden 1960-75 då det ”rådde ovanligt gynnsamma internationella tillväxtvillkor, främst som följd av handelns liberalisering ... [Perioden var också] relativt fri från kriser och större finansiella händelser som hämmade det ekonomiska framåtskridandet”.⁵² Produktivitetstillväxten är dock något högre än perioden 1975-1998 som anses som ”mer ekonomiskt och ekonomisk-politiskt olycksdrabbat än normalt”.⁵³

De reala timlönerna antas öka med 2,2 procent per år, varav 2 procent tas ut i ökad real årslön och 0,2 procent i minskad arbetstid. Antal sysselsatta ökar dock något varför antal arbetade timmar totalt ökar med 0,1 procent per år. Den genomsnittliga BNP-ökningen blir därmed 1,9 procent.

Lågtillväxtscenariot landar på en genomsnittlig tillväxttakt på 1,3 procent. Beräkningen utgår från att löntagarna vill ta ut en större del av tillväxten i ökad fritid jämfört med basscenariot. I lågtillväxtscenariot antas medelarbetstiden minska med 1,2 procent per år, vilket motsvarar utvecklingen mellan 1960-1975. Resultatet blir att arbetstiden blir 19 procent kortare än idag, t. ex. genom fem timmars kortare arbetsvecka plus två veckors ytterligare semester. Jämfört med basscenariot antas produktiviteten öka med 0,2 procentenheter genom arbetstidsförkortningen och att antalet sysselsatta ökar med 0,2 procentenheter. Minskningen av BNP-tillväxten jämfört med basscenariot stannar därmed på 0,6 procentenheter per år. Ökningen av real årslön blir 1,2 procent per år.

I basalternativet antas privat konsumtion öka med 2,4 procent per år och offentlig konsumtion med 1 procent per år. I lågtillväxtscenariot ökar privat konsumtion med 1,8 procent per år och offentlig med 0,4 procent. Den privata tjänstesektorn beräknas få en god tillväxt. Handel och övriga tjänster ökar i samtliga alternativ sin andel av näringslivets förädlingsvärde från cirka 33 procent till cirka 35 procent. På grund av lägre produktivitetstillväxt än hos andra sektorer ökar andelen av sysselsatta mer, från cirka 44 till cirka 48 procent.

I basscenariot antas den offentliga sektorn växa med 1 procent per år. I Låg blir ökningen av offentlig konsumtion bara cirka 0,4 procent per år och efter 2004 nära noll på grund av skattebasernas svaga utveckling. I utredningen sägs att de verksamheter som idag delvis är offentligt producerade och finansierade förblir så i oförändrad omfattning. Man konstaterar också att det privata inslaget i denna konsumtion kan öka i framtiden och att tillväxtantagandena avser verksamheterna snarare än finansieringsformen. I Resurseffektivitetsutredningen sägs att det kan väntas en snabbt ökande efterfrågan på utbildnings-, vård- och

⁵² Konjunkturinstitutet 2000 s 11

⁵³ Konjunkturinstitutet 2000 s 10

omsorgstjänster men att "arbetsfördelningen mellan privat och offentlig tjänsteproduktion är svår att förutse".⁵⁴

1998 svarade offentlig sektor för 31 procent av sysselsättningen. Enligt Långtidsutredningen kan den öka med någon procent förutsatt att ingen produktivitetstillväxt antas. I lågtillväxtscenariot är dock läget för de offentliga finanserna sämre.

I Långtidsutredningens mest framåtblickande kapitel pekar man på den ökade andelen äldre och att antal personer i yrkesverksam ålder minskar från mitten av 2010 talet. Utvecklingen på arbetsmarknaden anges vara helt avgörande för möjligheten att upprätthålla vård och omsorg.

Arbets tid och konsumtion

Vad innebär de antagna ökningstakterna för lön respektive arbetstid på 50 års sikt? En årlig minskning av medelarbetstiden på 0,2 procent respektive 1,2 procent skulle minska arbetstiden med 10 respektive 45 procent. Den reala årslönen kan ses som ett mått på hur konsumtionsutrymmet för privat plus offentlig konsumtion kan utvecklas. Basalternativet med 2 procent årlig tillväxt ger en total ökning på 50 år med en faktor 2,7. Med lågtillväxtalternativet (1,2 procent per år) ökar konsumtionsutrymmet med 1,9 gånger under samma period.

Som framgår ovan är arbetstidens utveckling en central faktor vid beräkningar av utveckling av den ekonomiska tillväxten. Fördelningen av tid på arbete respektive fritid är också en viktig faktor för efterfrågan på bostäder och de lokaler som ingår i produktionskedjan. Frågan om sambandet mellan tidens användning och konsumtion är central i en pågående studie (Hushåll och urbana strukturer i hållbara städer, Husus), vid forskningsgruppen för miljöstrategiska studier.⁵⁵

I Husus utgår man från att den moderna tidsuppfattningen, med betoning på intensiv och fragmenterad tidsanvändning, är en del av miljöproblemen. Man utgår från att det blir mycket svårt att hitta lösningar på miljöproblemen utan att medvetenheten om tidsanvändningens betydelse ökar. I projektet skissas två alternativa hållbara utvecklingar av tidsanvändningen, båda byggda just på en allmänt ökad förståelse för miljöproblemen. I den ena är tidsanvändningen fortsatt intensiv, arbetstiden är oförändrad och konsumtionen ökar rejält de närmaste 50 åren. Trots att den ekonomiska tillväxten är hög minskar energianvändning genom att tjänsteinnehållet i konsumtionen ökar och varukonsumtionen inriktas på varor av

⁵⁴ SOU 2001:2 s 195

⁵⁵ Se fms.ecology.su.se, för mer information om detta projekt

hög kvalitet. I den andra är tempot lugnare, arbetstiden kortare och konsumtionen ökar bara måttligt.

Det finns ett antal faktorer som talar för en dämpad tillväxt i framtiden. Arbetskraftsutbudet ökar inte. Däremot ökar antalet äldre. En ökad tjänsteandel, inklusive den offentliga sektorn, kan dämpa genomsnittlig produktivitetstillväxt. Miljöproblem, och ökad beskattning av energianvändning, kan också dämpa produktivitetstillväxten.

Vi har därför valt att i denna studie i första hand utgå från en utveckling som närmast liknar den lugnare varianten av de två i Husus. I siffror skulle detta kunna uttryckas som ett antagande om att den reala timlönen ökar med i genomsnitt 1,2 procent. Om hälften av denna ökning tas ut i minskad arbetstid, (motsvarar 25 procent på 50 år), blir ökningen av real årslön en faktor 1,35. Den ökade efterfrågan inriktas till stor del på tjänster. Detta förstärks av det ökade behovet av vård och omsorg av äldre. Eftersom skattebasen utvecklas relativt svagt växer den offentliga sektorn långsamt. I den antagna privata konsumtionsökningen ingår dock även ökad privat konsumtion av sociala tjänster t. ex. utbildning, sjukvård och omsorg.

Klimat

Energibehov för såväl uppvärmning som drift påverkas av klimatet. Klimatet kommer att påverkas år 2050 redan av de utsläpp som vi åstadkommit fram till idag. Det innebär en temperaturhöjning även om utsläppen kraftigt reduceras under kommande år. Ett varmare klimat minskar behovet av uppvärmning men ökar behovet av kyla. En ökad användning av luftkonditionering i bostäder skulle också kunna bli aktuell med ökad elanvändning som följd.

Energianvändningen som redovisats tidigare för utgångsåret, 2000, är inte normalårskorrigerad. År 2000 var varmare än ett normalt år. Temperaturen i Stockholm var 8,5 grader jämfört med 6,6 i snitt 1961-1990.⁵⁶ Korrigering av energi för uppvärmning till normalår sker för halva temperaturskillnaden vilket för år 2000 innebär 11 procent högre användning.⁵⁷ Temperaturen 2000 kan jämföras med beräkningar från Swedish Regional Climate Modelling Programme (SWECLIM) som räknar med en temperaturhöjning runt fyra grader till 2100. En medeltemperaturhöjning år 2050 som motsvarar temperaturen år 2000 är därmed inte osannolik.⁵⁸

I projektet har vi valt att avstå från att normalårskorrigera användningen 2000. Genom detta tas delvis hänsyn till förväntad temperaturhöjning fram till år 2050.

⁵⁶ Statistiska Centralbyrån 2001h

⁵⁷ Statistiska Centralbyrån 2001e

⁵⁸ SWECLIM 2001

Teknik

Ett flertal studier har gjorts över möjligheterna att minska energianvändningen genom förbättrad byggnadsteknik och effektivare apparater (se vidare Appendix I). De visar alla att det finns en stor effektiviseringspotential.

En utgångspunkt för analys av effektiviseringspotential är en indelning i olika tekniknivåer.⁵⁹ Den specifika energianvändningen i nuvarande bestånd är en återspeglning av genomsnittligt använd teknik (GAT). Energianvändning för nybyggnation och nya apparater är en funktion av genomsnittligt såld teknik (GST). Om all nybyggnation och inköp av apparater skulle utnyttja bästa sålda teknik (BST) skulle energianvändningen kunna minska ytterligare. Ytterligare förbättring skulle kunna åstadkommas med teknik som innebär vidareutveckling av använda principer för energianvändning som inte är kommersiellt tillgänglig men finns som prototyp, effektivitetsförbättrad teknik, (EFT). På längre sikt kommer sannolikt också avancerad teknik (AT) som finns på utvecklings- och prototypstadium och som bygger på andra principer än konventionell teknik, att finnas tillgänglig på marknaden.

Hur snabbt den tekniska utvecklingen och i vilken takt ny teknik nyttjas av byggmästare och konsumenter beror på bland annat energipriser. Det innebär att det svårt att sätta någon sannolik nivå för såväl effektiv som genomsnittligt såld teknik för nya apparater och byggnader för perioden fram till 2050.

I framtidsstudier av bebyggelse antas i allmänhet att den specifika användningen av hushålls- och driftel inte skiljer sig nämnvärt mellan kvarvarande och bebyggelse. Det är rimligt att räkna med att alla apparater bytts ut på femtio års sikt, och att man kommit igenom hela, eller nästan hela, utvecklingsledet från *genomsnittligt använd teknik* till *effektivitetsförbättrad teknik* eller till och med *avancerad teknik*.

Att minska uppvärmningsbehov för kvarvarande byggnader kräver dock åtgärder som fönsterbyte, isolering, reglersystem och byte av värmesystem. Även här är energipriserna avgörande för besparingarnas storlek. I framtidsstudierna som redovisas i Appendix I antas besparingar på cirka 40 procent. Tekniskt sett är dock betydligt större besparingar möjliga att göra. Av avgörande betydelse för beräkningarna av energianvändningen i framtidsbildernas bebyggelse blir vilka antaganden man gör om effektiviseringen av energianvändning i den bebyggelse som finns redan nu och som står kvar om 50 år.

Genom olika åtgärder på befintliga hus kan energianvändning för uppvärmning sänkas. Det finns enligt Boverket och andra bedömare en sparpotential på cirka 5-30 procent i det befintliga beståndet, framförallt avseende hus byggda före 1965. Miljonprogrammet är tämligen

⁵⁹ Johansson, B 1993

orört och även där anses energisparpotentialer finnas. Dryga 20 procent av flerbostadshusbeståndet har rustats. Energisparåtgärder har vidtagits för småhus i ganska stort antal, men omfattningen på åtgärderna varierar. Statistiken över vidtagna åtgärder är bristfällig, men det förefaller finnas stort utrymme för ytterligare åtgärder. Omfattande isoleråtgärder kan ge motsvarande 15 procent för småhus och 10 procent för flerbostadshus och byte av uppvärmningssystem kan ge motsvarande 40 procent för småhus och 35 procent för flerbostadshus.⁶⁰

I ett exempel på ombyggnad av flerbostadshus reduceras uppvärmningsbehovet från 180 till 60 kWh per m², det vill säga med två tredjedelar. Totalt inklusive el minskade användningen från 240 till 90 kWh per m².⁶¹

Den specifika energianvändningen är också beroende av beteendet. Ett förändrat beteende kan bidra till ytterligare minskad energianvändning. Beteendet är av stor vikt och variationen mellan olika hushåll kan vara mycket stor. Rumstemperatur, anpassning av värme och belysning till närvaro, avfrostning av kyl och frys, stand-by-funktioner mm. är faktorer som påverkar energianvändningen. Teknik för styrning av energianvändning, t. ex. nyttjande av meteorologiska tjänster för styrning av uppvärmning, närvarostyrning, släckbara fönster och fjärrstyrning, kan i framtiden underlätta ett sparande genom att det minskar behovet av aktiviteter från hushållens sida för att spara energi.

Antaganden om specifik energianvändning kan heller inte utan vidare överföras till olika framtidsbilder. Energinvändningen beror på byggnadens och apparaternas tekniska prestanda men också av de aktiviteter som förekommer. Människor och apparater avger värme och om man vistas mer och utför fler aktiviteter i bostaden minskar uppvärmningsbehovet. Lokalers specifika energianvändning beror också på användningsintensiteten. En ökad beläggning över dygnet ger ökad specifik användning av el. Det kan också minska uppvärmningsbehovet alternativt öka behovet av kylning. Samlokalisering av olika aktiviteter kan också påverka energianvändning. T. ex. kan lokalisering av bostäder ovanför lokaler innebära att spillvärme lättare kan tas till vara.

I framtidsstudier som refereras i Appendix I varierar energianvändning för uppvärmning av nya småhus mellan 30 och 54 kWh per m². För befintliga hus antas mellan 90 och 99 kWh för uppvärmning. För hushållsel antas 20 kWh per m² oavsett ålder. För nya flerbostadshus antas mellan 40 och 50 kWh för uppvärmning. För befintliga flerbostadshus antas mellan 106 till 110 kWh. För befintliga flerbostadshus antas mellan 20 och 40 kWh för hushållsel och för nya mellan 20 och 30 TWh. Se även tabell 4.2. Boverkets mål för nybyggda hus 2020 är 60 TWh per m² i total energianvändning.

⁶⁰ Frost 2002 s 33-38

⁶¹ Eek 2002

För nya lokaler antas uppvärmningsbehovet per m² vara mellan 30 och 50 och för befintliga mellan 70 till 110. Driftelantagandena i framtidsbilderna ligger mellan 40 kWh per m² för nya kontorslokaler och 60 kWh per m² i genomsnitt. I den enda studien som behandlar fritidshus antas energianvändning för uppvärmning för befintliga fritidshus till 53 kWh/m² och för nya till 45 kWh/m².

kWh/m ²		Befintliga	Nya
Uppvärmning	småhus	90-99	30-54
	flerbostadshus	106-110	40-50
	fritidshus	53	45
	lokaler	70-110	30-50
Driftel	småhus	20	20
	flerbostadshus	20-40	20-30
	fritidshus		
	lokaler	60	40

Tabell 4.2 Specifik energianvändning i andra studier (se Appendix I för detaljer), kWh/m².

I Göteborg byggs redan idag extremt energisnåla småhus. De är försedda med solfångare, värmeväxlare och mycket väl isolerade. Uppvärmning sker till stor del genom värmestrålning från människor och apparater. Enligt informationsbroschyr⁶² är energianvändningen 5400 kWh år varav hushållsel 2900 kWh, varmvatten 1500 kWh och driftel, fläktar, pumpar mm. 1000 kWh. Köpt energi per kvadratmeter är därmed 45 kWh per m².⁶³ Dessutom tillkommer 1500 kWh för varmvattenproduktion från solfångare. Tillsammans blir då energianvändningen 6900 kWh eller 57,5 kWh per m². Dessutom beräknas ett värmetillskott på 1200 kWh/år från personvärme och 2900 kWh/år från apparater, med de mest elsnåla som finns på marknaden.

Målsättning för Hammarby sjöstad är att det totala behovet av tillförd energi 2005 ska vara högst 60 kWh/ m² varav el högst 20 kWh/ m² För 2015 är målsättningen att det totala behovet av tillförd energi ska vara högst 50 kWh/ m² varav el högst 15 kWh/ m². Målsättningarna avser summan av fastighets- och lägenhetsanknuten energiförbrukning och inkluderar även energi från solceller/ fångare.⁶⁴

Erfarenheter pekar på svårigheter att uppnå mål för flerbostadshus. I ett antal hus i Stockholm som byggts under 90-talet har, jämfört med målen, 50-100 procent högre energianvändning uppmätts. Det finns flera orsaker bland annat felaktiga energiberäkningar, brukarvanor samt brister i samverkan mellan teknik och brukare.⁶⁵

⁶² Hus utan värmesystem, broschyr

⁶³ Huset har antagits vara 120 m²

⁶⁴ Miljöprogram för Hammarby sjöstad www.stockholm.se

⁶⁵ Elmroth 2002

För ett trendalternativ kan mot bakgrund av ovanstående följande antaganden (se tabell 4.3) vara rimliga, även om de kräver ett energimedvetet beteende hos olika aktörer. Uppgifterna avser bruttoenergianvändningen hos slutanvändare för sol, el och fjärrvärme. Vid beräkningar antas en verkningsgrad för biobränsle på 90 procent jämfört med övriga värmesystem.

Minskningen av fritidshusens specifika energianvändning är relativt liten. Det bygger på antagandet att de tekniska insatser som görs för att hålla ner energianvändningen i fritidshusen är begränsade. Med tanke på att den totala energianvändningen för fritidshusen är liten jämfört med energianvändningen i övriga bostäder och lokaler har detta ingen avgörande betydelse i sammanhanget.

	2000	2000	2050	2050	2050	2050
	Upp- värmning	Drift-, fastighets- och hushållsel	Upp- värmning nya	Uppvärmning Kvarvarande Ombyggda	Övriga	Drift-, fastighets- och hushållsel
Småhus	155	46	40	80	100	20
Flerbostadshus	162	63	40	90	110	20
Fritidshus	65	18	35	45	45	10
Lokaler	144	107	30	70	90	50

Tabell 4.3 Specifik energianvändning 2000 och antaganden för 2050, kWh per m², brutto.

I beräkningarna av referensalternativets energianvändning delas de kvarvarande byggnaderna in i två grupper, med olika grader av ombyggnad. För de byggnader där störst ombyggnader gjorts används den lägre siffran för uppvärmning av kvarvarande bebyggelse ovan. För övriga byggnader har antagits den högre siffran.

Referensalternativ Trend

Genom att kombinera den genomgång av bakomliggande faktorer som gjorts ovan med antaganden om utvecklingen av den totala volymen uppvärmda ytor kan vi nu skapa ett referensalternativ för bebyggelsens totala energianvändningen. Eftersom detta referensalternativ i första hand bygger på en fortsättningen av dagens utveckling, kallar vi det Trend. Det finns två syften med att utveckla detta referensalternativ. Det första är att skapa en bild av vilken energianvändning bebyggelsen skulle ha om 50 år, om den utveckling vi kan se just nu fortsätter. Det andra är att skapa en jämförelsealternativ att ställa mot de mål vi satte upp i föregående kapitel. Utan en sådan jämförelse är det svårt att se vilka förändringar av dagens utveckling som kan behövas. En utvärdering av referensalternativet får alltså ligga till grund för framtagningen av de alternativa bilderna.

Bostäder

I en underlagsrapport till projektet diskuteras bostadsbeståndets förnyelse baserad på statistik från Statistiska Centralbyrån och Boverket.⁶⁶ Rivningen av flerbostadshus antas vara 0,2 procent av beståndet per år, vilket motsvarar cirka 10 procent fram till år 2050. Rivningarna antas drabba flerbostadshus byggda under 1950-80-talet, framförallt 1960-70-talshusen, och omfattar 17,2 miljoner m². Vad gäller småhusen är rivningar ovanliga och några sådana finns inte med i beräkningarna. Antagandet innebär att år 2050 kommer, räknat i yta, hela det befintliga småhusbeståndet att finnas kvar samt 90 procent av flerbostadshusen, vilket innebär cirka 95 procent av det totala beståndet. Antagandet om nybyggande bygger på Boverkets indikatorer (2001). Detta avser, i förhållande till denna rapports tidshorisont, en mycket kort period, men ger klara indikationer om ett ökat byggbehov. Nybyggandet antas följa Boverkets höga tillväxtprognos, för att kompensera det under senare år låga byggandet, fram till år 2006. Därefter bedöms det följa ett "normalt" byggbehovet om 25 000 bostäder per år eller 0,6 procent.

Beräkningarna enligt ovanstående antaganden skulle ge en tillväxt av bostädernas ytor med 28 procent. I de fortsatta beräkningarna har antagits att såväl småhusens som flerbostadshusens ytor ökar med 30 procent. Det motsvarar en genomsnittlig årliga tillväxt av bostadsytor på drygt 0,5 procent. Med de rivningsantaganden som redovisas ovan innebär det att andelen nybyggda bostäder 2050 blir 23 procent för småhus och 31 procent för flerbostadshus.

De kvarvarande bostäderna antas till halva volymen bli ombyggda (se tabell 4.4) och det i en så stor omfattning att den specifika energianvändningen kan sänkas radikalt eller till den lägre siffran i tabellen 4.3 ovan (80-90 kWh/m²). De övriga kvarvarande bostädernas specifika energianvändning antas till den högre siffran (100-110 kWh/m²).

I beräkningarna görs också antaganden om energisystem för uppvärmning. Idag är fördelningen av tillförd energi brutto följande enligt de uppgifter som redovisas i kapitel 3. Småhus försörjs med 1 procent värmepump (exklusive el), 30 procent olja, 7 procent fjärrvärme, 38 procent el och 23 procent biobränslen. För flerbostadshus är fördelningen 2 procent värmepump (exklusive el), 13 procent olja, 77 procent fjärrvärme, 6 procent el och 1 procent biobränslen.

Till 2050 antas att all uppvärmning med olja upphör. Nya småhus värms upp med netto 10 procent sol, 10 procent värmepumpar (inklusive el), 50 procent fjärrvärme och 30 procent biobränslen. För befintliga småhus antas ökade andelar solfångare, värmepumpar, fjärrvärme och biobränslen samt minskning av elvärme. Sammanvägt försörjs småhusen 2050 räknat på

⁶⁶ Frost 2002 s 15-25

bruttoanvändning med 5 procent solfångare, 2 procent värmepump exklusive el, 44 procent fjärrvärme, 23 procent el (inklusive el till värmepump) och 26 procent biobränslen.

För nya flerbostadshus antas till 2050 netto 10 procent sol och 90 procent fjärrvärme. För befintliga flerbostadshus antas som för småhusen ökade andelar solfångare, värmepumpar, fjärrvärme och biobränslen samt minskning av elvärme. Sammanvägt försörjs flerbostadshusen 2050 räknat på bruttoanvändning med 7 procent solfångare, 1 procent värmepump exklusive el, 83 procent fjärrvärme, 5 procent el (inklusive el till värmepump) och 5 procent biobränslen.

Fritidshus

För fritidshusens yta antas samma ökningstakt som i SAME-projektet, 30 procent.⁶⁷ 10 procent rivning antas vilket innebär att nybyggda hus utgör 31 procent av beståndet räknat till yta (se även tabell 4.4).

Energisystem för uppvärmning av fritidshus har idag, baserat på bruttoanvändning, följande fördelning: 8 procent olja, 69 procent el och 23 procent biobränslen. Energisystem för nybyggda fritidshus antas ha följande fördelning netto 10 procent sol, 15 procent el och 75 procent biobränslen. Till 2050 antas för kvarvarande hus att all olja försvinner och ersätts av biobränslen. Sammanvägt försörjs fritidshusen 2050 räknat på bruttoanvändning med 3 procent solfångare, 56 procent el och 42 procent biobränslen.

Lokaler

SAME-projektet har utgått från att lokalytorna växer något långsammare än BNP.⁶⁸ Vi har antagit en årlig ökningstakt på 1 procent vilket på 50 års sikt motsvarar 65 procent ökning. Samma ökningstakt har antagits för samtliga lokaltyper. För rivning har antagits samma takt som för flerbostadshus, 10 procent. Det innebär att 45 procent av ytan finns i nybyggda hus år 2050.

I likhet med bostäder antas hälften av lokalytorna (se tabell 4.4) bli ombyggda med den lägre av den specifika energianvändningen enligt tabellen ovan som resultat (70 kWh/m²) medan övriga antas ha specifik användning enligt den högre siffran (90 kWh/m²).

Fördelningen av energisystem för uppvärmning är idag 1 procent värmepump (exklusive el), 20 procent olja, 60 procent fjärrvärme, 16 procent el och 2 procent biobränslen (se tabell 4.5).

⁶⁷ Energimyndigheten 1998 s 8

⁶⁸ Energimyndigheten 1998 s 7-8

De nybyggda lokalerna antas i likhet med flerbostadshusen försörjas med netto 10 procent sol och 90 procent fjärrvärme. För de kvarvarande lokalerna antas att all olja avvecklas och ersätts med solfångare, fjärrvärme och biobränslen (se tabell 4.5).

Sammantaget blir fördelningen av energisystem för uppvärmning 7 procent sol 1 procent värmepump (exklusive el), 79 procent fjärrvärme, 9 procent el och 4 procent biobränslen i referensalternativet Trend.

	Total yta		Fördelning		
	Förändring -2050 %	kvadratmeter	Nya	Kvarvarande, ombyggda	Kvarvarande, övriga
Småhus	+30	334	23	38,5	38,5
Flerbostadshus	+30	218	31	34,5	34,5
Fritidshus	+30	52	31	69,0	
Lokaler	+65	269	45	27,5	27,5

Tabell 4.4 Ytutveckling 2000-2050 samt fördelning av ytorna mellan nya, ombyggda och övriga ytor 2050, procent.

Energianvändning

I tabellerna 4.5 och 4.6 redovisas resultatet av beräkningarna. Kalkylerna enligt de antaganden som har gjorts ovan redovisas i kolumnerna för Trend. Det framgår att den totala energianvändningen minskar med 36 procent, med ungefär lika fördelning mellan uppvärmning och drift-, fastighets och hushållsel. Den specifika energianvändningen (tabell 4.6) minskar med 54 procent (och med 56 procent om endast inköpt energi räknas). Sammantaget innebär detta att det mest ambitiösa målet, en minskning med två tredjedelar är långt från uppfyllt i trendalternativet. Det är till och med så att det är en bra bit kvar även till det lägre satta målet, en halvering av energianvändningen.

En möjlighet att minska energianvändningen är genom ytterligare förbättrad teknik. De nivåer som här används är hämtade från studier med lägre krav på minskad energianvändning än som används i denna studie. Teknikutvecklingen är betingad inte bara av vad som är tekniskt möjligt utan också av vad som är ekonomiskt rimligt. Mycket höga energipriser kan ge ännu större förbättringar av tekniken. Någon bedömning av teknikpotentialen görs dock inte i denna rapport. Istället har vi gjort en kalkyl över vad det skulle innebära om all bebyggelse hade samma specifika energianvändning för uppvärmning som den som antas för ny bebyggelse. Resultatet av kalkylen redovisas i tabell 4.5 i kolumnerna för Trend NY.

Den totala energianvändningen minskar i detta fall med 58 procent. Det lägre satta målet uppfylls alltså i detta räkneexempel, men det högsta målet blir långt ifrån uppfyllt. Den specifika energianvändningen blir 66 kWh/ m² (se tabell 4.6). För att uppnå två

tredjedelsmålet med den här antagna utvecklingen av de totala ytorna skulle det krävas att den specifika energianvändning pressas ner till under 52 kWh/m² i genomsnitt för hela beståndet.

	2000	2050	Minskning till 2050	2050	Minskning till 2050
		Trend	Trend	Trend NY	Trend NY
	TWh	TWh	Procent	TWh	Procent
Summa energianvändning	136	88	36	58	58
Inköpt energi	135	82	39	54	60
varav El	63	36	43	26	59
Värme och varmvatten					
Småhus	41	27	35	14	67
Flerbostadshus	28	18	36	9	69
Fritidshus	3	2	13	2	24
Lokaler	25	15	37	8	67
Summa	97	63	35	33	66
Tillförsel					
Sol (lokalt)	0	4		3	
Värmepump (lokalt)	1	1		1	
Olja, naturgas	21	0		0	
Fjärrvärme	39	37		22	
El	23	11		1	
Biobränslen	11	10		6	
Drift- och hushållsel					
Småhus	11	7	40	7	40
Flerbostadshus	11	4	58	4	58
Fritidshus	0,7	0,5	26	0,5	26
Lokaler	18	13	23	13	23
Summa	40	25	37	25	37

Tabell 4.5 Energianvändning 2000 och 2050 enligt alternativen Trend och Trend Ny.

	2000	2050	Minskning till 2050	2050	Minskning till 2050
		Trend	Trend	Trend NY	Trend NY
	kWh/ m²	kWh/ m²	Procent	kWh/ m²	Procent
Värme	154	72	53	37	76
Drift- och hushållsel	63	29	55	29	55
Summa	217	100	54	66	70
Inköpt	215	94	56	61	71

Tabell 4.6 Specifik energianvändning 2000 och 2050 enligt alternativ Trend och Trend Ny.

Att hela beståndet skulle ha samma specifika energianvändning som det nya är ett mycket långtgående antagande. Detta kan ses som ett antagande om att all bebyggelse skulle ha uppnått åtminstone tekniknivån bästa sålda teknik, och kanske till och med ytterligare någon nivå. Med tanke på att en så liten del av bebyggelsen hinner ersättas på 50 års sikt bör detta mer ses som ett räkneexempel än som ett allvarligt menat referensalternativ. Till detta kommer osäkerheten om teknikpotentialerna överhuvudtaget kommer att kunna realiseras.

Bedömningarna av framtida specifik användning bygger på optimistiska antaganden om teknisk utveckling, teknikintroduktion och beteende. Samtidigt finns det motverkande krafter, i form av sjunkande priser, ökad konsumtion mm. Människors beteende talar i riktning mot snarare än för minskad energianvändning.

Erfarenheterna visar att potentialer för minskad energianvändning ofta inte uppfylls. Energimyndigheten har i en rapport utvärderat energieffektiviseringen. I denna jämförs bland annat den faktiska utvecklingen med bedömningar av bland annat potentialer i tidigare prognoser och framtidsstudie.⁶⁹ För bostads- och servicesektorn har Energimyndigheten studerat två utredningar *Perspektiv på energi - om möjligheter och osäkerheter inför energiomställning*⁷⁰ och *Elhushållning på 1990-talet*.⁷¹

Hushåll i småhus har behandlats av båda utredningarna. 1980 var den genomsnittliga användningen per hus 4,4 MWh/år. Trots ökat innehav av apparater bedömdes i *Perspektiv på energi* att användningen skulle kunna minska till mellan 3,5 och 2,3 MWh per år tack vare effektivare apparater. I *Elhushållning på 1990-talet* bedömdes potentialen till minskning mellan 1980 och 1995 till 0,5 MWh, från 4,8 MWh 1985 till 4,3 MWh 1995. Det faktiska utfallet under 1995-1999 är 5,4-6,2 MWh/år.

Potentialberäkningarna utgår från att den specifika elanvändningen för de mest energisnåla apparaterna skulle utgöra genomsnittet i hemmen 15 år senare. Enligt Energimyndigheten var inte ens den genomsnittliga elanvändningen för nyinköpta kylar och frysar 1996 i nivå med den bästa tekniken 1980. Även den genomsnittliga livslängden som har nyttjats i framtidsstudierna, 10-15 år, ger enligt Energimyndigheten en överskattning av potentialerna.

En annan förklaring till att potentialerna inte uppfyllts är att elanvändning för "brunvaror" som TV, video och datorer har antagits påverka elanvändningen marginellt beroende på kort användningstid och lågt effektbehov. Kraftfullare apparater och längre användningstid har dock medfört ökad användning. Standby-funktion beräknas ge en energianvändning på 300-700 kWh, cirka 10 procent av hushållens elanvändning i ett småhus.

⁶⁹ Energimyndigheten 2000a s 143-154

⁷⁰ Johansson et al., 1983

⁷¹ SOU 1987:68

Användningen av driftel ökade kraftigt under 1980-talet men har sedan stabiliserats runt 20 TWh per år. Hur användningen av driftel har utvecklats jämfört med potentialerna är svårt att sammanfatta beroende på olika avgränsningar och utgångsnivåer i de olika undersökningarna. Den ökning som har skett mellan 1985 till 1995 anges dock ligga inom ramen för bedömningen som gjordes i *Elhushållning på 1990-talet*.

