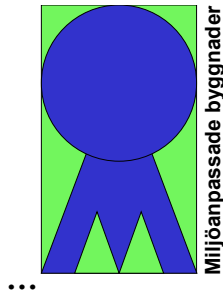




rapport

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

Miljöanpassade byggnader: Specifika regler för bedömning av byggnader i ett livscykelperspektiv



Martin Erlandsson, IVL Svenska Miljöinstitutet
B 1508
April, 2003



IVL

Organisation/Organization IVL Svenska Miljöinstitutet AB IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd.	RAPPORTSAMMANFATTNING Report Summary Projekttitel/Project title
Adress/address Box 21060 100 31 Stockholm	Anslagsgivare för projektet/ Project sponsor FORMAS, Industrins Byggmaterialgrupp, Naturvårdverket, SBUF.
Telefonnr/Telephone 08-598 563 00	
Rapportförfattare/author Martin Erlandsson	
Rapportens titel och undertitel/Title and subtitle of the report Miljöanpassade byggnader: Specifika regler för bedömning av byggnader i ett livscykelperspektiv	
Sammanfattning/Summary <p>Skriften vänder sig till den som ansvarar för framtagande objektsanpassade funktionskrav och miljöklassificering, samt verifiering av att funktionskraven uppfylls i projekteringskedet och den färdiga byggnaden. Skrift är också intressant för den materialproducent, entreprenör, beställare/byggherre, förvaltare mm som vill få en större insikt om de bakomliggande metoderna och antagande som gjort.</p> <p>Systemet ”<i>Miljöanpassade byggnader</i>” beskriver hur miljörelaterade funktionskrav och därtill kopplat klassificeringssystem kan ställas och användas i bygg- och förvaltningsprocessen. Ett viktigt syfte med systemet är att precisera och underlätta byggherrens roll som kravställare och ge en vägledning för hur miljökraven kan följas upp i byggprocessens olika skeden samt i den färdiga byggnaden.</p>	
Nyckelord samt ev. anknytning till geografiskt område eller näringsgren/Keywords Bedömningssystem, energianvändning, funktionskrav, hållbart byggande, klassificeringssystem, livscykelanalys (LCA), hållbar design, miljöanpassat byggande, miljö kvalitetsmål.	
Bibliografiska uppgifter/Bibliographic data IVL Rapport/report B 1508	
Beställningsadress för rapporten/Ordering address IVL, Box 210 60, 100 31 Stockholm, fax 08-598 563 90 eller via www.ivl.se/rapporter	

Innehåll

FÖRORD	3
1 INTRODUKTION	5
1.1 Syfte och avgränsning	5
1.2 Inbördes gällande ordning mellan kravställande dokument	5
2 BYGGNADEN I ETT LIVSCYKELPERSPEKTIV – ETT DYNAMISKT SYSTEM MED DELSYSTEM	7
2.1 Specificeringar av ISO 14040-serien	8
3 PÅVERKANSKRAV	9
3.1 Inventeringsmetodik	9
3.1.1 Funktionell enhet	9
3.1.2 Val av metodik beroende på studiens syfte	10
3.1.3 Marginalbetraktelse för mediaförsörjning (svår rubrik)	12
3.1.4 Marginalbetraktelse av byggnadens restflöden	13
3.1.5 Allokeringsregler vid materialåtervinning	13
3.2 Indikatorer för miljöpåverkan	14
3.3 Delsystemens omfattning	14
3.3.1 En byggnads två livscykelperspektiv	14
3.3.2 Inventeringens indelning av varor och tjänster	15
3.3.3 Inventeringens indelning av restprodukter	16
3.4 Redovisningskrav	17
3.4.1 Redovisning av objektspecifika metodval	17
3.4.2 Nyckeltal för datakvalitet på inventeringsdata	18
3.5 Rekommendationer för verifiering av påverkanskrav	21
4 EGENSKAPSKRAV	22
4.1 Byggnadskonstruktionen	22
4.1.1 Innemiljöföreningar	22
4.1.2 Övrigt	22
4.2 Uppvärmnings, kyl-, ventilationssystem fastighetsel	22
4.2.1 Värmebehov	22
4.2.2 Normalårskorrigerering	23
4.2.3 Verifiering	23
4.3 Vattenförsörjning	23

