



Boverket

Myndigheten för samhällsplanering,  
byggande och boende

Rapport 2011:2

# Miljöindikatorer för bygg- och fastighetssektorn

1993 – 2007





# Miljöindikatorer för bygg- och fastighetssektorn 1993 – 2007

Boverket februari 2011

Titel: Miljöindikatorer för bygg- och fastighetssektorn 1993 – 2007  
Författare: Susanna Toller<sup>1,2</sup>, Anders Wadeskog<sup>3</sup>, Göran Finnveden<sup>1</sup> och Sofiiia Miliutenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Avdelningen för miljöstrategisk analys – fms, Institutionen för Samhällsplanering och miljö, Skolan för Arkitektur och samhällsbyggnad, KTH, Stockholm

<sup>2</sup>Ecoloop AB, Stockholm

<sup>3</sup>Enheten för Miljöekonomi och naturresurser, Avdelningen för Regioner och miljö, SCB, Stockholm

Utgivare: Boverket februari 2011

Upplaga: 1

Antal ex: 300

Tryck: Boverket internt tryckeri

ISBN tryck: 978-91-86559-94-6

ISBN pdf: 978-91-86559-95-3

Sökord: Byggsektorn, fastighetssektorn, miljöpåverkan, indikatorer, statistik, metod, analyser

Dnr: 100-4881/2009

Publikationen kan beställas från:

Boverket, Publikationsservice, Box 534, 371 23 Karlskrona

Telefon: 0455-35 30 50 eller 35 30 56

Fax: 0455-819 27

E-post: publikationsservice@boverket.se

Webbplats: [www.boverket.se](http://www.boverket.se)

Rapporten finns som pdf på Boverkets webbplats.

Rapporten kan också tas fram i alternativt format på begäran.

Boverket 2011

# Förord

Boverket har i uppdrag att särskilt bygga upp och sprida kunskap om sektorns miljöpåverkan och dess utveckling. Med sektor avses i denna rapport bygg- och fastighetssektorn. Rapporten visar en metodutveckling och ett urval av miljöindikatorer för uppföljning av bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan mellan 1993-2007. Indikatorerna bygger på en metod som KTH tagit fram och som finns beskriven i rapporten ”Bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan”, 2009, Boverket. Indikatorerna bygger på statistik från SCB:s Miljöräkenskaper. Boverket kommer att utifrån detta material fortsätta arbetet med indikatorer. De ska publiceras på Boverkets hemsida. Men det finns även ett fortsatt utvecklingsbehov att bl.a. förbättra indikatorerna om avfall och miljö- och hälsofarliga kemiska produkter. Ett annat viktigt arbete är att analysera vad indikatorerna visar och orsaken till det.

Rapporten är sammanställd av Susanna Toller på KTH, Anders Wadeskog på SCB samt Göran Finnveden och Sofia Miliutenko på KTH. Beställare på Boverket har varit Kristina Einarsson.

Karlskrona februari 2011

*Martin Storm*  
avdelningschef



# Innehåll

Sammanfattning .....	7
1. Inledning .....	9
1.1. Bakgrund .....	9
1.2. Syfte .....	10
2. Metod .....	11
2.1. Urval av indikatorer .....	11
2.2. Uppdaterad nyckel för att exkludera vägar och järnvägar .....	12
2.2.1. Tidigare LCA av transportinfrastruktur .....	12
2.2.2. Systemavgränsningar och beräkningar .....	13
2.3. Definition av bygg- och fastighetssektorn .....	16
2.4. Beräkningar med hjälp av input-outputanalys .....	17
2.4.1. Ny metod för att särskilja anläggningsarbetens del av byggbranschen .....	17
2.4.2. Tidsserie till skillnad från ett enskilt år .....	17
2.4.3. Inkludering av uppvärmning i fastighetsförvaltningen .....	17
2.4.4. Beräkning av inhemska respektive totala resultat .....	17
2.4.5. Metoden och framtida uppdateringar .....	18
2.5. Bearbetning av input-output analysens resultat .....	19
2.5.1. Beräkningar av emissioner och energianvändning exklusive uppvärmning .....	19
2.5.2. Beräkningar av emissioner och energianvändning från uppvärmning .....	20
3. Resultat .....	23
3.1. Indikatorer för uppföljning av bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan .....	23
3.2. Miljöpåverkan från väg och järnväg som inte ska belasta bygg- och fastighetssektorn .....	24
3.3. Energianvändning i bygg- och fastighetssektorn .....	24
3.4. Växthusgaser .....	26
3.5. Emissioner till luft av kväveoxider .....	27
3.6. Emissioner till luft av partiklar .....	27
3.7. Användning av hälsofarliga kemiska produkter .....	28
3.8. Produktion av avfall .....	29
4. Diskussion .....	31
4.1. Förändring av bygg- och fastighetssektorns miljöbelastning under perioden 1993 – 2007 .....	31
4.2. Användning av indikatorerna .....	33
4.3. Diskussion om metodiken .....	34
5. Referens .....	37
<i>Personlig kommunikation</i> .....	38





# Sammanfattning

Boverket har i uppdrag att bygga upp och sprida kunskap om bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan. Som sektorsmyndighet för miljöfrågor är detta en viktig del i ansvaret. Genom att utvärdera miljöpåverkan utifrån ett antal miljöindikatorer blir det möjligt att följa utvecklingen i sektorn, och detta utgör också grunden för att kunna föreslå relevanta miljöförbättrande åtgärder. KTH och SCB arbetade på uppdrag av Boverket under 2009 fram ett förslag på metod för att göra en sådan miljöuppföljning, baserat på befintlig statistik i form av de svenska miljöräkenskaperna. Metoden har nu utvecklats ytterligare och använts för att med ett antal utvalda miljöindikatorer visa på utvecklingen av bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan från 1993 fram till 2007. Den föreliggande studien är därmed en direkt fortsättning och vidareutveckling av det tidigare arbetet.

Studien inkluderade metodutveckling, val av indikatorer och beräkning av kvantitativa resultat för dessa indikatorer under tidsserien. Metodutvecklingen bestod bland annat i att bättre renodla bygg- och fastighetssektorns påverkan genom att uppskatta och dra bort de bidrag som vägar och järnvägar står för i statistiken. Miljöindikatorer föreslogs i samråd med Boverket och utifrån resultaten i det tidigare projektet. De föreslagna miljöindikatorerna omfattade energianvändning, utsläpp av växthusgaser, kväveoxider och partiklar till luft, användning av hälsofarliga kemiska produkter, samt avfallsproduktion.

Resultaten visade att växthusgasutsläpp från uppvärmning i bygg- och fastighetssektorn har minskat betydligt mellan 1993 och 2007, troligtvis till följd av bränslebyten från fossila bränslen till förnybara bränslen. En del av denna minskning äts dock upp av ökade utsläpp från andra aktiviteter inom byggverksamhet och förvaltning. Användningen av kemiska hälsofarliga produkter ökade kraftigt under tidsperioden. I övrigt var förändringarna under tidsperioden relativt begränsade.

Resultaten både från denna studie och från den tidigare talar för betydelsen av att använda ett livscykelperspektiv vid sektorsvisa miljöuppföljningar. Detta eftersom man annars riskerar att missa viktiga förändringar. Den metodik som här föreslagits kan användas för att på ett relativt enkelt sätt kontinuerligt följa upp bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan. För att ge en mer heltäckande bild av sektorns miljöpåverkan utifrån de svenska miljö kvalitetsmålen föreslås att en del kompletterande arbete görs, framför allt när det gäller inomhusmiljön, miljömålet Giftfri miljö samt avfallsgenerering och återvinning.



# 1. Inledning

## 1.1. Bakgrund

Mot bakgrund av Boverkets uppdrag att bygga upp och sprida kunskap om bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan samt Boverkets sektorsansvar för miljömålsarbetet, fick KTH år 2008 i uppdrag att utvärdera sektorns miljöpåverkan. Detta utifrån ett livscykelperspektiv och de svenska miljö kvalitetsmålen. Det projektet beskrivs i rapporten "Bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan" (Toller et al. 2009, Toller et al. 2010). I det projektet utvecklades en metod som kan användas för att analysera bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan. Metoden som föreslås kan användas för att identifiera vilka av de studerade miljöproblemen som är av stor betydelse när det gäller bygg- och fastighetssektorn, samt för att identifiera var i sektorn dessa uppkommer. Metoden byggde i stor utsträckning på data från Miljöräkenskaperna vid Statistiska Centralbyrån (SCB), som uppdateras årligen. Detta innebär att metoden också kan användas för olika år för att följa upp utvecklingen på området. Resultaten bekräftade det som tidigare studier visat, att bygg- och fastighetssektorn i vissa fall står för en betydande del av Sveriges totala miljöpåverkan. För den yttre miljön indikerade resultaten att det är energianvändning, användning av farliga kemiska produkter, avfallsgenerering, samt emissioner av växthusgaser och ämnen som bidrar till försämrad luftkvalitet och humantoxiska effekter (däribland kväveoxider och partiklar) som är de väsentligaste. Viktiga innemiljöfrågor såsom buller, radon samt fukt och mögel omfattades dock inte av den framtagna kvantitativa metoden.

Miljöräkenskaperna är ett internationellt harmoniserat system för att beskriva samband mellan miljö och samhällsekonomi. I miljöräkenskaperna fördelas utsläpp på olika branscher och varugrupper och för samma branscher och varugrupper redovisas ekonomiska data, till exempel förädlingsvärde. I miljöräkenskaperna används samma branschindelning som i nationalräkenskaperna med så kallade SNI-koder. För att kunna göra en sektorsstudie med hjälp av data från miljöräkenskaperna krävs att man definierar vilka branscher, eller delar av branscher, som ska ingå i sektorn. I det tidigare projektet (Toller et al. 2009) (och även här), var ut-

gångspunkten två branscher, SNI 45 Byggverksamhet och SNI 70 Fastighetsverksamhet. Detta beskrivs närmare i avsnitt 2. Genom att ett livscykelperspektiv används inkluderas även de varor och tjänster som dessa branscher köper och säljer till andra branscher. Exempelvis ingår i studien produktion av byggnadsmaterial som köps av aktörer inom branscherna Byggverksamhet och Fastighetsverksamhet. Livscykelperspektivet fås genom att en så kallad input-outputanalys genomförs i vilken bidragen från alla andra branscher till de utvalda branscherna beräknas.