I *Perspektiv på energi* bedömdes behovet av tillförsel för värme och varmvatten till bostäder kunna minska från 83,6 TWh/år 1981 till 52,8 år 2010 varav 5,2 TWh förklaras av tillväxt i ytor. År 1999 låg användningen på cirka 75 TWh vilket tyder på att en överskattning av potentialen. Energimyndigheten nämner bland annat bristande kunskap hos fastighetsägare om vilka åtgärder som är enkla att vidta och underskattning av nybyggnation av flerbostadshus.

Sammanfattningsvis konstaterar Energimyndigheten att de beräknade potentialerna överstiger den faktiska effektiviseringen med några enstaka undantag och att förklaringarna kan kopplas till metodiken och antagandena som ligger till grund för potentialberäkningarna samt människors beteende.

Bottom-up perspektivet vid beräkning av besparingar tar hänsyn till produktutveckling genom lägre specifika åtgångstal men tar inte hänsyn till nya produkter. Det finns en tendens att underskatta spridningstiden för ny teknik genom att överskatta utbytestakten för bland annat vitvaror, värmesystem och fönster. Hushållen köper vid utbyte inte heller de apparater bland annat vitvaror som har bästa energiprestanda.

En fråga som kan ställas är hur potentialbedömningarna i framtidsstudierna ska tolkas. Det är inte oproblemiskt att jämföra potentialer och utfall på det sätt som Energimyndigheten gör. En potential i en framtidsbedömning är ju inte en prognos för att bedöma energianvändningen utan snarare en möjlig utveckling under vissa förutsättningar.

Ovanstående genomgång visar dock på att det finns anledning att vara försiktig med alltför optimistiska antaganden om införandet av ny energieffektiv teknik på marknaden. Ekonomi och beteende kan utgöra hinder för att sprida den. Nya produkter och ökad användning kan dessutom tendera att öka användningen. Det krävs sannolikt en mängd åtgärder, såväl för att påverka priser som beteende, för att minska energianvändningen.

I fortsättningen väljer vi därför att analysera ytterligare en väg att minska energianvändningen, en effektivare användning av bebyggelsen och därmed minskade krav på yta. Sambanden mellan livsstilar, byggnaders funktion, behov av olika typer av byggnader och energianvändning har inte belysts i särskilt hög grad i tidigare studier. Kommande avsnitt ska därför ses som ett första steg i en analys över hur förändringar av byggnaders funktion och användning skulle kunna begränsa behovet av uppvärmda ytor i framtiden.

DEL II FRAMTIDSBILDER

Tre områden kommer i det följande att betraktas som centrala för energianvändningen i bebyggelsen. De kommer också att utgöra grundvalen för de framtidsbilder som utarbetas i kapitel 8, denna dels sista kapitel. För det första undersöker vi i kapitel 5 vilka funktioner byggnader kan tänkas ha och vilka betingelserna är för en effektivare, det vill säga en minskad användning per capita av hushålls- och driftenergi och av temperaturreglerade ytor i bostaden, i olika serviceinrättningar lika väl som på arbetsplatsen. Två alternativ diskuteras. Ett där bostaden krymper och allt mer av hushållens aktiviteter förläggs till lokaler utanför hemmet och ett där utvecklingen mot en allt större betydelse för det egna hemmet fortsätter och där aktiviteter i lokaler får stå tillbaka.

För det andra undersöks två alternativa inriktningar av energisystemens utformning. I kapitel 6 presenteras dels en mer storskalig utformning med kraftigt utbyggd fjärrvärme, dels en mer lokalt inriktad energiförsörjning med en betydande del producerad i eller i anslutning till byggnaderna. För det tredje beaktas i kapitel 7 två alternativa utvecklingstendenser när det gäller bebyggelsens lokaliseringsmönster. I alternativet ”den glesa bebyggelsen” antas städernas tillväxt ha bromsats upp samtidigt som stadsbygdens utglesning fortsätter, medan i alternativet ”den täta bebyggelsen” storstäderna fortsätter att växa samtidigt som exploateringen i förorterna sker efter ett mer koncentrerat koncept.

5 Byggnaders användning och tänkbara förändringar av ytbehovet

I detta kapitel diskuterar vi byggnaders funktion, vad som avgör hur byggnaderna används och hur detta skulle kunna förändras. Först försöker vi göra en objektiv beskrivning av byggnaders funktion och användning i dagsläget. Sedan diskuterar vi hushållens bristande handlingsmöjligheter när det gäller att förändra byggnaders användning. Och i ytterligare ett avsnitt tar vi upp beteendets betydelse för användningen av byggnader. I det sista avsnittet samlar vi ihop trådarna och pekar på några sätt att minska bostads- och lokalytor och därigenom energianvändningen i framtiden. Inledningsvis skisserar vi hur all energi-användning kan återföras på hushållens beteende och vilken plats bebyggelsen har i detta perspektiv.

Den energianvändning som sker i bostäder och lokaler kan i vissa fall ha en stark koppling till yta och i andra fall till de aktiviteter som utförs (se kapitel 2). Bostadens energianvändning beror på bostadens storlek och utrustning, vilken rumstemperatur som har valts men också vilka aktiviteter som sker i bostaden. Lokalernas energianvändning har främst samband med efterfrågan på tjänster, och hur de produceras. Många gånger kan dock aktiviteter i bostad substitueras med inköpta tjänster. Hur fördelningen ser ut har förändrats över tiden och

varierar mellan olika hushåll. I princip kan all energianvändning härledas till privat och offentlig konsumtion. De svenska hushållens sammanlagda direkta och indirekta energiavvändning kan bestämmas enligt följande: inhemsk användning av energi minus energiinnehåll i export, plus motsvarande innehåll i import. Med hjälp av energidata kopplade till en input-outputanalys, det vill säga en beskrivning av varu- och tjänsteproduktionens flöden av insatsvaror och -tjänster från råvara fram till den slutliga konsumtionen kan hushållens såväl direkta som indirekta energianvändning beräknas. Med direkt energianvändning avses fjärrvärme, bränslen och el för uppvärmning, hushållsel och drivmedel. Den indirekta energianvändningen är den som krävs för att producera de varor och tjänster som hushållen konsumerar. Det innebär att energi för uppvärmning och drift av andra byggnader än bostäder betraktas som indirekt och kan hänföras till hushållens konsumtion av skilda varor och tjänster.

I en studie av hållbara städer (Husus, se kapitel 4) har ett försök gjorts att relatera hushållens energianvändning till olika typer av produkter och olika typer av konsumtion.

	Sociala tjänster	Offentlig förvaltning, säkerhet	Tak över huvudet	Mat för dagen	Personliga behov och rekreation	Levebröd
Förbrukningsvaror	X		X	X	X	
Direkt energi			X	X	X	X
Varaktiga varor			X	X	X	
Bostadstjänster			X			
Transporttjänster				X	X	X
Övriga tjänster	X	X	X	X	X	

Tabell 5.1 Energianvändningens fördelning på varor, tjänster och olika ändamål.⁷²

En stor del av energianvändningen kan kopplas till individers aktiviteter i bostaden, men också på arbetsplatsen och indirekt till konsumtionen av varor och tjänster. Hur mycket energi

⁷² I *Sociala tjänster* ingår utbildning, hälso- och sjukvård och omsorg. En stor del av energianvändningen kan hänföras till de lokaler som används för tjänsteproduktionen. *Offentlig förvaltning och säkerhet* innehåller bl a försvaret, polisen samt kommunal och statlig förvaltning. Den består uteslutande av offentligt finansierade tjänster. I denna post ingår energianvändningen för de lokaler som kan hänföras till berörda sektorer. I energianvändning till *Tak över huvudet* ingår den direkta användningen för temperaturreglering. Dessutom tillkommer energianvändning i samband med underhåll och skötsel av fastigheter. Under *Mat för dagen* ingår bl a direkt energi för tillagning, förvaring och disk. I energianvändningen i produktions- och distributionskedjan ingår bl a den som sker i parti- och detaljhandels lokaler. Mat konsumeras också i form av tjänster dvs. som restaurangbesök. Under *Personliga behov* ingår direkt energianvändning för bl a tvätt, TV och stereo. Hit hänförs också bl a idrott och kultur och därmed den energianvändning som sker i sportanläggningar, biografier, teatrar m fl. *Levebröd* avser hushållens egna insatser för att skaffa sin utkomst. I praktiken domineras denna post helt av hushållens pendlingsresor.

som går åt för en viss aktivitet är beroende av hur och var aktiviteterna genomförs. Olika sätt att genomföra aktiviteter påverkar också var i systemet energianvändningen sker.

Det behövs ofta energi i en rad olika byggnader, med olika funktion, i den kedja som leder fram till den slutliga konsumtionen. I exempelvis matens produktions- och distributionskedja ingår jordbruk, livsmedelsindustri, partihandel, detaljhandel, restauranger och hushåll. Behovet av byggnader i kedjans olika led påverkas av hur mycket och vad vi äter, om vi tillagar och äter maten i bostaden eller väljer att gå på restaurang, om vi handlar via nätet, på stormarknad eller närbutik osv. För uppgifter om ”bebyggelsesektorn” som leverantör av insatstjänster till andra tjänstesektorer se avsnittet *Beteendets betydelse* nedan. Ett ändrat aktivitetsmönster kan påverka energianvändningens storlek men också var den sker.

Det är med andra ord av stor betydelse för resonemangen om en minskad energianvändning i bebyggelsen att samtliga energieffekter av förändrade beteendemönster uppmärksammas genom en systemsyn som ligger i linje med ovanstående beskrivning.

Systemsynen som tillämpas i projektet innebär att perspektivet vidgas från teknik och anpassning av beteende i bostad respektive lokal till en samlad syn på hur och var aktiviteter utförs och vilken bebyggelse och energi som används. Istället för att utgå från att aktivitetsmönstret är givet, och därmed närvaro och behov av t. ex. belysning, utgår vi från aktiviteten som den bestämmande faktorn. Över tiden ändras förutsättningarna för vilka aktiviteter individerna önskar utföra och hur de utförs, av såväl teknik som värderingar.⁷³

Byggnaders funktion och användning

En byggnad kan förstås som en långvarig kolonisering och specialisering av rummet. Den lägger till rätta för vissa typer av aktiviteter, processer och aktörer. Byggnader fungerar som strukturerande behållare eller inramningar av mänsklig aktivitet, strukturerande därför att existerande byggnader och deras utformning men också vem som disponerar dessa och på vilka villkor detta sker, påverkar vilka handlingar som utförs och kan utföras. Byggnader,

⁷³ Ett exempel som kan illustrera vad systemsynen kan innebära är en ensamstående person som under en dag arbetar på kontor, intar lunch på restaurang och utför ett ärende på ett bankkontor. Antag att personen istället skulle distansarbete från sin bostad, utföra bankärendet via internet och tillaga måltiden hemma. Distansarbetets betydelse för miljöpåverkan brukar ofta kopplas samman med minskade transporter. Men också energianvändning i bostäder och lokaler påverkas. Antag att personen ofta distansarbetar och inte har något tjänsterum som står tomt på kontoret när han/hon arbetar hemma. Personvärme och värme som alstras av apparater för arbetet kan då nyttjas för att värma bostaden istället för att eventuellt behöva ventileras bort från kontoret med förbrukning av driftel som resultat. På samma sätt kan nyttjandet av internetbank antas minska banksektorns energianvändning för lokaler och drift genom minskade kundtytor. Matlagningen hemma kan dock tänkas innebära en högre energianvändning jämfört med tillagningen i storkök. Samtidigt kan efterfrågan på restaurangtjänster minska vid ökat distansarbete och därmed leda till minskat behov av energi för belysning, uppvärmning mm. i restaurangsektorn.

särskilt specialutformade sådana, vidgar på ett dramatiskt sätt personers och organisationers handlingsrepertoar. Men samtidigt förhindrar och försvårar byggnader andra aktiviteter, utestänger vissa personer och fungerar som maktmedel rent territoriellt men också symboliskt. Byggnader och tillgång till byggnader är inte bara nyttigheter som kan fördelas mer eller mindre ojämnt. Byggnader utgör också resurser som kan användas för att skapa makt, status och ekonomisk vinning.

Genom byggnaden (och dess beståndsdelar som våningsplan, lägenheter, rum etc.) skapas ett kontrollerat och reglerat förhållande till omgivningen – en *stabilisering av den inre miljön*. En byggnad ”encloses space which is accessible and usable for some human activity. ... [It] is reasonably permanent and fixed in place”.⁷⁴ Byggnadens idé är, kan man säga, att skapa ändamålsenliga betingelser för olika typer av mänsklig aktivitet. För en byggnads (eller byggnadsdels, t. ex. en lägenhets) möjligheter att erbjuda ett visst knippe tjänster (specifika villkor för en viss mänsklig aktivitet) spelar både den *geografiska lokaliseringen* (läget i förhållande till andra verksamheter, adressens status etc.) och dess *inre egenskaper* (storlek, takhöjd, bärighet, ljusförhållanden, värmesystem, isolering, ventilation, inre relationer etc.) roll. Tack vare utvecklingen av en rad storskaliga nätuppbyggda försörjningssystem har de tjänster som enkelt kan föras in i byggnader ökat kraftigt: gas, el, vatten, avlopp, telefon, kommunikationsnät. Detta har föranlett Svane att ur ett resursanvändningsperspektiv beskriva byggnaderna som de pumpar som driver systemet.⁷⁵ Även gatunätets anslutning till byggnaden och eventuellt förekommande näraliggande kollektiva transportmedel är av betydelse för vilka tjänster som en viss byggnad kan erbjuda. Byggnaders permanenta placering och relationer till andra näraliggande byggnader och anläggningar innebär också en *stabilisering av den yttre miljön*.

Man kan alltså säga att värdet av en långvarig (och stationär) koloniseringen av platsen som en byggnad utgör i hög utsträckning beror på vilka (kontrollerbara) relationer som denna har med omgivningen. Vad som kan uträttas i ett rum, en lägenhet eller en byggnad beror till stor del på hur lätt och mot vilken ersättning önskade inflöden kan tillföras och oönskade (t. ex. väder och vind, insyn, intrång av obehöriga, buller) utestängas. Byggnader och delar av byggnader kan vara mer eller mindre specialiserade i förhållande till den verksamhet som är avsedd att bedrivas. Specialiseringen kan gälla både tekniska egenskaper som byggnadens stomme och utrustning och sociala relationer som belägenhet och image. Möjligheterna att använda byggnader för andra ändamål än de avsedda beror naturligtvis på graden av specialisering och hur lätt denna är att åtgärda.

En byggnads eller byggnadsdels värde är således i hög grad socialt bestämt och inte bara avhängigt de funktionella egenskaperna i snäv mening. Modet när det gäller önskemål om byggnadsutformning och inredning är tämligen starkt, växlande och diversifierat inom olika

⁷⁴ Bruhns et al. 2000 s 641f

⁷⁵ Svane 2000

verksamhetstyper och livsstilar. Detta gäller inom såväl kontors-, restaurang-, butiks- som bostadssektorn. Dessa modeförankrade utformnings- och inredningsfrågor är lika viktiga som de mera snävt funktionella eftersom också de betingar ekonomiska värden, spelar roll för framgången i olika verksamheter, skapar trivsel och blir föremål för värdering av egna och andras bostäder och lokaler.

Användningen av bebyggelsen, byggnadstjänsterna, utgör en väsentlig del av hushållens konsumtion och av den offentliga konsumtionen och fungerar också som "insatsvara" i praktiskt taget all produktion av varor och tjänster. Byggnadsmassan spelar också en central roll som låneobjekt. Betydande ekonomiska tillgångar är placerade i byggnader. Att bygga eller bygga om representerar en viktig del av de totala investeringarna i ekonomin. De villkor under vilka byggnadsinvesteringar sker och förräntas samt vilka aktörer som är verksamma på området förklarar i hög grad vilka byggnader som uppföres samt var, när och hur detta sker.⁷⁶

I *Bostaden* ska många olika aktiviteter kunna utföras. Man kan t. ex.:⁷⁷ äta, sova, umgås med familj och vänner, arbeta, studera, se på TV, spela spel och läsa. Bostaden används dessutom som förvaringsplats. Till detta kan läggas andra värde av bostaden för individen, bland annat att ge trygghet och status samt att härbärgera minnen.

Aktiviteter som ingår ovan sker med olika frekvens, från den dagliga sömnen, frukostätande till aktiviteter som inträffar mer sällan, t. ex. årligen i form av julfirande med släkten. Husgeråd och apparater används också med olika frekvens, t. ex. frukostkoppen och finporslinet, eller TV-apparaten och videokameran.

Lokaler enligt gängse definition kan i stort sett sägas vara byggnader där tjänster produceras. Industrilokaler ingår inte i analyserna. Människor vistas i lokaler för olika syften. Handel med varor eller tjänster sker i t. ex. butiker, post- och bankkontor. Andra lokaler används för vård, daghem och utbildning. I lokaler som biograf, teatrar, idrottshallar sker också konsumtion av kultur- och rekreationstjänster. I produktionskedjan fram till den slutliga tjänsten finns också lagerlokaler och kontor. Kontorsytor används också för annan tjänsteproduktion, t. ex. förvaltning och forskning. För lokaler är nyttjandegraden vanligtvis mycket lägre än i bostäderna. Kontor, skolor och daghem står tomma stora delar av dygnet och vissa tider under året.

Utformningen av byggnader och i dem inrymda lokaler och bostäder fyller djupt liggande behov av att muta in ett territorium, skapa en känsla av tillhörighet, förankring och säkerhet och att försöka finna en balans mellan avskildhet och gemenskap, mellan privat och

⁷⁶ Guy 1998 analys av kontorsbyggandet i Storbritannien gör detta mycket tydligt

⁷⁷ En detaljerad klassificering av aktiviteter återfinns i SCBs tidsanvändningsundersökning, se t ex Statistiska Centralbyrån 1992

offentligt.⁷⁸ Det finns med andra ord en rad olika anledningar till varför relationerna mellan utbud, efterfrågan och effektiv användning av bebyggelsen är problematisk. Den existerande bebyggelsen gör genom sin stationära karaktär och långa fysiska livslängd motstånd mot förändring vilket gäller såväl ombyggnad som än mer rivning och nybyggnad. Men också de förekommande formerna för upp- och överlåtelse av lokal- och bostadsytor reser betydande förändringsbarriärer. Till och med byte av lokal eller bostad innebär betydande uppföringar som bromsar upp ett anpassningsförlopp. På många orter är bostads- och lokalbristen och inflexibiliteten på dessa marknader av ett sådant slag att stora ytor behålls och hålls i beredskap för eventuellt kommande behov. Även den process varigenom nya byggnader produceras inrymmer stora trögheter. Rådande byggkonjunktur, finansieringsförhållanden, upparbetade relationer mellan olika partners som byggherrar, entreprenadbolag, markägare, finansiärer samt fastighetsförvaltare och representanter för statliga och kommunala myndigheter och politiker spelar avgörande roller. Processen har ett betydande momentum. Den är svår att få fart på men också svår att bromsa eller stoppa upp.

Ytornas storlek

En omständighet av stor betydelse för byggsektorns energianvändning i dag och för prognoser om framtiden är den temperaturreglerade ytans storlek.⁷⁹ I en studie av västtyska förhållanden har konstaterats att bostadens yta ökar med 8 m² för varje tillkommande person, att inkomsten har starkast effekt på ytan och att ingen mättnad tycks inträda vid högre inkomster. En viss tendens att bostadsortens storlek verkar dämpande på bostadens storlek kunde också noteras vilket kan tolkas som att priset har en återhållande inverkan.⁸⁰

Den långsiktiga trenden går mot ökade byggnadsytor per capita. Den totala uppvärmda ytan i Sverige ökade med omkring 1,3 procent per år under perioden 1970 till 2000.⁸¹ Energi-användningen ökar dock inte lika snabbt eller nästan inte alls beroende på effektiviseringar. Särskilt snabb är ytillväxten inom kontorssektorn där också energianvändningen tillväxer i hög fart. I England och Wales fördubblades ytan mellan åren 1970 och 1994. Energi-användningen ökade med 65 procent åren 1973 till 1996 (lika snabbt eller snabbare än sektorns bidrag till BNP) och väntas i framtiden öka snabbare än alla andra sektorer med undantag för transporterna.⁸² Den årliga ökningen av lokalytan i 13 undersökta OECD-länder uppgick till 2,1 procent under perioden 1970 till 1995, men med en lägre ökningstakt mot slutet av perioden.⁸³ Åren 1997, 1999 och 2001 kunde till och med en stagnerande utveckling registreras i Storbritannien med en genomsnittlig kontorsyta per heltidsanställd om 16,6, 15,8

⁷⁸ Scahfer et al. 1999

⁷⁹ Krackeler et al. 1998 s 1141

⁸⁰ Schuler et al. 2000 s 887

⁸¹ IVA 2003 s 5

⁸² Boden 1996, Scrase 2001

⁸³ Krackeler et al. 1998 s 1148f

respektive 16,3 m².⁸⁴ Även inom bostadssektorn har de tillgängliga ytorna per person ökat mycket snabbt efter andra världskriget. I Norge steg utrymmesstandarden från 23 m²/person 1960 till 49 1995.⁸⁵ För Sveriges del minskade antalet boende per lägenhet från 3,17 år 1945 till 2,17 45 år senare, samtidigt som den genomsnittliga lägenhetsytan ökade. Antalet rumsenheter (antalet rum och kök) per person steg från 1,2 till 2 mellan åren 1960 och 1990.⁸⁶ År 1950 beräknades bostadsytan i Storstockholm uppgå till 20 m² per person.⁸⁷ 40 år senare hade Sverige uppnått den näst högsta utrymmesstandarden i Västeuropa med 47,0 m² per person.⁸⁸ Enligt en annan mera diskutabel skattning i miljömålspropositionen uppgår den svenska byggnadsstocken idag till 96 kvadratmeter per person jämnt fördelad mellan bostäder och andra byggnader.⁸⁹ Denna genomsnittliga standardökning har inneburit att andelen trångbodda hushåll (flera än en boende per rum utöver kök och ett rum) minskat från 33,5 procent 1960 till 2,1 procent trettio år senare. Under samma tid ökade andelen hushåll med hög utrymmesstandard (mer än ett rum per boende, kök och ett rum oräknade) från 8,8 till 35,2 procent. Bland äldre medelålders hushåll var andelen så hög som 47 procent. Den höga utrymmesstandarden är koncentrerad till småhusen med nästan tre gånger så stort inslag som bland lägenheterna i flerbostadshus, medan skillnaderna mellan storstad och glesbyggd är marginella med undantag för hushållen i flerfamiljshus som i glesbygden når den höga ytstandarden i dubbelt så stor utsträckning som i storstaden.⁹⁰

Under 1990-talet har tillväxten av bostadsyta per capita stannat av i Sverige. Orsaken torde vara de mycket kraftiga prisstegringar på boendet som skett under decenniet och de specifika strukturproblem som drabbat bostadsbyggandet. De subventioner som tidigare drivit upp bostadskonsumtionen och som kritiserats ur resursanvändningssynpunkt av bl a Sanne⁹¹ har avvecklats. Mycket talar dock för att den minskade ytanvändningen per capita i bostadssektorn är ett övergående fenomen, som kan komma att förbytas i sin motsats när bostadsbyggandets strukturproblem lösts och hushållens inkomster stegrats tillräckligt efter prischocken i början på 1990-talet.

Lokalbeståndet i England och Wales åren 1993/94 uppskattades till 904 miljoner m² eller 17,6 per capita.⁹² Motsvarande siffror för Sverige år 2000 är 163 miljoner m² eller 18,3 m² per person (referens och fördelning på olika typer av byggnader redovisas i kap 3).

Femtio år tidigare skattades lokalytan (inklusive industrilokaler) till 13 m² per capita i Storstockholm.⁹³ Uppgifterna om lokalytor är motstridiga. Gapet mellan den ovan nämnda

⁸⁴ Gerald Eve 1999 s 2 och 2001 s 3

⁸⁵ Høyer et al. 2001 s 49

⁸⁶ Statistiska Centralbyrån FoB 1960 och 1990

⁸⁷ Artle 1959

⁸⁸ Hedman 1993 s 37

⁸⁹ Prop 2000/01:130 s 182

⁹⁰ Statistiska Centralbyrån, FoB 1990

⁹¹ Sanne 1986

propositionens skattning om c:a 48 m²/capita och de 18,3 som rapporterats av Statistiska Centralbyrån är på tok för stort för att kunna förklaras av att industrin ingår i den första men ej i den andra siffran. Uppgiften att lokalytan är lika stor som bostadsytan är inte trovärdig. Snarare är lokalytan per *anställd* i paritet med bostadsytan per *boende*. Med en sådan omtolkning skulle lokalytan per *innevånare* uppgå till drygt 20 m². Även när det gäller bostadsbeståndet, som tidigare varit väl rapporterat genom folk- och bostadsräkningarna, börjar informationer om ytstandard och boendetäthet att försämmas.

Användningsintensitet

Samtidigt med den långsiktiga tendensen till yt- och energiökning inom lokalanvändningen står en stor del av byggnadsmassan, bostäder såväl som lokaler, oanvänd under en betydande del av dygnet, veckan eller året; oanvänd i betydelsen att ingen person vistas i rummet, lägenheten, lokalen eller huset. Under denna tid står bebyggelsen standby, det vill säga i beredskap för att tas i anspråk när behov och önskemål uppstår. Eller också kan de oanvända byggnadsytornas funktion beskrivas som lagrets. I avvaktan på att föremål, möbler eller maskiner ska användas eller beskådas upptar dessa stora uppvärmda ytor i såväl lokaler som bostäder. Den relativt låga nyttjandegraden i bebyggelsen är allmänt känd men det saknas systematiska undersökningar av bebyggelsens tidsanvändning.

Energiåtgången i bebyggelsen är delvis beroende av intensiteten i användningen. En högre intensitet t. ex. flera arbetande eller boende per m² leder som regel till större energianvändning per ytenhet genom en ökning av "driftenergin" – flera apparater, längre drifttider, mera varmvatten, ökad ventilation etc. Men en ökad intensitet rymmer också tendenser till minskad energianvändning. Kravet på uppvärmning kan t. ex. minska på grund av att flera personer är närvarande och fler apparater är i drift. I varmare klimat ökar å andra sidan kraven på kylning.

Den energi som används för belysning kan tillgodogöras i högre grad beroende på att belysningen används mer under uppvärmningssäsongen än under övriga året. 80 procent av belysningstimmarna infaller i Mellansverige under uppvärmningssäsongen. Andelen nyttig värme under uppvärmningssäsongen är också olika för olika apparater beroende på tekniska egenskaper och placering enligt tabellen nedan.⁹⁴

⁹² Bruhnes 2000 s 664

⁹³ Artle 1959

⁹⁴ Högberg 1996

Utrustningar	Andel nyttig värme under uppvärmningssäsongen, procent
Kyl/sval och frys	85-95
Spis och ugn	20-30
Diskmaskin	
-kallvattenanslutning	20-35
-varmvattenanslutning	20-30
Tvättmaskin	10-20
Torktumlare	
-kondenstumlare	30-40
-utblåstumlare	5-10
Tvätt-torkkombinationer	20-30
Torkskåp	20-30
TV & Video	85-95
Telefonsvarare & Fax	90-95
Belysning-inne i rummet	90-95
Belysning-vid fönster	10-30

Tabell 5.2 Nyttig värme för olika utrustningar.

På årsbasis blir andelen nyttig värme naturligtvis lägre. Grupperas apparaterna och antages att TV, video, klockradio, dator, etc. med mycket hög andel nyttig värme dominerar bland de elektriska apparaterna kan nedanstående tabell över nyttig värme på årsbasis uppställas.⁹⁵

Tabellen visar hur mycket nyttig värme som kan tillgodogöras från driftenergi.

	kWh	Nyttig värme %	Nyttig värme kWh
Tvätt & tork	1000	13	130
Elektriska apparater	850	50	425
Matlagning	800	13	104
Disk	350	13	46
Kyl, frys, sval	1000	57	570
Belysning	1000	50	500
Summa	5000	35	1775

Tabell 5.3 Nyttig värme i småhus.

Ökad närvaro i bostaden och ökad användning av driftel leder till att en ökad mängd nyttig värme tillförs från personer och apparater. En förutsättning för att detta ska minska energi-användningen för uppvärmning är ett väl fungerande reglersystem.

⁹⁵ Energianvändningen avser småhus enligt Energimyndigheten 2001b

Om vi i stället för att som ovan resonera om en enskilda byggnad eller lokal istället betraktar hela byggnadsbeståndet inrymmer en ökad ytintensitet stora möjligheter till minskad energi-användning genom att den totala temperaturkontrollerade byggnadsytan kan hållas nere. En i sammanhanget kritisk fråga är om den tjänst som bebyggelsen ger är, eller kan göras, funktionellt likvärdig om en och samma aktivitet utförs på en mindre yta alternativt flera aktiviteter på samma yta. Att ha en viss reservyta till hands för oförutsedda behov kan ha ett stort värde särskilt om möjligheterna att med kort varsel komma över tilläggslokaler för såväl tillfälligt som mer stadigvarande bruk är begränsade.

Eftersom den uppvärmda ytans storlek har stor betydelse för den energianvändning som är relaterad till bebyggelsen finns det goda skäl att ägna frågan om intensitet och intensitetsmätt när det gäller bebyggelsens användning stor uppmärksamhet. Samtidigt är dock kunskaperna på detta område mycket bristfälliga. De bygger många gånger helt på tumregler och subjektiva skattningar. Inslaget av systematiska undersökningar är mycket begränsat. I studier av kontorsarbetsplatser i London har konstaterats att den faktiska tätheten markant understiger vad som kalkylerats med vid kontorens utformning. Avvikelsen var oväntat större ju större rörelseytor och stödjande biutrymmen som fanns. Med undantag för finanshandlare förefaller anställda vilja ha gott om utrymme på arbetsplatsen, vilket kan ge bättre förutsättningar att hantera störande konflikter.⁹⁶ I tre studier av hur kontorsarbetsplatser används i Storbritannien 1997, 1999 och 2001 har bland annat konstaterats att tätheten tenderar att öka ju nyare byggnaden är, med lokalisering till företagsparker och förortsområden och om lokalerna är hyrda och inte ägda. Även under udda tider användes de brittiska kontoren. Så var t. ex. 18 procent av arbetsplatserna besatta någon gång under perioden kl 24 till kl 06. När det gäller arbetsorganisationens förändring minskade, i strid med förväntningarna, inslaget av desk-sharing mellan 1997 och 1999. Bland de företag som använde sig av nyare arbetssätt som hot-desking, hotelling, home-working, mobile office eller team working, intjänades i genomsnitt 3 m² per person eller i det närmaste 20 procent jämfört med företag som bara nyttjade traditionell arbetsorganisation.⁹⁷

När det gäller bostädernas användningsintensitet kan vissa uppgifter hämtas från tids-användningsstudierna, som bl.a. berättar om hur stor del av tiden som olika personer tillbringar på olika ställen. I början på 1990-talet vistades den svenska vuxna befolkningen ungefär två tredjedelar av tiden i bostaden medan knappt tjugo procent tillbringades på arbetsplatsen. Att vistas på lokal och på resande fot stod för omkring 5 procent vardera.⁹⁸ Vad som inte framgår är emellertid hur olika personers tid är fördelad på vistelse i olika delar av bostaden och arbetsplatsen eller på längre sammanhängande perioder av bortovaro, som kan innehålla en potential till alternativ användning.

⁹⁶ Leaman & Bordass 1999 s 14

⁹⁷ Gerald Eve 1999 och 2001

⁹⁸ Statistiska Centralbyrån 1992, Ellegård 2002

Självklara frågor blir om bebyggelsen kan användas mer effektivt, om standby-tiderna kan kortas, om lagringsfunktionen kan ombesörjas i utrymmen av mindre energikrävande slag eller om andra effektiviseringar ligger inom räckhåll. Men för att besvara dessa frågor på ett tillfredsställande sätt skulle bättre uppgifter om den nuvarande användningen behövas. Lorek et al.⁹⁹ föreslår 14 indikatorer för en ekologiskt hållbar hushållskonsumtion. Bland dessa återfinns uppvärmningsenergi per m² och bostadsyta per person. Vid sidan av formella uppgifter om bebyggelsens användning av typen vakansgrader i olika bestånd och använd yta per enhet, (t. ex. medelvärde och spridning per boende i bostadssektorn, per anställd, per förädlingsvärde, per omsatt krona, per produktionsvolym, per maskineffekt inom industri, handel och kontor, per elev, per utbildningstimme inom utbildningsväsendet, per vårdprestation, per besök inom hälso- och sjukvården, per besökare vid kultur- och sportevenemang) behövs också informationer om den reella användningen av bebyggelsen. Det kan t. ex. gälla antal personnärvarotimmar per ytenhet, men också hur användningen varierar över tid, t. ex. om lågt nyttjande är koncentrerat till längre tidsperioder eller om det är jämnt spritt över tiden.