4.4	Avloppshantering	23
4.5	Verksamhetsavfall	23
5	RESURSBEHOVSKRAV	24
5.1	Primär energi	24
6	REFERENSER	25
7	APPENDIX: MILJÖKLASSER FÖR ENERGI OCH VERIFIERING AV EKOLOGISK HÅLLBARHET I FÖRHÅLLANDE TILL MILJÖKVALITETSMÅLEN ERLANDSSON M LEVIN P, NOVEMBER 2002	27
7.1	Syfte	27
7.2	Bearbetningar av officiell statistik	28
7.3	Resulteraende genomsnittligt värmebehov	29
7.4	Sammanställning över genomsnittlig byggnadsprestanda och krav vid nybyggnad	30
7.5	Överensstämmelse mellan bearbetad statistik och värmebehovsberäkningar	33
7.6	Framtagande av värmebehov för Miljöklass C – Acceptabelt	36
7.7	Sammanställning av miljökrav	39
7.8	Slutsatser	40

Förord

Miljöbedömningar och möjligheten att enkelt kunna ställa relevanta miljökrav måste ske på marknadsmässiga villkor. Systemet ”Miljöanpassade byggnader” utgår ifrån ett livscykelperspektiv, där såväl kvalitativa som kvantitativa krav kan ställas. Systemets analytiska del utgår från en vetenskapligt robust miljöbedömningsmetod som baseras på de nationella miljökvalitetsmålen. Utifrån denna metod har olika miljöklasser tagits fram som gör systemet enkelt att använda för byggherrar. Miljöklasserna beskriver olika ambitionsnivåer på miljökraven, vilka i sin tur är en direkt återkoppling till de dialogprojekt och branschöverenskommelser som nu finns framme i bygg- och fastighetssektorn. På så sätt kan den som använder systemets miljöklasser säga att:

genom att tillämpa systemets miljöklass A – Hållbart ställd som ett funktionskrav, kommer såväl sektorns miljöåtagande som de nationella miljömålen som omfattas att realiseras.

Miljöklasserna är dessutom utformade så att de kan användas för klassificering av byggnader från miljösynpunkt, vilket bland annat omfattar energiklassning.

Systemet finns beskrivet i följande skrifter:

- *Användarhandbok för funktionskrav och klassificering (föreliggande skrift, riktad till beställaren av ett byggprojekt).*
- *Generella inventeringsregler för produkter och processer – i syfte att erhålla naturvetenskapligt adderbara miljödata med hänsyn till krav i ISO 14041.*
- *Specifika regler för bedömning av byggnader i ett livscykelperspektiv.*

Systemets rapporter (enligt ovan) har skickats på öppen remiss under november till december 2002.

I projektet har två utredningsprojekt löpt parallellt. Dessa projekt har avrapporterats separat och behövs inte för att använda systemet ”Funktionskrav för miljöanpassade byggnader”, utan skall ses som komplement. Följande avrapporteringar finns tillgängliga från dessa två utredningsprojekt.

- *Funktionskrav för miljöanpassade byggnader — med utgångspunkt från en hållbar realvision och individens tillgängliga miljöutrymme.* M Erlandsson, IVL Svenska Miljöinstitutet, Rapport Nr B 1430, september 2002.
- *Samband mellan brukarkrav på innemiljö och andra miljökrav.* P-O Carlson och M Hult, Scandiaconsult, Rapport B 1502, Stockholm 2002.