Ett specifikt problem med att definiera Bygg- och fastighetssektorn kopplat till Boverkets sektorsansvar är att vägar och järnvägar inte ingår i detta sektorsansvar. Däremot ingår konstruktion av vägar och järnvägar i SNI 45 Byggverksamhet. För att beräkna Bygg- och fastighetssektorns bidrag till SNI 45 behöver man därför räkna bort de delar som tillhör transportsektorn. I det tidigare projektet gjordes detta genom en fördelningsnyckel som beskrev hur mycket av insatsvarorna till SNI 45 Byggverksamhet som användes för bostäder, lokaler och anläggningar. Denna fördelningsnyckel beskrevs dock som osäker. Den är också svår att göra tidsserie på och den ifrågasattes av en referensgrupp till det tidigare projektet. Det fanns därmed ett behov av att uppdatera metoden för att särskilja transportsektorns ansvar.

## 1.2. Syfte

Syftet med denna studie var att i form av ett antal utvalda miljöindikatorer visa på utvecklingen av bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan från 1993 fram till 2007. Detta inkluderade följande:

- Att med utgångspunkt i tidigare resultat och i samråd med Boverket välja ut ett antal indikatorer för uppföljning av bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan
- Utveckla fördelningsnyckeln mellan anläggningar och byggnader
- Beräkna och presentera kvantitativa resultat för de valda indikatorerna över en tidsserie, baserat på den statistik som samlats in av SCB via miljöräkenskaperna

Arbetet baserades på resultaten från det tidigare projektet (Toller et al. 2009) där Miljöräkenskaperna på SCB användes för att analysera bygg- och fastighetssektorns miljöbelastning relaterat till de svenska miljökvalitetsmålen ur ett livscykelperspektiv.

## 2. Metod

### 2.1. Urval av indikatorer

Baserat på det tidigare projektet (Toller et al. 2009) föreslås i denna rapport ett antal indikatorer för uppföljning av sektorns miljöbelastning. Urvalet grundades på att indikatorerna ska vara relevanta för sektorn, täcka in sektorns mest betydande typer av miljöpåverkan, vara kommunicerbara, bygga på tillgänglig data och att de ska kunna användas för uppföljning av miljömålsarbetet inom sektorn. Vilken typ av miljöpåverkan som kan anses vara mest betydande analyserades i det tidigare projektet (Toller et al. 2009). Detta gjordes med hjälp av de olika normaliserings- och viktningmetoder som används inom LCA-metodiken och i nära samråd med Boverket och andra viktiga aktörer. Resultaten från det projektet visade att utsläppen av koldioxid, kväveoxider och partiklar var de viktigaste emissionerna och att bygg- och fastighetssektorn står för mellan 10 procent och 20 procent av samhällets totala emissioner av dessa ämnen. Dessutom visade resultaten att även energianvändning, användning av hälsofarliga kemiska produkter och avfallsgenereringen från bygg- och fastighetssektorn är viktiga ur ett nationellt perspektiv.

Som ramverk för att formulera indikatorerna användes den så kallade DPSIR-modellen för indikatorer som också användes i Miljömålsutredningen (SOU 2000). DPSIR-modellen beskriver hur indikatorer kan definieras på olika nivåer i ett orsakssamband. D står för "Driving forces" (Drivkrafter) och beskriver aktiviteter i samhället som leder till miljöpåverkan, P står för "Pressure" (Belastning) och beskriver emissioner eller andra aktiviteter som leder till miljöpåverkan, S står för "States" (Tillstånd) och beskriver tillstånd i miljön, I står för "Impacts" (Effekter) och beskriver effekter i miljön och hos människor, och R står för "Responses" (Åtgärder) som beskriver förändringar som genomförs i samhället för att minska antingen drivkrafter, belastning, effekter eller för att förändra tillståndet. För de valda indikatorerna presenterades sedan kvantitativa resultat för en tidsserie, baserat på den statistik som samlats in av SCB via miljöräkenskaperna. Detta för att synliggöra utvecklingen inom sektorn och tillhandahålla en "baslinje" för att fånga utvecklingen inom sektorn och föreslå eller följa upp kommande åtgärder.

## 2.2. Uppdaterad nyckel för att exkludera vägar och järnvägar

För att kunna bestämma och dra ifrån transportinfrastrukturens miljöbelastning sammanställdes resultat från tidigare genomförda livscykelanalyser (LCA) av vägar och järnvägar. Tillsammans med årlig statistik över vägnät och spårlängd gjordes sedan en uppskattning av den totala miljöbelastningen nationellt sett, med avseende på de utvalda indikatorerna och för varje år i tidsserien. Miljöbelastningen från vägar och järnvägar subtraherades sedan från input-output analysens resultat över bygg- och fastighetssektorns miljöbelastning. Detta innebär en förändring jämfört med det tillvägagångssätt som användes i det tidigare projektet (Toller et al. 2009). Där särskildes anläggningar redan i det statistiska underlaget och redovisades för sig som en ansats att skilja mellan bygg- och fastighetssektorns ansvarsområde och det som faller under Trafikverket. Uppdelningen i det statistiska underlaget innebär dock en rad antaganden och resultatet är osäkert. Därför bestämdes det att en annan ansats skulle användas i föreliggande projekt och att vägars och järnvägars bidrag till miljöbelastningen skulle uppskattas med ett ”bottom-up approach” där utgångspunkten skulle vara tidigare genomförda LCA.

### 2.2.1. Tidigare LCA av transportinfrastruktur

När det gäller tidigare genomförda LCA av vägar och järnvägar finns det i huvudsak två systemperspektiv representerade i litteraturen, dels en ”network level” (nätverksnivå), dels en ”project level” (projektnivå) (Miliutenko 2009). På nätverksnivå handlar det om att beskriva miljöpåverkan av hela transportsystemet och visa på bidrag från olika transportslag, såsom väg, järnväg, flyg och båt. Här ingår infrastrukturen som en del, men även trafiken inkluderas. Denna typ av studier har t ex gjorts i Holland (Bouwman et al. 2002) i Australien (Lenzen et al. 1999), och i Sverige (Jonsson 2005, Stripple and Erlandsson 2004). På projektnivå handlar det om att beskriva miljöpåverkan från ett enskilt projekt, eller en del av ett projekt, där transportslaget och lokaliseringen redan är givna. Det finns en lång rad av studier som genomförts för specifika projekt (t ex Phillips 2006). Många studier av denna typ har genomförts för att jämföra överbyggnadsmaterial, t ex asfalt mot betong, i en given väg där dimensionerna på överbyggnaden varierar beroende på vilket material som används (t ex Zhang et al. 2008). I några fall har man fokuserat på att utveckla och beskriva modeller för att analysera miljöpåverkan från olika vägmaterier eller utformningar ur ett livscykelperspektiv (Stripple 2001, Birgisdottir et al. 2006 och Mroueh et al. 2000). Det finns också exempel på studier där man använt resultat från genomförda LCA för att beskriva ett antal generella typvägar (ECPRD 2009 och Karlson och Carlson 2010). Systemgränserna kan skilja sig mycket åt oavsett om studien är genomförd på nätverksnivå eller projektnivå. Systemgränserna påverkar studiernas resultat. Exempelvis handlar det om vilka aktiviteter som inkluderas (t ex belysning och trafikeffekter av underhållsåtgärder är sådana aktiviteter som inte alltid inkluderas), vilka delar av vägkroppen som ingår (vissa fokuserar på endast överbyggnaden medan andra inkluderar hela vägkroppen) och vilket tidsperspektiv som används (detta brukar variera mellan 20 och 100 år).

### 2.2.2. Systemavgränsningar och beräkningar

För att kunna beskriva miljöbelastning från svensk transportinfrastruktur kan man antingen utgå från studier på nätverksnivå och försöka särskilja den del som handlar om infrastrukturen, eller så kan man utgå från LCA som gjorts för enskilda konstruktioner på projektnivå eller generella konstruktioner och skala upp resultaten till en nationell nivå. Oavsett vilken metod som används finns det ett problem med att använda tidigare studier, och det är att de haft en annan frågeställning och att det tidsperspektiv som använts varit anpassat till den frågeställningen. Flertalet befintliga studier exkluderar en rivningsfas eftersom transportinfrastrukturen sällan rivs utan istället underhålls och byggs på vartefter den slits. Istället antas en viss livslängd, oftast mellan 20 och 100 år. Om en kort livslängd antas i en LCA av väg eller järnväg innebär det att konstruktionsfasens miljöpåverkan blir större i förhållande till miljöpåverkan från drift och underhåll. För frågeställningar som handlar om genomförande av specifika projekt eller åtgärder kan det vara relevant att på detta sätt ge konstruktionsfasen en relativt stor betydelse, eftersom den ligger nära i tiden. För frågeställningar som handlar om att uppskatta miljöbelastningen ur ett nationellt perspektiv under ett visst år kan dock antagandet om en kort livstid leda till att miljöbelastningen från produktionsfasen överskattas.

För att göra en så rimlig uppskattning som möjligt i denna studie valdes ett tillvägagångssätt där de osäkerheter som är förknippade med valet av tidsperspektiv undveks. Istället användes svensk statistik för sträcka nyproduktion och sträcka befintliga vägar och spår. Miljöbelastningen från produktion och underhåll beräknades var för sig baserat på denna statistik, i kombination med miljöbelastningen som rapporterats per producerad längdenhet väg och spår och per underhållen längdenhet väg och spår (km). Detta angreppssätt krävde dock att miljöbelastningen från konstruktionsfasen kan särskiljas från drift och underhåll i de källor som skulle användas som underlag. Endast information som gäller produktion och underhåll beaktades i denna studie. Drift och trafik inkluderades inte. Detta eftersom det är produktion och underhåll som inkluderas i den branschstatistik som här ingår i SNI 45 Byggverksamhet, men som kan anses falla under trafikverkets ansvar och som därmed ska subtraheras från input-output analysens resultat.