Med hjälp av ett räkneexempel kan en viss indikation ges om vad ett ökat hemarbete, det vill säga en intensivare användning av bostaden, skulle kunna innebära. En människa avger i genomsnitt cirka 100 Watt värme. Det innebär totalt 876 kWh om personen skulle vistas i bostaden dygnet runt under hela året, varav 587 kWh under uppvärmningssäsongen. Vid 66 procent vistelse i bostaden, det vill säga det genomsnitt som uppmätts i svenska tidsanvändningsstudier, blir nyttig värme under hela året cirka 390 kWh. I tabellen nedan beräknas hur mycket nyttig värme som skulle kunna tillgodogöras om en person arbetar hemma heltid och dessutom undviker restid 1,5 timmar per dag. Exemplet får ses som en maxuppskattning. Även om arbetet i huvudsak sker i bostaden måste den hemarbetande ibland lämna bostaden för t. ex. kundbesök, besök hos arbetsgivaren, kurser, seminarier mm. Restidsbesparingen blir också mindre om inköp som kunnat ske i samband med arbetsresor ersätts med särskilda inköpsresor. Arbetstiden har satts till 8 timmar per dag och 1 680 timmar per år fördelade på 210 arbetsdagar. Den använda datorn har en effekt om 136 Watt. Varken arbetsbelysning eller matlagning och kaffekokning i bostaden ingår. En månads semester antas inträffa under sommaren varför 73 procent av personvärmen avges under uppvärmningssäsongen. All värme från såväl människan som maskinen antas kunna nyttiggöras under uppvärmningssäsongen.

⁹⁹ Lorek et al.⁹⁹ 2001 s 107ff

	kWh/år
Personvärme, arbetstid	123
Personvärme, undviken restid	23
Dator	167
Summa	312

Tabell 5.4 Nyttig värme vid hemarbete.

Enligt kalkylen ger hemarbetet ett tillskott på drygt 300 kWh nyttig värme eller cirka 2 procent av uppvärmningsbehovet i ett småhuset i figur 2.6. I ett modernare hus med mindre uppvärmningsbehov skulle tillskottet relativt sett bli större.

Genom att sätta energianvändning, yta och nyttjande i relation till varandra, så som föreslagits ovan, kan jämförelser mellan olika delar av byggnadsbeståndet enklare genomföras och mål formuleras. Eftersom ett sätt att öka effektiviteten skulle vara att använda bostäder och lokaler under längre tid än vad som nu faktiskt sker (vilket allt annat lika skulle leda till minskade totala åtgångstal) så är ”beläggningsuppgifter” av intresse. Ett försök i denna riktning genomfördes i en undersökning av verksamheter vid 3 350 adresser i städerna Bury St. Edmunds, centrala Manchester, Swindon och Tamworth.¹⁰⁰ Olika lokaltyper har jämförts med avseende på den årliga energikonsumtionen per m² och drifttimme (timmar/dag * dagar/vecka * veckor/år).¹⁰¹ Uppgifter om antalet drifttimmar bygger på surveydata och används för att kalkylera antalet megajoule per m² per timme för olika typer av användning, byggnader och värmesystem. Någon redovisning av variationer i användningen görs emellertid ej vid sidan av relativt väntade konstateranden som att hotell- och restaurangverksamhet bedrivs under en större del av dygnets timmar än de flesta andra verksamheter.

Sammanfattningsvis är det en stor brist för möjligheterna att bedöma olika rationaliseringspotentialer i byggnadsbeståndet att uppgifter om hur stor närvaron är och hur denna är fördelad över tid saknas.

Energianvändning i olika typer av byggnader

Kraven på byggnader (eller byggnadsdelar) sammanhänger nära med vad de avses att användas till. Användningen har därför, föga överraskande, stor inverkan på energianvändningen i byggnader. En klassifikation av bebyggelsen efter avsedd användning är därför av intresse.

¹⁰⁰ Mortimer et al. 1999 s 452ff

¹⁰¹ Rickaby et al. 2000 s 701

Den vanligaste funktionsindelningen av bebyggelsen skiljer mellan bostäder och andra byggnader. Bostäder bör kunna fylla en rad olika funktioner. De ska fungera som existentiell förankring, ge möjlighet att ge uttryck för sin identitet, erbjuda möjligheter till avkoppling, sömn, avskildhet, säkerhet, familjeliv, umgänge, ätande och matlagning, förströelse och kulturell konsumtion, lagring av ägodelar, studier och arbete. Energiåtgången för uppvärmning varierar med, bland många andra faktorer, byggnadstyp. Flerfamiljshus har i Sverige överraskande den högsta användningen bland bostadshusen. Som skäl till detta brukar inslaget av hissar, kommunikationsutrymmen (entréer och trapphus) och ventilationsanläggningar anföras (jämför också kapitel 2). I andra sammanhang har teoretiska beräkningar tvärtom kommit till att lägenheter i friliggande hus kan dra ända upp till tre gånger så mycket som motsvarande utrymmen i flerfamiljshus.¹⁰² Även isoleringsgrad, belägenhet i landskapet, betalningsansvarets fördelning och de boendes beteende (val av inomhustemperatur, vädringsvanor etc.) kan förväntas inverka på åtgången.

Även om skillnaderna mellan olika bostäder är betydande så är den heterogenitet som den övriga bebyggelsen uppvisar avsevärt mycket större.¹⁰³ I en lokalräkning och klassificering i England och Wales, en av de mera ambitiösa som genomförts, indelades byggnadsbeståndet vid sidan av bostadssektorn i fyra huvudkategorier (Commercial, Hospitality and leisure, Industrial och Social), tolv undergrupper och 117 grundkategorier efter aktivitet.¹⁰⁴ Även andra länder, bl. a. Danmark, Frankrike, Japan, Kanada och Sverige, har rapporterats vara i färd med att insamla mer detaljerad energiinformation om lokalsektorn som notoriskt varit dåligt beskriven.¹⁰⁵ Av den engelska studien framgår att skillnaderna i energianvändning per ytenhet *mellan* olika lokaltyper är avsevärd med tvättinrättningar, restauranger och caféer i topp.¹⁰⁶ Samtidigt var variationen *inom* de undersökta lokalgrupperna ännu större och uppgick till en faktor tio och i något fall till en faktor trettio.¹⁰⁷ Slutsatsen är att även andra omständigheter än lokaltypen, som byggnadsform, storlek, typ av anläggning¹⁰⁸, men också beteenden, det vill säga hur verksamheten faktiskt bedrivs, påverkar energianvändningen. Vissa uppgifter tyder på att om- och nybyggnad av bostäder skulle vara lättare att genomföra så att miljömålen kan nås än vad gäller lokaler.¹⁰⁹ Å andra sidan framhålls att det med utgångspunkt i fallstudier är en vida spridd uppfattning att stora energivinster är möjliga att göra i den existerande lokalsektorn.¹¹⁰

Det finns t. ex. de som hävdar att det redan med existerande lågenergiteknik och alternativbränslen skulle gå att minska koldioxidutsläppen från bebyggelsen med 80-90

¹⁰² Owens 1992 s 82

¹⁰³ Pout 2000 s 721

¹⁰⁴ Bruhns et al. 2000 s 652ff

¹⁰⁵ Krackeler et al. 1998

¹⁰⁶ Mortimer et al. 2000 s 717

¹⁰⁷ Rickaby et al. 2000 s 707

¹⁰⁸ Rickaby et al. 2000 s 708

¹⁰⁹ Lowe 2000

procent till år 2050, åtminstone i bostadsbeståndet och troligen också, men detta framställs med större reservationer, i det övriga.¹¹¹ Men uppfattningen att användningen av bebyggelsen är av avgörande betydelse för möjligheterna att spara energi, minska koldioxidutsläppen och nå miljömålen, det vill säga att de tekniska förbättringarna inte kommer att kunna realiseras i tillräcklig utsträckning, finns också företrädd. Fokus i detta kapitel är just på denna infallsvinkel: vilken betydelse har beteende, livsstil och ideal när det gäller energi-användningen i bebyggelsen, framför allt för möjligheterna att drastiskt sänka denna?

Kringskurna handlingsmöjligheter

De tjänster som bebyggelsen erbjuder och som kan efterfrågas av hushåll och andra nyttjare av byggnadsytor, är begränsade både av tillgången på byggda fysiska strukturer och hur dessa förnyas samt av de institutionella förhållanden som råder på fastighets-, bostads- och lokalmarknadernas olika segment. Boden definierar ”building services” till att i huvudsak gälla upprätthållandet av inomhusklimatet; ljus, temperatur och luftkvalité. Även med en så snäv definition framstår möjligheterna att nå en effektiv samordning mellan bebyggelsens fysiska utformning och de olika delsystemen, med syfte att anpassa bebyggelsen till kraven på hållbarhet som mycket snäva. Detta beror inte på tekniska svårigheter utan istället på rollfördelningen och olika delkulturer inom fastighets- och byggbranschen.¹¹² Inte ens när miljöinvesteringar framstår som ekonomiskt fördelaktiga är det säkert att dessa kommer till stånd. Enligt Boden krävs en genomgripande systemförändring, ett paradigmskifte inom branschen, för att en erforderlig nyordning ska kunna etableras.

Vidgas definitionen av ”building services” till att gälla hela spannet av nyttigheter som bebyggelsen har potential att erbjuda i varierade tidsmässiga portioner, blir restriktionerna hos de nu rådande institutionella förhållandena ännu tydligare. Marknaderna för att komma i åtnjutande av bebyggelsebaserade tjänster för kortare tider är t. ex. högst begränsade, även om tillväxten av så kallad facility management bland annat inriktar sig på denna marknads-möjlighet. För en omställning av fastighetssektorn i vid mening (byggande och användning av bebyggelsen) till hållbar utveckling menar Rohracher¹¹³ att det i första hand krävs en förståelse och förändring av de sociala kontexter i vilka produktion, förvaltning och användning av byggnadsbeståndet sker, medan de tekniska frågorna inte är problemet. Det sociotekniska betraktelsesätt som Rohracher tillämpar gör det uppenbart att det i första hand är en rad sociala innovationer som behövs för att en hållbar utveckling ska kunna komma till stånd. Det krävs t. ex. större integration av olika aktörer på utbudssidan, uppkomst av en marknad för innovativa och ekologiska byggnadstjänster, närmare relation mellan producent-

¹¹⁰ Penman 2000 s 1

¹¹¹ Lowe 2000 s 164, se även kapitel 4 om andra svenska framtidsstudier

¹¹² Boden 1996

¹¹³ Rohracher 2001

användare av byggnadstjänster och involvering av konsumenterna i de innovativa processerna.

Men det är inte bara den smala marknadsrepertoaren på byggnadstjänsternas område som beskär handlingsmöjligheterna. Dessa tjänster är, särskilt så som de idag är utformade och med de bytesförhållanden som råder, i hög grad inbäddade eller inflätade i andra tjänster. Valet av bostad är mångdimensionellt och gäller inte bara bruksvärdet av en viss yta och upplåtelseform. Viktigt är val av plats med alla de relationer till omgivningen som byggs upp efter hand. Därför är valet av bostad som regel mera permanent än andra konsumtionsval. Det är, kan man säga, ett helt paket man väljer.¹¹⁴

Rollfördelningen och relationerna mellan olika roller i bebyggelseförsörjningen har också en stor betydelse för vilka handlingsmönster som utvecklas och vilka handlingsrepertoarer som är möjliga. Politiker, byggherrar, entreprenörer (som verkar under entreprenadavtal av skiftande karaktär), investerare, ägare, förvaltare och nyttjare bildar en komplicerad väv av asymmetriska och många gånger svårpåverkbara relationer. När det gäller lokalers utformning och användning av ytor ser incitamenten olika ut beroende på rollfördelningen. T. ex. gäller detta mellan att bygga för egen förvaltning jämfört med på entreprenad eller spekulation och ägda ytor handhas på ett annat sätt än förhyrda¹¹⁵ och mellan bostäder med olika upplåtelseformer.¹¹⁶

Hyresgäster har som regel inga möjligheter att påverka energiprestanda för kyl, frys och spis. Värme och varmvatten tillhandahålls till fast kostnad medan hyresgästen står för övriga energikostnader. De ekonomiska vinsterna av sänkt rumstemperatur, förnuftiga vädringsrutiner och sparsamhet med varmvatten kommer fastighetsägaren och inte hyresgästen till del. När det gäller apparat- och armaturinnehav och användningen av dessa är dock hushållen fria att välja. Sparsamhet när det gäller detta nyttjande och eventuella investeringar för att sänka förbrukningen kommer, i varje fall på kort sikt, hyresgästen till del. Det som gäller för hyresgäster gäller i stor utsträckning också för bostadsrättshavaren, även om ett inflytande, åtminstone i princip, kan utövas via föreningen. Hushåll som äger bostaden har störst möjligheter att påverka energianvändningen och kostnaderna för denna. Beslut om utrustning, förbättring av K-värden, val av energisystem etc. faller i dessa fall helt på hushållet. Emellertid innebär ofta gjorda investeringar att valfriheten på kort sikt kan vara illusorisk.

Lokala förhållanden kan också begränsa valet av lösningar (tillgång till fjärrvärme, elvärme t. ex. på grund av svaga ledningar eller jordvärme om berggrunden inte är lämplig). Både hyresvärdar och egnahemsägare är för sina beslut om investeringar beroende av vilka utbud som finns att tillgå och vilka kostnader som olika åtgärder betingar.

¹¹⁴ Eklundh 2001, Schuler et al. 2000 s 886

¹¹⁵ Gullberg et. al 2001

¹¹⁶ Svane 2002

Olika regelverk och subventionssystem kan naturligtvis spela stor roll i sammanhanget. Vid nyproduktion spelar entreprenadbolagens utbud, bankernas låneregler och myndigheternas lagar och förordningar en stor roll. Moderörelser när det gäller arkitektonisk utformning, bostadstyp och heminredning är vid sidan av ekonomiska överväganden viktiga drivkrafter vid hushållens val av "energiregim" för den egna byggnadsanvändningen.

Men hushållens inflytande när det gäller användningen av byggnader och den därav resulterande energianvändningen ska inte underskattas. Valet att stanna hemma framför tv-apparaten istället för att besöka biolokalen har konsekvenser för lokalanvändningen om det delas av många. Denna påverkan ska dock inte ses som ett aktivt energival utan som indirekta konsekvenser av förändrade konsumtionsval.

Lokaler som hushållen besöker för att uträtta ärenden etc. utformas för att locka till sig kunder eller besökare. Det är med andra ord de företag och organisationer som svarar för verksamheterna, och av dem anlidade konsulter och experter, som är aktiva handlingsagenter när det gäller lokalutformningen. Dessa är dock i många fall genom hyresförhållanden i ett underläge gentemot fastighetsägare på sätt som liknar hyresgästerna i bostadshus.

Möjligheter att förverkliga energieffektiviseringar har förhindrats genom intressekonflikter mellan lokalhyresgäster och fastighetsägare, på grund av dålig information och konservatism.¹¹⁷ Guy¹¹⁸ ser trots dessa institutionella hinder möjligheter till en positiv utveckling, bl.a. efter att ha rapporterat om ett större hänsynstagande till användarvänligheten i lokalbeståndet i övriga Europa än i Storbritannien där de snabba och stora vinsterna inom fastighetssektorn fått styra utvecklingen. Förhoppningar har också knutits till att försäkringsbolagen i sin egenskap av betydande fastighetsägare ska spela en positiv roll för en hushållning med energin i bebyggelsen utifrån intresset att undvika de ersättningsfall som kan förväntas i spåren av en klimatförändring.¹¹⁹ När det gäller kommersiella fastigheter finns det hälsomässiga och ekonomiska skäl som talar för en förnuftigare användning av energin. Arbetseffektivitet och välbefinnande kan öka med en bättre utformning av kontorsmiljöer. Ökad temperatur har t. ex. kunnat visas leda till flera fall av huvudvärk samtidigt som toleransen mot miljöavvikelser och arbetstillfredsställelsen ökade när personalen hade kontroll över systemet, en möjlighet som i många fall byggs bort.¹²⁰ En annan grupp av aktörer som kan spela en positiv roll för energihushållning i bebyggelsen är fastighetsskötare, förvaltare och energitekniker. Genom att finjustera och kontinuerligt övervaka olika system för värme och ventilation, särskilt de stora och mest komplicerade, kan betydande vinster göras. Många system kräver en intensivare skötsel än de vanligen får för att fungera väl. Det

¹¹⁷ Scarse 2001 som rapporterar om förhållanden i Storbritannien

¹¹⁸ Guy 1998

¹¹⁹ Scrase 2001 s 52

¹²⁰ Heerwagen 2000 s 360, Leamann & Bordass 1999 s 5

har talats om att energibesparingar om 10 – 15 procent relativt lätt kan nås genom fintrimning av dessa system. Även hos småhusens klimatreglerande anläggningar, som vanligen inte är föremål får någon professionell skötsel torde en betydande potential finnas.

Beteendets betydelse

Vilken betydelse har hushållens beteende för den totala energianvändningen i bebyggelsen? Det kan vara lämpligt att anlägga ett hushållsperspektiv även på lokalanvändningen.¹²¹ Syftet är att schematiskt ge en översikt över det inflytande hushållen har (kan ha) och vilka andra aktörer och institutionella förhållanden som är betydelsefulla. Vi skiljer då på hushållens egna, direkta respektive indirekta bebyggelseanvändning.

Den byggnadsanvändning som ligger närmast hushållen gäller bostäder, fritidshus, lagringsutrymmen och garage som man själv disponerar över. Inte ens på detta område kan hushållen uppfattas som suveräna i sina beteenden. Hushållens resurser och tillgängliga utbud sätter restriktioner på kort, men även på längre sikt. Vi kan kalla detta för *hushållens egna bebyggelseanvändning*.

Hushållens medlemmar besöker en rad olika lokaler i samband med behov av service, för utbildning, vid inköp, sjukdom, förlustelser, näringsintag, motion osv. Vilka lokaler hushållen sammantaget besöker bestämmer åtminstone på sikt vilka lokaler, butiker och inrättningar som kommer att finnas kvar. Hushållen är naturligtvis inte de allenarådande aktörerna. Bestämmer t. ex. en vårdgivare, en utbildningsanordnare eller butiksinnehavare att lägga ner verksamheten hjälper det inte att hushållen vill fortsätta sitt besöksbeteende. Men om hushållen uteblir påverkar detta lokalidkaren direkt. Vi kan hänföra den bebyggelse som hushållens medlemmar besöker till *hushållens direkta bebyggelseanvändning*.

Men hushållen påverkar också den övriga lokalanvändningen. Genom att hushållen konsumerar varor och tjänster som producerats med hjälp av en rad insatsvaror och -tjänster, varav lokaler är en, ger de upphov till en lokalanvändning utan att någonsin ha besökt dessa. Eftersom insatsen av lokaler varierar i de olika varornas och tjänsters respektive produktionsfunktioner kan man säga att hushållen genom sitt konsumtionsval påverkar även denna lokalanvändnings omfattning. Men denna inverkan framstår som ännu svagare än i de två ovan nämnda fallen. Ett specialfall är den kollektiva konsumtionen. Rättsapparaten, kommunalkontorets eller försvarets lokaler kan knappast återföras på hushållens konsumtionsbeteende. Möjligtvis kan denna lokalanvändning också återföras till hushållen, men då via politiska och beskattningmässiga processer. De lokaler som hushållen varken disponerar eller besöker kan hänföras till *hushållens indirekta bebyggelseanvändning*.

¹²¹ jfr pläderingen för denna typ av perspektiv när det gäller frågor om social och ekologisk hållbarhet hos Jarvis 2001

Hushållen konsumerar i storleksordning två tredjedelar av de tjänster som produceras inom de ekonomiska sektorerna småhus och fritidshus samt övriga fastigheter, vilket ungefär motsvarar kategorin *hushållens egen bebyggelseanvändning*. Den offentliga förbrukningen svarar för femton procent. Resterande 17 procent av produktionen inom "bebyggelsesektorn" utgör insattjänster i annan produktion. De branscher som dominerar är Uppdragsverksamhet 2,9 procent, Handelstjänster, reparationer och hushållsartiklar med 2,0, Bank och försäkring 1,7, Övriga privata tjänster 1,5, Hotell och restaurang 1,4 och Samfärdsel 1,3. Dessa poster står för det som ovan kallats *hushållens direkta och indirekta bebyggelseanvändning* och är svåra att fördela på dessa båda kategorier.¹²²

Det råder delade meningar om vilken betydelse hushållens och andra aktörers beteende har för bebyggelsens användning i allmänhet och den bebyggelserelaterade energianvändningen i synnerhet. Det är i vart fall så att den uppmärksamhet som ägnas beteendekomponenten varierar starkt mellan olika analyser. De tekniska aspekterna står i många fall i förgrunden. Det gäller byggnadernas utformning och isolering, vilka system som används för uppvärmning, apparaters effektivitet etc. Det finns de som hävdar att beteendekomponenten regelbundet underskattas eller ignoreras.¹²³ Samtidigt är det dock många som påpekar att beteendekomponenten är viktig att beakta och påverka om bestående resultat ska kunna nås när det gäller (åtminstone vissa) insatser för att spara energi och effektivisera energianvändningen.¹²⁴

Energianvändningen i bebyggelsen beror som framgått även av en rad olika tekniska egenskaper, lång- och kortsiktiga beslut och handlingsmönster hos ett flertal olika aktörer. Spelar verkligen hushållens beteende någon betydelsefull roll i denna komplicerade väv? I ett försök att skilja effekterna av hushållens preferenser och vanor (som t. ex. rumstemperatur, återhållen uppvärmning, vädring) från influenserna av byggnadernas egenskaper, meteorologiska förhållanden fann Schuler et al.¹²⁵ vid analysen av ett västtyskt material endast en svag negativ effekt av familjestorlek och en viss positiv av inkomst på använda energimängder per capita. Sammantaget kunde några betydande effekter av beteenden inte spåras. Om sådana existerar så saknar de stark korrelation med hushållens socioekonomiska egenskaper, konkluderar författarna.

I en genomgång av litteraturen har Mullaly¹²⁶ funnit två studier som kvantifierar i vilken utsträckning hushållens energibeteende (hur termostaten för värmesystemet regleras, vädring

¹²² Beräknat på input-output-tabeller för 1996 framtagna för SOU 2001:2, publicerade på (<http://finans.regeringen.se/propositionermm/sou/index.htm>)

¹²³ Wilhite et al. 1996

¹²⁴ Bruhns et al. 2000 s 642, Mullaly 1999 s 1041, 1048, Schuler et al. 2000 s 877, Biesiot et al. 1999 s 374 och Lorek et al. 2001

¹²⁵ Schuler et al. (2000 s 880, 884f)

¹²⁶ Mullaly 1999 s1044

och användning av apparater sker, men ej investeringsbeslut) påverkar deras energi-användning. Mellan 18 och 26 procent av variationen i energianvändning befanns vara hänförlig till skillnader i beteenden. Vid olika försök att påverka hushållen uppnåddes spareffekter av i storleksordningen 10 procent. De påverkansförsök i vilka hushållen själva involverades, t. ex. genom att delta i studiecirkel och göra utfästelser inför övriga cirkel-deltagare, har visat sig ha effekt även på något längre sikt. Det faktum att det i alla inkomstgrupper förekommer hushåll med låg energikonsumtion föranleder Biesiot et al.¹²⁷ att resonera om att en förändrad livsstil skulle kunna reducera energibudgeten väsentligt även om den nuvarande trenden går mot mer energiintensiva livsstilar.

Hinchliffe¹²⁸ understryker också energianvändningens kulturella determinanter men med den motsatta poängen, det vill säga att man på ett realistiskt sätt bör ta hänsyn till hur olika användningsmönster skapas och vidmakthålls i stället för att hemfalla åt schematiska spekulationer om en övergång till energihushållande hushållspraktik:

"Energy use has been associated with a whole set of cultural goods, and these in turn have embodied various meanings associated, among others, with cleanliness, individualism, status, accessibility and gendered roles, and these are all subject to varying amounts of change and resistance to change."

I en studie av norska förhållanden konstaterar Høyer et al.¹²⁹ att konsumtionen relaterad till bostaden varierar med livssituationen men också att bostaden är en artefakt som vi producerar men att den samtidigt påverkar oss.

Bland dem som starkast framhållit beteendets betydelse är Wilhite et al.¹³⁰ I en undersökning av energibeteendet med hjälp av etnografisk metod hos några familjer i Oslo och Fukuoka finner de både stora skillnader och vissa likheter. Det som i hög grad styr familjernas energibeteende är kulturella mönster. I Norge leder den stora betydelsen av "koselighet" för den sociala, kulturella och symboliska presentation av hemmet och för familjens anseende till en överkonsumtion av värme och ljus. Betydelsen av att ha det hyggligt, varmt och ljust om kvällen understryks av familjerna. Energilampor avvisas därför att de inte ger den rätta stämningen.

I Fukuoka är tendensen den att man bara värmer det rum eller den del av rummet där man befinner sig. I stället för 9,6 glödlampor i vardagsrummet i de norska hemmen finns 2,5 i de japanska. I de japanska hemmen spelade badet en viktig roll. Det var vanligt att badvattnet återanvändes av hela familjen (tvagningen sker i separat dusch). Därefter var det inte ovanligt

¹²⁷Biesiot et al. 1999 s 379f

¹²⁸ Hinchliffe 1995 s 94

¹²⁹ Høyer et al. 2001

¹³⁰ Wilhite et al.¹³⁰ 1996

att vattnet pumpades över till tvättmaskinen där all tvätt tvättas i rumstempererat vatten. I Oslo var tvättemperaturen mellan 50 och 60 grader. Vid disken lät de japanska familjerna vattnet rinna medan de norska använde sig av stillastående vatten i diskhon. I de norska familjerna användes varmt vatten vid disken, vilket också skedde i några av de japanska hemmen. Anledningen var då inte att få disken ren utan att värma den person som diskade.

En slutsats är att japanerna inte delar den nästan sjukligt överdrivna tron i väst på ett samband mellan varmt vatten och hygien, en annan att de använder varmt vatten för att värma kroppen under vintern – en energimässigt ineffektiv metod.

Av den refererade jämförelsen kan man dra slutsatsen att beteendet spelar oerhört stor roll för hur energin används i hemmet. Hur stora effektskillnader som registreras vid empiriska undersökningar beror helt enkelt på hur stora skillnader det finns i den undersökta populationen. Att livsstil och kulturella värden kan spela stor roll illustreras väl av två observationer i samma studie. Allt eftersom apparater för konstgjord luftkyllning kom att betraktas som socialt önskvärda i Japan införskaffades de av personer som var tillfreds utan dem och som dessutom var övertygade om deras skadlighet. Ett japanskt par hade övertalats av sin dotter trots att de fann den vara till estetisk skada i deras hem. Dotterns syfte var att visa grannar och släktingar att hon ombesörjde sina dotterliga plikter.

I en parallell historia från Norge uttryckte en kvinna stor irritation över sin ensamboende far som hade för vana att bara ha ljuset tänd i det rum han vistades. Dottern förmanade honom att tända flera lampor eftersom huset annars signalerade att han var fattig. Ett annat intressant resultat var att de japanska familjerna hade betydligt bättre kunskaper om kostnaderna för energin och vad den användes till. Förklaringen var den frekventare debiteringen och bättre redogörelserna på de japanska räkningarna.

Byggande på anekdotiska data konstaterar Friedman 1987¹³¹ att personer som bor på kallare breddgrader, som t. ex. Chicago, förvånas över att hushåll som bor längre söder ut, t. ex. i Los Angeles, inte värmer sina hus under den kalla årstiden till behagliga temperaturer trots att detta inte skulle kosta särskilt mycket. Omvänt kan det förvåna personer från varmare klimat att hushållen på nordligare breddgrader håller höga inomhustemperaturer trots att detta kostar stora summor. Enligt Friedman kan dock detta till synes paradoxala förhållande förklaras med hjälp av ekonomisk teori och antagande om rationellt beslutsfattande bara man gör skillnad mellan genomsnittlig och marginell kostnad.

Rasmusson¹³² pekar på möjligheterna att vänja sig av med de höga inomhustemperaturer vi kommit att anpassa oss till och att detta sannolikt skulle leda till bättre hälsa. Med den typ av träningsprogram som Lynn Cox, först med att simma över Berings sund, underkastat sig

¹³¹ Friedman 1987

¹³² Rasmusson 2000

skulle dessa temperaturer kunna sänkas drastiskt, men redan en sänkning till 18 grader skulle betyda mycket. Men frågan är vad som skulle kunna förmå oss till denna förändring. Redan en så blygsam temperatursänkning möter ett betydande motstånd.

Enligt Wilhite et al.¹³³ beror underlåtenheten att beröra beteendekomponentens betydelse för energianvändningen på dess stora komplexitet. Vi har att göra med kulturella värden, attityder, estetiska normer, bekvämlighet samt sociala och ekonomiska förhållanden menar de. Även litteraturgenomgången Carlsson-Kanyama, Lindén¹³⁴ stöder bilden av bristande kunskaper när det gäller hushållens energirelaterade beteende i hemmen jämfört med den samlade kunskapsmassan gällande effektiviseringar beroende på byte av utrustning.

Slutsatsen är att de potentiella effekterna av hushållens beteende på den energianvändning som är knuten till dess egna bebyggelseanvändning både när det gäller vissa typer av investeringsbeslut och vanemässiga beteenden är mycket stor i båda riktningarna, det vill säga både uppåt och nedåt. Ett dilemma ur energieffektiviserings- och -sparsynpunkt är att det är så mycket lättare att öka energianvändningen, särskilt om reallönerna stiger, än att minska den. Ändå framstår försöken att isolera beteendekomponentens effekt på energianvändningen i bebyggelsen som en återvändsgränd. Det är när den inordnas i en socioteknisk kontext som hushållens beteende kan förstås och de stora förändringarna framstår som realistiska. Valet av ett hushållsperspektiv innehåller en pedagogisk poäng genom att användningen av alla byggda ytor i princip kan återföras på hushållens konsumtion. Men valet innebär inte att bebyggelseanvändningen ska förklaras av och odelat förändras genom hushållen. Det är bara i växelspelen mellan individer och hushåll å den ena sidan och institutionella kontexter å den andra som hushållens praxis när det gäller egen, direkt och indirekt bebyggelseanvändning kan förstås. Nya marknader för bebyggelserelaterade tjänster, praktiska arrangemang som underlättar effektivare användning av byggnadsytan, ekonomiska och sociala incitament för ett energieffektivare vardagsliv samt kriser och katastrofer som kan bana vägen för institutionella förändringar¹³⁵ är exempel på sådana kontextuella förändringar som öppnar möjligheter för nya beteenden.

Tänkbara förändringar av energianvändningen i bebyggelse

Användningen av bebyggelsen i framtiden kan komma att förändras på många olika sätt. Förändringarna kan delvis bero av t. ex. demografiska faktorer såsom befolkningens åldersfördelning, andel ensamboende, andel barn med flera hem osv. Användningen bestäms av människors aktivitetsmönster, men ramarna för dessa mönster sätts av t. ex. bebyggelsestrukturen och av arbetslivets och fritidssysselsättningarnas villkor. Detta kan

¹³³ Wilhite et al. 1996

¹³⁴ Carlsson-Kanyama, Lindén 2002

¹³⁵ Lundquist 1999 s 35

handla om t. ex. arbetsgivarens syn på hemarbete och lediga platser i den lokala idrottsklubben.

I det här avsnittet diskuterar vi hur den bebyggelserelaterade energianvändningen kan minska genom:

- i) Energisnålare användning av byggnader (yta, klimat, ljus)
- ii) Förändrad användning av byggnader (tid och plats)

Det går ingen knivskarp gräns mellan dessa båda, men tanken är att om man bara minskar ytan av bostaden, utan att ersätta den med yta någon annanstans, så är det "Energisnålare användning av byggnader". Om man däremot minskar ytan av bostaden och kompenserar detta genom att t. ex. dela gästrum med grannen, så är det "Förändrad användning av byggnader". Vi utgår från dagens byggnadsbestånd och aktivitetsmönster och utifrån dessa pekar vi på möjligheter att minska energianvändningen. Minskningar som är en direkt följd av energieffektiviseringar, t. ex. byggnadstekniska åtgärder, diskuteras inte i detta avsnitt.