Vidare har, inom projektets ram, följande vetenskapliga artiklar publicerats:

- *Generic LCA-methodology applicable for buildings, constructions and operation services – today practice and development needs.* Erlandsson, M and Borg, M. Journal of Building and the Environment, accepted for publication 2003.
- *On the possibilities communicate results from impact assessment in an LCA disclosed to public.* Erlandsson M, Lindfors L-G, International Journal of LCA, 8 (2) 65-73 (2003).
- *A system for sustainable design by performance requirements and environmental classification. Part 1: Introduction to the framework.* M Erlandsson, IVL Environmental Research Institute, submitted manuscript, April 2003.
- *A System for Sustainable Design by Performance Requirements and Environmental Classification. Part 2: A case study on the life-supporting service living under Swedish conditions.* M Erlandsson, IVL Environmental Research Institute, submitted manuscript, April 2003.

1 Introduktion

1.1 Syfte och avgränsning

Skriften vänder sig till den som ansvarar för framtagande av objektsanpassade funktionskrav och miljöklassificering av byggnader, samt verifiering av att funktionskraven uppfylls i projekteringsskedet och den färdiga byggnaden. Skriften är också intressant för den materialproducent, entreprenör, beställare/byggherre, förvaltare mm som vill få en större insikt om de bakomliggande metoderna och antaganden som gjorts vid framtagande av miljöklasserna.

I skriften finns ett särskilt Appendix (Erlandsson & Levin 2002) där gjorda antaganden och det färdiga resultatet från framtagande av energirelaterade underlagsdata för miljöklassificeringssystemet redovisas. Dessa beräkningar redovisas även i syfte att visa på att hur miljöklassificeringssystemet hänger samman med sektorns miljömål och de nationella miljö kvalitetsmålen.

I föreliggande version av systemet ”Miljöanpassade byggnader” hanteras följande delsystem; byggnadskonstruktionen, uppvärmningen, kyl- och ventilationssystem, verksamhetsel och vattenförsörjning. Resursbehovskrav hanteras för närvarande endast som primär energi. Systemets metodik gör det möjligt för användaren av systemet att specificera inventeringens omfattning efter eget behov. Av den anledningen har ett generellt redovisningsformat tagits fram i denna skift.

I systemet har bristande metodik identifierats för hur olika krav skall kunna följas upp och verifieras, vilket även gäller energibehov. Detta problemområde kräver dels ny forskning som kostnadseffektiva mätstrategier, vilket bör komplettera det system som tas fram i framtiden.

1.2 Inbördes gällande ordning mellan kravställande dokument

De byggnadsspecifika reglerna är uppdelade efter de olika kravtyper som identifierats, dvs påverkanskrav, resursbehovskrav och egenskapskrav. Den hierarkiska ordning som gäller för de kravställande dokumenten som bildar grunden för metodvalen i systemet Miljöanpassade Byggnader är:

PÅVERKANSKRAV – LCA beräkningar:

1. Kapitel 3 i föreligganderapport, därefter
2. Generella inventeringsregler för produkter och processer – i syfte att erhålla naturvetenskapligt adderbara miljödata med hänsyn till krav i ISO 14041

3. ISO 14040-43

4. ISO TR 14025

EGENSKAPSKRAV - Energiberäkningar:

1. Kapitel 4 i föreligganderapport, därefter

2. BBR

3. EN 832

4. MEBY (Stockholm Stad 2002)

RESURSBEOHVS KRAV - Energiberäkningar:

1. Kapitel 5 i föreliggande rapport, därefter

2. Andra aktuella referenser.

2 Byggnaden i ett livscykelperspektiv – ett dynamiskt system med delsystem

I systemet Miljöanpassade byggnader betraktas byggnaden som ett system som kan delas in ett antal delsystem. Sex delsystem har identifierats utifrån ett internationellt arbete av CIB (International Council for Research and Innovation in Building Construction, 1997), vilka väl följer Kretsloppsrådets miljöutredning ”Byggsektorns betydande miljöaspekter” (BYKR 2000). Delsystemens omfattning finns beskrivna i Tabell 1.

Tabell 1 Benämning och övergripande definitioner av de sex byggnadssystemen för vilka miljökraven ställs.