Det var framför allt Jonssons rapport (2005) som bedömdes kunna utgöra en bas för att uppskatta den nationella miljöbelastningen från väginfrastrukturen, eftersom den redovisar resultat på nationell nivå där infrastrukturens del är synliggjord och där konstruktion, drift och underhåll kan delas upp. Resultaten som presenteras i Karlsson och Carlsson (2010) användes som ett komplement. Dock ingår i dessa båda studier enbart energianvändningen och inte några emissioner. Användning av hälsofarliga kemiska produkter samt generering av avfall saknas också. Energi-användningen användes som utgångspunkt och emissionerna uppskattades utifrån de emissionsfaktorer för olika bränslen och el som kunde erhållas ur de svenska miljöräkenskaperna. För användning av hälsofarliga kemiska produkter samt generering av avfall kunde ingen uppskattning göras på grund av brist på data. Resultaten i Jonsson (2005) för produktionsenergi och underhållsenergi för olika vägtyper användes (tabell 1)

och multiplicerades med årsspecifik produktion respektive befintligt vägnät för dessa vägtyper enligt SIKA Statistik (2009).

*Tabell 1. Energianvändning för produktion och underhåll av olika vägtyper, baserat på Jonsson (2005).*

Vägtyp	Energi för produktion (GJ per filkm)	Energi för underhåll (GJ per filkm och år)
motorväg 557	00	175
motortrafikled	55700	175
mötesseparerad motortrafikled	55700	175
4-fältsväg 965	0	36
vanlig väg	9650	36
extrafil vanlig väg som är mötesseparerad	9650	36
kommunala gator och vägar	9650	64
enskilda vägar med statsbidrag	2775	20
enskilda vägar utan statsbidrag (inkl skogsbilvägar)	1475	0

När det gäller spårinfrastrukturen har tunnelbana och spårväg försumrats. Dessa utgör cirka 10 procent av den totala energianvändningen från spårinfrastrukturen enligt Jonsson (2005) och dessa försummas därför här. Rapporten "Life cycle assessment of railways and rail transports" (Stripple and Uppenbergs 2010) bedömdes vara den bästa utgångspunkten för bedömning av svensk järnvägs årliga energianvändning. Endast underbyggnad och räls beaktades och därmed gjordes ingen skillnad mellan elektrifierad och oelektrifierad järnväg. Precis som när det gäller vägar beräknades produktionsenergi (9 280 GJ per spårkm) och underhåll (104 GJ per spårkm och år) för sig. Dessa resultat relaterades sedan till årlig statistik (Novén 2010, personlig kommunikation) för befintlig spårlängd och nyproduktion.

För både väg och järnväg antogs den årsspecifika produktionen utgöras av differensen i vägnät eller spårlängd mellan olika år. Den genomsnittliga produktionen av olika vägtyper under åren 2000 – 2007 användes för hela den beskrivna tidsserien. Detta för att undvika problem från glapp i datarapportering mellan enskilda år, och för att det för åren 1993 – 1999 saknades tillförlitlig statistik över befintligt vägnät. För enskilda vägar utan statsbidrag, dvs. bland annat skogsbilvägar, användes den genomsnittliga produktionen mellan 2005 och 2008 eftersom det saknades tillförlitlig statistik för övriga år. Det befintliga vägnätets längd för år 1999 approximerades genom att den genomsnittliga produktionen subtraherades från det rapporterade vägnätet år 2000. Sedan genomfördes samma beräkning för åren 1993 – 1998. För spårlängd saknades statistik före 1995 och för åren 1993 och 1994 approximerades spårlängden på samma sätt genom att räkna baklänges via genomsnittlig produktion. Ge-



nomsnittlig årlig spårproduktion mellan 1995 – 2009 användes för beräkningen.

Emissionerna till luft antogs härröra från energianvändningen. Eftersom emissionerna till luft i viss utsträckning beror på vilka förbränningsmotorer som används och eftersom utvecklingen har gått snabbt där ansågs det alltför osäkert att approximera utifrån förhållandet mellan energi och utsläpp i tidigare studier. För att beräkna emissionerna till luft från både väg och järnväg användes resultat från Jonsson (2005) angående uppdelning mellan elektricitet och annan energi. Detta förhållande antogs vara detsamma för alla år i den analyserade tidsserien, både när det gällde väg och järnväg. Det innebar att elenergi antogs utgöra 15 procent av den totala energin för byggverksamhet av spår, 30 procent av totala energin för underhåll av spår, 2,5 procent av totala energin för produktion av väg och 10 procent av totala energin för underhåll av väg. Användningen av bränsle antogs ske till hälften i form av eldningsolja (stationära anläggningar) och till hälften i form av diesel (mobila anläggningar). För detta antagande gjordes känslighetsanalyser. Årsspecifika emissionsfaktorer beräknade utifrån miljöräkenskaperna användes som underlag för beräkningarna (tabell 2).

Tabell 2. Årsspecifika emissionsfaktorer för diesel och eldningsolja (ton/TJ) (Kanlén, 2010).

År	Eldningsolja					Diesel				
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	Partiklar	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	Partiklar
1993	74.3	0.001	0.002	0.06	0.005	72.8	0.0022	0.010	0.95	0.047
1994	74.3	0.001	0.002	0.06	0.005	72.8	0.0021	0.009	0.88	0.043
1995	74.3	0.001	0.002	0.06	0.005	72.7	0.0022	0.010	0.94	0.045
1996	74.3	0.001	0.002	0.05	0.004	72.3	0.0022	0.010	0.91	0.043
1997	74.3	0.001	0.002	0.05	0.004	72.2	0.0020	0.010	0.86	0.038
1998	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.2	0.0018	0.009	0.79	0.035
1999	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.1	0.0018	0.009	0.79	0.034
2000	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.1	0.0018	0.009	0.81	0.033
2001	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.0	0.0017	0.008	0.76	0.033
2002	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.0	0.0016	0.008	0.71	0.030
2003	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.0	0.0015	0.007	0.67	0.027
2004	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.0	0.0014	0.007	0.61	0.024
2005	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.0	0.0013	0.007	0.57	0.021
2006	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.0	0.0013	0.007	0.56	0.020
2007	74.3	0.001	0.002	0.05	0.003	72.0	0.0013	0.007	0.55	0.019

## 2.3. Definition av bygg- och fastighetssektorn

Som nämndes ovan behöver man definiera bygg- och fastighetssektorn för att kunna analysera dess miljöpåverkan. Begreppet ”sektor” är dock inte entydigt definierat. Detta till skillnad från ”branscher” som definieras av den ekonomiska statistiken där olika branscher har tilldelats en så kallad SNI-kod och beskrivningar av vad som ingår i den (Statistiska Centralbyrån 2003). Att definiera en ”sektor” kan ibland innebära att definiera vilka branscher som ingår i sektorn. I vissa fall är matchningen god, så att man enkelt kan hänföra vissa branscher till vissa sektorer. I vissa fall är det dock mer komplicerat. I denna studie har utgångspunkten varit att beskriva bygg- och fastighetssektorn utifrån de branscher som i den ekonomiska statistiken betecknas SNI 45 och SNI 70.

SNI 45 omfattar ”Byggverksamhet”, vilket inbegriper ”allmän byggverksamhet, specialiserade bygg- och anläggningsarbeten för byggnader och anläggningar, bygginstallationer samt slutbehandling av byggnader”. Vidare omfattas ”nybyggnation, tillbyggnader, reparationer och ombyggnader, uppförande av monteringsfärdiga byggnader eller konstruktioner på plats och uppförande av byggnader av tillfälligt slag”. Stora delar av denna bransch ingår i Boverkets sektorsansvar, men inte hela. Anläggningsarbete för vägar och järnvägar faller snarare under transportsektorn. En del anläggningsarbete görs dock för byggnader och faller därmed under Boverkets sektorsansvar. SNI 70 omfattar ”Fastighetsverksamhet”, vilket framför allt inbegriper förvaltning.

En annan fråga kring definitionen av bygg- och fastighetssektorn är om verksamheter inom byggnader ska ingå eller inte. Vi har i denna studie inkluderat den verksamhet som faller under SNI 45 och SNI 70. Detta inkluderar verksamheter som är kopplade till fastighetsförvaltning och som inte faller under någon annan bransch. Exempelvis ingår ommålning av trappor energi till trappljus och hissar. Även energi till fläktar, pumpar tvättstugor och torkrum ingår (dvs. allt som fastighetsägaren betalar). Dock inkluderas inte energi för hushålls- och verksamhetsändamål. Uppvärmningen av fastigheter är därmed något som i stor utsträckning ligger utanför SNI 45 och SNI 70. Det kan dock argumenteras för att tillhandahållande av uppvärmda byggnader bör inkluderas i bygg- och fastighetssektorn. Vidare kan man anse att hur man bygger och förvaltar byggnader i stor utsträckning bestämmer hur mycket energi som används för uppvärmning, och därför är byggherrars och förvaltares ansvar. Man kan emellertid också hävda att utsläpp från produktion av el och fjärrvärme snarare ingår i energisektorn. I denna rapport har vi utgått från att uppvärmningen är en del av bygg- och fastighetssektorn men vi har också valt att presentera resultaten för de olika indikatorerna exklusive uppvärmningen.

När det gäller den miljöpåverkan som tas med i analysen har utgångspunkten i denna studie varit att använda ett livscykelperspektiv så att miljöpåverkan som uppstår uppströms (t ex från produktion av byggnadsmaterial) och nedströms (t ex från avfallshantering) ingår. Det har också varit en utgångspunkt att inkludera den miljöpåverkan som sker i andra länder till följd av de aktiviteter som sker inom svensk bygg- och fastighets-

sektor. Exempelvis har miljöpåverkan från byggprodukter som importerats inkluderats i analysen.

## 2.4. Beräkningar med hjälp av input-outputanalys

Precis som i föregående projekt (Toller et al. 2009) baseras de flesta av beräkningarna på en så kallad miljöexpanderad input-outputanalys (IOA). Här lyfter vi framför allt fram skillnaderna mellan den föregående applikationen och denna. De grundläggande delarna beskrivs utförligare i den tidigare rapporten. Beräkningarna skiljer sig åt enligt nedan.