Energisnålare användning av byggnader (yta, klimat, ljus)

Bostäder

Energianvändningen i bostäderna kan minskas genom att ytorna, och därmed behovet av klimatanpassning och belysning, minskar. Den kan också minska genom att sättet att använda elektriska apparater förändras. Energianvändningen kan också minska genom att man sänker inomhustemperaturen under vinterhalvåret och anpassar belysningen efter aktiviteterna.

Klimat och ljus

Vi såg i exemplet med olika beteenden i Japan och Norge att det också borde finnas en stor potential för minskad användning av inomhusbelysning. Men för att den potentialen ska realiseras krävs en kombination av förändrade preferenser och antingen teknik- eller beteendeförändring. Dvs. dels måste det till en acceptans av att inte ha tänt i rum där ingen vistas, dels måste lamporna släckas, manuellt eller per automatik, när ingen vistas i rummet. Effektiviseringar av energianvändningen kan åstadkommas på rent teknisk väg, t. ex. genom övergång till lågenergilampor. I viss utsträckning kan dessa två potentialer tänkas stå mot varandra: lågenergilampor är mycket billiga att använda och det gör att det ekonomiska incitamentet för att minska användningen av belysning minskar. Totalt står belysningen för 20 procent av småhusens hushållsel. På årsbasis kommer upp emot hälften av denna energi hushållet till godo i form av värme.¹³⁶ Det är alltså bara hälften av den energi som man sparar på belysningen som ger en minskning av hushållets totala energibehov. Det kan dock finnas en poäng i att den hälft av belysningsele som nu går till uppvärmning kan ersättas med alternativa energikällor och fjärrvärme.

¹³⁶ Högberg och Isaksson 1996 s 39

Enligt Energimyndigheten minskar energianvändningen för uppvärmning med 5 procent om man sänker inomhustemperaturen med en grad.¹³⁷ En sänkning av temperaturen kan ske på flera sätt. Det enklaste är att sänka temperaturen lika mycket i hela bostaden under hela dygnet. Men man kan också tänka sig olika typer av smarta minskningar av temperaturen. En sådan är att sänka temperaturen när ingen vistas i bostaden. När alla är bortresta kan temperaturen sänkas med kanske 15 grader och i hushåll där alla är borta en stor del av dagen bör temperaturen kunna sänkas åtminstone några grader under dagen. Många enfamiljshus kan redan idag enkelt automatisera uppvärmningen så att den är olika stor olika tider på dygnet, en funktion som finns framför allt för att underlätta möjligheterna att sänka temperaturen nattetid. En annan lösning är att ha olika klimatzoner i bostaden, att anpassa temperaturen i olika delar bättre efter behov. Många tycker t. ex. att temperaturen i sovrummet gärna får vara lägre än i övriga bostaden. Med mer konsekvent genomförda klimatzoner kan man också tänka sig att ha förrådsutrymmen i bostaden som inte är uppvärmda. Där skulle saker som inte används så ofta kunna placeras.

I Sverige är luftkonditionering ovanligt i bostäder. Det finns alltså ingen större besparingspotential i att låta bli att sänka inomhustemperaturen under sommarhalvåret. Däremot skulle en utveckling i riktning mot luftkonditionering naturligtvis gå stick i stäv med målen om minskad energianvändning i bostäderna.

För fritidshuset gäller samma resonemang som för bostaden vad gäller potentiell minskning av energianvändningen för belysning. I princip kan man föra samma resonemang även för uppvärmningen, men med tillägget att det även är ett alternativ att inte värma upp fritidshuset alls under den tid det inte utnyttjas. En skillnad med fritidshus är dessutom att de i stor utsträckning används under sommarhalvåret. Det innebär att andelen spillvärme från apparater som kan tillgodogöras för uppvärmning är lägre än för permanentbostäder.

Yta

I Svenska Bostäders nybyggda hyreslägenheter i Hammarby sjöstad i Stockholm har man tvätt- och torkmaskiner i lägenheterna istället för tvättstugor. Moderna lägenheter utrustas som standard med både kyl och frys i fullhöjdsformat. Denna tendens att inkludera allt fler utrymmes- och energikrävande apparater i lägenheterna ökar kraven på uppvärmd yta. Med tvättmaskin och torktumlare i badrummet måste större badrum byggas och det blir mindre attraktivt att investera i energisnåla maskiner (eftersom nyttjandegraden blir låg). Med en renässans för tvättstugorna skulle det vara lättare att motivera riktigt energisnåla apparater samtidigt som man kunde spara yta i badrummen. En halvering av kyl-/frysvolymer skulle halvera energianvändningen för kallhållning och samtidigt innebära en minskning av ytbehovet i köket.

Så länge en stor del av maten lagas hemma lär behovet av rejäla rum för kök kvarstå. Men matlagning och ätande kan också organiseras på andra sätt än dagens.¹³⁸ En utveckling mot att mer mat lagas utanför hemmet, t. ex. olika former av förpackad färdigmat, kollektiv matlagning i storkök, eller storskalig take-away, skulle minska behovet av stora ytor för matlagning och -förvaring.

Under de senaste hundra åren har en stor mängd eldrivna apparater flyttat in i bostäderna. Totalt sett tar dessa apparater numera en hel del plats i anspråk. Det finns inga tecken på att antalet apparater i hushållen håller på att minska. Däremot har en medvetenhet om elektronikens miniatyriserande potential uppstått. Ännu så länge har denna inte haft någon effekt på ytbehovet, men det är ändå en utveckling värd att markera. T. ex. tar en platt TV eller bildskärm som hängs på väggen betydligt mindre plats än dagens konventionella skärmar. Om teven och datorn dessutom i större utsträckning börjar använda samma skärm kan detta minska ytbehovet ytterligare. Andra exempel på hur ytbehovet kan minska i bostaden är den virtuella telefonsvararen som inte tar någon plats alls. Datorn behöver inte heller finnas i hemmet, om man har en tillräckligt snabb och tillförlitlig nätförbindelse. Ludvig Rasmusson pekar på att ny energisnål teknik i allmänhet är mindre skrymmande än äldre teknik. CD och videokassetter ersätts av musik och film som tas hem över nätet. Rasmusson räknar med att bostadsytan skulle kunna minska med 20 procent tack vare dels en fortsatt miniatyrisering och fortgående apparatintegration, dels IT-revolutionen med en rad media som nu förvaras i bostaden överförda till digitala media och åtkomliga via Internet.¹³⁹

De flesta saker som finns i ett hem kan dock inte miniatyriseras med hjälp av informationsteknik. Möbler, kläder, fritidsutrustning och husgeråd tar plats och kommer att fortsätta ta plats. En mer aktiv användning av ouppvärmade förrådsutrymmen, såsom källar- och vindsförråd skulle dock minska behovet av förvaringsyta för sådana saker, utan att aktivitetsmönstren behöver ändras. Det skulle innebära att bostadsytans roll som lager minskade och ersattes av en mer frekvent användning av ouppvärmade eller svagt uppvärmda lokaler i anslutning till bostaden.

Förutom den minskning av ytorna som beskrivs ovan skulle bostadsytorna kunna minska genom att personer med mycket hög utrymmesstandard minskar sin boendereal. År 1990 hade 35 procent av hushållen hög utrymmesstandard i betydelsen mer än 1 rum per boende, ett rum och kök oräknade.¹⁴⁰ För ett enpersonshushåll innebär detta minst 3 rok, för ett tvåpersonshushåll minst 4 rok, osv. Om vi antar att varje sådant hushåll, genom omflyttning

¹³⁷ Energimyndigheten, 2002

¹³⁸ Carlsson-Kanyama, 2001

¹³⁹ Rasmusson 2002

¹⁴⁰ Statistiska Centralbyrån FoB 1990

eller uthyrning skulle kunna avstå ett rum betyder det att 1,3 miljoner rum friställdes, det vill säga nästan tio procent av det totala antalet rumsenheter i bostadsstocken.

Till gruppen bostäder hör också fritidshusen. Fritidshusens yta skulle, i statistisk mening, kunna minska genom att de i större utsträckning delades mellan flera hushåll. Energi-användningen för ett delat hus som används totalt åtta veckor om året lär vara mindre än energianvändningen för två hus som används fyra veckor vardera. Detta blir särskilt tydligt om det handlar om fritidshus som står uppvärmda även när de inte används.

Lokaler

Lokaler är en mer heterogen grupp av byggnader än bostäder. Resonemangen om hur energi-användningen kan minskas måste därför föras på ett lite annat sätt. Men man kan konstatera att generellt handlar det om samma typ av effektiviseringar som för bostäder, dvs. minskning av ytorna, minskad användningen av energikrävande apparater och förändrade krav på klimat-anpassning och belysning.

Luftkonditionering är betydligt vanligare i lokaler än i bostäder. En ökad användning av luftkonditionering rimmar illa med en strävan efter att minska energianvändningen. Efterfrågan på luftkonditionering skulle kunna minska med en generell effektivisering av de elektriska apparaterna, eftersom detta skulle minska spillvärmen från dessa. Nedan använder vi den indelning av lokaler som gjorts tidigare i denna rapport och diskuterar hur en effektivisering skulle te sig för de olika typerna av lokaler.

Handel, bank, post, försäkring

Det totala ytbehovet för handeln minskar om det i större utsträckning är information och tjänster som säljs och i mindre utsträckning varor. I dagsläget har visserligen en del informationsintensiva butiker, t. ex. många skivaffärer, fortfarande stora lokaler. I den mån denna typ av butiker finns kvar kan man tänka sig att de skulle satsa mer på att presentera innehåll (musiken) och mindre på att exponera en förpackning (skivor) över en stor butiksytta. De kanske kan erbjuda goda möjligheter att testa produkten (bra lyssnarförhållanden) och ett mycket stort urval (all musik lagrad på server). Detta skulle kräva liten yta. Själva köpet och leveransen av produkten kan ske på många olika sätt, t. ex. över internet eller i form av en rykande färsk CD-skiva.

Musik- och datahandeln är en tydlig handel med stark informationsprofil, men även annan handel kan tänkas påverkas av smarta sätt att distribuera varorna. Ett sådant exempel är färg, där dagens färgaffärer har lagret fullt av vit färg. När kunder kommer för att köpa en viss färg blandas den rätta kulören till i butiken. På det viset kan kunden alltid få den nyans hon bestämt sig för och färghandeln behöver inte lagerföra så mycket färg. Nästa steg kan vara att man börjar köpa färg på nätet. Om färgkartorna väl finns saknas ju anledning att åka till färgaffären. Lättare då är att få färgen hemskickad.

Förändringarna inom bank, post och försäkring pågår för fullt. Posten lägger ner de gamla postkontoren och ersätter dessa med bland annat möjligheter att utföra posttjänster i andra butiker. Alla banker erbjuder olika typer av möjligheter att utföra bankärenden på internet, och även försäkringsbolagen lägger ut mycket på nätet.

Utbildning

Skollokalerna behöver inrymma en viss flexibilitet, eftersom de dels ska kunna användas i olika undervisningssituationer, dels ska klara av en viss variation i antalet barn. Det är därför svårt att se hur man skulle kunna minska ytorna generellt, särskilt i de lägsta årskurserna. Samtidigt är det rimligt att räkna med att skolorna skulle planeras på ett något annorlunda sätt, om energianvändningen för lokalerna blev en viktig utgiftspost i grund- och högskolornas budget. Men då handlar det troligen mer om att begränsa driftelen och uppvärmningsenergin på motsvarande sätt som för bostäder.

Vård, inkl daghem

Under de senaste tio åren har antalet sjukhusbäddar i Stockholms läns landsting mer än halverats.¹⁴¹ Det är framför allt genom en minskning av vårdtiderna¹⁴² som detta blivit möjligt. Med en åldrande befolkning är det svårt att se hur man ska kunna fortsätta minska vårddyterna på detta sätt.

Informationstekniken kan komma att påverka vården på ett sätt som blir allt mer tydligt för patienten. I glesbygd bör möjligheterna att få experthjälp öka med allt bättre möjligheter för t. ex. distriktsläkare och sjuksköterskor att kommunicera via informationsteknik med experter på de stora sjukhusen. En ökad övergång till att använda informationsteknik istället för pappersrecept och -remisser kan dessutom göra att vårdtiderna minskar. Det finns förhoppningar om att en övergång till elektroniska journaler ska göra att många vanliga läkarbesök kan gå fortare. Elektroniska journaler kan spara yta både genom att journalerna inte behöver lagringsutrymme och genom att behovet av mottagningsrum minskar när läkarbesöken går fortare.¹⁴³ En annan effekt på vården av informationsteknikens ökade användning är att patienter vet allt mer om sina sjukdomar redan innan de besöker doktorn.¹⁴⁴ Det är svårt att veta hur detta kommer att påverka vårdbehovet, men en möjlighet är att det går snabbare att komma till rätt diagnos och att patienter oftare kan få information via nätet och inte behöver träffa någon läkare.

¹⁴¹ Regionplane- och trafikkontoret, 2002 s 152

¹⁴² Regionplane- och trafikkontoret, 2002 s 170-171

¹⁴³ Sägänger and Utbult, 1998

¹⁴⁴ Utbult, 2000

Kontor

På rena kontorsarbetsplatser kan man tänka sig effektiviseringar genom att tänka igenom vilka krav man ställer på inomhusklimatet och belysningen. Är det möjligt att minska på belysningen i vissa utrymmen? Går det att sänka inomhustemperaturen under vissa delar av dygnet? Det bör också finnas möjligheter att minska ytbehovet genom att helt enkelt sitta lite trängre, i mindre eller delade rum eller i kontorslandskap. Genom att använda mindre och färre apparater, t. ex. platta skärmar och integrerade faxar/skrivare/kopiatorer kan också utrymmesbehoven minska. Med höga hyror och/eller uppvärmningskostnader skapas ett incitament till att minska ytanvändningen ytterligare.

Rekreation, kultur, samlingslokaler mm.

Många av lokalerna i denna kategori används inte kontinuerligt. Det borde därför finnas utrymme för samordning mellan dem. Det är möjligt att t. ex. kyrkor i större utsträckning skulle kunna användas till andra sammankomster än religiösa och att mer av fritids- och kulturaktiviteter skulle kunna dela lokaler. Detta skulle underlättas om man införde ett gemensamt bokningssystem, t. ex. på kommunbasis av samlingslokaler. Det finns förhoppningar om att samordnade bokningssystem skulle kunna höja beläggningsgraden för hotell radikalt.¹⁴⁵ Motsvarande system för fritidsaktiviteternas lokalanvändning borde kunna göra att beläggningsgraden i olika typer av samlingslokaler (kyrkor, biografteatrar, utbildningslokaler) ökar och att det totala ytbehovet för sådana lokaler därmed minskar.

Förändrad användning av byggnader (tid, plats)

Ändrade aktivitetsmönster kan leda till att vissa aktiviteter som tidigare utfördes i lokaler ersätts av nya eller liknande aktiviteter i bostaden eller vice versa. Det är också möjligt att olika typer av lokaler kan samordnas med varandra på ett sätt som gör att det totala ytbehovet minskar. I det här avsnittet tar vi upp olika typer av byggnader och analyserar hur användningen av dem kan förändras och vad detta kan innebära för efterfrågan på lokal- och bostadsytor. Arbetet tenderar att strukturera vardagen för de flesta människor med sysselsättning. Vi inleder därför med ett avsnitt om arbetets plats, där vi tar upp olika möjliga placeringar av arbetsplatsen. I de följande avsnitten tar vi upp hur utbildningslokaler, fritidslokaler och handelsytor kan minska genom ändrade aktivitetsmönster. Innan kapitlet avslutas med en kort diskussion om beständighet och krympande ytor kopplar vi diskussionen om arbetets plats till två diametralt olika typer av bostäder – Maximal och Minimal bostad. I Minimal bostad använder vi oss av bilden att bostaden i princip bara är ett permanent hotell, där hushållets medlemmar sover, tvättar sig och kanske äter frukost. I stort sett alla andra aktiviteter sker i lokaler. I Maximal bostad för vi ett omvänt resonemang där aktiviteterna istället flyttar in i bostaden.

¹⁴⁵ Romm *et al.*, 1999 s 27

Arbetets plats

Med industrialismen ändrades balansen mellan arbete i hemmet och arbete utanför hemmet och arbete utanför hemmet blev allt vanligare. I den industrialiserade världen sker idag endast en liten del av det avlönade arbetet i hemmet. Andelen sysselsatta som arbetar någon eller några dagar i veckan hemifrån, anges av SIKA till cirka 5 procent.¹⁴⁶ Distansarbete är alltså en ganska liten företeelse. Det finns en hel del skrivet om distansarbetets nuvarande omfattning och också en del om vilken potential det har för.¹⁴⁷

En risk är att resultatet av distansarbete blir en efterfrågan på mer yta, eftersom det innebär att man behöver en arbetsplats både på jobbet och i hemmet. I ett flertal studier vid forskningsgruppen för miljöstrategiska studier har man därför utvecklat idéerna kring nätverks- och knutpunktsarbete.¹⁴⁸ Man skiljer där mellan distansarbete, knutpunktsarbete och nätverksarbete. Distansarbete sker från en huvudarbetsplats ibland och från hemmet eller ett grannskapskontor nära hemmet ibland. Nätverksarbete är arbete som är platsoberoende och som utförs i nätverk. Nätverksarbetarna kan typiskt ha sina respektive arbetsplatser i en knutpunkt nära hemmet, men de kan också vara helt baserade i hemmet. Vid knutpunktsarbete har man bara en arbetsplats, och den är belägen i en knutpunkt, ett centrum, nära bostaden. Nätverksarbetarna är alltså typiska knutpunktsarbetare. Men även alla andra som arbetar i knutpunkten, t. ex. människor sysselsatta med olika typer av service, är knutpunktsarbetare. Detta innebär att det potentiella antalet knutpunktsarbetare är betydligt större än antalet distansarbetare.

Det har under de senaste tio-tjugo åren genomförts en del försök med flexibla arbetsplatser (*Siemens, Ericsson, Telia*). Syftet har varit att man ska kunna använda kontorsytan mer effektivt genom att en viss yta inte är låst för en viss person. De medel man använt för att åstadkomma detta har varit rullbara hurtsar, trådlösa telefoner och antingen bärbara datorer eller system där alla filer lämnats på servern. Försöken med flexibla arbetsplatser har inte blivit någon succé, även om varianter av dem används inom vissa områden, t. ex. där en stor del av arbetsstyrkan består av försäljare som är på kontoret en begränsad tid. I en situation där man bestämmer sig för att arbeta mer aktivt och målinriktat med att minska ytorna är det troligt att intresset för flexibla arbetsplatser skulle öka.

Distansarbetets krav på två arbetsplatser skulle inte göra så mycket om det kunde kombineras med flexibel arbetsplats. Tvärtom skulle distansarbetet då kunna medverka till en viss minskning av de totala ytorna, åtminstone om man inte behöver större bostad för att kunna

¹⁴⁶ Johansson, 2001 s 52

¹⁴⁷ Brotchie et al., 1999; Castells, 1996; Engström and Johanson, 1996; Engström and Johanson, 1997; Engström and Johanson, 1999; Höjer, 2000; Höjer, 2001; Mohtarian, 1998; Mohtarian and Salomon, 1997

arbeta vissa dagar. Har man väl infört flexibel arbetsplats är det inte bara distansarbete som minskar behovet av kontorsplats, utan så fort någon är frånvarande, oavsett orsak, kan den platsen disponeras av någon annan. Nätverksarbete från knutpunkt förutsätter inte någon arbetsplats i hemmet, eftersom man typiskt arbetar heltid på sin knutpunktsarbetsplats. Nätverksarbete från knutpunkt kan ge en energivinst i form av kortare arbetsresor, men poängen med flexibla arbetsplatser är mer begränsad för den typen av organisation.

Den specifika energianvändningen är inte densamma för kontorsarbetsplatser som för arbetsplatsen i hemmet. Den största skillnaden är att driftelen är högre i kontor än i bostäder (se tabell 2.2). Med en större andel arbete i hemmet skulle dock driftelen öka och värmebehovet minska något i bostaden.

Utbildningens plats

Energianvändningen för lokaler för hög- och grundskoleutbildning skulle kunna minska genom att de lokalerna nyttjades till fler ändamål, eller genom att man kunde flytta ut delar av undervisningen till andra lokaler. Redan tycks många skollokaler användas vid tidpunkter då skoldagen är slut. Föräldramöten och utvecklingssamtal pågår under vissa tider och olika fritidsaktiviteter hyr ofta in sig t. ex. i skolornas gymnastik-, slöjd- och musiklokaler. Men trots detta borde skollokalerna kunna utnyttjas ännu mer effektivt genom att erbjuda och marknadsföra uthyrningen av dem samtidigt med andra samlingslokaler.

I de lite högre årskurserna och på högskolan kan allt mer av undervisningen komma att ske per distans, kanske med handledning via videokonferenser och färre vanliga undervisningstimmor. I en rapport från en hearing anordnad av IT-kommissionen presenteras olika idéer om hur undervisningen skulle kunna förändras med ny teknik. Ett återkommande tema i dessa idéer är ökat ansvar för eleven kombinerat med ökade möjligheter att själv hitta information i databaser.¹⁴⁹ Detta skulle kunna minska behovet av lokaler i högskolan och istället skulle lokalerna i eller i närheten av hemmet kunna användas. Det pågår försök med ökad användning av IT i skolan på många håll, men det handlar mest om att utveckla IT som ett pedagogiskt instrument inom ramen för samma undervisningsformer som idag. I vissa fall finns dock en förhoppning att IT ska kunna minska behovet av lärare.¹⁵⁰ Om det lyckas minskar behovet av klassrum.

¹⁴⁸ Höjer, 1998; Höjer, 2001; Steen et al., 1997; Åkerman et al., 2001

¹⁴⁹ IT-kommissionen, 2001

¹⁵⁰ Höglund and Karlsson, 1998

Handel, bank, post och försäkring

Butiker kan ersättas med en kombination av lager och webbplatser. Kunden beställer och betalar varor via nätet. Säljaren levererar varan till kunden, eller till en utlämningsplats nära kunden. Detta är helt en fortsättning på postorderhandeln, men med hjälp av informationsteknik, som har potential att bli betydligt mer energisnål än konventionella affärer. Romm et al. har i ett räkneexempel visat hur en nätbokhandel kan vara cirka 16 gånger mer energieffektiv per försäljningskrona (dollar) än en konventionell bokhandel genom att lagret bara behöver hälften så mycket energi per kvadratmeter och lokalerna kan nyttjas åtta gånger mer effektivt.¹⁵¹ Tar man hänsyn till att böckerna i nätbokhandeln generellt är billigare blir besparingen per bok ännu högre.

Det går också att tänka sig kombinationer av konventionella affärer och nätbutiker, där affären i stort sett är en utställning. Varorna kan beställas i affären eller via nätet och sedan skickas de hem. Det finns många exempel på hur internet kan minska handelns lokal-användning radikalt. Detta kan ske t. ex. genom att servicelokaler såsom banker försvinner eller ersätts av mindre kontorslokaler utan plats för kunder eller genom att kommunikationen mellan företagen effektiviseras och lagerbehoven därmed minskar.¹⁵² En ökad e-handel skulle kunna minska grossist- och detaljhandelsytorna med en åttondel, enligt en OECD-rapport från 1999.¹⁵³

Det finns idag (våren 2003) ett flertal företag som levererar dagligvaror till hushåll efter beställningar via nätet (t. ex. Ica och Prisextra/Netextra), men flera företag har också åtminstone tillfälligt lagt ner denna försäljningsmetod (Hemköp, B&W, Spar). De företag som idag erbjuder denna IT-inköpsmöjlighet levererar fortfarande ganska små volymer. Det är därför tveksamt om de innebär någon energibesparing för transporten till hushållen, jämfört med att varorna körs hem med privat bil. Nätbutikerna hämtar dessutom sina varor från de ordinarie dagligvaruaffärernas hyllor, vilket innebär att de inte heller erbjuder någon effektivisering vad gäller ytanvändningen. Detta kan dock komma att ändras om näthandeln växer. Med speciella plocklager för internethandeln skulle behovet av rumstempererade utrymmen minska och de totala ytorna skulle kunna minska eftersom varorna inte skulle behöva samma exponering som varor i butiker avsedda för kunder. Förutsättningarna för detta ökar i takt med att allt fler människor får snabba internetförbindelser i sina bostäder.

Fritidshus eller fritidsresa

I Sverige är det många som reser till fritidshus på helger och semestrar. För att minska energianvändningen för dessa pekade vi ovan på möjligheterna att dela fritidshus i större

¹⁵¹ Romm et al. 2000 s 26

¹⁵² Romm et al. 1999 s 25-

¹⁵³ citerad i Romm et al. s 30-31

utsträckning. Ett alternativ kan vara att tillbringa en större del av tiden i hemmet, eller att resa. Men det är svårt att göra några större besparingar av energi genom att göra sig av med fritidshuset och resa istället, om resandet sker med flyg. En grov kalkyl indikerar att fritidshusets årliga energianvändning motsvarar en tur- och returresa till Sydeuropa för en 5-personersfamilj¹⁵⁴. Om resandet istället sker med tåg, buss eller bil kan det däremot innebära rejäla energibesparingar.

Minimal bostad

Ludvig Rasmusson beskriver en Minimal bostad i *Det intelligenta hemmet – är det riktigt klokt?* : ”Med färre traditionella prylar förvandlar man hemmet från en lagerlokal till en plats att leva på. Om man omvärderar hemmets roll, från förvaringsplats där man tillbringar tre fjärdedelar av dygnet (normalt under vintern i Sverige), till en utgångspunkt där man mest sover, blir man mindre beroende av det. Här finns utrymme för stora besparingar, som samtidigt ger högre levnadsstandard.”¹⁵⁵

Den Minimala bostaden skulle kunna bestå av små sovrum, badrum och ett vardagsrum med pentry, så att den genomsnittliga utrymmesstandarden blir 1 person per rumsenhet (mot dagens 0,5 person per rumsenhet). Behovet av utrymme blir begränsat, när en stor del av aktiviteterna sker på annan plats än i den privata bostaden. De boende i de Minimala bostäderna äter och umgås i mycket stor utsträckning på restauranger i privat eller kollektiv regi. En stor del av den oplanerade fritiden kan tillbringas på klubbar (där man också kan äta). Olika typer av klubbar skulle kunna vända sig till olika kategorier av människor, så att t. ex. familjer med jämnåriga barn tenderar att söka sig till samma klubbar. Men i första hand får man räkna med att det är närhet som är den avgörande faktorn för klubbmedlemskapet. I klubblokalerna kan det finnas utrymmen för spel, lek och möjligheter att få vara i fred. Dessutom kan alla klubbmedlemmar ha förvaringsutrymmen för personliga ägodelar på klubben. De blir en kombination av fritidsgård och bibliotek, och de ersätter dagens lek-, vardags- och arbetsrum.

Minimal bostad kan kombineras med distansarbete om det finns arbetsplatser i klubblokalerna. Men det kanske faller sig mer naturligt med Minimal bostad och knutpunktsarbete, åtminstone om Knutpunkten ligger inom gångavstånd från bostaden.

¹⁵⁴ Uträkningen bygger på följande: Ett vanligt fritidshus med viss åretruntvärme använder kanske 10000 kWh/år. Resor med charterflyg kräver uppskattningsvis 0,25-0,75 kWh/personkm, beroende på bl.a. flygplanstyp, belägningsgrad och flygsträcka Steen, P et al. 1997 . Vi använder här värdet 0,5 kWh/personkm. Det pekar på att energianvändningen för fritidshuset motsvarar ungefär 2000 mils resande per år. Från Arlanda till Sydeuropa är det cirka 200 mil. Fritidshusets årliga energianvändning är alltså ungefär jämförbar med energianvändningen för tio personers enkelresor till Sydeuropa.

¹⁵⁵ Rasmusson 2000

Den egna ytanvändningen för en person som bor i en minimal bostad är liten, men den direkta ytanvändningen stiger istället genom det stora nyttjandet av gemensamma lokaler på fritiden. Den indirekta ytanvändningen behöver inte påverkas av att bostaden är liten. Totalt sett bör användningen av uppvärmd bostadsyta per capita kunna minska med kanske 20 procent i en framtidsbild av detta slag. Däremot kvarstår behovet av kontorslokaler, och man får räkna med att behovet av rekreationslokaler ökar en del.

Maximal bostad

Den Maximala bostaden ger utrymme för fler aktiviteter i hemmet. Förutom sovrum, kök och vardagsrum innehåller den maximala bostaden även arbetsrum, för hushåll där någon har ett arbete som kan skötas hemifrån. Den är dessutom planerad ihop med närliggande bostäder, så att vissa bokningsbara extrautrymmen kan disponeras av flera hushåll. Extrautrymmena kan vara t. ex. samlingslokal, gästrum, bastu och arbetsrum för personer som inte behöver arbetsrum dagligen. Extrautrymmena är alltså lokaler som delas av ett fåtal hushåll, och som oftast används av ett hushåll i taget. Klubblokalerna i Minimal bostad delas med betydligt fler.

Maximal bostad passar bra för nätverksarbete där hemarbetsplatsen är den enda arbetsplats man har. Det passar också bra ihop med distansarbete, eftersom man har utrymme för en arbetsplats i hemmet.

Utvecklingen innebär att den egna ytanvändningen endast minskar marginellt och att framför allt den direkta går tillbaka. Den indirekta ytanvändningen behöver inte påverkas. Samtidigt minskar lokalytorna. Den största potentialen finns för minskning av kontor, handel, bank, post och försäkring. Det kan också finnas viss potential för minskningar av de fritidsaktivitetsrelaterade lokalerna, eftersom bostaden ger utrymme för viss fritidsverksamhet.

Beständighet och krympande ytor

I detta avsnitt ska vi problematisera vad som händer när vi försöker hålla ner kraftigt på ytorna. I första hand kan vi räkna med att denna strävan leder till att tendenserna till ökad ytanvändning som verkat under lång tid bryts. I andra hand kan det leda till att de använda byggnadsytorna stagnerar eller minskar. Även om det alltid sker en nybyggnation för att ersätta gamla byggnader och för att rätta till regionala obalanser innebär ändå en stagnerande eller minskande byggnadsanvändning att nyexploateringen minskar. Detta leder till svårigheter att snabbt minska energianvändningen per ytenhet, eftersom det är i den nya bebyggelsen som de bästa energiprestanda kan nås.

Det är inte bara bebyggelsens fysiska strukturer och de stora och investeringstunga energisystemen som bjuder motstånd mot förändringar. Även människors och organisationers vanor, värderingar och institutionella arrangemang utgör svåröverbärliga trögheter som hindrar en

omställning till hållbar utveckling. Att enbart arbeta med beteendeförändringar, det må gälla bygg- och fastighetsbranschens eller hushållens beteenden, är inte oviktigt men ger begränsade och inte alltid så varaktiga effekter om de inte stöds av matchande organisatoriska och institutionella förändringar.

En återhållen eller minskad ytanvändning förutsätter en smidigare anpassning av yt-användningen när ytbehoven minskar. En typ av anpassning är omgående flyttning till mindre lägenheter/lokaler vid minskade behov. Förändringar i kontraktsförhållanden, prissättning och skatteregler skulle kunna stödja en sådan utveckling. En annan slags anpassning kan vara att dela de disponerade ytorna med andra användare. Delar av lägenheter, småhus och lokaler kan hyras ut. Detta skulle kunna underlättas genom ombyggnader och flerlägenhetsutformning av småhus vid nyproduktion efter norsk modell. Även här kan förändringar i regelverken underlätta en förändring. En tredje typ av anpassning kan vara att behålla överblivna utrymmen som icke uppvärmda ytor för förvaring etc. Småhus men även lägenheter i flerfamiljshus kan konverteras till fritidsbostäder och även i viss mån ”exporteras” genom att personer från andra länder nyttjar dessa. De energimässiga nettovinsterna av ett sådant utvecklingsförlopp kan dock ifrågasättas. Man får också tänka sig att överblivna hus även fortsättningsvis kommer att rivs.

6 System för byggnadernas energitillförsel

I detta kapitel presenteras två olika inriktningar när det gäller produktion och distribution av energi till bebyggelsen. Inriktningarna är valda med inriktning på att minska användningen av elvärme i bebyggelsen.