Delsystem i byggnaden	Definition
1. Byggnadskonstruktionen	<i>Den fysiska byggnaden och innemiljön, d.v.s. den fysiska byggnaden bestående av det färdiga rummet och alla material innanför och på klimatskärmen inklusive bottenbjälklag men exklusive underbyggnad. Det vill säga inklusive material i de system som finns i byggnaden enligt nedan och med hänsyn tagen till spill.</i>
System i byggnaden:	<i>Byggnadens medieanvändning, d.v.s. flöden som tillförs byggnaden, till den del den påverkas av i byggnadsutformningen, givet en viss användning</i>
2. Uppvärmnings, kyl- och ventilationssystem	Energianvändning, t ex fjärrvärme, olja, el, driftel m.m. för värme, kyla och ventilation
3. Verksamhetsel	Elanvändningen i verksamheten, dvs el som använts av hyresgästen eller en brukares verksamhet.
4. Vattenförsörjning	Vattenanvändningen för fastigheten och verksamheten, såväl kallt som varmt, (d.v.s. inklusive uppvärmning av varmvatten).
5. Avloppshantering	Avloppsvatten från fastigheten och verksamheten
6. Verksamhetsavfall	Avfall från drift och brukande av fastigheten

Delsystemen kan i sin tur delas upp i underliggande (fysiska) byggdelar. Byggnadskonstruktionen kan exempelvis delas upp enligt BSAB¹.

2.1 Specifiseringar av ISO 14040-serien

Att analysera miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv innebär att inte bara den direkta miljöpåverkan som uppstår vid uppförandet av byggnaden beaktas, utan även den miljöpåverkan som de resurser som tillförs byggnaden och som uppstår vid byggnadens brukande beaktas. Ett ramverk som beskriver metodiken och användningen av livscykelanalyser (LCA) finns beskrivet i ISO standarderna inom 14040-serien.

Utifrån ISO 14040-serien behöver ytterligare specifiseringar göras (förklara varför). I föreliggande system för byggnader är specifisering av 14040-serien indelad i två steg, vilka motsvarar skrifterna enligt nedan:

- Generella regler för att erhålla adderbara och naturvetenskapligt baserade miljödata för produkter och processer – anpassade efter ISO 14040-serien.
- Specifika regler för bedömning av byggnader i ett livscykelperspektiv.

Systemet Miljöanpassade byggnader ger användaren ett antal valmöjligheter; dels val vad avser systemgränser för byggnadens livscykel, dels val av inventeringens omfattning. Detta medför att såväl en nyproduktion, som om- eller tillbyggnad och en statusbeskrivning av en byggnad kan utföras baserat på samma bakomliggande metodik som beskrivs i denna rapport. Det är således upp till användaren av systemet att bestämma aktuella metodval på en övergripande nivå som på så sätt ger ett korrekt resultat och ett beslutsunderlag.

¹ BSAB är förkortningen för Byggandets Samordning AB. Idag står BSAB för bygg- och fastighetssektorns gemensamma "språk" och bas för informationsstruktur. Se vidare på <http://www.bsab.byggjanst.se/>.

3 Påverkanskrav

3.1 Inventeringsmetodik

Nedan återges regler som införs i syfte att få främst gällande ISO standarder inom 14040-serien anpassade för de specifika förutsättningar som gäller i systemet "Funktionskrav för hållbara byggnader". Användaren av reglerna förutsätts således vara bekant med såväl ISO standarden som skriften "Generella inventeringsregler för produkter och processer – i syfte att erbjuda naturvetenskapligt adderbara miljödata med hänsyn till krav i ISO 14041".

3.1.1 Funktionell enhet

För att uppnå en viss form av jämförbarhet används en så kallad *funktionell enhet*. I detta systemet används den funktionella enheten kompletterande med en minsta dimensionerande funktionell prestanda som antas gälla vid projekteringen av en byggnad, se Tabell 2 och 3.