### 2.4.1. Ny metod för att särskilja anläggningsarbetets del av byggbranschen

I den föregående analysen användes en schabloniserad uppdelning av de olika delarna inom byggbranschen (SNI 45). Denna schablon byggde på projektdata för olika byggobjekt, som översattes till insatser av olika produkter samt direkt användning av energi och bränslebaserade emissioner till luft. I och med att byggbranschen klövs på flera delbranscher kunde alla uppströms och nedströms effekter beräknas direkt i IOA. Denna gång hade vi inte tillgång till en sådan schablon för varje år i tidsserien, varför vi valde att räkna på byggbranschen som en helhet och sedan korrigera de upp- och nedströms resultat detta ger med resultat från LCA på väg och järnväg.

### 2.4.2. Tidsserie till skillnad från ett enskilt år

Det finns kompletta tidsserier för IO-tabellerna i sig, bränsleanvändning och luftemissioner samt uppgifterna om el och fjärrvärmeanvändning. Dessa data hämtas från National- och miljöräkenskaperna vid SCB. Kemikalieanvändningen finns för en något mer begränsad serie år och sammanställs på basis av data ur Kemikalieinspektionens produktregister. Användbara avfallsdata fanns även denna gång endast för 2006.

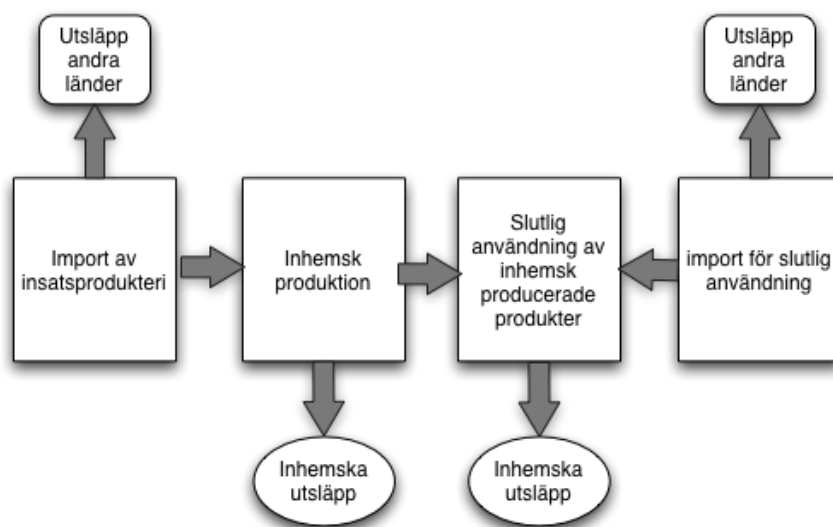
### 2.4.3. Inkludering av uppvärmning i fastighetsförvaltningen

I föregående projekt uppskattades energianvändning och luftemissioner för uppvärmning baserat på en omräkning av IO-matrisen. I och med att vi nu beräknar för flera år blev detta ogörligt. Vi valde därför att lägga om emissioner/energianvändning direkt från El/Fjärrvärmeproduktionen till fastighetsförvaltning och att dessutom föra över direkt bränsleanvändning för uppvärmning, samt de stationära utsläpp detta för med sig, från tjänstesektorerna samt från hushållen, den offentliga sektorn och de ideella organisationerna (se även avsnitt 2.5.2.).

### 2.4.4. Beräkning av inhemska respektive totala resultat

Denna gång redovisas resultaten för emissioner och energianvändning, dels som inhemska och dels som totala. Detta görs framför allt för att behålla möjligheter till jämförelse med annan statistik. De utsläpp och den bränsleanvändning som redovisas som inhemsk summerar upp till samma total som den som redovisas från Miljöräkenskaperna. I den officiella statistiken från Miljöräkenskaperna redovisas bränsleanvändning och luftemissioner per bransch samt för slutlig användning i form av privat kon-

sumtion, offentlig konsumtion samt de ideella organisationernas konsumtion. Branschdata har konverterats till bränsleanvändning och luftemissioner per produktgrupp för att passa in i en IOA som görs för produkter, vilket är vanligast då man utgår från efterfrågesidan, vilket vi gör här. Resultaten som rubriceras inhemska går således att återfinna i annan statistik och därmed relatera till annan statistik. De resultat som rubriceras som totala är egentligen en kalkyl av summan av inhemska effekter samt effekter i andra länder till följd av import av varor och tjänster. Detta illustreras, för emissioner, i figuren nedan där de utsläpp som ligger i den nedre delen av figuren är inhemska medan de som ligger i den över delen är utsläpp som sker hos våra handelspartners och deras handelspartners (figur 1). Summan av dessa kallas i denna kalkyl för totala.



Figur 1. Utsläpp inom landet från inhemsk produktion och slutlig användning, samt utsläpp från export och import.

Olika länder har olika produktions- och energisystem, vilket leder till att de totala effekterna beror på vilka produkter vi importerar från vem. I denna kalkyl har vi valt att använda en starkt förenklad analys, som i princip går ut på att räkna på effekterna som om vi själva producerade de produkter vi importerar. Detta är ett gängse tillvägagångssätt.

#### 2.4.5. Metoden och framtida uppdateringar

Den förändrade metodiken har delvis utformats för att förenkla kalkylarbetet inför eventuella framtida uppdateringar. Nu innehåller den minimalt med förändringar i de grundläggande IO-tabellerna eller i grunddata från Miljöräkenskaperna. Detta gör att analysen fortfarande är mycket grov och att vi nu istället arbetar med kraftigt schabloniserade eftermodeller för att renodla den del av byggbranschen som innehåller de verksamheter som uppfattas som Boverkets domäner. Det skulle givetvis fortfarande vara önskvärt att göra analysen utifrån ett betydligt bättre underlag som omfattar flödet av material, energi och annat in i och ut ifrån byggsek-

tern. Om upplägget från denna kalkyl följs kommer det att bli förhållan-  
devis enkelt att uppdatera resultaten med de delar som hämtas direkt från  
Miljöräkenskaperna, dvs. beräkningarna av påverkan från byggbranschen  
och fastighetsförvaltningsbranschen (SNI 45 och SNI 70), vilket innefat-  
tar upp och nedströms inhemska och totala effekter för bränsleanvänd-  
ning och luftemissioner. Resten av beräkningarna bygger på samman-  
ställningar som genomförs av KTH eller annan konsult. Dessa samman-  
ställningar inkluderar energibalanser, aggregering av resultat, texter kring  
indikatorer, LCA-data för att kunna lyfta bort delar från SNI 45 som inte  
ligger inom Boverkets ansvarsområde etc.

## 2.5. Bearbetning av input-output analysens resultat

Input-output analysen resulterar i en beskrivning av användning av bräns-  
len, användning av el och emissioner av koldioxid (CO<sub>2</sub>), kväveoxider  
(NO<sub>x</sub>) och partiklar som härrör från de aktiviteter som sker i SNI 45  
(Byggverksamhet) och SNI 70 (Fastighetsverksamhet) och de aktiviteter  
som sker uppströms och nedströms i andra branscher till följd av dessa  
aktiviteter. Stationära och mobila källor för energianvändning och emis-  
sioner redovisades för sig. Dessutom redovisades användningen av hälso-  
farliga kemiska produkter och genereringen av avfall inom SNI 45 och  
avfallsgenereringen i andra branscher (dvs. uppströms och nedströms)  
som är en följd av vad som sker i SNI 45. Dock saknas det data när det  
gäller hälsofarliga kemiska produkter och genereringen av avfall för SNI  
70. Nedströms aktiviteter inkluderar endast de som ligger inom Sverige,  
medan uppströms aktiviteter även inkluderar aktiviteter utomlands, via  
importerade produkter. För att beräkna energianvändning utifrån använd-  
ning av el och fjärrvärme används resultat från miljöräkenskaperna när  
det gäller andel av energislag och utsläpp som fjärrvärme och el i SNI 40  
resulterar i (baserat på fördelningen av bränsleinsatser och beräknade  
emissioner från el, fjärrvärme, industriellt mottryck och gas inom SNI  
40).

### 2.5.1. Beräkningar av emissioner och energianvändning exklusive uppvärmning

Emissionerna av växthusgaser, kväveoxider och partiklar från byggverk-  
samhet och fastighetsförvaltningen inom bygg- och fastighetssektorn be-  
räknades genom att input-output analysens resultat för branscherna SNI  
45 och SNI 70 summerades. Såväl direkta emissioner inom SNI 45 och  
SNI 70, som uppströms och nedströms emissioner kopplade till fram-  
ställning respektive användning av varor inom dessa branscher inklude-  
rades. Summeringen gjordes genom att input-output analysens resultat för  
nedströms emissioner summerades med resultaten för uppströms emis-  
sioner. Eftersom båda dessa resultat även inkluderar direkta emissioner  
från SNI 45 och SNI 70 drogs de direkta emissionerna bort en gång för  
att inte dubbelräkning skulle ske.

Energianvändningen beräknades genom att input-output analysens re-  
sultat för bränsleanvändning och elanvändning i SNI 45 och SNI 70, upp-  
ströms, nedströms och direkt, summerades. På samma sätt som vid sam-

manräkningen av emissionerna summerades resultaten uppströms med resultaten nedströms, och den direkta energianvändningen drogs sedan ifrån en gång. Vid summeringen inkluderades bara den del av elen som inte var bränslebaserad, eftersom den bränslebaserade elenergin redan omfattas i resultaten för bränsleanvändningen. Detta innebar i praktiken att energin från bränsleanvändningen i SNI 45 och SNI 70 summerades med energi från vindkraft, kärnkraft och vattenkraft. Sveriges elmix från respektive år användes för att beräkna olika energislags bidrag till elanvändningen och kärnkraften antogs kräva tre gånger den utvunna energin i primärenergi. I övrigt antogs input-output analysens resultat spegla primärenergin för de bränslen som används. Detta eftersom livscykelperspektivet innebär att energianvändning och utsläpp från produktion av bränslen inkluderas. Dock omfattas bara de bränslen som passerat genom det ekonomiska systemet och det innebär att viss biobränsleförbränning i egna förbränningspannor inte finns med.