I det ena alternativet antas den sedan länge pågående utvecklingen mot en allt mer centraliserad och storskalig energiproduktion med tillhörande omfattande distributionssystem komma att fortsätta. I det andra alternativet ges den lokala produktionen av energi i bebyggelsen en större plats. Det ligger inte inom ramen för detta projekt att närmare gå in på de olika tekniska möjligheter som finns att distribuera energi till hushållen. Trots detta har vi valt att ta upp bränslecellernas potentiella roll för byggnadernas energitillförsel eftersom dessa ofta pekas ut som lösningen på den framtida energiförsörjningens problem. Vi ser det inte som sannolikt att denna teknik kan komma att spela någon stor roll för bebyggelsens energiförsörjning under den tid som denna studie omfattar vilket motiveras nedan. Av detta skäl kommer bränsleceller inte att fått någon framskjuten position i de två alternativa system för energitillförsel som vi skissar på.

Bränsleceller

Utvecklingen av bränsleceller sker främst med sikte på transportsektorn men det pågår även forskning och utveckling av stationära applikationer. Små bränsleceller på 1-10 kW skulle kunna användas för att förse småhus med både el och värme.¹⁵⁶ En första förutsättning är dock att tekniken utvecklas så att den blir mogen att introduceras i större skala. Detta är inte fallet idag och det är högst osäkert när detta kommer att ske. Utvecklingen hittills har gått långsammare än de flesta förväntat sig. Bland annat tillförlitlighet och livslängd utgör fortfarande stora problem, vilket bekräftas av företag i branschen.¹⁵⁷

När, och om, tekniken mognar kommer bränsleceller i småhus att vara mest intressanta i de fall där nätanslutning saknas. I Sverige är detta mycket sällsynt. Det är främst tre faktorer som avgör bränslecellers möjlighet att konkurrera i de småhus som är anslutna till elnätet. Det är kostnaden för bränslecellen och dess stödsystem. Det är energiverkningsgraden från primär-energiälla till slutlig energitjänst. Det är slutligen bränslecellernas obefintliga lokala emissioner som kan ge en konkurrensfördel gentemot t. ex. lokala villapannor. En ytterligare faktor är möjligen om lokala bränsleceller kan ersätta nyproduktion av spetskraft.

¹⁵⁶ Den typ av bränsleceller som främst är aktuell för dessa småskaliga tillämpningar är av typen PEFC - Polymer Electrolyte Fuel Cell

¹⁵⁷ Ocklind, Anders (September 2002), Cellkraft, Muntlig kommunikation.

Kostnaden för bränsleceller är en nyckelfaktor för en storskalig spridning på olika områden. Samtidigt är osäkerheten mycket stor när det gäller prognoser på detta område.

Vad gäller den totala energiverkningsgraden är den beroende av vilken primärenergikälla som används. Vi har här analyserat tre sådana; förnybar icke-termisk el (sol-, vind- och vattenkraft), biomassa och naturgas. Dessa används för att producera det väte som används i bränslecellen.¹⁵⁸ I tabell 6.1 jämförs verkningsgrader för el och värme vid centraliserad produktion respektive lokal produktion med bränsleceller. Oavsett primärenergikälla är elutbyte och totalt energiutbyte avsevärt högre för det centraliserade produktionsalternativet.

	Elutbyte	Värmeutbyte	Totalt
Kraftvärme från biomassa	46%	36%	82%
Lokal bränslecell - Väte från biomassa	28%	31%	59%
Kraftvärme från naturgas	55%	27%	82%
Lokal bränslecell - Väte från naturgas	33%	38%	71%
Förnybar icke termisk el	92%	0%	92%
Lokal bränslecell - Väte producerad med icke termisk el	33%	38%	71%

Tabell 6.1 Jämförelse av framtida potential för centraliserad el- och värmeproduktion respektive lokal produktion av el och värme med bränslecell i småhus.

Tre olika primärenergikällor redovisas. Kraftvärmeverk för biomassa antas ge 50 procent elutbyte och 40 procent värmeutbyte och kraftvärmeverk för naturgas antas ge 60 procent elutbyte och 30 procent värmeutbyte.¹⁵⁹ Förnybar icke-termisk elproduktion (t. ex. vindkraft eller solcellskraft) antas ske med 100 procent verkningsgrad. Verkningsgrad vid eldistribution antas vara 92 procent och vid fjärrvärmedistribution 90.¹⁶⁰

Verkningsgraden för produktion av väte från biomassa respektive naturgas antas vara 70 procent¹⁶¹ respektive 85 procent.¹⁶² För produktion av väte med el antas verkningsgraden vara 85 procent. Verkningsgraden för elproduktion i bränslecellsystem antas vara 47 procent.^{163 164} All spillvärme från bränslecellen (53 procent) antas tas tillvara för uppvärmning. Transport och komprimering av vätgas antas ske med 92 respektive 91 procent verkningsgrad.¹⁶⁵

¹⁵⁸ Vissa bränsleceller kan använda andra bränslen utan reformering t ex metanol.

¹⁵⁹ Azar, in press

¹⁶⁰ Energimyndigheten 2001a och Statistiska Centralbyrån 2002b

¹⁶¹ DeLuchi, 1992

¹⁶² Azar, in press

¹⁶³ Johansson & Åhman, 2000 (gäller system av typen PEFC)

¹⁶⁴ DeLuchi, 1992

¹⁶⁵ DeLuchi, 1992

Sammanfattningsvis utgör bristen på teknisk mognad samt höga kostnader hinder för en storskalig marknadsintroduktion av bränsleceller i närtid. För applikationer i nätanslutna småhus tillkommer en underlägsen totalverkningsgrad även i framtiden. Detta gäller i synnerhet då primärenergikällor utgörs av icke-termisk förnybar el (eller kärnkraft). Men även om biomassa eller naturgas används är potentialen oftast klart sämre.

Vi har därför inte med bränsleceller i något av våra två alternativ för energitillförsel i den här studien. Det är i stället andra faktorer vi varierar. Vi använder oss av ett mer storskaligt och ett mer lokalt orienterat system, utformade enligt nedan.

Storskalig ”Central”

I detta storskaliga alternativ har vi utgått från en fortsatt centralisering av energitillförseln. Det är framför allt fjärrvärmesystemet som byggts ut. Anslutningsgraden till fjärrvärme för flerbostadshus och lokaler är i detta alternativ mycket högre än idag. Enligt energistatistik för småhus är idag 122 000 av 1 568 000 hus anslutna.¹⁶⁶ Den tekniska potentialen är långt ifrån utnyttjad. Fjärrvärmeföreningen räknar med att det skulle vara möjligt att ansluta ungefär hälften av alla de småhus som finns idag.¹⁶⁷

Vi har tagit fasta på denna outnyttjade potential för fjärrvärme i energisystemet, och dessutom utgått från att den produceras med enbart förnybara energikällor. Vi har dessutom tagit upp tankarna om att till fjärrvärmenätet koppla solfångare på hus¹⁶⁸ och småskaliga värmekraftverk.

Småskalig ”Lokal”

Vår variant av energisystemet med mer småskalig produktion av el och värme bygger på att värme i ökad utsträckning produceras lokalt i byggnaderna. Fossila bränslen ersätts med biobränslen (pellets) och/eller solfångare. Eluppvärmning i permanentbebyggelse förekommer endast i kombination med värmepumpar. Direktel används endast för fritidshus.

El tas fortfarande i huvudsak från elnätet. Trots att solceller ökar i omfattning ger de endast ett litet bidrag till elproduktionen. Detsamma gäller små lokala vindkraftverk.

¹⁶⁶ Statistiska centralbyrån 2001d

¹⁶⁷ Intervju Mikael Gustafsson Fjärrvärmeföreningen 9/4 2002

¹⁶⁸ Intervju Mikael Gustafsson Fjärrvärmeföreningen 9/4 2002

7 Bebyggelsens geografiska struktur

Till frågan hur vi ska bo, arbeta och konsumera i framtiden hör också bebyggelsens geografiska struktur. Dagens samhälle kräver ofta mycket transporter för förflyttningar mellan bostad och arbetsplats, för inköp i perifert belägna köpcentra mm. I transportframtidstudier som bedrivits inom forskningsgruppen för miljöstrategiska studier har diskuterats hur det "strukturellt tvungna" dagliga resandet, såsom arbets-, service och inköpsresor skulle kunna minska genom ändrad organisation av arbete och handel, ändrad bebyggelsestruktur och ändrat transportsystem.¹⁶⁹

I detta kapitel diskuteras två olika utvecklingsvägar av intresse för framtidsbilderna. Båda bygger på att IT kommer att användas så att det fysiska transportarbetet både vad gäller personer och gods kan minska. Det finns ett starkt samband med de i kapitel 5 beskrivna förändringarna av aktiviteter å ena sidan och transporterna å den andra. Det första alternativet är en gles bebyggelse, det andra en tät bebyggelse i knutpunkter.

Den glesa bebyggelsen

Utvecklingen utgår från att IT i framtiden medför en ökad platsobundenhet för arbete, handel, kulturkonsumtion mm. Många människor kan därför välja att bo nära naturen och undvika städernas centrala delar. De behöver inte resa dagligen till sina arbetsplatser och inköpen sker genom beställningar och samordnade leveranser till kunder inom ett och samma område. Samtidigt revitaliseras delar av glesbygden och i synnerhet de mindre städerna genom att utflyttningen stannar upp. Utglesningen av de större städerna fortsätter genom att villaområden byggs på allt större avstånd från centrum och sommarstugeområden omvandlas för permanentboende. Utvecklingen medför också glesare bebyggelse i medelstora städer.

I vissa avseenden är detta en fortsättning på den nu förhärskande utvecklingen med ett allt glesare stadslandskap. Men i andra avseenden utgör den ett radikalt brott, i första hand när det gäller avfolkningen av mindre orter och den del av landsbygden som ligger långt från större tätorterna.

Den täta bebyggelsen

De större tätorterna fortsätter att växa och nybebyggelsen i de största städerna sker i form av en decentraliserad koncentration till knutpunkter i förortsområdena. En knutpunkt kan beskrivas som ett regionalt centrum dit omfattande såväl offentlig som privat service

¹⁶⁹ Steen et al. 1997, Åkerman et al. 2001

koncentreras med förstklassig spårbunden kollektivtrafik och där det också etableras kontors-hotell. I dessa kan nätverksföretag hyra kontorsplatser till företagens personal. Med nätverksföretag menas företag där de anställda oftast inte arbetar på samma fysiska plats men knyts samman av telekommunikationsförbindelser.¹⁷⁰ Knutpunkterna kan genom sin koncentration av service och genom närhetsfaktorn framgångsrikt konkurrera med storstadens cityområden när det gäller arbete, shopping, kultur och förströelse. De dagliga aktiviteterna kan skötas på gångavstånd i knutpunkterna. Resor mellan knutpunkter blir snabba och miljö-anpassade med hjälp av spårbunden trafik.

Även i de medelstora städerna inriktas nyexploatering och ombyggnader mot att åstadkomma arbetsplatser och service i närheten av bostäderna. I dessa kan detta vanligen ske genom att den gamla stadskärnan förtätas och förstoras något. Den stadsfjärran glesbygden, liksom mindre tätorter förlorar innevånare.

Utvecklingen är i flera avseenden en fortsättning på dagens trender, men bryter samtidigt mot vissa förhärskande tendenser. En tilltagande flerkärnighet har kunnat registreras i många storstäder. Samtidigt fortsätter emellertid utglesningen av stadslandskapet varför koncentrationen till dessa kärnor inte blir särskilt hög. När det gäller avfolkningen av periferin fortsätter denna, vilket innebär att en betydande del av byggnadsbeståndet kommer att avvecklas, omvandlas till fritidsbostäder eller på annat sätt få en betydligt mer extensiv användning.

¹⁷⁰ Höjer 1998

8 Framtidsbilderna Tät och Gles

I de tre föregående kapitlen har vi beskrivit utvecklingsmöjligheter för bebyggelsens användning, energisystemet och bebyggelsestrukturen. I alla tre kapitlen var utgångspunkten att man kan tänka sig olika utvecklingsvägar, och att det gäller att hitta hållbara lösningar inom respektive utvecklingsväg. Inom vart och ett av kapitlen skissade vi på två sådana alternativ.

För att bryta trenden med ökande uppvärmda ytor och att minska energianvändningen behövs en *effektivare användning* av uppvärmda ytor. I ett första alternativet pekade vi på möjligheten att utföra fler aktiviteter i lokaler och att då minska kravet på bostadsytor (Minimal bostad). I det andra alternativet är fokus mer på att utnyttja bostadens ytor effektivare och minska arbete, tjänstekonsumtion och fritidsaktiviteter som sker i lokaler (Maximal bostad).

Vidare beskrev vi två vägar att genom val av inriktningen på det framtida *energisystemet* minska elanvändningen för främst uppvärmning. Ett alternativ är lokal småskalig produktion genom solfångare, pellets pannor mm. Det andra är en central storskalig produktion med ökad satsning på fjärrvärme, särskilt för småhus.

Slutligen skissade vi två tänkbara utvecklingar av *bebyggelsens geografiska mönster*. Det första är en tät bebyggelse med inslag av knutpunkter. Det andra är en gles bebyggelse med villaförorter i storstäderna och minskad urbanisering.

Om dessa tre dimensioner korsas erhålls åtta kombinationer enligt tabell 8.1, men de är sinsemellan inte lika sannolika.

	Minimal bostad		Maximal bostad	
	Tät bebyggelse	Gles bebyggelse	Tät bebyggelse	Gles bebyggelse
Central energiförsörjning	• Tät			
Lokal energiförsörjning				• Gles

Tabell 8.1 Alternativ för bebyggelseanvändning, lokalisering och energisystem vid utformning av framtidsbilder.

Centralt i projektet är som tidigare nämnts frågan hur bebyggelse används och strävan efter att öka effektiviteten i nyttjandet av uppvärmda ytor. I alternativet Minimal bostad sker detta genom att bostadsytan minskar medan mer aktiviteter förläggs till lokaler. Förutsättningarna att använda lokaler intensivare och för en rad olika ändamål ökar med en tät bebyggelse. I den täta bebyggelsen kan en centraliserad energiförsörjning lättare byggas ut som t. ex.

fjärrvärmen. Kombinationen: Minimal bostad * Tät bebyggelse * Central energiförsörjning framstår som intressant att närmare undersöka.

I alternativet Maximal bostad blir beroendet av grannar och andra närboende mindre än i Minimal bostad. Fler aktiviteter utförs i bostäderna som utan problem kan ligga mera glest än den Minimala bostaden. Maximal bostad passar därför väl ihop med Gles bebyggelse. Denna kan vara svår att energiförsörja med hjälp av stora centraliserade system som t. ex. fjärrvärme. En andra naturlig kombination blir därför Maximal bostad * Gles bebyggelse * Lokal energiförsörjning.

Baserat på ovanstående resonemang valde vi att begränsa antalet framtidsbilder till två. Alternativen Tät och Gles enligt figuren ovan blir de naturliga valen för två bilder som fångar in de olika dimensionerna i bebyggelseanvändning, lokalisering och energisystem.

Framtidsbilden Tät

Människorna i framtidsbilden har valt en urban livsstil med fortsatt inflyttning till storstäderna och regionala centra. Bebyggelsen har koncentrerats till knutpunkter av varierande storlek. Knutpunkterna erbjuder förutom små men välutrustade bostäder också inom bekvämt avstånd arbetsplatser, detaljhandel, privata tjänster och offentlig service. Människorna kan inom knutpunkterna sköta sitt arbete, sina inköp av varor och tjänster och rekreation i form av kulturkonsumtion mm. Vid de tillfällen som den egna knutpunktens resurser inte erbjuder efterfrågade varor och tjänster sker förflyttning till andra knutpunkter snabbt och miljöanpassat med spårbunden trafik.

Grannskapet har utvecklats till det viktigaste området för människornas aktiviteter. IT-utvecklingen har gjort det möjligt för många att arbeta på grannskapskontor. En förskjutning har skett av fritidens aktivitetsmönster i riktning från bostaden till ett mer utåtriktat liv med högre utnyttjande av lokaler.

Bostäderna är små och anpassade för dagliga aktiviteter, som sömn, frukostätande mm. Utvecklingen underlättar också boendet på små ytor. Apparater som datorer, TV, stereo är betydligt mindre utrymmeskrävande än idag. Musik, filmer mm. hämtas hem från internet vilket medför att lagringsbehovet minskar. Utrymmen för lagring av ägodelar som mer sällan behöver användas finns att hyra i lokaler i bostadens närhet. Lokaler finns också att hyra för olika tillfällen då större ytor behövs, t. ex. fester.

Bostadsytorna har, trots befolkningstillväxten, minskat med 16 procent. Småhusens ytor har minskat med 20 procent och flerbostadshusens med 10 procent. Lokalernas ytor är oförändrade. En fritidsaktivitet som vuxit i popularitet är att vistas i sitt fritidshus vilket medfört att fritidshusens ytor ökat med 15 procent. Ytornas utveckling illustreras i figur 8.1

Fri- tids- hus	Lokaler	Bostäder	
----------------------	---------	----------	--

Figur 8.1 Principskiss (ej skalenlig) över skillnaderna i ytor mellan Tät (grått) och dagsläget (fet ram). 16 procent mindre bostadsytor, 15 procent större ytor för fritidshus och samma omfattning på lokaler ger totalt 10 procent mindre ytor.

Den täta bebyggelsen gör att fjärrvärme nyttjas i stor omfattning. All nybyggnad, såväl småhus som flerbostadshus antas försörjas med solfångare och fjärrvärme. Dessutom möjliggör samlokalisering av lokaler, t. ex. kontor, och bostäder att spillvärme kan nyttjas för uppvärmning av bostäder och att behovet av att kyla lokaler minskar. Byggnaderna är välisolerade, apparater energisnåla och energianvändningen över dygn och årstider regleras effektivt med tekniska lösningar.

Det ökade behovet av antal bostäder trots minskade uppvärmda ytor, tillgodoses genom att de bostäder som byggs är relativt små, att större bostäder byggs om till flera mindre och genom en ökad rörlighet på bostadsmarknaden. Vid ombyggnad till mindre bostäder omvandlas också bostadsytor till lokaler. Småhus i glesbygd omvandlas i viss omfattning till fritidshus. Småhus kan också byggas om för att inrymma fler bostäder. Det kommer dock att bli ett överskott på småhus som kan behöva rivas.

Till de fördelar som framtidsbilden erbjuder för individen är minskad tid och kostnad för städning och underhåll av bostad. Tid för resor till arbetet kan minskas genom arbete i grannskapskontor. Tiden kan användas för konsumtion av de tjänster för rekreation och kultur som grannskapet erbjuder. Till nackdelarna hör uppoffringar av de värden som en stor och välinredd bostad kan erbjuda i form av status och trygghet.

Framtidsbildens ytor framgår av tabell 8.2.

Framtidsbilden Gles

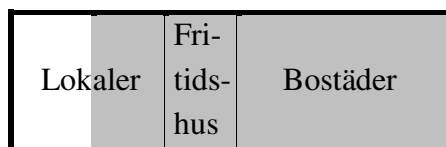
Människorna i framtidsbilden har valt att tillbringa mer tid i bostaden. Arbete, inköp, kulturkonsumtion och samvaro med familjen sker i stor utsträckning i bostaden. Bostaden inkl. trädgården har en central roll i konsumtionen. Inredning och skötsel tar stor del av inkomst och fritid. När aktiviteterna i ökad utsträckning sker i bostäderna utnyttjas lokaler mindre.

IT-utvecklingen har möjliggjort en kraftig ökning av distansarbetet vilket bidragit till att bromsa inflyttningen till storstädernas kärnor. IT har också ökat i betydelse för inköp, högre utbildning och vård och konsumtion av kultur.

Urbaniseringen har upphört och flyttströmmarna har vänt tillbaka till landsbygd och mindre orter. I storstadsregionerna ökar småhusboendet bland annat genom utbyggnad av nya områden med villor och radhus relativt långt från stadskärnorna. Det innebär sammantaget en relativt gles bebyggelse. I villaområden finns viss basservice som dagligvaruhandel, utbildning, vård och omsorg.

Permanentbostädernas ytor är oförändrade. Småhusens ytor har ökat med 10 procent medan flerbostadshusens ytor minskat med 15 procent. En större rörlighet på bostadsmarknaden har gjort det möjligt att skaffa större bostäder för de hushåll som har behov utrymme för distansarbete mm.

Lokalernas ytor, har trots tillväxt i tjänstenärings, minskat med nästan 40 procent. De kvaliteter som finns i boendemiljön medför att efterfrågan på fritidshus är relativt måttlig. Fritidshusens ytor är oförändrade jämfört med idag. Ytornas utveckling illustreras i figur 8.2.



Figur 8.2 Principskiss (ej skalenlig) över skillnaderna i ytor mellan Gles (grått) och dagsläget (fet ram). 40 procent mindre lokalytor och samma omfattning på övriga ytor ger totalt 10 procent mindre ytor.

Den relativt glesa bebyggelsen gör att fjärrvärme på många ställen är mindre lämplig. Olja och el har istället ersatts med solfångare och biobränslen. Elvärme i nybyggda hus förekommer endast i kombination med värmepump. Solceller, lokala vindkraftverk och bränsleceller förekommer i begränsad omfattning. Alla flerbostads- och lokalhus i tätort förses med fjärrvärme i kombination med solfångare.

Att aktiviteterna utförs i bostaden innebär också att den spillvärme som uppstår från apparater kan tillgodogöras som värme i bostaden och därmed minskar uppvärmningsbehovet.

Det kan uppstå problem med ökade transporter i framtidsbilden. IT-lösningar i form av näthandel, distansutbildning mm. kan dock bidra till att minska transportbehovet. Trädgårdarna utnyttjas dock för viss egenproduktion av livsmedel samt för kompostering. System för samordnade varuransporter, sophämtning mm. utvecklas också för att begränsa transportarbetet. Energianvändning för transporter är dock 10 procent högre än i Tät. Flerbostadshus och lokaler kan behöva rivas i större utsträckning än normalt.

Fördelar för individen är minskat dagligt resande och att tid sparas som kan användas för bland annat umgänge med familjen. Nackdelar är risk för social isolering, dyr bostad och arbetskrävande städning. Framtidsbildens ytor framgår av tabell 8.2.

Sammanfattande jämförelse av framtidsbildernas ytanvändning

I tabell 8.2 jämförs de olika alternativen med avseende på ytanvändningen för småhus, flerbostadshus, fritidshus och lokaler.

Ytor miljoner m ²	2000	Trend	Tät	Gles
Småhus	257	334	206	283
Flerbostadshus	168	218	151	142
Fritidshus	40	52	46	40
Lokaler	163	269	163	101
Summa	628	873	566	566

Tabell 8.2 Ytor idag, samt i framtidsbilderna Trend, Tät och Gles.

De två utvalda alternativen är inte de enda möjliga och inte nödvändigtvis de bästa för att uppnå en hållbar utvecklingen av bebyggelsen och dess energianvändning. De är valda för att illustrera två alternativa vägar att nå en förbättrad yteffektivitet, minska total energi-användning i bebyggelsen och samtidigt erbjuda fördelar för hushållen och därmed kunna upplevas som attraktiva.

Framtidens samhälle kommer naturligtvis inte att ha karaktären av ett renodlat alternativ Gles eller Tät. Framtidsbilderna illustrerar två alternativa huvudriktningar för hur en hållbar bebyggelse skulle kunna utvecklas.

En annan aspekt är att personers arbete och boende ändras över tiden i takt med familjens och karriärens utveckling. Idag är kopplingen mellan arbetets och bostadens lokalisering stark. Båda framtidsbilderna bygger på att IT möjliggör arbete på olika platser, men i olika former det vill säga i bostaden eller i grannskapskontor. Frikopplingen mellan plats för arbete och plats för bostad öppnar större möjligheter att variera bostadsorten utan att byta arbete och arbetsgivare och vice versa.

En kombination av alternativen Gles och Tät erbjuder goda möjligheter att växla bostadsort och typ av bostad över livscykeln. Efter studier startar karriären i en större stad. Singlar eller par utan barn bor i en liten bostad i en knutpunkt med ett rikt utbud av kultur och nöjen. När familj bildas och barn tillkommer efterfrågas ett större och lugnare boende. Familjen skaffar hus men stannar i sina befattningar. Arbetsplatsen byts från knutpunkter till bostaden. Efter att barnen flyttar ut lockar åter den urbana livsstilen och det medelålders paret flyttar tillbaka till Tät och njuter av det kulturella utbudet i knutpunkten. När pensionsåldern närmar sig längtar paret tillbaka till det glesa lugnet men till ett mindre hus än vad man hade tidigare.

DEL III FRAMTIDSBILDERNAS KONSEKVENSER

Nedan beskrivs framtidsbilderna med avseende på bebyggelse- och energianvändning. Framtidsbilderna är som de beskrivs utformade så att målet för hållbart energisystem uppnås, definierat som en minskad energianvändning till en tredjedel av dagens nivå. I följande kapitel diskuteras hur de kan uppnås samt hur alternativa antaganden om målnivå och yttillväxt påverkar måluppfyllelsen. Vi placerar också in framtidsbilderna i denna studie i ett sammanhang genom att översiktligt se hur energianvändningen i andra sektorer skulle kunna ändras parallellt med förändringarna inom bebyggelsesektorn. På så vis kan vi ge ett exempel på hur hela energisystemet skulle kunna se ut 2050. Vi har genomfört en förenklad livscykelanalys på detta energisystem och där jämfört alternativen Trend, Gles och Tät med avseende på ett antal olika emissioner. I kapitel 12 för vi en kortfattad diskussion om andra mål i ljuset av de framtidsbilder vi utvecklat och i kapitel 13 avslutar vi denna framtidsstudie.

9 Energianvändningen i framtidsbilderna

Energianvändningen beror på byggnadens yta, utformning mm. men också av de aktiviteter som förekommer. Om yttillväxten kan dämpas och uppvärmda ytor nyttjas effektivare kan ytberoende energianvändning för belysning, klimatsystem mm. minskas. Vidare kan spillvärme från människor och apparater i bostäder bättre tas tillvara. Minskade ytor kan dock också medföra ökat behov av kylning och ventilation i vissa miljöer och under vissa årstider.

Byggnaderna i Gles och Tät ska rymma samma befolkning och i stort sett samma aktiviteter ska utföras som i Trend. Samma aktivitet på mindre yta kan ge ökad specifik energianvändning trots besparingarna. Minskning av specifik energianvändning dämpas också av att dämpad yttillväxt leder till mindre tillskott av nya byggnader. I framtidsbilderna används dock inte specifik energianvändning som mål. Det är den totala energianvändningen som är intressant.

Framtidsbilderna Tät och Gles är utformade för att målet med en tredjedels energianvändning ska nås. För att nå denna låga energianvändning har följande antaganden gjorts. Det effektivare nyttjandet av ytor ger en effektivisering av användning av hushålls- och driftel genom minskad användning av ytberoende energianvändning som t. ex. belysning. I beräkningarna har antagits att summa hushålls- och driftel kan minska med cirka 10 procent jämfört med Trend. Aktiviteterna sker dock på olika platser varför fördelning mellan hushållsel och driftel är olika i de båda alternativen. Användning för uppvärmning har beräknats som skillnaden mellan "tillåten" mängd energi och det som går åt för drift-, fastighets- och hushållsel.

För att uppfylla målet begränsas genomsnittlig specifik energianvändning i hela beståndet till 40 kWh per m² för värme och lika mycket för drift, tillsammans 80 kWh per m² vilket är cirka 40 procent av dagens nivå. Den ligger över vad som i genomsnitt har antagits för ny bebyggelse i Trend, 66 kWh per m². Inslaget av ny bebyggelse blir dock som nämnts ovan litet, beroende på det totalt sett minskade beståndet.

Uppvärmningsbehov påverkas som diskuterats tidigare i rapporten av aktiviteter i bostaden. Människor och apparater avger värme och om man vistas mer och utför fler aktiviteter i bostaden minskar uppvärmningsbehovet. Lokalers specifika energianvändning beror också på användningsintensiteten. En intensivare användning kan minska uppvärmningsbehovet alternativt öka behovet av kylning. Samlokalisering av olika aktiviteter kan också påverka energianvändning.

Även åtgångstalen för fritidshusen kan behöva ses över. Om småhus används flitigare ökar den specifika energianvändningen. Fritidshusen väger dock relativt lätt i beräkningarna varför några variationer inte har gjorts

Uppvärmningssystemen har varierats något jämfört med Trend. I Gles ökas andelen lokal värmeproduktion genom sol, värmepumpar och biobränslen medan andelen fjärrvärme minskas. I Tät ökar fjärrvärmeandelen och övriga värmesystem minskar.

Framtidsbilderna har beräknats för att uppfylla målet en tredjedel av dagens energianvändning. I kapitel 2 formulerades också ett alternativt mål, en halvering av energianvändningen. Målet tillåter 50 procent högre energianvändning än vad som har beräknats för det hårdare ställda målet. En specifik energianvändning på 120 kWh per m² i genomsnitt för hela beståndet skulle därmed kunna tillåtas eller cirka 60 procent av dagens nivå.

Den specifika energianvändningen måste jämfört med idag minska avsevärt trots mindre ytor såväl för målet en halvering av energianvändning som för minskning till en tredjedel. Teknikintroduktionen i framtidsbilderna hämmas av det låga byggande som minskade ytor medför. Jämfört med Trend blir därför det befintliga beståndet viktigare.

Energiberäkningarna för framtidsbilderna sammanfattas i tabell 9.1.

Ytor miljoner m²	2000	Trend	Tät	Gles
Summa	628	873	566	566
Värme och varmvatten TWh				
Bostäder, fritidshus	72	47	18	18
Lokaler	25	15	4	4
Summa	97	63	22	22
Tillförsel				
Sol	0,1	4	1,6	5
Värmepump	1,4	1	0,6	1,9
Olja, naturgas	21	0	0	0
Fjärrvärme	39	37	14	6
El	23	11	0,6	1,4
Biobränslen	11	10	5	8
Hushålls- och fastighetsel, bostäder TWh	22	11	8	14
Drift- och fastighetsel, lokaler TWh	18	13	14	8
Summa energi TWh	136	88	45	45
Specifik energianvändning kWh/m ²	217	101	80	80
Summa inköpt energi TWh	135	82	43	38
Summa el TWh	63	36	23	24

Tabell 9.1 Energianvändningen idag och enligt Trend, Tät och Gles.

10 Alternativa antaganden i framtidsbilderna

Minskade ytor är ett alternativ som av många kan uppfattas som orealistiskt vid en fortsatt ekonomisk tillväxt. Det ställer stora krav på rörlighet på bostads- och lokalmarknader och ändrat beteende. En modifierad syn på yttillväxt jämfört med Trend skulle kunna vara en ytutveckling som följer befolkningstillväxten, cirka 10 procent. Tillväxt för olika typer av byggnader skulle kunna se ut som i nedanstående tabell. I Gles Plus ökar småhusens ytor med 25 procent medan övriga ytor är oförändrade. Sammanvägt innebär det att permanentbostädernas ytor ökar med 15 procent. I Tät Plus ökar lokalytorna med över 30 procent, fritidshusens ytor med 30 procent medan permanentbostädernas ytor är oförändrade.

Ytutveckling mellan 2000 och 2050	Gles Plus	Tät Plus
Småhus	1,25	1,00
Flerbostadshus	1,00	1,00
Fritidshus	1,00	1,30
Lokaler	1,00	1,32

Tabell 10.1 Utveckling av olika ytor, enligt ett alternativ med större ytor än i Tät och Gles.

Energianvändningen har beräknats med utgångspunkt från att hushålls-, fastighets- och driftel kan minska med 5 procent jämfört med Trend, istället för med 10 procent som i alternativen ovan, till 23,5 TWh. Det återstår då 21,5 TWh till uppvärmning enligt nedanstående tabell. Totalt får den genomsnittliga specifika energianvändningen uppgå till 65 kWh/m².

	Gles Plus/Tät Plus
Värme och varmvatten TWh	21,5
Hushålls-, drift- och fastighetsel TWh	23,5
Summa energi TWh	45,0
Specifik energianvändning kWh/m ²	65,0

Tabell 10.2 Energianvändning vid 10 procent ökad yta.

Om målet för energianvändningen istället sätts till en halvering kan den specifika energianvändningen uppgå till 98 kWh/m².

Resultaten i kapitlen 9 och 10 är i första hand tänkta att illustrera ett alternativt tänkande för utnyttjande av byggnader och tillhörande energi i ett uthålligt samhälle. Eftersom erfarenheterna av bedömningar av energibesparingspotentialer är dåliga finns det all anledning att uppmärksamma även alternativet med minskade ytor eller dämpad tillväxt av ytor. För bedömning av vilka vinster som faktiskt kan uppnås krävs ytterligare forskning.