Tabell 2 Funktionell enhet och lägsta dimensionerande prestanda i projekteringen per delsystem.

Delsystem	Redovisningsenhet dvs miljöpåverkan per,	Minsta dimensionerande prestanda i projekteringen
1) Byggnadskonstruktionen	m ² bruksarea (BRA) och år	enligt Tabell 3
2) Uppvärmnings, kyl- och ventilationssystem	m ² bruksarea (BRA) och år	enligt Tabell 3
3) Verksamhetsel	m ² bruksarea (BRA) och år	inga prestandakrav erfordras
4) Vattenförsörjning	m ² bruksarea (BRA) och år	inga prestandakrav erfordras
5) Avloppshantering	m ² bruksarea (BRA) och år	inga prestandakrav framtagna
6) Verksamhetsavfall	m ² bruksarea (BRA) och år	inga prestandakrav framtagna

Tabell 3 Minsta antagna prestandakrav som skall tillämpas vid projekteringen

Parameter	småhus	flerbostadshus	Lokaler (genomsnitt)
Innetemperatur, °C	20,9	22,2	22,2
Infiltration (50 Pa-värde enl. BBR)	0,8	0,8	1,6
Ventilation,			
l/s	43	28	0,35
l/m ² s	0,35	0,35	0,35
Omslutningsarea per ”enhet”, m ²	405	136	1,8
U _m värde*	0,23	0,28	0,34

3.1.2 Val av metodik beroende på studiens syfte

En LCA kan utföras i syfte att beskriva,

1. en produkts samlade miljöpåverkan som del i ett holistisk system där all miljöpåverkan skall bokföras på någon process – här benämnt **absolut systembeskrivning**².
2. den ”specifika” konsekvensen som sker vid en förändrad produktion av en produkt – här benämnt **systembeskrivning med marginalbetraktelse**.

Det första fallet kännetecknas av att den summerade konsumtionen av alla produkter i hela världen och dess miljöpåverkan motsvarar den globala miljöpåverkan.

Inventeringsdata i ett sådant system har förutsättningar att utföras så att produkternas inventeringsprofil är tidsmässigt och geografiskt korrekt. Denna princip skall därför tillämpas i systemet ”Funktionskrav för miljöanpassade byggnader” för;

- underliggande inventeringsdata
- vid sammanställningar av den samlade miljöpåverkan från sektorer, nationer mm.

För det andra syftet som beskrivs ovan, dvs vid en marginalbetraktelse vid en förändring, är det relevant att tillämpa systemutvidgning på sådana system i byggprocessen som sker under driften, dvs mediaförsörjningen. Dessa flöden är hela tiden möjliga att förändra. Sådana mediaflöden som tillförs byggnaden under driftsskedet som kommer från en så kallad marginalmarknad kommer således att

² Absolut syftar på att all miljöpåverkan bokförs ”helt och hållet”/”ovillkorligen” på de produkter som uppstår i ett processteg.

betraktas med systemutvidgning för att kunna belysa konsekvenserna av ett medialval (ex val av värme och kyla). Principen med marginaltänkande skall därför tillämpas i systemet ”Miljöanpassade byggnader” för;

- mediaförsörjning vid framtagande av miljöklasserna och således i miljöklassificeringssystemet.³

Notera att miljöpåverkan för andra delar i systemet inte tillämpar systemutvidgning (dvs motsvarar termen *background processes*). Ett illustrativt exempel på en konsekvens vid tillämpning av marginalbetraktelse är bedömningen av så kallad miljömärkt el (vilken inte påverkar byggnadens miljöprestanda). Fördelen vid tillämpning av marginalbetraktelse är därför att systemet gynnar ett intressant alternativ i ett längre tidsperspektiv, dvs att minska elanvändningen, vilket är eftersträvansvärt i ett nationellt klassificeringssystem. Det är med andra ord inte möjligt att kompensera en byggnad med ett högt värmebehov genom att köpa miljömärkt el (m.a.p. påverkanskrav eller resursbehovskrav), vars miljöpåverkan är relativt sett låg. På så sätt överensstämmer metodvalet med syftet med ett miljöklassificeringssystem, dvs att stödja kortsiktiga beslut som gynnar miljön i ett längre tidsperspektiv.