### **2.5.2. Beräkningar av emissioner och energianvändning från uppvärmning**

Uppvärmningen av bostäder och lokaler beräknades och redovisades för sig. Detta eftersom det kan diskuteras om hela denna post kan anses ligga inom bygg- och fastighetssektorns ansvarsområde. Det är också ett uppmärksammat område vilket gör att det kan vara intressant att följa i sig. För att beräkna energianvändning och emissioner från uppvärmningen av bostäder och lokaler behövdes också ett antal antaganden göras. Detta eftersom all uppvärmningen normalt sett inte omfattas av SNI 45 och SNI 70 i miljöräkenskaperna, utan endast en liten del. För att uppskatta energianvändningen för uppvärmning av bostäder och lokaler antogs att all svensk fjärrvärmeproduktion går till detta men endast en del av den totala elproduktionen. Detta innebar att all bränsleanvändning till fjärrvärmeproduktion inom branschen "El och fjärrvärme" (SNI 40) men endast en del av bränsleanvändningen, kärnkraften, vattenkraften och vindkraften till elen i denna bransch inkluderades. Uppgifter från Energimyndigheten (Nilsson 2010) användes för att beskriva hur mycket av elanvändningen som går till uppvärmning, eftersom denna statistik saknas i miljöräkenskaperna. Enligt dessa uppgifter användes exempelvis 95 400 TJ (26,5 TWh) el till uppvärmning av bostäder och lokaler år 1993, och 65 500 TJ (18,2 TWh) år 2007. Det antogs sedan att andelen el till uppvärmning av total elanvändning var densamma i alla branscher (inklusive SNI 45 och 70) som i landet totalt. När det gällde bränslebaserad el till uppvärmning användes input-output analysens resultat och för den el som producerats med vind-, vatten- eller kärnkraft användes Energimyndighetens uppgifter om elanvändning till uppvärmning. Primärenergin och olika energislags bidrag beräknades enligt ovan (se avsnitt 2.5.1)

För att inkludera även uppvärmning annan än den som köps från SNI 40, exempelvis villapannor, inkluderades även stationär bränsleanvändning i en rad utvalda branscher, där den stationära bränsleanvändningen antogs gå huvudsakligen till uppvärmning. Dessa branscher var SNI 51,52,55,65,66,67,71 – 75, 80,85,90,91,92,93, 95 – 99, samt det som används vid privat och offentlig konsumtion. Detta innebär i praktiken att stora delar av energisektorn här lades på bygg- och fastighetssektorn.

Emissionerna från uppvärmningen beräknades genom att input-output analysens resultat för SNI 40 multiplicerades med andelen av respektive emission som härrörde från fjärrvärme och för el. Emissionerna från den stationära bränsleanvändningen i övriga utvalda branscher redovisades i input-output analysen och summerades med emissionerna från SNI 40.





## 3. Resultat

### 3.1. Indikatorer för uppföljning av bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan

De indikatorer som valdes ut för att beskriva utvecklingen i bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan var

- Energianvändning
- Utsläpp av växthusgaser (uttryckt som CO<sub>2</sub>-ekvivalenter)
- Utsläpp av kväveoxider (NO<sub>x</sub>)
- Utsläpp av partiklar till luft
- Generering av avfall
- Användning av hälsofarliga kemiska produkter

För energianvändning och utsläpp av växthusgaser, kväveoxider och partiklar redovisas resultaten inklusive och exklusive uppvärmning. För Energianvändning och utsläpp av växthusgaser redovisas dessutom resultaten inklusive och exklusive import (redovisas under beteckningen *total* respektive *inhemsk*). Resultat inklusive import är konsistent med ett livscykelperspektiv och är därför av relevans här. Om man vill jämföra med nationell statistik kan det däremot vara relevant att jämföra med resultaten exklusive import. I resultaten för energianvändning och utsläpp av växthusgaser, kväveoxider och partiklar ingår inte byggande och underhåll av vägar och järnvägar eftersom bidraget från dessa dragits ifrån.

När det gäller Generering av avfall och Användning av farliga kemiska produkter är systemgränserna något annorlunda. Här ingår inte Fastighetsverksamhet (SNI 70) utan endast Byggverksamhet (SNI 45) i ett livscykelperspektiv. Å andra sidan görs ingen avräkning för byggande och underhåll av vägar och järnvägar. Inte heller är miljöpåverkan som uppstår som en följd av import eller export medräknad. I kategorin hälsofarliga kemiska produkter ingår kemiska produkter som är klassade som hälsofarliga och/eller miljöfarliga (Toller et al. 2009).

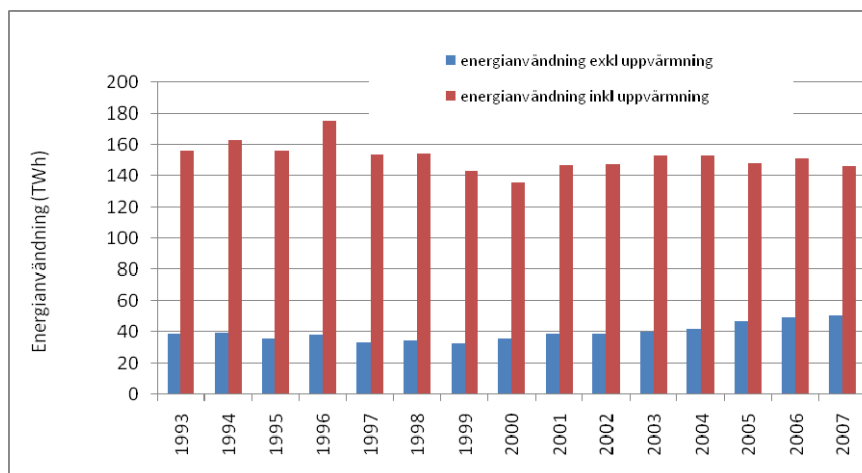
### 3.2. Miljöpåverkan från väg och järnväg som inte ska belasta bygg- och fastighetssektorn

Energianvändningen för produktion och underhåll av väg och järnväg låg under den analyserade tidsperioden på mellan 10,6 och 11,1 TWh per år. Vägarna stod för 94 procent av energianvändningen och detta gällde för alla år i tidsserien. Den statistik över årlig vägproduktion, speciellt när det gäller enskilda vägar utan stadsbidrag, som användes var osäker och påverkar resultatet. Utesluts enskilda vägar utan stadsbidrag minskar energianvändningen totalt för väg och järnväg med mindre än 1 TWh per år. Användningen av energi vid produktion av motorväg var relativt hög i den använda underlagsrapporten av Jonsson (2005) jämfört med andra studier. Används istället de värden som (Karlsson och Carlson 2010) anger kan energianvändningen minska till en knapp tredjedel av det som här rapporterats, beroende på vilka antaganden som görs.

Utsläppen av växthusgaser på grund av produktion och underhåll av väg och järnväg var mellan 2,7 och 2,8 Mton, med de högre siffrorna mot slutet av perioden. Utsläppen av kväveoxider och partiklar från väg och järnväg sjönk under perioden från 18 till 11 kton respektive från 0,9 till 0,4 kton. Minskningen beror på att emissionerna från förbränningen har minskat per energienhet. Resultaten påverkas kraftigt av det antagande som gjordes angående användningen av bränslen, där eldningsolja antogs ge hälften av energin och diesel hälften. Om diesel istället antas bidra med tre fjärdedelar (dvs. att mobila förbränningsanläggningar, exempelvis transporter antas användas i högre utsträckning) ökade utsläppen av kväveoxider och partiklar. Under perioden minskade då utsläppen av kväveoxider från 26 till 16 kton och utsläppen av partiklar från 1,3 till 0,6 kton. Utsläppen av växthusgaser påverkades inte i någon nämnvärd utsträckning.

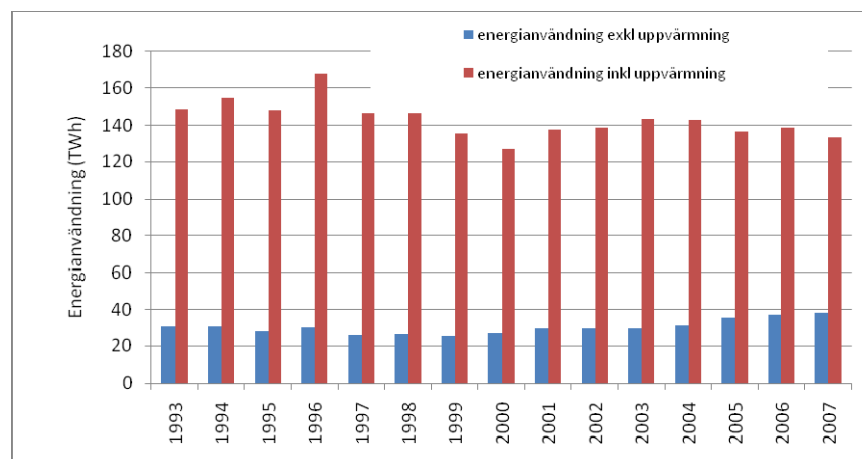
### 3.3. Energianvändning i bygg- och fastighetssektorn

Bygg- och fastighetssektorns användning av energi har under åren 1993 – 2007 varierat mellan 135 TWh (år 2000) och 176 TWh (år 1996) (figur 2). Den genomsnittliga energianvändningen var cirka 150 TWh per år. I detta resultat inkluderas uppvärmningen, som approximerats genom att inkludera all fjärrvärme, en del av elproduktionen som används i el-gasång- och hetvattenförsörjning (SNI 40) och energianvändning som används i stationära källor i utvalda branscher (se avsnitt 2.4.3 och 2.5.2 för en mer detaljerad beskrivning av hur uppvärmningsenergin beräknats). Även energianvändningen exklusive uppvärmning redovisas. När det gäller energianvändningen i bygg- och fastighetssektorn exklusive uppvärmning, visar resultaten att energianvändningen mellan 1993 och 2007 har legat mellan 32 TWh (år 1999) och 51 TWh (år 2007). Vad som kan vara intressant att notera är att denna energianvändning visar en ökande trend från år 1999. Ungefär hälften av energin användes för byggverksamhet (SNI 45) och ungefär hälften för förvaltning (SNI 70).