11 Energitillförsel och emissioner i framtidsbilderna

I tidigare avsnitt har beräkningarna begränsats till bebyggelsens energianvändning. I detta kapitel redovisas beräkningar av den totala energitillförseln i framtidsbilderna. För detta behövs antaganden om övriga samhällssektorer. Syftet med beräkningarna är att kunna ge en helhetsbild av energisystemet och olika energikällors bidrag samt jämföra bilderna med avseende på emissioner. Det sistnämnda görs genom en förenklad livscykelanalys som redovisas sist i kapitlet.

Framtida energianvändning i övriga samhällssektorer

Övrig service och industri

Energianvändning för övrig service, det vill säga bostäder, service mm. exklusive bostäder och lokaler har uppskattats till 18 TWh.¹⁷¹ Till övrig service hör bland annat areella näringar, el-, värme- och kraftverk, vattenverk, byggnadsverksamhet och gatubelysning. År 2050 antas att energianvändningen är 6 TWh det vill säga en minskning med två tredjedelar, samma som för bostäder och lokaler. Av detta antas 3 TWh el och 3 TWh biobränslen. Underlag för denna fördelning saknas och bör ses som ett räkneexempel.

Nivåerna för industrins energianvändning varierar kraftigt i andra framtidsstudier vilket framgår av appendix.I Som nämnts i kapitel 3 har 60 TWh valts vilket är den lägsta nivån som återfunnits i andra framtidsstudier.¹⁷² Användningen antas bestå av 25 TWh el, 3 TWh fjärrvärme, 27 TWh biobränslen och 5 TWh kol och koks. Även denna fördelning bör ses som ett räkneexempel. Antaganden för övrig service och industri och varierar inte mellan de olika framtidsbilderna.

Ett energisnålt transportsystem

I rapporten "Destination framtiden" presenteras en framtidsbild av ett svenskt transportsystem år 2040 där energianvändningen minskat från 105 TWh (1995) till 44 TWh (inkl. bränsleproduktion). Nettoenergianvändningen är 28 TWh, vilket innebär att förlusterna i bränsleproduktionen är 16 TWh. Endast förnybar energi används. Den låga energianvändningen har framför allt åstadkommit genom effektivare teknik, byte av transportslag, transportsnålt lokaliseringmönster och genom att IT ersatt fysiska transporter.

¹⁷¹ cirka 13 procent av energianvändningen för bostäder, service mm enl Energimyndigheten 2001b

¹⁷² Energimyndigheten 1998

I denna rapport antas energianvändningen för transporter från "Destination framtiden" gälla i alternativet Tät. För alternativet Gles antas 10 procent högre nivå beroende på längre dagliga resor och varudistribution det vill säga 31 TWh. Nivån 10 procent är osäker och har satts för att markera de ökade resorna i Gles. En säkrare uppskattning skulle kräva en mer detaljerad beskrivning av bl.a. bebyggelsens lokalisering och hur arbetsliv och handel organiseras. (Alternativt skulle hushållen i Gles kunna antas minska sina långväga resor till förmån för aktiviteter i bostaden och dess närhet vilket skulle resultera i samma energianvändning som i Tät).

Vi presenterar nedan de viktigaste antagandena i "Destination Framtiden", för att antyda vilken typ av förändringar av transportsystemet som kan behövas om energianvändningen ska minska till hållbara nivåer även inom denna sektor. Detta ger ett perspektiv på de förändringar vi i denna rapport diskuterar för bebyggelsen.

Teknik och bränslen

En tämligen långtgående teknikeffektivisering har åstadkommit i framtidsbilden i "Destination Framtiden". Den genomsnittliga bränsleförbrukningen för hybridbilar (mätt som energiekvivalenter) har minskat med cirka 70 procent jämfört med 1995 då normalbilen behövde cirka 9 l per 100 km. Cirka en tredjedel av allt bilåkande sker i framtidsbilden med hybridbilar med förbränningsmotorn avslagen eller med batterielektriska fordon. Två nya fordonstyper som blivit vanliga i framtidsbilden är elcyklar samt små tvåsitsiga stadsfordon med en maxhastighet på 70 km/h.

Flygets specifika bränsleförbrukning har i genomsnitt halverats sedan 1995 då den låg kring 0,7 kWh/personkm. En ny typ av ECO-flygplan har introducerats. Dessa har en marschfart på drygt 400 km/h att jämföra med konventionella jetflygplan som har en marschfart på cirka 800 km/h. I gengäld är energianvändningen lägre än för de mer konventionella flygplanen i framtidsbilden som ligger kring 0,35 kWh/personkm. Flyghöjderna har sänkts till mellan 7 och 10 km. Detta har ökat energianvändningen något, men samtidigt kraftigt minskat växthuseffekten.

Godstransporterna har effektiviserats i något mindre grad än persontransporterna. Den specifika bränsleförbrukningen har minskat med cirka 30 procent.

Endast bränslen producerade med förnybar primärenergi används. Spårfordon och elektriska vägfordon använder el producerad med vattenkraft, vindkraft eller solkraft. Flyget använder flytande väte producerad med förnybar el eller genom förgasning av biomassa. Övriga transportslag använder metanol producerad från biomassa. Etanol kan här möjligen också vara ett alternativ på sikt. Väte är speciellt intressant i kombination med bränsleceller.

Resmönster och godsflöden

De minskade reslängderna i tätorterna, utnyttjandet av IT och ökningen av gång-, cykel- och kollektivtrafiken leder sammantaget till en stor reduktion av energianvändningen för det dagliga resandet.

Dessutom har energianvändningen för godstransporterna minskat kraftigt. Jämfört med idag finns det därmed utrymme för ett något ökat fritidsresande i denna framtidsbild, inom ramen för den energianvändning på 44 TWh som är denna bilds yttre begränsning. Man kan säga att de resor som med 1995 års infrastruktur kunde kategoriseras som strukturellt betingade (arbets-, tjänste-, service- och inköpsresor) delvis har ersatts av önskvärda resor. En sorts "reseväxling" har ägt rum. Denna har blivit möjlig genom en långsiktig och adaptiv planering.

De totala transportvolymerna mellan dagens transportsystem och transportsystemet i framtidsbilden har ändrats drastiskt. Dagens kortväga bilresande har minskat med mer än 50 procent. Istället har buss-, spår- och cykeltrafiken ökat markant. Det långväga bilresandet har ökat med 40 procent. Ökningen består i huvudsak av fritidsresor. Eftersom beläggningen är högre för långväga bilresor än för kortväga, minskar den totala mängden fordonskilometer mer än antalet personkilometer. Det totala antalet personbilskilometer har således minskat med cirka 40 procent. Det långväga tågresandet ökar också kraftigt. För inrikesresor och resor till kontinenten har tåget i de flesta fall ersatt flyget. Detta har möjliggjorts av en integrerad europeisk satsning på snabbtåg och sovtåg. Flygresandets ökningstrend har brutits. Affärsflyget har minskat med 25 procent medan fritidsflyget ökat med cirka 20 procent, vilket likväl utgör ett påtagligt trendbrott. Den större delen av flygandet består av interkontinentala flygningar.

Det kortväga resandet har minskat med cirka 30 procent mätt i reslängd. Ett underliggande antagande är att arbetsresornas längd minskar med en tredjedel. Detta har framför allt skett genom att ungefär hälften av de arbetande har sin fysiska arbetsplats i närheten av sina hem, dvs. genom en minskning av reslängd snarare än genom en minskning av antal resor. En betydande ökning av andelen gång- och cykelresor har därigenom blivit möjlig. Man räknar vidare med att upp emot hälften av inköpsresorna för dagligvaror har ersatts av varuleveranser till hemmen från inköpscentraler. Det kortväga fritidsresandet är oförändrat medan det långväga fritidsresandet har ökat med cirka 80 procent mätt i reslängd. Det totala fritidsresandet har i denna framtidsbild ökat med cirka 40 procent jämfört med dagens nivå.

Användning och tillförsel av energi 2050

Vi har nu diskuterat hur en hållbar nivå på energianvändningen för sektorerna bostäder, transporter, industri och övrig service skulle kunna se ut. I detta avsnitt skissar vi på hur energitillförseln skulle kunna vara fördelad mellan olika energislag, förutsatt den nivå på den totala energianvändningen som kommit fram av de tidigare kapitlen. En utgångspunkt har varit att kärnkraften antas vara avvecklad och en annan att fossila bränslen inte används för uppvärmning eller elproduktion.

I samtliga framtidsbilder antas att vattenkraft bidrar med 65 TWh, det vill säga dagens nivå vid normalår och vindkraft med 10 TWh. Elproduktion med solceller antas inte förekomma i nämnvärd omfattning och inte heller bränsleceller för el och värmeproduktion.

Soldrivna värmeverk antas svara för 10 procent av fjärrvärmeproduktionen. Övrigt fjärrvärmeunderlag utnyttjas maximalt till produktion av el i kraftvärmeverk. Användning av fossila bränslen i fjärrvärmeproduktion är redan idag relativt liten och antas vara ersatt med biobränslen och avfall år 2050.

Förluster i produktion och distribution av fjärrvärme och el antas vara procentuellt desamma som idag. Verkningsgraden hos slutanvändare för biobränslepannor ökar till 90 procent jämfört med dagens cirka 70 procent.

I tabell 11.1 redovisas resultatet av beräkningarna för de olika framtidsbilderna för samtliga samhällssektorer (se även Appendix II). I alternativet Gles antas som nämnts ovan 10 procent högre energianvändning för transporter än i Tät vilket ger en totalt något högre energi-användning.

Total energitillförsel TWh	Trend	Gles	Tät
Sol	8	6	3
Värmepump	1	2	1
Olja, naturgas, kol	5	5	5
Biobränslen	149	102	106
Vattenkraft	65	65	65
Vindkraft	10	10	10
Kärnkraft	0	0	0
Spillvärme	7	2	3
Summa	246	191	193
Elexport	26	24	29
Summa tillförsel inhemsk användning	220	168	165

Tabell 11.1 Total energitillförsel i Trend-, Gles- respektive Tät-alternativen.

Total energitillförsel för inhemsk användning har beräknats till cirka 219 TWh i Trend, 168 i Gles och 165 i Tät, varav cirka 100-150 TWh bibränslen vilket ligger inom bedömd potential (se Appendix I). Solenergi står för 8 TWh i alternativet Trend vilket ligger inom potentialen på 5-10 TWh (se appendix I). Fossila bränslen motsvarande 5 TWh används, främst i industrin. El kan exporteras i samtliga tre alternativ med störst export i alternativet Tät.

Alternativet Trend förenar liten användning av fossila bränslen och energianvändning inom bedömd potential för övriga energislag. Nivån för energianvändning är dock för hög enligt de mål för hållbar utveckling som satts upp. Dessa mål uppfylls i alternativet Tät. I Gles hamnar energianvändningen något över målet beroende på något större transportvolymen i detta alternativ.

Skillnaden mellan alternativen sett till olika energislag beror i huvudsak på mer lokal produktion i Gles och mer fjärrvärme i Tät vilket medför större användning av bibränslen i Tät.

Ett alternativ är att reducera uppvärmningen i Gles för att kompensera för de ökade transporterna. Det är dock inte självklart att det är minskad uppvärmning och elanvändning som skulle väljas som områden att minska energianvändningen. Annan konsumtion kan också minskas. Det kan också noteras att om inköpt energi räknas, det vill säga exklusive den lokala produktionen från solfångare och värmepumpar, blir alternativen lika för total energianvändning i bostäder och lokaler.

Livscykelanalys och emissionsjämförelser

För att närmare jämföra de olika scenarierna har en förenklad livscykelanalys (LCA) av energisystemen gjorts. Val av uppvärmningssystem för bebyggelsen har återverkningar även på andra delar av energisystemet, såsom elproduktionen. Vi har därför valt att göra livscykelanalysen på hela energisystemet. Vissa delar av det är dock konstanta i alla scenarier. Vi har därför fokuserat på skillnaderna mellan scenarierna.

Det system som analyseras med avseende på emissioner framgår av tabell 11.2. I detta system ingår bebyggelsens energianvändning, el- och fjärrvärmeproduktion samt skillnaderna i transportarbetet. Vatten- och vindkraft samt industriellt mottryck har tagits bort eftersom de är lika i alla scenarier (jämför tabell 11.1 samt Appendix 2).

Beräknat system	Trend	Gles	Tät
Solvärme-lokalt	4	5	2
Biobränsle-lokalt	10	8	5
Värmepump-lokalt	1	2	1
Biobränslen-transporter	3	3	0
Solvärme-fjärrvärme	4	1	2
Biobränslen-fjärrvärme och kraft	59	14	26
Biobränsle-förlust från drivmedelprod	2	2	0
Summa	83	35	36

Tabell 11.2 De jämförda energialternativen, TWh.

En metodikdiskussion

Att göra livscykelanalyser på framtida system kan kräva en del överväganden. Inom LCA-världen har man konstaterat att studiens syfte bör påverka val av metodik och data.¹⁷³ Man skiljer ofta mellan två huvudtyper av studier: en som kan kallas bokförande, beskrivande eller retrospektiva studier och en som kan kallas effektorienterade eller prospektiva. I en bokförings-LCA analyser man ett system som det ser ut. Val av data och systemgränser bör då göras så att dessa reflekterar det aktuella systemet. I en effektorienterad LCA studerar man effekter, konsekvenser, av beslut. Val av data och systemgränser bör då göras så att dessa reflekterar de konsekvenserna av det eventuella beslutet.

Man kan fundera över vilken typ av LCA som är intresserad av i detta fall. Å ena sidan är det en framtidsstudie, vilket talar för en prospektiv analys. Å andra sidan är vi ute efter att studera ett systems egenskaper, vilket betyder att det snarare är en bokförings-LCA som är aktuell. Det handlar inte om att fatta ett beslut om vilket av de aktuella scenarierna vi ska välja och därför är en konsekvensorienterad LCA knappast det mest relevanta alternativet.

Slutsatsen är alltså att en beskrivande, bokförings-LCA är att föredra. I så fall är de idealdata vi bör använda i analysen de som beskriver systemen år 2050. Vi känner dock inte till vilka emissionsparametrar som är aktuella om 50 år. I en mer ambitiös studie skulle man kunna göra någon form av prognos för dessa, som sedan används i studien. En intressant fråga är då naturligtvis hur man gör en sådan prognos inom ramen för en backcastingstudie som denna. Vi lämnar dock den frågan och konstaterar att vi i denna förenklade analys har antagit samma emissionsdata som idag. Det vi varierar är alltså energisystemets sammansättning, exempelvis blandningen av olika bränslen. Däremot ändrar vi inte emissionsfaktorerna för respektive bränsle. I studien används så långt möjligt ett livscykelperspektiv vilket bland annat innebär att även miljöpåverkan från produktionen av olika pannor med mera ingår i analysen. Även här används dagens data. Detta innebär att vi bygger in en inkonsekvens i analysen eftersom

¹⁷³ t.ex. Baumann, 1998. Frischknecht, 1997, Tillman, 1999 and Weidema, 1998

vi å ena sidan, i de olika framtidsscenarierna, antar att industrin ganska radikalt har ändrat sin energianvändning samtidigt som vi i denna analys räknar med dagens produktionsprocesser. Detta förhållningssätt utgör dock ett begränsat problem eftersom miljöpåverkan från energisystemet i huvudsak uppkommer i samband med el- och värmeproduktion. Byggnadernas miljöpåverkan är i allmänhet begränsad.¹⁷⁴

Metodik

I huvudsak standard-LCA metodik har använts i denna studie, om än i en förenklad variant. Endast en inventeringsanalys görs på några traditionella luftemissioner. Analysen begränsas därför till energianvändning och vissa luftemissioner. Datorprogrammet Simapro 5.0 från PRé Consultant i Holland har använts för beräkningar.

Data för sammansättning av plana solfångare har tagits från GEMIS (Global emission model for integrated systems) som är en LCA-databas som drivs av det privata miljöforskningsinstitutet Öko-Institut.¹⁷⁵ Dessa data redovisas i appendix II. Data för de olika materialen i solfångaren har sedan tagits från en databas till Simapro¹⁷⁶ från universitetet i Amsterdam. Samma data används både för lokala solfångare och för fjärrvärmeproduktion. Emissionsdata för biobränslen och transporter är tagna från Uppenberget et al.¹⁷⁷ som har gjort en genomgång av olika livscykelanalyser för bränslen och gjort en rekommendation som har följts. Transportdata är för RME (rapsmetylestoner) som bränsle. Biobränsledata är för skogsbränslen.

I systemet ingår produktion men inte distribution av värme och el. Detta innebär en underskattning av miljöpåverkan som drabbar alla system. I en tidigare utförd litteraturgenomgång noteras att det inte finns några fullständiga livscykelanalyser på fjärrvärme i Sverige som omfattar hela systemet.¹⁷⁸ Det är därför svårt att i en förenklad LCA göra en fullständig analys.

Resultat

I samtliga system ingår en viss export av el. En nyckelfråga är då vad denna export kan tänkas ersätta för bränsle i andra länder. Två antaganden har gjorts, att exporterad el ersätter el från naturgas eller från vindkraft. Data för el producerad från naturgas har tagits från Uppenberget et al.,¹⁷⁹ och data för vindkraftel från Vattenfalls LCA av sin elproduktion.¹⁸⁰ Verkningsgraden

¹⁷⁴ t.ex. Johansson och Finnveden, 2002

¹⁷⁵ Öko-Institut 2002

¹⁷⁶ IVAM, 1998

¹⁷⁷ Uppenberget et al. 1999

¹⁷⁸ Johansson, Finnveden, 2002

¹⁷⁹ Uppenberget et al. 1999

¹⁸⁰ Brännström-Norberg et al., 1996

för naturgas är satt till 58 procent.¹⁸¹ För vindkraften är verkningsgraden 100 procent. Det innebär att för varje exporterad Wh ersätts 1 Wh primärenergi i form av vindkraft eller $1/0,58 = 1,72$ Wh primärenergi i form av naturgas. Elexporten (se tabell 11.1) ersätter alltså olika mängder primärenergi beroende på hur man räknar med att den ersatta elen skulle ha producerats.

	Trend	Gles	Tät
Elexport	26	24	29
Alternativ 1: Ersatt vindkraft utomlands	26	24	29
Alternativ 2: Ersatt naturgas utomlands	45	41	48

Tabell 11.3 Elexportens inverkan på utrikes energisystem, TWh.

Resultat för det fall där exporterad el antas ersätta naturgas redovisas i Tabell 11.4. Resultaten redovisas som en jämförelse mellan Gles respektive Tät och Referensalternativet Trend. För att ge en uppfattning om vilken storleksordning det handlar om har skillnaderna dessutom relaterats till de årliga utsläppen 2000 för de olika substanserna. Man kan notera att emissionerna genomgående är något lägre för Tät än för Gles.

Substans	Årliga utsläpp tusen ton 2000 ¹⁸²	Skillnad Trend-Gles som andel av årliga utsläpp	Skillnad Trend-Tät som andel av årliga utsläpp
CH ₄ (metan)	280	-0,7%	-1,4%
CO (kolmonoxid)	830	-8%	-10%
CO ₂ (koldioxid)	55855	0,4%	-2,3%
N ₂ O (dikväveoxid)	22	-4%	-6%
NO _x (kväveoxider)	247	-6%	-8%
NM VOC (flyktiga organiska ämnen)	418	-3%	-6%
SO _x (svaveloxid)	58	-16%	-16%

Tabell 11.4 Emissionsdata från livscykelberäkningarna för fallet då exporterad el ersätter el producerad från naturgas.

Tabell 11.5 är uppställd på samma sätt som tabell 11.4, men här jämförs med en situation då den exporterade elen förutsätts ersätta vindkraftsel. Man kan notera att även i detta fall ger Tät något lägre emissioner än Gles. Man kan också notera att skillnaderna mellan tabell 11.4 och 11.5 i allmänhet är små, men att Tät ger relativa minskningar på minst 10 procent för kolmonoxid, flyktiga organiska ämnen och svaveloxid.

¹⁸¹ Uppenberget al., 1999

¹⁸² SCB 2002f

Substans	Årliga utsläpp tusen ton 2000 ¹⁸³	Skillnad Trend-Gles som andel av årliga utsläpp	Skillnad Trend-Tät som andel av årliga utsläpp
CH ₄ (metan)	280	-1%	-2%
CO (kolmonoxid)	830	-7%	-13%
CO ₂ (koldioxid)	55855	-1%	-1%
N ₂ O (dikväveoxid)	22	-4%	-6%
NO _x (kväveoxider)	247	-7%	-9%
NM VOC (flyktiga organiska ämnen)	418	-3%	-10%
SO _x (svaveloxid)	58	-10%	-17%

Tabell 11.5. Emissionsdata från livscykelberäkningarna för fallet då exporterad el ersätter el producerad från vind.

Diskussion

Resultaten tyder på att både Gles och Tät ger fördelar jämfört med referensscenariot Trend. Tät verkar ge något större fördelar än Gles, särskilt när man jämför med alternativet att den exporterade elen ersätter vindkraftsel. Resultaten bör dock tolkas med försiktighet eftersom dagens (eller i vissa fall gårdagens) emissionsdata används för en framtida situation. Teknikutveckling och förändring av produktionsprocesser kommer att förändra resultaten. Gles missgynnas också av att distributionssystemen inte ingår.

¹⁸³ SCB 2002f

12 Andra mål samt ekonomiska och sociala konsekvenser

De två framtidsbilderna Gles och Tät har formulerats så att de tillgodoser mål för den framtida energianvändningen härledda från behovet av att minska koldioxidutsläpp och därmed klimatpåverkan. Men bebyggelsens utformning, lokalisering och användning får konsekvenser på många andra områden inklusive för många av de övriga miljö kvalitetsmål som antagits av Sveriges Riksdag.¹⁸⁴ Någon samlad analys av hur dessa övriga miljö kvalitetsmål påverkas av de producerade framtidsbilderna har inte genomförts. I många fall kan det vara svårt att dra bestämda slutsatser om bildernas effekter på dessa områden, bl.a. därför att dessa är relativt allmänt hållna. Den mer detaljerade beskrivning av lokalisering, byggnaders utformning som i flera fall skulle krävas har inte varit meningsfull att utföra inom ramen för detta projekt. Här ska endast några konsekvenser påtalas som har en direkt koppling till energisystemet och åtgärder för att minska energianvändningen.

Alternativet Gles kan medföra nackdelar för målet Frisk luft i form av ökade luftföroreningar på grund av mer småskalig användning av biobränslen. Alternativet Gles kan också medföra nackdelar för kulturmiljön, en del av målet God bebyggd miljö, genom att byggnader påverkas av installation av solfångare. Isoleringsåtgärder för att minska energianvändningen kan också vara negativ för kulturmiljövärden i såväl Gles som Tät.

Den minskade avfolkningen av mindre orter och landsbygd i Gles kan ge positiva konsekvenser för naturtypsmål som Hav i balans samt levande kust och skärgård och Ett rikt odlingslandskap.

Dessutom påverkas samhällets robusthet mot störningar av bl.a. energisystemets utformning. En minskad energianvändning och bättre isolerade byggnader ger i såväl Gles som Tät en minskad sårbarhet för störningar. Den ökade lokala energiproduktionen i framtidsbilden Gles är fördelaktig genom att den ger ökad robusthet mot störningar i värmeförsörjning och elnätet. Det ökade beroendet av IT ger i båda alternativen, men särskilt i Gles, en ökad sårbarhet.

Samhällsekonomiska konsekvenser

Några ekonomiska analyser har inte använts vid utformning av framtida energisystem. Vi har därmed inte tagit hänsyn till kostnaderna för att åstadkomma skisserade energibesparingar eller om dessa står i proportion till nyttan i form av minskad miljöpåverkan. Eftersom vägen till framtidsbilderna inte ingår i studien har inte heller priser som styrmedel diskuterats. Detta får konsekvenser för framtidsbildernas konsistens. I studien har t. ex. inte behandlats om de

¹⁸⁴ Regeringens Prop. 2000/01:130

kombinationer av energisystem och specifik energianvändning som beräknats är rimliga mot bakgrund av relativpriser på energi, byggnadsmaterial mm.

För att nå hållbar utveckling krävs, som framgår av de presenterade framtidsbilderna, stora besparingar i det kvarvarande beståndets energianvändning. Det kan medföra stora kostnader för investeringar i isolering, värmesystem mm. Kostnaderna för solfångare och andra lokala installationer kan bli stora i alternativet Gles. Kostnaderna för fjärrvärmeanslutning kan i vissa fall bli höga i alternativet Tät. I framtidsbild Tät krävs stora investeringar bl.a. för att bygga om större bostäder till mindre och att integrera bostäder och arbetsplatser.

Sociala konsekvenser

Båda alternativen innebär betydande förändringar av människors dagliga liv och sociala situation. Någon bedömning av vad som är att föredra görs inte här. För det krävs djupare studier. Uppfattningarna i denna fråga kan också vara delade beroende på ideologi och andra preferenser. Här beskrivs några av viktigaste förändringarna som framtidsbilderna innebär.

I Gles sker mer av människors aktiviteter i bostaden, t. ex. konsumtion av kultur, shopping, utbildning och arbete. Tidskrävande dagliga resor minskar i omfattning och mer tid kan ägnas åt familjen och kontakter i grannskapet, lokala föreningar etc. Däremot minskar kontakter med arbets- och studiekamrater. Även sociala kontakter i samband med kulturella aktiviteter och rekreation kan komma att förändras så att de lokala relationerna ansikte mot ansikte ökar medan de över längre distans minskar. En viss risk för ökad social isolering med minskade kontakter utanför bostadsområdet föreligger samtidigt som de lokala kontaktnäten kan komma att stärkas.

I Tät får de värden som en stor bostad erbjuder maka åt sig något. Möjligheterna att utföra aktiviteter samt förvara föremål i bostaden minskar i viss mån. Framtidsbilden förutsätter en mer utåtriktad livsstil vilket innebär minskad tid i hemmet. Däremot ökar den tid man tillbringar i lokaler av olika slag, restauranger, kaféer, samlingslokaler, träffpunkter, bibliotek, hobbylokaler arbetsplatser och skolor. De sociala kontakterna utanför hemmet intensifieras, både med familjemedlemmar och personer utanför familjen som arbetskamrater, vänner och personer med vilka man delar olika intressen. I Tät är det förhållandevis lätt att upprätthålla ett omfattande och spritt kontaktnät.

13 Slutsatser

Vi har i denna rapport utgått från två alternativa mål för minskad energianvändning år 2050 och vi har visat hur det, under vissa förutsättningar, skulle gå att nå dem. Det minst ambitiösa målet ansluter till Miljömålskommitténs föreslag och innebär en minskad total energianvändning med 50 procent. Det mest ambitiösa målet baseras på beräkningar av global tillgång på förnybara energikällor och ett antagande om lika miljöutrymme per capita. Det innebär en minskning med två tredjedelar av energianvändningen. Till och med det mest ambitiösa målet kan uppfyllas. I denna studie har vi pekat på ett par alternativa sätt att nå målet med olika kombinationer av energieffektivisering, minskad ytkonsumtion och varierad geografisk lokalisering av bebyggelsen.

Men målen kan inte uppnås utan betydande omställningar och ansträngningar. På vissa områden kan det också bli tal om kännbara uppoffringar. Vi kan å ena sidan konstatera att de teoretiska möjligheterna att nå mycket långt när det gäller tekniska insatser som nya energisystem i kombination med isolering, reglering av direktinstrålning, kontinuerlig finjustering av använda system och systematiskt utnyttjande av varierande lokala förutsättningar är mycket goda. Samtidigt framstår, å den andra sidan, förutsättningarna att fullt ut realisera dessa potentialer som begränsade och detta av fler olika skäl.

År 2050 kommer byggnadsstocken att domineras av de strukturer som redan nu existerar. I framtidsbilderna uppgår denna andel till omkring 95 procent. Detta äldre bestånd har i mycket ringa utsträckning försetts med den vid byggnadstillfället bästa tillgängliga energi- och isoleringstekniken. Dessutom är det många gånger svårt och kostnadskrävande att införa ny uppvärmningsteknik och bättre isolering i befintlig bebyggelse. Den betydande konservatism som utmärker bygg- och fastighetsbranschen talar dessutom för att även där stora effektiviseringspotentialer kan vinnas genom ombyggnad, kommer denna att ha svårt att fullt ut kunna realiseras. Av samma skäl finns det anledning att ifrågasätta om den potentiellt bästa tekniken kommer att användas inom det nybyggda beståndet fram till år 2050. Dessutom visar uppföljningar av tidigare framtidsstudier och prognoser att potentialer för minskad energianvändning inte uppfyllts. Beteende och ökad apparattäthet talar i riktning mot ökad, snarare än minskad, energianvändning.

Det finns ett samband mellan ökade ytor och ökad energianvändning. Vissa delar sammanhänger direkt med ytan, t. ex. värme och belysning. Andra delar sammanhänger med antal apparater, hur de nyttjas osv. Större ytor innebär mer utrymme för apparater.

Mot denna i huvudsak pessimistiska bild bör dock ställas att bygg- och fastighetsbranschens företrädare i s.k. dialogseminarier med regeringen förbundet sig att verka för en fossilfri

sektor fram till år 2025 och för en minskning av inköpt energi till uppvärmning av flerbostadshus, småhus och kontorslokaler med minst en tredjedel.¹⁸⁵

Det finns dock betydande och svårbemästrade trögheter i institutionella förhållanden som t. ex. bostads- och lokalmarknadens funktionssätt med en rad inlåsningseffekter som följd. Traditionerna på många områden att skilja mellan kontroll, betalning och tillgodogörande av olika bebyggelserelaterade funktioner och tjänster med stor betydelse för energianvändningen innebär problem. Många av de vanor som hushållen utvecklar är också fast förankrade och svåra att påverka särskilt som dessa sällan stöds genom förändrade regelverk och institutionella arrangemang. Även så föga omvälvande förändringar som en något lägre inomhustemperatur stöter på hårt motstånd trots att det skulle kunna vara till gagn för hälsa och välbefinnande.

För att den fulla potentialen med många tekniska landvinningar ska realiseras krävs en medveten och kompetent insats från användarna. Samtidigt innehar användarna i de enskilda hushållen oftast inte några specialkunskaper. Detta innebär att man måste ställa särskilda krav på de lösningar och tjänster som utvecklas.

Vi kan därför säga att det är jämförelsevis lätt att måla upp framtidsbilder med principlösningar av det slag som vi levererat i denna rapport. Lösningar som tillgodoser högt ställda krav på miljöförbättringar och minskad användning av energi i bebyggelsen så länge de inte utsätts för systematiska validerings- och relevanstest (backcastingmetodens steg två, jfr kapitel 1). Det är svårare att på ett mer detaljerat sätt konkretisera hur dessa bilder skulle kunna förverkligas, eller det steg tre i backcastingmetoden som bara antyds i denna studie (se kapitel 1). Poängen med att ändå utföra det första steget är att det visar vilken typ av resonemang och förändringar som behövs för att få en hållbar bebyggelseutveckling.

Vi har försökt undvika en alltför drastisk övervärdering av omställningspotentialerna hos någon eller några av de faktorer vi arbetar med. Vi har å ena sidan strävat efter att inte över-skatta genomslaget av de mycket stora tekniska effektiviseringspotentialer som otvivelaktigt finns tillgängliga inom det bebyggelserelaterade energiområdet. Samtidigt har inte heller de beteendeförändringar som är förutsättningarna för en minskad bebyggelseanvändning utformats som fria fantasier utan grundats på systematiska överväganden.

Hur ser de förutsättningar ut som måste uppfyllas för att det mest ambitiösa målet om en hållbar energianvändning i bebyggelsen som formulerats ovan ska kunna realiseras? Ett sätt att belysa denna fråga är genom en beskrivning av de kombinationer av energieffektivisering per ytenhet och bebyggelseanvändning per capita som klarar formulerade krav.

¹⁸⁵ Miljödepartementet 2000

Referensalternativet Trend följer i huvudsak långsiktiga trender och beaktar gjorda framtidsstudier av bebyggelsens utveckling. Av detta framgår att en fortsatt ökning av de uppvärmda ytorna ställer orimligt höga krav på energieffektiviseringen i bebyggelsen. Ökar den totala byggnadsytan med 26 procent per capita så som antas i Trend, förutsätter detta en effektivisering med en faktor fyra av den specifika energianvändningen, det vill säga en minskning från idag 217 kWh/m² till 52 kWh/m². Om å andra sidan den specifika energianvändningen i framtiden skulle ligga kvar på samma nivå som idag skulle den erforderliga ytminskningen för att nå tredjedelsmålet uppgå till inte mindre än 70 procent per capita. Referensalternativet har vi bedömt inte vara förenligt med hållbar energianvändning i bebyggelsen.