Marginaleffekten som beaktas omfattar förändringar inom ramen för nuvarande infrastruktur och förutsätter att tillgängliga alternativ finns på marknadsmässiga villkor. Vidare beaktas inte marginaleffekter inom en energiproducerande anläggning, utan uteslutande på den marknad den verkar. I en fungerande marknadsekonomi kommer den billigaste källan att användas för den på marginalen ökade eller minskade produktionen.

³ Vänligen skilj alltid på en deklARATION och klassificering. Gällande praxis för miljövarudeklARATIONER är att tillämpa **absolut systembeskrivning**, då denna skall användas för att beskriva kontinuerliga förbättringar och är att jämföras med underlagsdata där all miljöpåverkan skall stämma med vad som årligen släpps ut. Det föreslagna klassificeringssystemet däremot är ämnad att klassificera byggnaden inklusive dess drift och konsekvenser kopplade till de val som faktiskt är tillgängliga under byggnadens drift, varför en **systembeskrivning med marginalbetraktelse** är det korrekta valet.

3.1.3 Marginalbetraktelse för mediaförsörjning (svår rubrik)

Det är inte alltid lätt att bedöma vilken produktionsteknologi som återfinns på marginalen. För att hindra att systemet därför missbrukas har möjligheten att fritt välja produktionsteknologi på marginalen reglerats enligt de anvisningar som återges i Tabell 4.

Tabell 4 Beskrivning av mediaförsörjning och normativt val av marginalteknologin.

Inflöde till byggnaden	Geografisk beroende	Beskrivning av marginalteknologin
Värme – alternativ A: ”En leverantör”	lokalt varierande	Antag att inget val kan göras varför fjärrvärme inte antas utgöra en marginalmarknad enligt de krav som anges ovan. I detta fall används således årsbaserade data från aktuell producent.
Värme – alternativ B: ”flera leverantörer fysiskt anslutna”	lokalt varierande	För fastigheter som är anslutna till större sammankopplade system eller med en fysisk kontinuerlig valmöjlighet av mer än en värmeleverantör bedöms en marginalmarknad föreligga. I detta fall antas olja vara det bränsle som återfinns på marginalen, med undantaget om olja inte finns i det specifika systemet, då särskild utredning måste göras. Specifika korrigeringar skall göras så att emissionsdata återspeglar aktuell verkningsgrad, rening mm som återfinns hos den aktuella producenten.
Elektricitet	generellt nordeuropeiskt system	Kolkondens, 40% verkningsgrad.

3.1.4 Marginalbetraktelse av byggnadens restflöden

I systemet återfinns två delsystem (Avloppshantering och Verksamhetsavfall) som kan förknippas med en marginalmarknad för restflöden ut från byggnaden enligt definitionen ovan. Eftersom dessa delsystem för närvarande inte ingår i systemet så har inga beskrivningar gjorts av marginalteknologin, se Tabell 5.

Tabell 5 Beskrivning av restflöden från byggnaden och dess brukande samt normativt val av marginalprocess för nedströms processer (dvs aktiviteter som sker efter det att flödet lämnat byggnaden).