Figur 2. Bygg- och fastighetssektorns totala användning av energi (TWh) mellan åren 1993 och 2007, inklusive respektive exklusive uppvärmning. För beräkningarna användes ett livscykelperspektiv, vilket innebär att resultaten inkluderar energianvändningen från produktionen av varor som används inom bygg- och fastighetssektorn samt från användning av de produkter som skapas inom sektorn, både inom Sverige och utomlands.

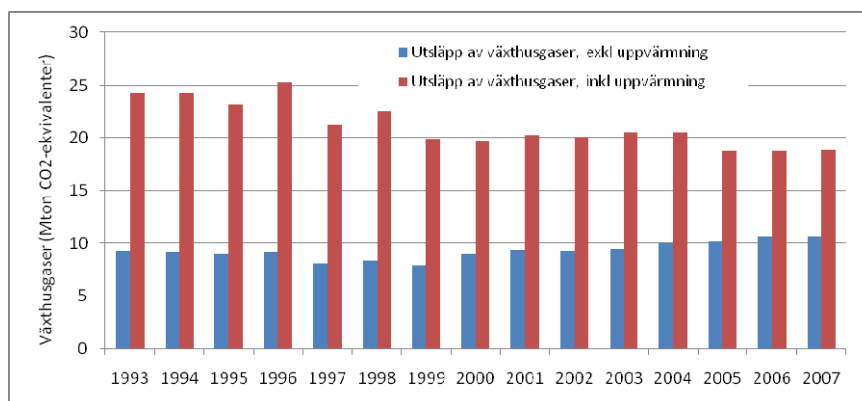
Om import- och exportdelen i input-output analysen exkluderades och endast den inhemska produktionen och användningen av olika varor inkluderades blev energianvändningen något mindre. Bygg- och fastighetssektorns användning av energi varierade under perioden 1993 – 2007 mellan 127 TWh (år 2000) och 168 TWh (år 1996) (figur 3). Om uppvärmningen dessutom exkluderades låg användningen av energi i bygg- och fastighetssektorn på mellan 25 TWh (år 1999) och 38 TWh (år 2007).



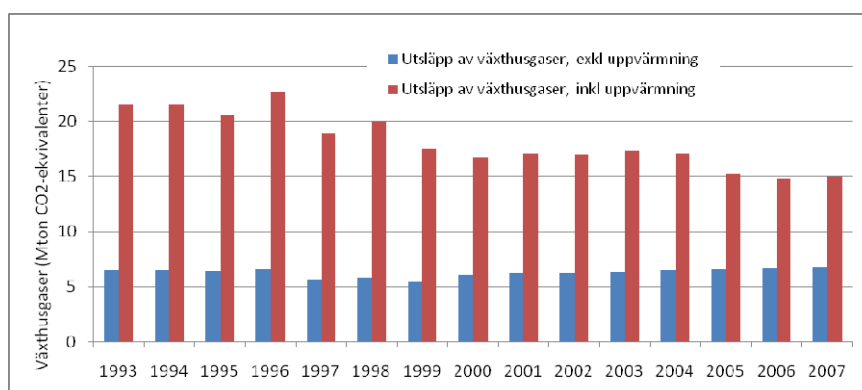
Figur 3. Bygg- och fastighetssektorns användning av energi (TWh) vid enbart inhemska aktiviteter mellan åren 1993 och 2007, inklusive respektive exklusive uppvärmning.

### 3.4. Växthusgaser

Bygg- och fastighetssektorns emissioner av växthusgaser varierade under perioden 1993 – 2007 mellan 19 Mton (år 2006) och 25 Mton (år 1996) (figur 4). I genomsnitt var emissionerna ca 21 Mton per år. Totalt sett har utsläppen sjunkit något under tidsperioden. Om uppvärmningen exkluderas låg utsläppen från bygg- och fastighetssektorn på mellan 8 och 11 Mton per år. Dessa utsläpp uppvisade inte någon sjunkande trend. Byggverksamhet stod för större utsläpp än förvaltningen av byggnader. Mellan 60 och 70 procent av växthusgasutsläppen (exklusive uppvärmning) härstamade från byggverksamhet (SNI 45).



Figur 4. Bygg- och fastighetssektorns totala utsläpp av växthusgaser (Mton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) mellan åren 1993 och 2007, inklusive respektive exklusive uppvärmning. För beräkningarna användes ett livscykelperspektiv, vilket innebär att resultaten inkluderar emissionerna från produktionen av varor som används inom bygg- och fastighetssektorn samt från användning av de produkter som skapas inom sektorn, både inom Sverige och utomlands.

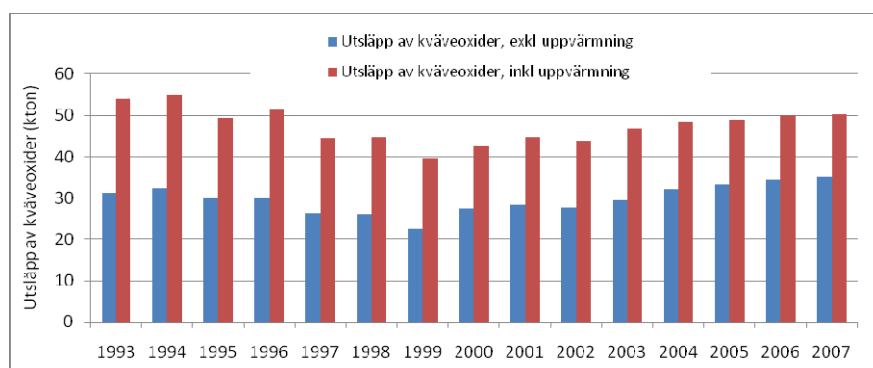


Figur 5. Bygg- och fastighetssektorns utsläpp av växthusgaser (Mton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter) från enbart inhemska aktiviteter mellan åren 1993 och 2007, inklusive respektive exklusive uppvärmning.

Om import- och exportdelen i input-output analysen exkluderades och endast den inhemska produktionen och användningen av olika varor inkluderades blev utsläppen något mindre. Bygg- och fastighetssektorns emissioner av växthusgaser varierade då under den analyserade perioden mellan 15 Mton (år 2006) och 23 Mton (år 1996) (figur 5). Om uppvärmningen dessutom exkluderades låg utsläppen från bygg- och fastighetssektorn mellan 5,4 och 6,8 Mton per år.

### 3.5. Emissioner till luft av kväveoxider

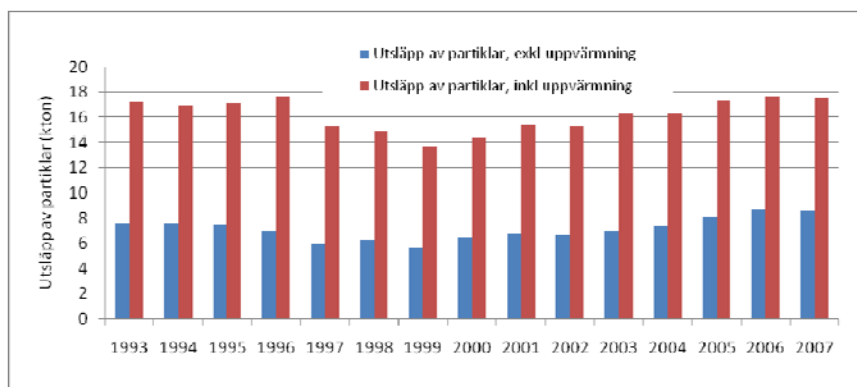
Bygg- och fastighetssektorns emissioner av kväveoxider (NO<sub>x</sub>) varierade under perioden 1993 – 2007 mellan 55 kton (år 1994) och 40 kton (år 1999) (figur 6). I genomsnitt var emissionerna cirka 48 kton per år. Det ska dock noteras att bidraget från vägar och järnvägar, som räknats bort från dessa resultat, är osäkert. Det påverkar resultatet eftersom detta bidrag var relativt stort. Om uppvärmningen exkluderades låg utsläppen från bygg- och fastighetssektorn på mellan 23 och 35 kton per år. Precis som för växthusgaser stod byggverksamhet för större utsläpp än förvaltningen av byggnader.



Figur 6. Bygg- och fastighetssektorns totala utsläpp av kväveoxider (kton) mellan åren 1993 och 2007, inklusive respektive exklusive uppvärmning. För beräkningarna användes ett livscykelperspektiv, vilket innebär att resultaten inkluderar emissionerna från produktionen av varor som används inom bygg- och fastighetssektorn samt från användning av de produkter som skapas inom sektorn, både inom Sverige och utomlands.

### 3.6. Emissioner till luft av partiklar

Bygg- och fastighetssektorns emissioner av partiklar varierade under perioden 1993 – 2007 mellan 14 kton och 18 kton (figur 7). I genomsnitt var emissionerna cirka 16 kton per år. Om uppvärmningen exkluderades låg utsläppen från bygg- och fastighetssektorn på mellan 6 och 9 kton per år. Precis som för växthusgaser och kväveoxider stod byggverksamhet för större utsläpp än förvaltningen av byggnader.

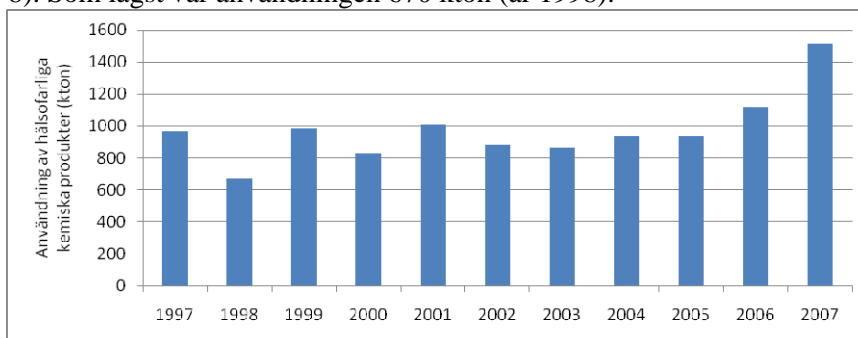


Figur 7. Bygg- och fastighetssektorns totala utsläpp av kväveoxider (kton) mellan åren 1993 och 2007, inklusive respektive exklusive uppvärmning. För beräkningarna användes ett livscykelperspektiv, vilket innebär att resultaten inkluderar emissionerna från produktionen av varor som används inom bygg- och fastighetssektorn samt från användning av de produkter som skapas inom sektorn, både inom Sverige och utomlands.