I projektet har analysen inriktats på frågan om en minskad energianvändning kan sökas i en effektivare användning av bebyggelse och därmed minskade krav på yta. Sambandet mellan livsstilar, byggnaders funktion, behov av olika typer av byggnader och energianvändning är mycket sparsamt belyst i andra studier. Våra framtidsbilder utgår från att ett trendbrott har skett. Såväl byggnadernas yta som utrustning kan utnyttjas effektivare. Byggnader står idag tomma eller har låg nyttjandegrad under betydande delar av dygnet och året. Med ett effektivare utnyttjande kan ökningen av ytorna hållas tillbaka. En stor del av energianvändningen kan kopplas direkt till hushållens aktiviteter i bostaden, men också på arbetsplatsen och till konsumtionen av varor och tjänster. I många fall finns möjligheter att välja mellan att utföra en aktivitet i bostaden eller i en lokal.

Över tiden ändras förutsättningar som teknik, värderingar och livsstilar för vilka aktiviteter individerna önskar utföra och hur de faktiskt utförs. En central fråga är bostadens roll och i vilken grad lokaler används för olika aktiviteter. En effektivare användning av ytor och ändrat mönster för var aktiviteter utförs kan också bidra till effektivare användning av tillförd energi. Spillvärme från apparater och personvärme som alstras kan i vissa fall lättare utnyttjas för uppvärmning.

Två alternativa utvecklingar identifieras som båda kan innebära en ökad effektivitet i användning av byggnader. I den första ökar bostadens betydelse och dess roll som plats för såväl arbete som konsumtion stärks. En av förutsättningarna är en ökad användning av IT. Bostaden kan därmed ersätta lokalytor för service och arbete som t. ex. butiker och kontor.

I den andra bidrar utbredningen av en mer urban livsstil till att lokalernas roll i människornas liv ökar. Människor tillbringar en växande del av sin tid på lokal, restauranger, biografier och samlingslokaler och behovet av bostadsytor minskar därmed. IT kan även här spela en roll genom att underlätta compact living. Apparater blir mindre ytkrävande och IT minskar krav på förvaring av böcker och bild- och ljudmedia. Det ökade behovet av mindre bostäder tillgodoses genom att nyproduktionen inriktas på denna storleksgrupp, att större bostäder styckas upp och genom en ökad rörlighet på bostadsmarknaden.

I den förstnämnda utvecklingen minskar beroendet av dagliga persontransporter mellan bostäder och lokaler. Den möjliggör en glesare bebyggelse, såväl nationellt som i städerna. Villaboendet ökar i städernas ytterområden och urbaniseringen bromsas upp. Detta alternativ ligger till grund för den framtidsbild som fått namnet Gles.

Den andra utvecklingen, framtidsbilden Tät, innebär att behovet av och tillgång på tjänster ökar. Inflyttningen till städer fortsätter. Inom dessa utvecklas knutpunkter i förortsbanden där grannskapet erbjuder ett rikt utbud av tjänster samt arbetsplatser i grannskapskontor. I Tät antas uppvärmning i ökad omfattning ske med fjärrvärme. Såväl energi för uppvärmning som drift kan minska, bland annat genom att samlokalisering av lokaler och bostäder möjliggör att överskottsvärme i lokaler utnyttjas för uppvärmning istället för att kylas bort. Biobränslen har ersatt olja i fjärrvärmeproduktionen. Elanvändningen för uppvärmning minskar.

I Gles minskar behovet av el via nätet genom ökad lokal produktion av värme genom främst solfångare och värmepumpar. Även värmeproduktion med biobränslen ökar bland annat för att ersätta den olja som fasas ur. Spillvärme från apparater och personvärme kan i större utsträckning utnyttjas för uppvärmning genom att fler aktiviteter utförs i bostaden.

I båda alternativen antas att de totala uppvärmda ytorna minskar med 10 procent. I Gles är de sammanlagda bostadsytorna oförändrade. Lokalytorna reduceras med knappt fyra tiondelar medan fritidshusens är oförändrade. I Tät är det istället lokalytorna som antas vara oförändrade medan bostadsytorna minskar med 16 procent. Fritidshusens ytor ökar med 15 procent.

För att uppnå det mest ambitiösa målet att minska energianvändningen till en tredjedel kan sammanlagt högst 45 TWh användas för uppvärmning samt för hushålls-, fastighets- och driftel. Detta har antagits kunna ske på följande sätt. Det intensivare nyttjandet av ytor ger en effektivisering av användning av hushålls- och driftel genom minskad ytberoende energianvändning som t. ex. belysning, sammanlagt cirka 10 procent jämfört med Trend. Resultatet blir en specifik energianvändning på 40 kWh per m² för värme och lika mycket för drift, tillsammans 80 kWh per m². Målet med en halvering av energianvändningen medger en specifik energianvändning om 120 kWh per m².

Antagandet att ytorna minskar kan uppfattas som en långtgående förändring. Det innebär att marknaden måste fungera väl för att utnyttja beståndet på bästa möjliga sätt. Byggnader kan också behöva rivras eller stå outnyttjade och ouppvärmda. Om ytillväxten följer den prognostiserade befolkningsutvecklingen, det vill säga ökar med 10 procent, måste den specifika energianvändningen minska till 65 kWh per m² om det mest ambitiösa av de två målet ska nås och till cirka 100 kWh per m² vid för en halvering.

I tabell 13.1 sammanfattar vi relationerna mellan bebyggelsens genomsnittliga specifika energianvändning, den totala mängden ytor och de två mål för total energianvändning i

bebyggelsen vi arbetat med. Den första raden visar vilken specifik energianvändning som kan tillåtas inom ramen för de respektive målen, vid en trendmässig utveckling av ytorna. Den andra raden visar vilken specifik energianvändning som kan tillåtas av de respektive målen, om ytorna minskar i enlighet med framtidsbilderna Gles och Tät, dvs. en minskning med 10 procent (eller 18 procent per capita). Den sista raden visar förutsättningarna i en situation då ytorna ökar i samma takt som befolkningen, dvs. med 10 procent. Tabellen illustrerar hur landvinningar vad gäller den specifika energianvändningen ger utrymme för större uppvärmda ytor och hur mer intensivt använda ytor mildrar behoven av minskningar av den specifika energianvändningen. Som jämförelse kan också nämnas, att vid nuvarande specifika energianvändning, skulle ytorna behöva minska med 70 procent om man ska nå det mest krävande av målen.

Målnivå	Global rättvisa: 2/3 minskning av energianvändning	Miljömålskommittén: halverad energianvändning
Trend +39% => +26% per capita	52	77
Minskad -10% => -18% per capita	80	120
Ökad + 10 => lika per capita	65	98

Tabell 13.1 Övre gränser för genomsnittlig specifik energianvändning för målpuppfyllelse vid olika stora totala ytor i bebyggelsen och vid de två olika målnivåerna, kWh/m². Idag är den specifika energianvändningen 217 kWh/m². Befolkningsökningen antas till 10 procent.

Kunskaperna om hur vi disponerar ytor, det vill säga hur de faktiskt används, är mycket bristfällig. Det innebär att t. ex. storleken på möjliga effektiviseringar är svåra att bedöma. Resultaten i denna rapport är därför i första hand tänkta att illustrera ett alternativt tänkande för utnyttjande av byggnader och tillhörande energi i ett uthålligt samhälle.

De gjorda antagandena medför att det inte råder någon brist på elektricitet i något av de två alternativen eller referensexemplet. I Gles och Tät antas fjärrvärmeunderlaget utnyttjat till 90 procent för kraftvärmeproduktion. Resterande fjärrvärme produceras i värmeverk med solfångare. Den låga energianvändningen i kombination med den ökade elproduktion i kraftvärmeverk gör att elektricitet kan exporteras trots att kärnkraften antas vara avvecklad.

Total energitillförsel för inhemsk användning har beräknats till cirka 220 TWh i Trend, 170 TWh i Gles och 165 TWh i Tät varav cirka 100-150 TWh från biobränslen vilket ligger inom ramen för vad som bedöms vara möjligt att producera. Nivåerna kan jämföras med dagens tillförsel som är cirka 450 TWh, förluster i kärnkraftproduktion oräknade.

De mål för hållbar utveckling som formulerats uppfylls i alternativet Tät. I Gles hamnar energianvändningen något över målet beroende på att transportererna schablonmässigt antagits dra 10 procent mer energi än i Tät. Alternativet Gles kan, jämfört med Tät, medföra nackdelar i form av ökade luftföroreningar på grund av småskalig användning av biobränslen. Alternativet Gles medför också större hot mot kulturmiljövärden genom ett ökat behov av att

tilläggsisolera och installera solfångare. Den ökade lokala produktionen i framtidsbild Gles är fördelaktig genom att den ger ökad robusthet mot störningar av t. ex. elnätet.

För att nå hållbar utveckling krävs stora besparingar i det kvarvarande beståndets energi-användning. Det förutsätter stora investeringar och möjligen också samhällsekonomiska kostnader för isolering, värmesystem, utbyte av apparater mm.

Båda framtidsbilderna innebär betydande förändringar, genomsnittligt sett, av människors dagliga liv och sociala situation. I Gles sker mer av människors aktiviteter i bostaden – kulturkonsumtion, shopping, utbildning och arbete. Tidskrävande dagliga resor minskar i omfattning och mer tid kan ägnas åt familjen och kontakter i grannskapet, lokala föreningar etc. Däremot minskar kontakter med arbets- och studiekamrater. En viss risk för ökad social isolering med minskade kontakter utanför bostadsområdet föreligger samtidigt som de lokala sociala banden kan komma att stärkas. I Tät får de värden som en stor bostad erbjuder göra åt sig något. Möjligheterna att utföra aktiviteter samt förvara föremål i bostaden minskar något. Bilden förutsätter en mer utåtriktad livsstil och därmed minskad tid i hemmet. I Tät är det förhållandevis lätt att upprätthålla ett omfattande kontaktnät.

Sammanfattningsvis visar analyserna att för att nå såväl målet om halvering av energi-användning som en minskning med två tredjedelar krävs stora förändringar både av energisystem/-teknik/isolering som användningen av bebyggelsen. Både institutionella och beteendemässiga förändringar bör eftersträvas och de bör utformas så att det blir ömsesidigt stödande.

Med tanke på energi- och bebyggelseförsörjningens trögrörlighet bör erforderliga förändringar eftersträvas redan idag. Samtidigt råder en stor osäkerhet om den framtida utvecklingen, vilket gör det svårt att välja åtgärder utifrån mycket långsiktiga mål. Vi utgår ifrån att samhällsplaneringen så långt möjligt bör vara adaptiv, det vill säga kunna anpassas successivt till förändrade förutsättningar. Vi vill därför framhålla hur viktigt det är att finna de åtgärder som framstår som ändamålsenliga att genomföra i närtid, därför att de är robusta i förhållande till framtida förändringar och skapar positiva värden även på andra områden. De svåraste och för framtiden handlingsbegränsande valen gäller energisystem. Sådana val sker sällan och kan bara träffas under mycket speciella förhållanden. Vad som däremot ständigt kan och bör bedrivas är praktisk försöksverksamhet med olika tekniska lösningar i kombination med ythushållande insatser som compact living, facility management, förbättrade möjligheter till uthyrning av hela eller delar av lägenheter, lokalpooler och stimulanser av rörligheten på bostads- och lokalmarknaderna.

Det viktigaste resultatet av studien är att den pekar på effektivare ytanvändning och därmed dämpad ytillväxt eller minskade ytor som ett sätt att begränsa energianvändningen i bostäder och lokaler. IT skapar nya möjligheter att minska behovet av ytor genom minskade behov av förvaring och ändrat mönster för på vilka platser aktiviteter kan utföras. Framtidsbilderna

visar på nya principlösningar och kan därigenom stimulera till fortsatta studier och nya uppslag för samhällsplanering, aktörer inom bygg- och fastighetsbranschen samt för alla upplåtare och användare av lokaler och bostäder. Samtidigt rymmer dessa lösningar strategiska val och svåra avvägningar eller dilemman.

Kunskapen om vilka ytor vi disponerar och hur de används är dålig. Det innebär att storleken på möjliga effektiviseringar av ytanvändning är svåra att beräkna. En kartläggning av hur ytor används och utveckling av mått för att beskriva ytanvändningen är en angelägen forskningsuppgift. Ytterligare studier behövs också för att öka kunskaperna om vilka vinster som minskade ytor och samlokalisering av olika aktiviteter kan innebära för energianvändningen samtidigt som en mer djupgående validering och relevansprövning av de båda alternativen Tät och Gles bör genomföras.

De praktiska möjligheterna att långsiktigt effektivisera och reducera energianvändningen i bebyggelsen enligt de magnituder som en hållbar utveckling kräver – det vill säga fas tre eller frågan om vägen dit enligt backcastingterminologin – är ett mycket angeläget men också komplext och svårhanterligt forskningsfält. Den stora frågan är hur tids- och innehållsmässigt samordnade insatser ska kunna genomföras för att öka energi- och yteffektiviteten genom såväl institutionellt som beteendemässigt inriktat förändringsarbete.

I den här studien har vi pekat på vikten av att se både till energianvändningen per ytenhet och till den totala omfattningen på de uppvärmda ytorna. Det finns gott om forskning kring den förstnämnda av dessa frågor. Vi har försökt relatera den forskningen till frågan om ytornas storlek och peka på att en ökning av de uppvärmda ytorna inte är en naturlag, utan en trend. Den ännu obesvarade frågan gäller hur denna trend ska kunna brytas, något som väl lämpar sig för en fristående andra etapp av detta projekt.

APPENDIX I

Andra framtidsstudier

Sverige

Ett antal svenska framtidsstudier som behandlar bebyggelsens energianvändning har genomförts under de senaste 10 åren.

I rapporten *Kan transporterna klara miljömålen?* redovisas scenarier för 2015 för transportsektorn men också för industri, övriga näringar samt bostäder och lokaler.¹⁸⁶

En studie som givits ut av BFR är *Hus i Sverige* I rapportens görs bedömningar av energianvändning för bostäder och lokaler år 2020.¹⁸⁷

Tänk nytt, tänk hållbart! - att bygga och förvalta för framtiden, är resultatet av en dialog mellan företrädare för 20 företag med anknytning till bygg- och fastighetssektorn, tre kommuner och Miljövårdsberedningen. Rapporten innehåller inga beräkningar av bebyggelsens totala energianvändning men redovisar mål och specifik energianvändning för 2025.¹⁸⁸

Projektet *Samarbete för ett uthålligt energisystem” (SAME)* har genomförts i samverkan mellan Kraftverksföreningen, Fjärrvärmeföreningen, NUTEK/Energimyndigheten och Naturvårdsverket. Energianvändning för 2050 beräknas för industri, bostäder, lokaler, byggnadsverksamhet, gatu- och vägbelysning samt för el till transporter, skogs- och jordbruk. Fossila bränslen och biobränslen till skogs- och jordbruk samt transporter ingår således inte.¹⁸⁹

Rapporten *Energiläget år 2050* som skrivits på uppdrag av Klimatdelegationen presenterar energiscenarier där koldioxidutsläppen minskar med 50 respektive 75 procent till 2050. I rapporten beräknas energianvändning för bostäder, service mm., industri och transporter.¹⁹⁰

Elforsk har på uppdrag av Svenska Kraftverksföreningen tecknat en bild av ett uthålligt elsystem år 2050. I rapporten *Ett uthålligt elsystem för Sverige, En vision för år 2050* beräknas energianvändning 2050 för bostäder, service mm., industri, och transporter.¹⁹¹

¹⁸⁶ Johansson, Bengt 1993

¹⁸⁷ Elmberg A., Elmroth A. och Wannheden, C. 1996

¹⁸⁸ Miljödepartementet, 2000

¹⁸⁹ Naturvårdsverket 1999, Energimyndigheten 1998

Ekonomisk utveckling

I *Kan transporterna klara miljömålen?* antas en årlig utveckling av BNP på mellan 1,8 och 2,3 procent baserat på Långtidsutredningen 90.

SAME arbetar med två scenarier, ett statiskt och ett dynamiskt. I det statiska scenariot antas såväl tjänste- som industrisektorn växa i takt med BNP, med faktor 2,6 mellan 1995 och 2050, en årlig tillväxttakt på 1,7 procent. I det dynamiska scenariot antas att tillväxten i tjänstesektorn är 2,5 gånger större än i industrisektorn. Dessutom studeras ett alternativ med lägre tillväxttakt, 1 procent mellan 1995 och 2020 och 0,75 procent under resten av perioden, vilket ger en ökning av BNP med faktor 1,6 under perioden.

I *Energiläget år 2050* beräknas energianvändning för olika aktivitetsnivåer en materialistisk resp. postmaterialistisk vision. I den materialistiska fortsätter det höga tempot. Materiell konsumtion, resande, industriproduktion och bostadsyta per capita ökar. I den postmateriella minskar materiell konsumtion till förmån för fritid. Kultur, idrott och friluftsliv ökar i betydelse. Aktivitetsnivåerna kvantifieras i beräkningarna av energianvändning men ej i makroekonomiska termer som BNP och konsumtion.

I övriga rapporter diskuteras ej ekonomisk utveckling.

Ytor

I *Kan transporterna klara miljömålen?* beräknas 91,5 procent av småhusen och 85 procent av flerbostadshusen från 1989 kvarstå år 2015. Nybyggnation är relativt stor, särskilt för flerbostadshus där 2,5 procent genomsnittlig årlig nybyggnad antas. För småhus antas 0,7 procent, för fritidshus 0,9 procent och för lokaler 1,3 procent. Resultatet blir relativt kraftigt ökande ytor, för bostäder faktor 1,29, fritidshus 1,23 och lokaler 1,33.

Hus i Sverige rapporten diskuteras utvecklingen av ytor. Man refererar till en studie från Nutek som antagit 19 procent ökad bostadsyta och 26 procent ökad lokalyta till 2020 (från 1995). Författarna anser förutsättningarna helt realistiska. Man pekar på att Sverige i ett internationellt perspektiv har en mycket hög bostads- och lokalstandard och ifrågasätter om det finns efterfrågan och betalningsförmåga som står i relation till expansionen. Man säger också att ett trendbrott redan skett genom effektivare nyttjande av bostäder och lokaler. Framtidsbilderna i *Hus i Sverige* antar ökning på cirka 10 procent av byggnadsstocken mellan

¹⁹⁰ Azar och Lindgren 1998

¹⁹¹ Elforsk Rapport 1996

1993 och 2020. Antagandena innebär att man antagit en ökningstakt med knappt hälften jämfört med Nutek.

SAME antar relativt stora ökningarna av såväl bostads- som lokalytor. Bostadsytan påstås i texten öka med 0,75 procent årligen mellan 1995 och 2050, totalt med en faktor 1,51. I beräkningarna används dock av okänd anledning endast halva ökningstakten vilket ger faktor 1,23. Fritidshusytan ökar med faktor 1,31, en årlig ökningstakt på 0,5 procent. Lokalytans ökning varierar mellan två scenarier. I det statiska scenariot ökar lokalytan med 1 procent årligen, med faktor 1,73. I det dynamiska scenariot antas högre tillväxt av tjänstesektorn och lokalytorna ökar med faktor 2,04, en årlig ökningstakt på 1,3 procent.

Som jämförelse anges att Långtidsutredningen 95 antagit 0,5 procent årlig ökning av bostadsytor mellan 95 till år 2010. Lokalytor hänger samband med BNP-ökning. Ett antal studier refereras där det antagits att lokalytan ökar något mindre än BNP.

Energiläget 2050. I den postmaterialistiska visionen antas bostadsytan växa med befolkningen, cirka 15 procent. I det materialistiska alternativet antas bostadsytan växa med 40 procent

I *Tänk nytt- tänk hållbart* och *Elforsk* nämns ej antaganden om ytor.

Specifik energianvändning i bebyggelse

År 2000 var, som nämnts i kapitel 2, specifik energianvändning för uppvärmning av småhus 155 kWh per m², för flerbostadshus 162 (utslaget på bostadsyta) och för lokaler 143. Hushållsel för småhus låg på 43 kWh per m² för småhus och fastighets- och hushåll för flerbostadshus var 63 kWh per m² bostadsyta. Fastighets- och driftel för lokaler var 103 kWh per m².

I refererade framtidsstudier redovisas antaganden om framtida specifik energianvändning. Det är dock i många fall problem att tolka uppgifterna om specifik energianvändning beroende på olika definitioner. Används brutto- eller nettoenergianvändning hos slutanvändare? Vad räknas som energitillförsel resp. besparingsåtgärd?

Scenarierna i *Kan transporterna klara miljömålen?* utgår från fyra tekniknivåer, genomsnittligt använd teknik 1989 (GAT), genomsnittligt såld teknik 1989 (GST), bästa såld teknik 1989 (BST) och effektivitetsförbättrad teknik (EFT). Den sistnämnda kategorin innebär teknik på prototypstadiet.

Antaganden i rapporten för uppvärmning redovisas som nettoenergianvändning (efter förlust hos slutanvändare) för de olika tekniknivåerna och olika årgångar/lokaltyper. EFT för befintliga småhus är 90 kWh/m² och för nya 45 kWh/m². EFT för befintliga flerbostadshus är

101 kWh/m² och för nya 50 kWh/m². EFT för befintliga fritidshus är 53 kWh/m² och för nya 45 kWh/m². EFT för befintliga lokaler är 80 kWh/m² och för nya 50 kWh/m².

I *Hus i Sverige* anges följande antaganden. Åtgång 2020 för uppvärmning av befintliga småhus antas vara 90 kWh/m² och för nya 40 kWh/m². Motsvarande antaganden för uppvärmning av befintliga flerbostadshus är 110 kWh/m² och för nya 50 kWh/m². Åtgång 2020 för uppvärmning av befintliga lokaler antas vara 110 kWh/m² och för nya 50 kWh/m². Åtgång 2020 för hushållsel bostadshus (småhus och flerbostadshus) antas vara 20 kWh/m². För fastighetsel i flerbostadshus antas 20 kWh/m². För driftel i lokaler antas 50 kWh/m². Någon skillnad mellan nybyggda och befintliga byggnader görs ej i redovisade antaganden. Fritidshus behandlas ej i studien.

Tänk nytt, tänk hållbart! redovisar följande antaganden För uppvärmning småhus (120 m²) antas i snitt 90 kWh/m² och för nya 30 kWh/m² år 2025. För uppvärmning av flerbostadshus (75m²), antas i snitt 110 kWh/m² och för nya 40 kWh/m² år 2025. Åtgång 2025 för uppvärmning av kontorslokaler antas i snitt vara 40 kWh/m² och för nya antas 30 kWh/m². För hushållsel i småhus antas 20 kWh/m², för flerbostadshus antas i snitt 40 kWh/m² och för nya antas 30 kWh/m². För driftel antas i snitt 60 kWh/m² snitt och för nya antas 40 kWh/m². Fritidshus behandlas ej.

SAME redovisar följande antaganden. För uppvärmning av kvarstående småhus antas 99 kWh/m² och för nya 54 kWh/m² år 2050. För uppvärmning av kvarstående flerbostadshus antas 106 kWh/m² och för nya 50 kWh/m² år 2025. För uppvärmning av kvarstående lokaler antas 80 kWh/m² och för nya 50 kWh/m². Till energianvändningen kommer också bidrag från solfångare som räknas som besparingsåtgärd och inte som energisystem. Antaganden om specifik användning av hushålls- och driftel redovisas ej men ingår i beräkningsmodellen. Fritidshus behandlas ej

I Energiläget 2050 antas en minskning av specifik energianvändning för uppvärmning på 40 procent. Specifik elanvändning minskar med 40 procent pga förbättrad teknik men till detta kommer ökad aktivitetsnivå vilket reducerar minskningen.

Sammanfattningsvis varierar energianvändning i refererade framtidsstudier för uppvärmning och drift i nybyggda småhus mellan 30 och 54 kWh per m². Hushållsel är i de två fall de anges 20 kWh per m². För befintliga hus antas mellan 90 och 99 kWh för uppvärmning.

För nya flerbostadshus antas mellan 40 och 50 kWh för uppvärmning och mellan 20 och 30 TWh för hushållsel. För befintliga flerbostadshus antas mellan 106 till 110 kWh för uppvärmning och mellan 20 och 40 kWh för hushållsel.

För nya hus med lokaler antas uppvärmningsbehovet per m² vara mellan 30 och 50 kWh och för befintliga mellan 70 till 110. Antagandena om användning av driftel ligger mellan 40 kWh för nya kontorslokaler och 60 kWh i genomsnitt.

Antagandena ovan avser olika år, mellan 2020 och 2050, men det verkar inte påverka vilka antaganden som gjorts. Det kan bland annat noteras att Tänk nytt, tänk hållbart har mer optimistiska antaganden för nya hus 2025 än vad SAME har för 2050.

Energianvändning i bebyggelse och övriga samhället

I *Hus i Sverige* redovisas beräkningar av bebyggelsens energianvändning till 2020. Energi-användningen minskar med 14 procent mellan 1993 och 2020, från 139 till 119 TWh. (I elvärme inkluderas för 1993 10,4 TWh till värmeverk och tillsatsvärme.) Användning av elvärme, övrig värme (olja och biobränslen), driftel och hushållsel minskar medan fjärrvärme ökar.

Tänk nytt, tänk hållbart innehåller inga beräkningar av energianvändning. En vision för 2025 beskrivs i rapporten. Visionen säger bland annat att sektorn klarar sitt energibehov genom spillvärme, inköpt energi från förnybara källor kompletterat med lokal energiproduktion, t. ex. värmepumpar, solvärme, solceller och bränsleceller. Köpt energi för uppvärmning i flerbostadshus, kontorslokaler och småhus har minskat med minst en tredjedel. För det återstående energibehovet i tätorterna används huvudsakligen fjärrvärme för uppvärmning och kraftvärme för elproduktion. Användning av köpt el har minskat i såväl småhus som flerbostadshus beroende på bland annat effektivare apparater en stor andel el från förnybara, lokala elkällor som t. ex. solceller och bränsle/vätgasceller. I kontorslokaler har förbrukningen av köpt el mer än halverats.

I *SAME* beräknas energianvändning för två alternativa antaganden om energieffektivitet, dagens teknik resp. effektiv teknik. Effektiv teknik 2050 antas vara samma som teknik för prototyp i slutet av 80-talet (med hänvisning till *Kan transportererna klara miljömålen?*). Specifik energianvändning inom bygg- och anläggnings- samt industrisektorn antas minska med 15 procent på grund av effektivare materialanvändning.

Det alternativ som ger högst total energianvändning 2050 är statiskt scenario, hög tillväxt och det som ger lägst dynamiskt scenario låg tillväxt. Som nämnts ovan ingår dock inte all användning för transporter. I bostäder används 55 TWh varav 45 för värme och 10 för el (exklusive elvärme). I lokaler används, 29 TWh el och 16 TWh värme, totalt 45 TWh. Industrins energianvändning är 132 TWh, byggnadssektorns 5 TWh och till gatu- och vägbelysning 0,9 TWh. I dynamiskt scenario med låg tillväxt används 39 TWh i bostäder varav 33 för värme och 6 för el. I lokaler används 21 TWh el och 13 TWh värme, totalt 34 TWh. Industrins energianvändning är 61 TWh, byggnadssektorns 3 TWh och till gatu- och väg-

belysning 0,6 TWh. Högst total energianvändning för bostäder och lokaler beräknas för hög tillväxt och dynamiskt scenario, 55 resp. 53 TWh och lägst vid låg tillväxt och statistiskt scenario, 39 resp. 29 TWh.

Minskning av energianvändning för ingående sektorer mellan 1995 och 2050 är totalt 16 procent vid hög tillväxt och 50 procent vid låg. För bostäder minskar energianvändningen med 29 resp. 50 procent och för lokaler med 4 resp. 28 procent.

Tre energitillförselsscenarier beräknas, ett lågenergiscenario, och för den högre nivån, ett bioenergiscenario och ett vindkraftscenario. Vid dessa beräkningar läggs elbehovet i transportsektorn och skogs- och jordbruk till. Scenarierna utvärderas i jämförelse med sektorsmål som regeringen föreslog 1998. Målen är formulerade som utsläpp/år för ett antal parametrar, bland annat koldioxid. I rapporten konstateras att målen klaras för samtliga scenarier.

I *Energiläget år 2050* beräknas energitillförsel, energianvändning för bostäder, service mm., industri och transporter för en materialistisk resp. postmaterialistisk vision.

För beräkning av potential för effektivisering av uppvärmning har *Hus i Sverige* använts. Potentialen är till 2020 för befintliga hus cirka 30 procent enligt denna studie. Med motiveringen att nybyggnation får större betydelse på längre sikt har antagits att åtgång för uppvärmning per m² minskar med 40 procent till 2050. I den postmaterialistiska visionen minskar energianvändningen för uppvärmning med 31 procent och i det materialistiska med 18 procent. Skillnaden beror på ovan nämnda skillnad i antagande om bostadsytor.

För hushålls- och driftel antas en effektivisering på 40 procent. Den totala minskningen blir dock relativt liten, cirka 10 resp 20 procent beroende på grund av ökad användning av apparater mm.

Den lägsta energianvändningen ger det postmaterialistiska alternativet. Totalt tillförs 297 TWh varav 13 TWh går till förluster. Sektorn bostäder service mm. använder 117 TWh, varav 49 TWh el, 23 TWh bränsle och 45 TWh fjärrvärme. Transporter använder 45 TWh och industri 123 TWh. I det materialistiska alternativet ligger energianvändning och förluster på 390-400 TWh.

I *Elforsk* beräknas total energianvändning vara 300-330 TWh år 2050 varav 115-125 för bostäder, service mm., 105-115 i industrin, 80 till transporter och 5-10 för förluster. I bostäder, service mm. används 72 TWh el, till drift och värme. Elproduktionen är 130 TWh.

Energisystem och energikällor

Nedan sammanfattas vad som sägs i de framtidsstudier som refererats ovan om potential för olika energisystem och energikällor. I samtliga refererade studier antas kärnkraften vara avvecklad.

SAME antar att fjärrvärmens andel som idag är cirka en tredjedel ökar till 75 resp. 60 procent av totala värmemarknaden. *Elforsk* säger att en fjärrvärmeanvändning på 50 TWh är rimlig att anta för 2050.

SAME utgår från en potential för värme från solfångare på 5-10 TWh. *Energiläget 2050* antar en utbyggnadstakt på cirka 0,5 km²/år vilket ger 28 km² 2050 eller 3 m² per invånare. Sammantaget innebär det 9 TWh solvärme, varav 6 i fjärrvärmesystemet och 3 lokalt.

Antaganden om bidrag från vattenkraft varierar. Den teoretiska potentialen är större än dagens kapacitet. Enligt *Elforsk* är teoretisk potential 200 TWh varav 130 med dagens teknik. Av dessa är 90 TWh ekonomiskt utbyggnadsvärd, det vill säga 26 TWh mer än idag. För 2050 antar *Elforsk* 80 TWh, baserat på att 15 TWh skulle vara möjlig med miljöanpassad utbyggnad. *SAME* anger teoretisk potential till 81 TWh (efter tekniska och ekonomiska begränsningar) och praktisk till 66, den av riksdagen beslutade nivån. I *Energiläget 2050* antas samma nivå som idag, 65 TWh. Ekonomisk potential anges vara 90 och teoretisk 130.

I *Elforsk* vision antas alla fjärrvärmesystem utnyttjas för kraftvärmeproduktion. En fjärrvärmeanvändning på 50 TWh är enl. *Elforsk* rimlig att anta för 2050. 10 TWh av dessa antas ej vara ekonomiskt tillgängligt för elproduktion (spetsvärmelast, spillvärme, solvärme). Resultatet blir en elproduktion på 30 TWh, med insats av 12 TWh fossila bränslen (naturgas), och 24 TWh biobränslen. *Elforsk* räknar med elproduktion genom industriellt mottryck på cirka 4 TWh. Trots minskad energiintensitet och elektrifiering inom industrin förblir förmågan konstant genom att alla möjligheter till utbyggnad och effektivisering utnyttjas. Därtill antas att teknik med svartlutsförgasning får partiellt genombrott och bidrar med 2-4 TWh.