Utflöde från byggnaden	Geografisk beroende	Beskrivning av marginalteknologin
Avlopp	generellt kommunalt system alternativt lokalt	—
Driftsavfall	lokalt varierande	—

3.1.5 Allokeringsregler vid materialåtervinning

Inventeringen resulterar i en sammanställning av *returmateriäl* (återvinningsmaterial). Returmateriäl är ett samlingsnamn för alla materialflöden som tillförs materialpoolen. Dessa materialflöden består antingen av uttjänta produkter eller av nya produkter som använt uttjänt material från samhällets materialpool. I en LCA kan materialåtervinning (*open loop recycling*) i princip hanteras enligt följande tre principer:

1. Ingen miljöpåverkan tillförs detta flöde i inventeringen utan flödet betraktas som en avgränsning (cut off allocation⁴), vilket gör att det inte heller beaktas i miljöpåverkansbedömningen.
2. I inventeringen bokförs flödet som ett returmaterial. Detta flödes miljöpåverkan hanteras sedan i den därpå följande miljöpåverkansbedömningen.
3. Returmaterialet tilldelas ett värde i inventeringen genom att olika allokeringsprocedurer tillämpas (dvs fördelning av miljöpåverkan mellan nya och de gamla produkterna). Inga separata karakteriseringsfaktorer behöver då (eller kan) tillämpas för returmaterial i den därpå följande miljöpåverkansbedömningen.

⁴ Notera dock att dessa flöden skall bokföras i inventeringen och redovisas i inventeringsprofilen, till skillnad ex mot Miljöstyrningsrådets regler (MSR 1999:2) eller Nordic Guidelines on Life-Cycle Assessment (Nord 1995:5).

I systemet ”Funktionskrav för miljöanpassade byggnader” skall princip 2 tillämpas då den ger ett mer transparent beslutsunderlag och flyttar denna subjektiva hantering av materialåtervinning från inventeringen till en miljöbedömningsmetod. På så sätt erhålls också ett mer flexibelt inventeringssystem som kan användas i kombination med flera olika miljöbedömningsmetoder. Se även under ”Indikatorer för miljöpåverkan”.

3.2 Indikatorer för miljöpåverkan

Normaliserade miljöpåverkanskategorier som utgår från de nationella miljökvalietsmålen Erlandsson (2003). Denna normaliseringsmetod skall tillämpas i redovisningen av byggnadens delsystems miljöprestanda. De miljöpåverkanskategorier som idag omfattas är;

- Klimatpåverkan
- Ozonnedbrytning
- Övergödning
- Försurning
- Marknära ozon
- Humantoxicitet
- Ecotoxicitet

I dagsläget saknas främst ett index för att bedöma resurskonsumtion, varför systemet för närvarande valt att redovisa termen primär energi, vilken beskrivs i skriften ”Generella inventeringsregler för produkter och processer – i syfte att erhålla naturvetenskapligt adderbara miljödata med hänsyn till krav i ISO 14041”.

3.3 Delsystemens omfattning

3.3.1 En byggnads två livscykelperspektiv

Generellt sett kan alla långlivade produkter delas in i ett produktionsskede följt av ett förvaltningsskede och slutligen ett avvecklingsskede. Långlivade produkter såsom byggnader kan dessutom byggas om och till, vilket gör att byggnaden egentligen mer är att likna vid ett föränderligt system, som ständigt anpassas för att fylla nya krav och behov. I det system för miljökrav som beskrivs här är just livscykelperspektivet viktigt för att få en rättvis beskrivning av miljöpåverkan. Det är därför värt att notera att utöver byggnadens livscykel (livstid), så betraktas alla varor, tjänster och restprodukter som används under alla livscykelskedan i ett livscykelperspektiv, se Bild 1.