### 3.7. Användning av hälsofarliga kemiska produkter

När det gällde användning av hälsofarliga kemiska produkter kan endast information från byggverksamhet av bostäder och lokaler (SNI 45) inkluderas, eftersom uppgifter saknas när det gäller förvaltningen. Statistik saknas också för åren före 1997 och för den användning som sker utomlands till följd av importerade produkter. Resultaten inkluderar därmed endast inhemsk användning vid byggverksamhet. Dessutom ingår i resultaten även den användning som sker vid byggnation av vägar och järnvägar.

Bygg- och fastighetssektorns användning av hälsofarliga kemiska produkter ökade mellan 1997 och 2007, från 966 kton till 1 520 kton (figur 8). Som lägst var användningen 670 kton (år 1998).



Figur 8. Bygg- och fastighetssektorns inhemsk användning av hälsofarliga kemiska produkter (kton) mellan åren 1997 och 2007, vid byggverksamhet (ej fastighetsförvaltning).

### 3.8. Produktion av avfall

För produktion av avfall kan en tidsserie inte presenteras eftersom jämförbar statistik mellan olika år saknas. Det saknas också uppgifter när det gäller fastighetsförvaltning samt den avfallsgenerering som sker utomlands från produktion av importerade produkter.

År 2006 uppgick avfallsmängderna totalt från byggverksamhet till 20 Mton, varav farligt avfall utgjorde 5 procent. Då räknas bara det avfall som genereras vid aktiviteter inom Sverige. I resultaten ingår även det avfall som genereras från byggnation av vägar och järnvägar.





## 4. Diskussion

### 4.1. Förändring av bygg- och fastighetssektorns miljöbelastning under perioden 1993 – 2007

I figur 4 redovisas utsläpp av växthusgaser för sektorn med och utan uppvärmning. En tydlig trend är att utsläpp av växthusgaser har minskat under tidsperioden när man inkluderar uppvärmning. Man kan jämföra dessa resultat med motsvarande resultat för energianvändningen (figur 2) som inte minskat på samma sätt. Det indikerar att minskningen av växthusgaser i första hand har skett genom bränslebyten, från fossila bränslen till förnybara bränslen. Utsläppen av kväveoxider och partiklar har dock inte minskat på motsvarande sätt. Minskningen av växthusgaser från uppvärmning ligger i linje med Boverkets resultat från regeringsuppdraget Om byggnaders energianvändning, tekniska status etc. (Boverket 2009). Där redovisas att beroendet av fossila bränslen till uppvärmning är på väg att brytas, vilket också är ett delmål inom miljö kvalitetsmålet ”God bebyggd miljö”.

Det är intressant att notera att utsläppen av växthusgaser från sektorn exklusive uppvärmning inte har minskat utan snarast ökat och är nu större än utsläppen från uppvärmningen. Det innebär att om man vill fortsätta att minska utsläppen från sektorn är det viktigt att de minskar från exempelvis produktion av byggnadsmaterial och från transporter.

I figur 8 syns en tydlig ökning av användningen av hälsofarliga kemiska produkter. Vad denna beror på har dock inte varit möjligt att analysera i denna studie. I övrigt är det intressant att notera att förändringarna under denna 15-åriga tidsperiod varit relativt begränsade.

Resultaten här skiljer sig något från de som presenteras i Toller et al. (2009). De största skillnaderna beror på att i uppvärmningen av fastigheter här har beräknats på ett annat sätt. Detta för att minimera mängden antaganden och ge en så robust och rättvisande bild av uppvärmningen som möjligt. Uppvärmningen är dock en komplex post som är förknippad med stora osäkerheter eftersom man i miljöräkenskaperna inte kan särskilja den energi som används just för uppvärmning, utan att göra ett antal an-

taganden. De antaganden som gjordes här var att all fjärrvärmeproduktion går till uppvärmning, en del av elproduktionen, samt att bränsleanvändningen dessutom inom vissa branscher går till uppvärmning. Bland annat på grund av de osäkerheter som detta innebär redovisades även bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan exklusive uppvärmningen. En annan orsak till att detta redovisades för sig var att det kan argumenteras för att det framför allt är byggverksamhet och förvaltning som bygg- och fastighetssektorn har ansvar för medan uppvärmningen till ganska stor del beror på de som brukar fastigheterna.

När det gällde väg och järnväg uppskattades bidraget från dessa på ett annat sätt än i den tidigare rapporten av Toller et al. (2009), där väg och järnväg antogs ingå i posten ”anläggningar” som bröts ut ur byggverksamheten. Överensstämmelsen mellan de båda angreppssätten var dock relativt god. För väg och järnväg uppskattades miljöbelastningen genom att resultat från tidigare genomförda LCA-studier användes tillsammans med årsspecifik väg- och spårstatistik. Medan Toller et al. (2009) angav att anläggningar stod för en energiförbrukning på knappt 30 000 TJ, resulterade angreppssättet i föreliggande studie i en uppskattning på knappt 40 000 TJ.

De LCA-resultat som låg till grund för beräkningarna är dock osäkra och olika studier redovisar stora skillnader. Dessa resultat påverkar i hög grad resultatet när det gäller energianvändningen och emissionerna från produktion och underhåll av väg och järnväg. De LCA-resultat som användes ligger i den övre delen i det intervall som finns i litteraturen och resultaten här kan därmed antas vara snarare en överskattning av energianvändningen än en underskattning. Det är dock viktigt att notera att energianvändningen från väg och järnväg ändå är relativt liten i förhållande till bygg- och fastighetssektorns energianvändning och att osäkerheterna i denna uppskattning därför får en begränsad effekt för slutsatserna.

Emissionerna från byggnation och underhåll av väg och järnväg approximerades utifrån bränsle- och elanvändningen. När det gällde kväveoxider var de antaganden som gjordes relativt viktiga för slutsatserna angående bygg- och fastighetssektorn, eftersom väg och järnväg här bidrog mycket till utsläppen. Framför allt var antagandet om bränsleanvändning i form av diesel eller eldningsolja viktigt. När det gällde utsläpp av partiklar var utsläppen så små i sammanhanget att detta antagande inte spelade någon roll, och för växthusgaser gjorde antagandet inte så stor skillnad. När det gällde avfallsgenerering och användning av hälsofarliga kemiska produkter saknades det information i tidigare livscykelanalyser av väg och järnväg och därför kunde deras bidrag inte kvantifieras. Här skulle ytterligare insatser behövas, exempelvis i form av inventering av dessa aspekter för ett antal typfall. I den tidigare rapporten av Toller et al. (2009) utgjorde posten ”anläggningar” (som innehöll väg och järnväg) knappt 29 procent av avfallsgenereringen totalt inom byggverksamhet i bygg- och fastighetssektorn. Användningen av hälsofarliga kemiska produkter inom anläggningar utgjorde motsvarande 25 procent.

## 4.2. Användning av indikatorerna

I denna rapport ges förslag på ett antal indikatorer som kan användas för att kontinuerligt följa upp bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan med hjälp av den statistik som samlas in årligen via miljöräkenskaperna. Valet av indikatorer baserades i stor utsträckning på vad vi utifrån data-tillgång kunde inkludera i det tidigare projektet och vad som där identifierades som de viktigaste aspekterna för sektorn i relation till miljömålen (Toller et al. 2009).

Det finns en del dataluckor i miljöräkenskaperna som påverkar möjligheterna att använda dem för en heltäckande miljömålsuppföljning. Dessa redovisas mer ingående i Toller et al. (2009). Framför allt bedömdes där att kompletterande information när det gäller hushållning av naturresurser och användning och utsläpp av giftiga ämnen är önskvärd. Här har användningen av hälsofarliga kemiska produkter föreslagits som en indikator för att i någon mån täcka in miljömålet ”Giftfri miljö”. Men det är inte bara användning av kemiska produkter utan även de utsläpp som denna användning genererar som är intressant vid uppföljningen, samt andra utsläpp av giftiga ämnen som inte kommer från kemiska produkter. För att spegla hushållningen med naturresurser i miljömålet ”God byggd miljö” behövs bättre statistik när det gäller framför allt avfallsgenerering och återvinning. Dessutom krävs ytterligare uppföljning när det gäller aspekter som rör inomhusmiljön. Det finns hälsoproblem kopplade till bygg- och fastighetssektorn som inte kommer fram i input-outputberäkningar men som är av stor relevans för sektorn. Till dessa hör exempelvis problem orsakade av radon, buller samt fukt och mögel, för vilka det därför behövs kompletterande datakällor.

Det kan diskuteras om indikatorerna för uppföljning ska utgå från de drivkrafter som finns, den miljöbelastning som dessa drivkrafter genererar, det miljötillstånd som blir resultatet eller de effekter som detta tillstånd leder till (dvs. de olika delarna i DPSIR-modellen, se avsnitt 2.1). Här kan olika aktörer ha olika intressen som delvis också styrs av politiska värderingar. Om syftet med indikatorerna är att ge incitament och möjlighet att följa upp olika miljöförbättrande åtgärder kan det vara relevant att utgå både från drivkrafter och från den påverkan som genereras. Drivkrafterna kanske inte alltid leder till miljöbelastning. Å andra sidan kan det i vissa sammanhang vara svårt att mäta belastningen. Miljötillståndet kan visserligen följas upp, men där är det svårt att skilja ut bidraget från en enskild sektor. Detta gäller även effekterna. Det finns också fördröjningseffekter att ta hänsyn till när det gäller uppföljning via miljötillstånd och effekter.