Enligt *Elforsk* är teknisk potential för vindkraft cirka 5 TWh på land och 20 TWh till sjöss. I visionen antas en produktion på 10 TWh 2050. 5-10 TWh är den nivå som idag är möjlig att hantera i kraftsystemet. År 2050 antas lagringsmöjligheter för el och ökad integration med Europas elnät möjliggöra både stor vind- och solkraftproduktion. Enl *SAME* är potentialen är 5-10 TWh utan kostnad för förstärkningar men med behov av reglering av distributionsnätet. Teoretisk potential är 7 TWh för landbaserad och 22 TWh för havsbaserad. *SAME* anger praktisk potential upp till 6 TWh för landbaserad och upp till 14 för havsbaserad, det vill säga max 20 TWh. *Energiläget 2050* anger potentialen till 7 TWh i kustområden och 20 TWh för havsbaserade verk. 20 resp. 25 TWh antas i de olika framtidsbilderna.

Elforsk antar att utveckling av *solceller* och system för ellagring medför att 5 TWh installerats till 2050. Solcellerna är i första hand lokala och integrerade i byggnader. *SAME* anger att potential för mindre anläggningar är 5-10 TWh på lämpliga södervända och praktisk nivå på upp till 5 TWh. Det föreligger dock konkurrens med solvärme för takytor varför fristående verk behövs. *Energiläget 2050* antar solet på 6 TWh år 2050

Vätgas diskuteras i några av studierna. Enligt *Elforsk* lovar *vätgas* mycket. Det krävs dock att den kan framställas utan fossila bränslen och att den kan lagras. Den kan t. ex. transporteras från solrika ökenområden där den framställs genom solceller och elektrolys eller fotolys. Vätgas är intressant främst för lagring av el samt för transportsektorn. Enligt *Elforsk* förekommer dock troligen bränsleceller för lokal elproduktion i Syd- och Västsveriges naturgasområden år 2050. Även *Energiläget 2050* har svårt att tänka sig vätgasproduktion med solet i Sverige. Låga transportkostnader gör det mer lönsamt att producera i soligare områden och transportera till Sverige. Fysiska potentialen är dock tillräckligt stor för att klara hela energiförsörjningen med solceller och solvätegas. 300 TWh/år kräver 1,5 procent av svenska arealen.

Enligt *Elforsk* förmår *ellager 2050* hålla energimängder upp mot ett 100-tal GWh och med energiverkningsgrader överskridande 95 procent. I huvudsak baseras de på de nya supraledande materialen. I kundanläggningar finns effektiva hybrida batteri/bränslecellsystem. De lagrar bland annat överskottsel från bostädernas och kontorens solceller och fungerar samtidigt som bränsleceller med lagrad vätgas.

Enligt *Elforsk* är det osannolikt att det tillkommit något nytt kraftslag av signifikant betydelse för elförsörjningen 2050. På längre sikt kan förgasningsteknik och gasturbiner för bioteknik gå att kombinera med bränsleceller.

Användning av *fossila bränslen* förekommer i de olika framtidsstudierna men mindre än dagens cirka 200 TWh. *SAME* anger att uttaget av naturgas beräknas till max 30 TWh/år. Det bygger på att det befintliga systemet som idag ger 9 TWh utnyttjas och att uttaget ökas genom tekniska åtgärder. Vidare används i scenarierna 10-21 TWh olja (exklusive transportsektorn). I *Energiläget 2050* används i de olika scenarierna 3-14 TWh fossilgas, 35-76 TWh olja och 11-15 TWh kol.

SAME bedömer den teoretiska potentialen för *biobränslen* från jordbruksmark till 50-60 TWh och den praktiska till mellan 7 och 20 TWh. Den högsta nivån förutsätter odling av energiskog och energigräs i stor skala. Från skogsmark/skogsindustri inkl lutar bedömer *SAME* den teoretiska potentialen till >129 TWh och den praktiska till 84-119 TWh. Därav bedöms den teoretiska potentialen till 41 TWh och den praktiska till 20-30 TWh för hyggrester, gallring och slutavverkning. För röjningsvirke bedöms den teoretiska potentialen till 5 TWh och den praktiska till 2-4 TWh. För biprodukter från skogindustri bedöms den teoretiska potentialen

till 18 TWh och praktisk till 16-18 TWh. För lutar bedöms teoretisk potential till 45 TWh och praktisk till 38-45.

Elforsk anger för 2050 en potential på 87-95 TWh utöver dagens uttag. Potential för salix och energigräs anges till 22 TWh. *Elforsk* antar att 55 TWh av potentialen på 100-125 TWh används.

Energiläget 2050 redovisar olika bedömningar av potentialen och räknar på två alternativa användningsnivåer 143 och 188 TWh (inkl. avfall). Fördelningen är enligt följande: Energi-skog 6 TWh och halm 11 TWh, summa 17 TWh från jordbruksmark. Från skog och skogs-industri räknar man med 111 resp 156 TWh. 30 resp 35 från avlutar, 12 resp 19 från skogs-industri, 40 resp 70 avverkningrester, 12 inom enskilda hushåll, 4 återvunnet virke, 4 ratat virke, 9 resp 12 övrigt (kvarlämnade träd, småträd, röjning, icke-skogsmark).

SAME anger teoretisk och praktisk potential för *avfallsbränslen* till 21 resp 7-13 TWh. *Energiläget 2050* räknar att avfall bidrar med 15 TWh. Varken *SAME* eller *Energiläget 2050* räknar med torv.

Sammanfattningsvis antas genomgående kärnkraften vara avvecklad och användning av fossila bränslen begränsad. Fossila bränslen används upp till 100 TWh (*Energiläget 2050*). Vattenkraft antas ligga kvar på dagens nivå i alla studier utom *Elforsk* som ökar uttaget till 80 TWh 2050.

Teoretisk potential för vindkraft anges vara upp till 29 TWh (*Energiläget 2050*). I framtidsbilderna utnyttjas upp till 25 TWh. Potential för solel på lämpliga södervända tak är 5-10 TWh. Upp till 6 TWh antas nyttjas. Särskilda anläggningar krävs dock på grund av konkurrens med solfångare. Potential för solvärme anges vara 5-10 TWh. Upp till 9 TWh antas, varav 3 lokalt och 6 i fjärrvärmeverk (*Energiläget 2050*).

En ökad användning av fjärrvärme och ökad kraftvärmeproduktion antas, upp till 30 TWh (*Elforsk*). Användning av biobränslen i fjärrvärmeproduktionen ökar.

Bibränslepotentialen anges vara från 100 TWh och uppåt. För avfall anges teoretisk potential cirka 20. Den största användningen antas i *Energiläget 2050* där 188 TWh, inkl 15 TWh avfall, används i ett scenario.

Bränsleceller, vätgas lovar mycket men främst för transporter. *Elforsk* räknar med viss användning för elproduktion i naturgasområdena. Inga nya energikällor antas.

EU

International Project for Sustainable Energy Paths (IPSEP) har genomfört en studie av möjligheterna att minska energianvändning och koldioxidutsläpp i EU.¹⁹² Rapporten behandlar bebyggelse, transporter och industri. För uppvärmning av byggnader sägs att solenergi och ”noll-energi teknologi” jämfört med konventionell teknik medger 75-95 besparing jämfört med konventionell teknik. Med hänsyn tagen till nybyggnads- och ombyggnadstakt räknar IPSEP med en potential på 48 procent besparing till 2020. Ännu större är potentialen för energibesparing i elektrisk utrustning i bostads- och lokalsektorn. Bästa teknologi innebär att elanvändningen kan minska med 75 procent till 2020. Sammantaget räknar man med 54 procents minskning av bränsle och elanvändningen till 2020.

Även för transporter är potentialen för förbättringar stor. Den genomsnittliga drivmedelsanvändningen kan minskas med 70 procent. Sammantaget kan energianvändningen minska med 51 procent. Tekniska framsteg inom industrin kan minska användningen av bränslen med 41 procent. Total energianvändning beräknas kunna minska med 49 procent.

¹⁹² Krause, F., Koomey, J., Olivier, D. 2000

APPENDIX II

Underlag för emissionsberäkningar

Energianvändning i övrig service, industri och transporter 2050.

	Trend	Gles	Tät
	TWh	TWh	TWh
Övrig service			
Olja, naturgas, areella näringar, byggnads	0,0	0,0	0,0
El, värme- och kraftvärmeverk, drift	1,0	1,0	1,0
El, jordbruk, gatubelysning, byggnads	2,0	2,0	2,0
Biobränslen	3,0	3,0	3,0
Summa	6,0	6,0	6,0
Industri			
Olja, naturgas	0,0	0,0	0,0
El	25,0	25,0	25,0
Fjärrvärme	3,0	3,0	3,0
Biobränslen	27,0	27,0	27,0
Kol och koks	5,0	5,0	5,0
Summa	60,0	60,0	60,0
Transporter			
Olja, bensin	0,0	0,0	0,0
Biobränslen	27,0	27,0	24,0
El	4,0	4,0	4,0
Summa	31,0	31,0	28,0

Fjärrvärme- och elproduktion samt förluster 2050.

	Trend	Gles	Tät
	TWh	TWh	TWh
Fjärrvärmeproduktion			
Sol	4,4	1,0	1,9
Olja	0,0	0,0	0,0
Naturgas	0,0	0,0	0,0
Kol	0,0	0,0	0,0
Biobränslen	59,2	13,6	26,2
El (exklusive drift)	4,2	1,0	1,9
Värmepumpar	0,0	0,0	0,0
Spillvärme	7,0	1,6	3,1
Summa insats	74,8	17,2	33,1
Produktionsförluster	7,0	1,6	3,1
Fjärrvärmeleveranser	44,0	10,1	19,5
Överföringsförluster	4,0	0,9	1,8
Elproduktion	23,8	5,5	10,5
Elproduktion			
Vattenkraft	65,0	65	65,0
Vindkraft	10,0	10	10,0
Kärnkraft	0,0	0	0,0
Kraftvärme	23,8	5,5	10,5
Industriellt mottryck	4,6	4,6	4,6
Produktion	103,4	85,1	90,1
Elanvändning	71,9	56,9	57,0
Överföringsförluster	5,8	4,5	4,6
Export	25,7	23,7	28,5
Industriellt mottryck			
Olja	0,0	0,0	0,0
Naturgas	0,0	0,0	0,0
Kol	0,0	0,0	0,0
Biobränslen	5,1	5,1	5,1
Insats	5,1	5,1	5,1
Förluster	0,5	0,5	0,5
Förluster, bränsleproduktion			
Framställning av drivmedel från biobränslen	18,0	18,0	16,0

Processdatablad för solfångare i LCA-beräkningarna.

Process	Date	2002-09-28
Project	BESUS	
Category type	Energy	
Name	Solar collector flat	
Record	Göran Finnveden, fms/FOI	

Generator Data on composition of solar collector from GEMIS, material data picked from IVAM 2.0

Resources

Materials/fuels

Steel (galvanized)	62,8	ton
Aluminium extruded profile EAA	62,8	ton
Copper (prim)	84,55	ton
Glass (white) B250	71,5	ton
BR I	4,5	ton
HDPE B250	52,4	ton
Glasswool	12,5	ton
Propyleneglycol	10	kg
PVC B250	0,04	kg

Products

Heat from solar collectors	40000	MWh
----------------------------	-------	-----

Own calculation from GEMIS data on power (1kW), operating time (2000h/yr) and lifetime (20yr)

Referenser

Acres, G. J. K. (2001), *Recent advances in fuel cell technology and its applications*, Journal of Power Sources 100 (2001):60-66.

Adalberth K. (2000), *Energy Use and Environmental Impact of New Residential Buildings*, PhD thesis. Department of Building Physics, Lund Institute of Technology, Lund University, Sweden. Report TVBH-1012, paper 4.

Artle, R. (1959), *Studies in the Structure of the Stockholm Economy. Towards a framework for projecting metropolitan community development*. Stockholm, The Business Research Institute at the Stockholm School of Economics.

Azar C. och Lindgren K. (1998), *Energiläget år 2050*, Naturvårdsverket, Rapport 1998:04.

Azar, Christian, Lindgren, Kristian & Andersson, Björn A (In press), *Global energy scenarios meeting stringent CO2 constraints - cost-effective fuel choices in the transportation sector*, *Energy Policy* (In press).

Battjes, J. J., K. J. Noorman, et al. (1998), *Assessing the energy intensities of imports*. Energy Economics 20(1):67-83.

Baumann H. (1998), *Life Cycle Assessment and Decision making - theories and practises*. Ph D Thesis. Göteborg: Technical Environmental Planning, Chalmers University of Technology.

Berndtsson L. (2002), *Energieffektivare byggnader-styrmedel för förvaltningen*, i Effektivare energi i bostäder : 162-177, Boverket, Energimyndigheten, Naturvårdsverket.

Biesiot, W. and K. J. Noorman (1999), *Energy requirements of household consumption: a case study of The Netherlands*. Ecological Economics 28(3):367-383.

Boden, M. (1996), *Paradigm shift and building services*. Service Industries Journal 16(4): 491-510.

Boverket (2000), *Bostadsbyggande i tillväxtregionerna, möjligheter och hinder*.

Boverket (1999), *God bebyggd miljö*.

Brotchie, J., Gipps, P., James, D., McRae, D., Morris, J. (1999), *Sustainability of Eastern and Western Cities in East West Perspectives on 21st Century Urban Development* Eds J Brotchie, P Newton, P Hall, J Dickey: 355-377.

Bruhns, H. R., P. Steadman, et al. (2000), *Types, numbers, and floor areas of nondomestic premises in England and Wales, classified by activity*. Environment and Planning B-Planning & Design 27(5):641-665.

Brännström-Norberg, B.-M., Dethlefsen, U., Johansson, R., Setterwall, C. och Tunbrant, S. (1996), *Livscykelanalys för Vattenfalls elproduktion. Sammanfattande rapport*. Vattenfall.

Carlsson-Kanyama, A. (2001), *Consumption: food patterns and their influence on climate change* in The Encyclopedia of Global Environmental Change.

Carlsson-Kanyama, A. and Lindén A.-L. (2002), *Hushållens energianvändning. Värderingar, beteenden, livsstilar och teknik - en litteraturöversikt*. Forskningsgruppen för miljöstrategiska studier.

Castells, M. (1996), *The rise of the network society*.

COOL (2000), *Climate Options for the Long Term: Path Analysis*, Wageningen University.

DeLuchi, Mark (1992), *Hydrogen fuel-cell vehicles*, Institute of Transportation Studies, University of California, Davis.

Dreborg, Karl Henrik (1996), *Essence of Backcasting*, Futures 28:813-828.

Dreborg, Karl Henrik (2001), *Tre förhållningssätt till framtiden: Backcasting i ett vidare perspektiv*, Technology, Society, Environment, 2001(3):75-95.

Eek Hans (2002), *Hus utan värmesystem finns redan nu* i Effektivare energi i bostäder:24-33, Boverket, Energimyndigheten, Naturvårdsverket.

Eklundh, A.K. (2001), *Mellan fria val och strukturellt tvång. Faktorer kring Stockholms hushållens energianvändning under 1950-talet*, Department of History of Science and Technology, Royal Institute of Technology Stockholm.

Elforsk (1996), *Ett uthålligt elsystem för Sverige, En vision för år 2050*, Elforsk Rapport 96:9.

Ellegård, K. (2002), *Lockropen ljuder: Kom.hem*. Den gränslösa medborgaren. En antologi om en möjlig dialog. E. Amnå and L. Ilshammar:119-148.

Elmberg A., Elmroth A. och Wannheden, C. (1996), *Hus i Sverige. Perspektiv på energianvändningen*, Byggforskningsrådet.

Elmroth Arne (2002), *Energianvändning i teori och praktik i flerbostadshus* i Effektivare energi i bostäder:66-75, Boverket, Energimyndigheten, Naturvårdsverket.

Energimyndigheten (1998), *SAME Delrapport - Ett uthålligt energisystem Energi-användningen 2050*.

Energimyndigheten (1999), *Scenarier över energisystemets koldioxidutsläpp år 2010*, PM 991001 (rev 000217).

Energimyndigheten (2000a), *Effektiv energianvändning, En analys av utvecklingen 1970-1998*, ER 22:2000.

Energimyndigheten (2000b), *Energiläget 2000*.

Energimyndigheten (2001a), *Energiläget 2001*.

Energimyndigheten (2001b), *Minska energikostnaderna i ditt hus*.

Energimyndigheten (2002), *Energiläget 2002*.

Energimyndigheten, Naturvårdsverket (1998), *Miljöanpassad effektiv uppvärmning och elanvändning*, Energimyndigheten EB 8:1998, Naturvårdsverket Rapport 4526.

Engebeck, Lars (1995), *Energisparpotentialer i bostadsbeståndet, Hushållsel*, ELIB rapport nr 11.

Engström, M. G., Johanson, R. (1996), *IT-utvecklingens effekter på framtida res- och transportstrukturer*, Rapport 4515, Naturvårdsverket.

Engström, M. G., Johanson, R. (1997), *Med IT mot nya organisationsformer - flexibilitet i tid, rum och organisation*, KFB-rapport 1997:28, Kommunikationsforskningsberedningen.

Engström, M. G., Johanson, R. (1999), *IT som symbiotisk funktion mellan arbete och privatliv – flexibla arbetsformer i tid och rum*, Kulturgeografiskt seminarium 5/99, Kulturgeografiska institutionen, Stockholms universitet.

Erlandsson M., (1995). *Environmental Assessment of Building Components*, Licentiate of engineering thesis. Paper 5, Energy and environmental consequences of an additional wall-insulation of a dwelling Division of Building Materials, Department of Building Sciences, KTH, Stockholm.

Finnveden, G. och Johansson, J. (2002), *LCA och fjärrvärme – en förstudie*. Rapport för fjärrvärmeföreningen. Forskningsgruppen för miljöstrategiska studier.

Friedman, D. (1987), *Cold Houses in Warm Climates and Vice-Versa - a Paradox of Rational Heating* Journal of Political Economy 95(5):1089-1097.

Frischknecht R. (1997), *Goal and scope definition and inventory analysis*. In: H.A. Udo de Haes and N. Wrisberg, editors. *Life Cycle Assessment: State of the art and research needs*. Bayreuth: Eco-informa Press.

Ferdman Melin, Ulrika (2001), *Energieffektivitet i småhus och flerbostadshus*, FOI-R--0097--SE.

Frost, Christina (2002). *Befintligt bostadsbestånd och en bedömning av beståndets förnyelse till år 2050 samt dess energianvändning*, FOI-R--0255--SE.

Gerald Eve (1999) *Overcrowded, Under-utilised or Just Right? A Study of Office Occupational Densities in the UK, London*.

Gerald Eve (2001) *Overcrowded, Under-utilised or Just Right? A Study of Office Occupational Densities in the UK, London*.

Gullberg, A. and E. Rudberg (2001), *Byggare i Stockholm. Byggmästarrollen under 1900-talet*.

Guy, S. (1998), *Developing alternatives: Energy, offices and the environment*, International Journal of Urban and Regional Research 22(2):264 +.

Hedman, E., Ed. (1993), *Svensk bostadsmarknad i internationell belysning*, Boverket.

Heerwagen, J. (2000), *Green buildings, organizational success and occupant productivity*, Building Research and Information 28(5-6):353-367.

Hinchliffe, S. (1995), *Missing Culture - Energy Efficiency and Lost Causes*, Energy Policy 23(1):93-95.

Hunhammar S. (2001) *Hur används energin i Sverige - energistatistiken i ett aktivitetsperspektiv* Arbetspapper, utkast fms/Universty of Canterbury 2001-06-07.

Hus utan värmesystem, 20 energisnåla radhus i Göteborg, broschyr.

Högberg, M., Isaksson, A. (1996), *Eleffektiva apparater*, Vattenfall utveckling.

Höglund, A., Karlsson, K.-G. (1998), "IT i skolan - vision och verklighet", Teldok rapport 126.

Höjer, M. (1998), *Ökad tillgänglighet och minskat resande? – en framtidsstudie om bebyggelsestruktur och IT för minskad pendling* ("Increased accessibility and decreased travel? a futures study on urban form and IT for reduced commuting") in Swedish, KFB-rapport 1998:40, Kommunikationsforskningsberedningen.

Höjer, M. (2000), *What is the Point of IT? – backcasting urban transport and land-use futures*, TRITA-IP FR 00-72, Infrastructure and Planning, Royal Institute of Technology, Stockholm.

Höjer, M. (2001), *Telecommunicators in the multinuclear city* in *Reshaping Regional Planning* Eds F Snickars, B Olerup, L-O Persson :347-362.

Höjer, M, Mattsson, L-G (2000), *Determinism and backcasting in future studies* Futures 32: 613-634.

Höyer, K. G. and E. Holden (2001), *Housing as basis for sustainable consumption*, International Journal of Sustainable Development 4(1):48-58.

Institutet för Byggekologi (2000), *I Termisk Isolering, Guide för materialval, Version 2.0*.

IT-kommissionen (2001), *Visioner och reflektioner om önskvärda framtid*, Rapport från IT-kommissionens hearing.

IVA (2003), *Vad händer sen? Energiframsyn Sverige i Europa*, Rapport från panelen för användarframsyn.

IVAM (1998), LCA database 2.0. IVAM ER.

Jamison, A. and Rohracher H. (2001), *Introduction: Technology studies and sustainable development*, Technology Analysis & Strategic Management 13(1):5-7.

Jarvis, H. (2001), *Urban Sustainability as a Function of Compromises Households Make Deciding Where and How to Live: Portland and Seattle compared*, Local Environment 6(3) s 239-256.

Johansson, A. (2001), *Kommunikationsmönster hos befolkningen*, SIKA Rapport 2001:6, Statens Institut för Kommunikationsanalys.

Johansson Bengt (1993). *Kan transportererna klara miljömålen?*, Transportforskningsberedningen, 1993.

Johansson, Bengt & Åhman, Max (2000), *Koldioxidneutrala transportsystem - En studie av energieffektiva fordon och förnybar energi*, KFB-rapport 2000:28.

Johansson, Thomas B, Peter Steen m fl. (1983), *Perspektiv på Energi: Om möjligheter och osäkerheter inför energiomställningen*.

Jönsson, Å. (1998), *Life Cycle Assessment of Building Products, Case Studies and Methodology*, PhD thesis. School of Environmental Sciences, Technical Environmental Planning, Chalmers University of Technology, Göteborg.

Kaijser, Arne, Mogren, Arne, och Steen, Peter (1988), *Att ändra riktning - Villkor för ny energiteknik*.

Konjunkturinstitutet (2000), *Sveriges ekonomi - scenarier fram till 2015*, Bilaga 1 till LU 1999/2000.

Krackeler, T., L. Schipper, et al. (1998), *Carbon dioxide emissions in OECD service sectors: the critical role of electricity use*, Energy Policy 26(15):1137-1152.

Krause, F., Koomey, J., Olivier, D. (2000), *Cutting Carbon Emissions While Making Money, Climate Saving Energy Strategies for the European Union*, Revised Edition, IPSEP.

Leaman, A. and B. Bordass (1999), *Productivity in buildings: the 'killer' variables*, Building Research and Information 27(1):4-19.

Lorek, S. and Spangenberg J. (2001), *Indicators for environmentally sustainable household consumption*, International Journal of Sustainable Development 4(1):101-119.

Lowe, R. (2000), *Defining and meeting the carbon constraints of the 21st century*, Building Research and Information 28(3):159-175.

Lundblad, D. (1996), *Miljöaspekter på byggnadsprodukters funktion*, Licentiatavhandling, Avdelningen för byggnadsmaterial, Kungliga Tekniska Högskolan, TRITA-BYMA 1996:6,

Lundgren, L., Ed. (1999), *Changing environmental behaviour*, Swedish Council for Building Research.

Lönnroth, Måns, Johansson, Thomas B och Steen, Peter (1978), *Sol eller uran - att välja energiframtid*.

Miljödepartementet (2000), *Tänk nytt, tänk hållbart! - att bygga och förvalta för framtiden*.

Miljöprogram för Hammarby sjöstad, www.stockholm.se.

Mohtarian, P. L., Salomon, I. (1997), *Emerging travel patterns: Do telecommunications make a difference?* paper presented at The 8th meeting of the international association of travel behaviour research, Austin, Texas.

Mohtarian, P. L. (1998), *A synthetic approach to estimating the impacts of telecommuting on travel* in *Urban Studies* 35:215-241.

Mortimer, N. D., A. Ashley, et al. (1999), *Developing a database of energy use in the UK non-domestic building stock*, *Energy Policy* 27(8):451-468.

Mullaly, C. (1998), *Home energy use behaviour: a necessary component of successful local government home energy conservation (LGHEC) programs*, *Energy Policy* 26(14):1041-1052.

Naturvårdsverket (1996), *På väg mot ett miljöanpassat transportsystem - Slutrapport från MaTs-samarbetet*.

Naturvårdsverket (1999), *SAME Slutrapport - Hållbar energiframtid? Långsiktiga miljömål med systemlösningar för el och värme*.

Norén, J., Andersson, B-I. (1999), *LCA av träfönster och trä-aluminiumfönster*. Träteknik – Institutet för träteknisk forskning, Rapport P 9912055.

OECD (1999), *Transport and Environment: Synthesis of OECD Work on Environment and Transport and Survey of related OECD, IEA and ECMT Activities*, Environment Directorate.

Owens, S. (1992), *Energy, Environmental Sustainability and Land-use Planning*. Sustainable Development and Urban Form :79-105.

Penman, J. M. (2000), *A database and model of energy use in the nondomestic building stock of England and Wales*, *Environment and Planning B-Planning & Design* 27(1):1-2.

Pout, C. H. (2000), *N-DEEM: the national nondomestic buildings energy and emissions model*, *Environment and Planning B-Planning & Design* 27(5):721-732.

Rasmusson, L. (2000), *Det intelligenta hemmet - är det riktigt klokt?*

Regeringens proposition 2000/01:130, *Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier*.

Regionplane- och trafikkontoret (2002), *Årsstatistik 2002 för Stockholms län och landsting*, Stockholms läns landsting.

Rickaby, P. A. and M. T. Gorgolewski (2000), *A classification system for services in nondomestic buildings*, *Environment and Planning B-Planning & Design* 27(5):695-708.

Robinson, John (1982), *Energy backcasting: a proposed method of policy analysis*, *Energy Policy*.

Robinson, John (1990), *Futures under glass: a recipe for people who hate to predict*, *Futures*.

Rohracher, H. (2001), *Managing the technological transition to sustainable construction of buildings: A socio-technical perspective*, *Technology Analysis & Strategic Management* 13(1):137-150.

Romm, J., Rosenfeld, A., Herrman, S. (1999), *The Internet Economy and Global Warming*.

Sammes, N M & Boersma, R (2000), *Small-scale fuel cells for residential applications*, *Journal of Power sources* 86 (2000):98-110.

Sanne, C. (1986), *Ett Göteborg mindre. Om bostadspolitik och samhällsförändring*, Bygghörsningsrådet.

Scahfer, K., K. Atzwanger, et al. (1999), *Human evolutionary aspects and urban dwelling features*, *Collegium Antropologicum* 23(2):369-378.

Schuler, A., C. Weber, et al. (2000), *Energy consumption for space heating of West-German households: empirical evidence, scenario projections and policy implications*, *Energy Policy* 28(12):877-894.

Scrase, J. I. (2001), *Curbing the growth in UK commercial energy consumption*, *Building Research and Information* 29(1):51-61.

SOU 1987:68, *Elhushållning på 1990-talet*.

SOU 2000:23, *Förslag till svensk klimatstrategi*.

SOU 2000:52, *Miljömålskommitténs betänkande*.

SOU 2001:2, *Effektiv hushållning med naturresurser*.

Statistiska centralbyrån, Databaser, www.scb.se.

Statistiska centralbyrån(1960), *Folk- och bostadsräkningen 1960*.

Statistiska centralbyrån (1990), *Folk- och bostadsräkningen 1990*.

Statistiska centralbyrån (1992), *Tidsanvändningsundersökningen 1990/91, Levnadsförhållanden*, Rapport 80.

Statistiska Centralbyrån (2000), *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler, sammanställning avseende år 1998 och 1999*, EN 16 SM 0004.

Statistiska Centralbyrån(2001a), *Energistatistik för flerbostadshus 2000*, EN 16 SM 0102.

Statistiska Centralbyrån (2001b), *Energistatistik för lokaler 2000*, EN 16 SM 0103.

Statistiska Centralbyrån (2001c), *Energistatistik för lokaler, 2000*, EN 16 SM 0103, Beskrivning av statistiken (www.scb.se).

Statistiska Centralbyrån (2001d), *Energistatistik för småhus 2000*, EN 16 SM 0101.

Statistiska Centralbyrån (2001e), *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler, sammanställning avseende år 1999 och 2000*, EN 16 SM 0104.

Statistiska Centralbyrån (2001f), *El-, gas- och fjärrvärmeförsörjningen 2000*, EN 11 SM 0201.

Statistiska Centralbyrån(2001g), *Miljöräkenskaper 1993-1998*, MI 53 SM0101.

Statistiska Centralbyrån (2001h), *Statistisk årsbok 2001*.

Statistiska Centralbyrån (2002a), *Energianvändning i fritidshus 2001*.

Statistiska Centralbyrån (2002b), *Energiförsörjningen fjärde kvartalet samt åren 2000 och 2001, korrigerad version - Preliminära uppgifter*, Statistiska meddelanden, EN 20 SM 0202.

Statistiska Centralbyrån(2002c), *Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler, sammanställning avseende år 2000 och 2001*, EN 16 SM 0204.

Statistiska Centralbyrån (2002d), *Statistisk årsbok 2002*.

Statistiska Centralbyrån, (2002e), *Sveriges framtida befolkning 2002-2050*, BE 18 SM 0201.

Statistiska Centralbyrån (2002f), *Utsläpp till luft i Sverige - Koldioxid, metan, dikväveoxid, kväveoxider, kolmonoxid, flyktiga organiska ämnen och svaveldioxid 1990-2000*, MI 18 SM0201, korrigerad version 20020822.

Steen, P, Dreborg, K-H, Henriksson, G, Hunhammar, S, Höjer, M, Rignér, J, Åkerman, J, (1997), *Färder i framtiden - transporter i ett bärkraftigt samhälle*, KFB-rapport 1997:7, Kommunikationsforskningsberedningen.

Steen, Peter, Molin, Staffan, Stenström, Maria, och Söderholm, Anders (1992), *Energien åt kommunerna!*

Steen, Peter, Johansson, Thomas B., Fredriksson, Roger, and Bogren, Erik (1981), *Energi - till vad och hur mycket?*

Ståhl F. (2000), *Inverkan av termisk massa på en byggnads energibehov under dess livscykel, System och komponentanalys*. Institutionen för byggnadsfysik, Chalmers tekniska högskola, Göteborg. Publikation P-00:4.

Svane, Ö (2000), *De flesta hus finns redan Utgångspunkt för miljöarbetet*, I *ByggForskning*, Nr 4-5 2000.

Svane, Ö. (2002), *Nordic consumers and the challenge for sustainable housing*, Sustainable Development 10(1):51-62.

SWECLIM (2000). *Nya resultat från SWECLIM*, augusti 2000.

Sågänger, J., Utbult, M., (1998), *Vårdkedjan och informationstekniken*, Teldok rapport 119.

Tillman A.-M. (1999), *Significance of decision-making for LCA methodology*. Environmental Impact Assessment Review 1999(20):113-123.

Uppenberg, S., Brandel, M., Lindfors, L.-G., Marcus, H.-O., Wachtmeister, A. och Zetterberg, L. (1999), *Miljöfaktabok för bränslen. Del 1 och 2*, IVL Rapport B 1334.

Utbult, M, (2000), *Näthälsa. Internetpatienter möter surfande doktorer – uppstår konfrontation eller samarbete?* Teldok 138.

Vattenfall (1992), *Lokalerna och energianvändningen*, Rapport från STIL-studien inom uppdrag 2000.

Weidema B. (1998), *Application Typologies for Life Cycle Assessment*, Int. J. LCA 1998(3):237-240.

Wilting, H. C., W. Biesiot, et al. (1998), *Trends in Dutch energy intensities for the period 1969-1988*, Energy 23(10):815-822.

Åkerman, J., Dreborg, K. H., Henriksson, G., Hunhammar, S., Höjer, M., Jonsson, D., Moberg, Å., Steen, P. (2001), *Destination Framtiden*, KFB-Rapport 2000:66.

Öko-Institut (2002). GEMIS. Tillgängligt på
(www.oeko.de/service/gemis/english/index.htm).