För utsläppen till luft av växthusgaser, kväveoxider och partiklar är de indikatorer som här föreslås framför allt baserade på den miljöbelastning som sektorn genererar (P i DPSIR-modellen). Användning av hälsofarliga kemiska produkter kan snarare ses som en drivkraft som kan leda till miljöbelastning. Användningen av energi (såväl för uppvärmning som för andra ändamål) och genereringen av avfall hör också hemma inom drivkrafter.

Eftersom data som används i denna studie uppdateras regelbundet har det varit möjligt att göra beräkningar för en tidsserie. Tanken med de indikatorer som presenteras här är att man också relativt enkelt ska kunna

göra framtida uppföljningar för att se den fortsatta utvecklingen inom sektorn. Förutsättningar och kompetens som då krävs är kunskap om input-output analys, livscykelanalys och tillgång till data från miljöräkenskaperna. Det grundläggande tillvägagångssättet beskrivs utförligt i Toller et al. (2009). I föreliggande rapport ligger fokus på att beskriva de delar i metodiken som utvecklats vidare, framför allt särskiljningen av anläggningsdelen och beräkning av uppvärmningen.

Urvalet av indikatorer baseras på tidigare resultat över vilka miljöaspekter som är mest betydelsefulla (Toller et al. 2009). Detta kan behövas över vid framtida användning av metoden, åtminstone med fem- till tioårsintervall eller vid större förändringar. När det gäller bidraget från väg och järnväg kan även de beräkningarna uppdateras relativt lätt med aktuell statistik för vägnät och spårlängd. Dock bygger sammanställningen på LCA-resultat från tidigare studier och en uppdatering av dessa resultat skulle vara önskvärd men har inte rymts inom ramen för detta projekt.

### 4.3. Diskussion om metodiken

Resultaten indikerar betydelsen av ett livscykelperspektiv. De trender som finns i resultaten härrör från olika delar av livscykeln. Utsläpp av växthusgaser har till exempel minskat från uppvärmning samtidigt som de ökat från andra faser. Om man har ett snävt systemperspektiv riskerar man att missa viktiga förändringar och man riskerar att göra felprioriteringar när det gäller miljöförbättrande åtgärder.

De indikatorer som tagits fram speglar den miljöpåverkan som bygg- och fastighetssektorn ger upphov till årligen, utan att ta hänsyn till exempelvis konjunkturen. Eftersom bygg- och fastighetssektorn är en stor och viktig del av Sveriges ekonomi kommer den också att påverkas av konjunktursvängningar inom branschen. Det är därför troligt att en del av de förändringar vi kan se i tidsserierna beror på konjunktursvängningar. Det är dock inte något vi har analyserat. Beräkningsmetodiken är däremot relativt robust för ekonomiska svängningar. Även klimatet är något som kan tänkas påverka resultaten. Det skulle kunna vara intressant att utveckla kompletterande indikatorer som frikopplar från konjunktur och klimat.

En specifik fråga som rests i diskussionen kring det tidigare projektet var vad som händer vid förändringar av priser vid konstant volym, respektive vad som händer vid förändringar av volym vid konstanta priser. För att besvara den behöver man förstå lite mer om hur miljöräkenskaperna och input-output analysen fungerar. För den nationella utsläppsstatistiken samlar SCB in information om utsläpp från en mängd olika aktörer. Det görs genom enkäter och beräkningar. Dessa sammanställs sedan som Sveriges totala utsläpp. Inom miljöräkenskaperna branschfördelas dessa så att man ser vilka utsläpp som kommer direkt från vilken bransch. Inom nationalräkenskaperna sammanställs den ekonomiska statistiken för Sverige. Även denna branschfördelas så att vi exempelvis vet vad produktionsvärdet är för olika varor som säljs från olika branscher. Om man delar utsläpp med produktionsvärdet så får man en utsläppsintensitet. När man sedan med hjälp av input-output analyser beräknar hur mycket utsläpp som har genererats från en viss bransch för att producera en annan

vara så multiplicerar man värdet av varan med utsläppsintensiteten och får då fram utsläppen för varan. Vad händer då om priset går upp samtidigt som produktionsvolymen är oförändrad? Om produktionsvolymen är oförändrad så är antagligen utsläppen oförändrade. Om värdet då stiger så innebär det att utsläppsintensiteten blir lägre. När vi sedan multiplicerar det högre priset med den lägre utsläppsintensiteten så blir resultatet i stort sett oförändrat. På motsvarande sätt kan man resonera om produktionsvolymen ökar men priset är oförändrat. Om produktionsvolymen ökar så ökar utsläppen totalt. Men om priset per vara är konstant så stiger det totala produktionsvärdet samtidigt. Det innebär att utsläppsintensiteten är i stort sett oförändrad. Det innebär att när vi i beräkningarna multiplicerar priset för en vara (som ju är oförändrat) med utsläppsintensiteten (som också är i stort oförändrad) så blir det ungefär som resultatet som innan produktionsvolymen steg. Detta resonemang visar alltså att resultaten är relativt okänsliga för förändringar i priser. Däremot förändras de totala resultaten för sektorn i takt med att produktionen i sektorn förändras.



## 5. Referens

Birgisdottir, H., K. A. Pihl, et al. (2006) Environmental assessment of roads constructed with and without bottom ash from municipal solid waste incineration. *Transportation Research Part D* 11 (2006): 358-368.

Bouwman, M. E. and H. C. Moll (2002) Environmental analyses of land transportation systems in The Netherlands. *Transportation Research Part D* 7 (2002): 331-345.

Boverket (2009) Så mår våra hus – Redovisning av regeringsuppdrag beträffande byggnaders tekniska utformning m.m. Boverket, Karlskrona

ECPRD (2009) WP6 – Life cycles evaluation. Energy conservation in road pavement design, maintenance and utilisation, report Nov 2009.

Jonsson, D. K. (2005) Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter. Ett nationellt perspektiv samt fallstudier av Botniabanan och Södra Länken. Report FOI-R-157-SE from the Swedish Defence Research Agency, Stockholm.

Karlsson, R. and A. Carlson (2010) Estimation of energy consumption and carbon dioxide emissions during construction, maintenance and operation of roads. VTI, Linköping.

Lenzen, M. (1999) Total requirements of energy and greenhouse gases for Australian transport. *Transportation Research Part D* 4.

Miliutenko, S. (2009) Literature review – Assessment of energy use and greenhouse gas emissions generated by transport infrastructure. TRITA-INFRA-FMS 2009:8, KTH, Stockholm.

Mroueh, U.-M., P. Eskola, et al. (2000) Life cycle assessment of road construction. Helsinki, Finnish National Road Administration: 65.

Phillips, R. (2006) Air pollution associated with the construction of Swedish railways. Norrbotniabanan Case Study. Banverket Norra Banregionen, Luleå.

SIKA Statistik (2009) SIKAs Basfakta 2008, övergripande statistik om transportsektorn. SIKAs Statistik 2009:28, Statens institut för kommunikationsanalys.

SOU (2000) Framtidens miljö – allas vårt ansvar. Betänkande från miljömålskommittén. SOU 2000:52.

Statistiska Centralbyrån (2003) SNI 2002, Standard för svensk näringsgrensindelning. MIS 2003:2, Meddelanden i samordningsfrågor för Sveriges officiella statistik. Statistiska Centralbyrån, Örebro.

Stripple, H. (2001) Life cycle assessment of road, a pilot study for inventory analysis. IVL report B1210E.

Stripple, H. and M. Erlandsson (2004) Methods and Possibilities for Application of Life Cycle Assessment in Strategic Environmental Assessment of Transport Infrastructures. IVL report B1661.

Stripple, H. and Uppenberg, S. (2010) Life cycle assessment of railways and rail transports. IVL Report B1943.

Toller, S., Wadeskog, A., Finnveden, G. Malmqvist, T. och Carlsson, A. (2009) Bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan. Boverket, Karlskrona.

Toller, S., Wadeskog, A., Finnveden, G., Malmqvist, T. and Carlsson, A. (2010) Environmental Impacts of the Swedish Building and Real Estate Management Sectors. Journal of Industrial Ecology, Accepted for publication.

Zhang, H., Keoleian, G.A. and Lepech, M.D. (2008) An integrated life cycle assessment and life cycle analysis model for pavement overlay systems. Life-Cycle Civil Engineering – Biondini & Frangopol (eds). Taylor & Francis Group, London.

#### **Personlig kommunikation**

Kanlén, F. (2010) e-post 16 nov angående data från miljöräkenskaperna för emissionsfaktorer för diesel och eldningsolja, Fredrik Kanlén, Miljöräkenskaper och naturresurser, Statistiska centralbyrån, Stockholm.

Nilsson, L. (2010), e-post 9 nov angående användning av el för uppvärmning. Lars Nilsson, Analysavdelningen, Energimyndigheten.

Novén, M. (2010), e-post 15 okt angående spårstatistik. Maria Novén, Väg och järnvägsinformation, Trafikverket, Borlänge.





I rapporten "Miljöindikatorer för bygg- och fastighetssektorn 1993 - 2007" redovisas ett antal indikatorer för att kunna följa sektorns miljöpåverkan. Bland annat redovisas att utsläppen av växthusgaser från uppvärmning av byggnader har minskat kraftigt från 1993 fram till 2007. Andra indikatorer är utsläpp av växthusgaser, kväveoxider, partiklar samt generering av avfall och användningen av hälsofarliga kemiska produkter.

Rapporten bygger på befintlig statistik inom de svenska miljöräkenskaperna på SCB. Metoden är framtagen på Kungliga tekniska högskolan. I denna rapport har man utvecklat metoden som togs fram i rapporten "Bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan" från 2009.

Resultat från denna rapport och från föregångaren talar för betydelsen att använda ett livscykelperspektiv vid sektorsvisa miljöuppföljningar.



**Boverket**

Myndigheten för samhällsplanering,  
byggande och boende

Box 534, 371 23 Karlskrona  
Besök: Drottninggatan 18  
Telefon: 0455-35 30 00  
Webbplats: [www.boverket.se](http://www.boverket.se)



Miljömålsprojekt