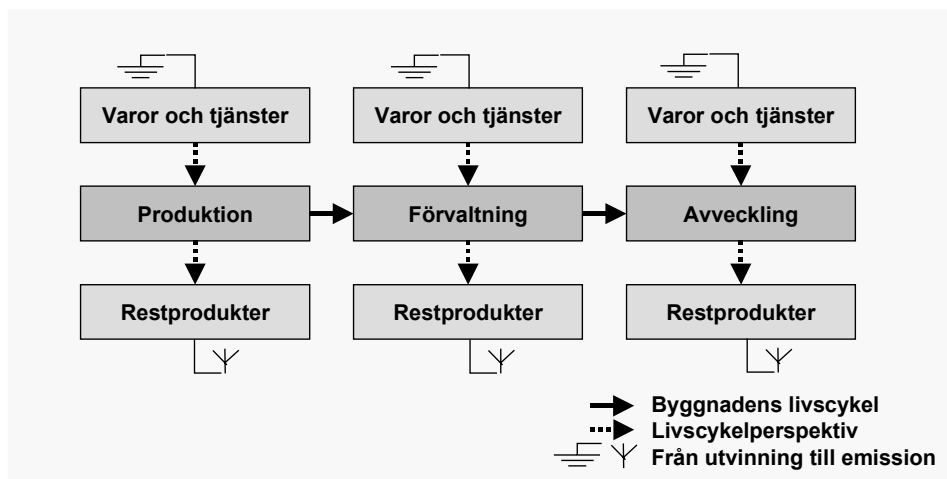


Bild 1 Varor och tjänster används i en byggnads alla livscykelkedan, produktion, förvaltning och avveckling.

Denna indelning av livscykeln i tre skeden utgör också en redovisningsgrund i den inventering som görs för varje studerad byggnad. Alla varor och tjänster förutsätts i princip inventeras från ”vaggan”, d.v.s. från jorden eller samhällets materialpool av återvunna resurser.

3.3.2 Inventeringens indelning av varor och tjänster

Inventeringen för en byggnad omfattar ett antal fördefinierade varor och tjänster enligt Bild 2. Precis som för byggnadens fördefinierade livscykelkedan utgör dessa samtidigt bas för redovisningen av såväl inventeringens omfattning som det beräknade resultatet. På så sätt erhålls ett enhetligt sätt att utföra en inventering av både en ny, befintlig byggnad eller en byggnad som skall byggas om eller till.

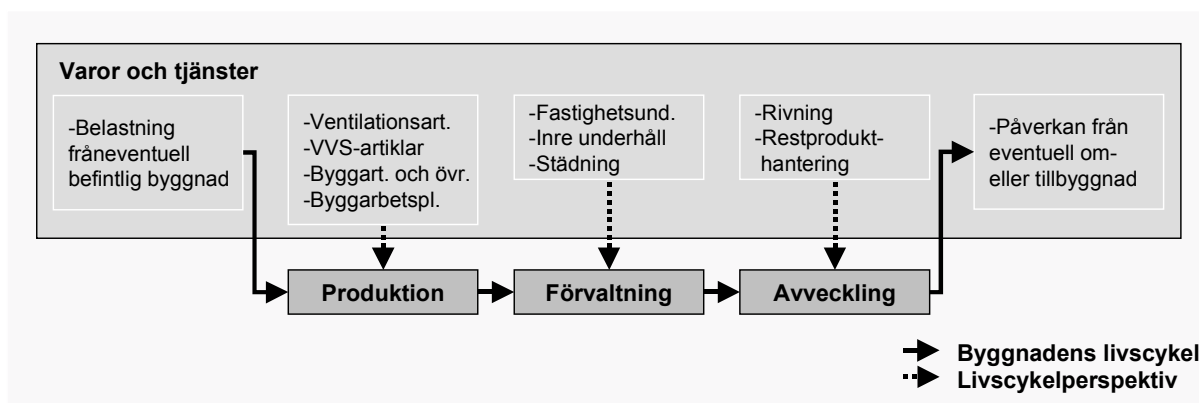


Bild 2 Indelning av de varor och tjänster som används under byggnadens livscykelkedan, samt möjlighet att beakta historiska och framtida livscykelkedan.

Notera att det inte finns några fördefinierade krav i systemet att en inventering måste innehålla vissa varor och tjänster. Däremot när systemets definierade miljöklasser används, är det viktigt att använda samma omfattning som tillämpats i den aktuella

miljöklassen. Annars kommer systemgränserna skilja, vilket gör att jämförbarheten minskar eller försvinner helt.

3.3.3 Inventeringens indelning av restprodukter

På samma sätt som inventeringen är indelad i ett antal fördefinierade varor och tjänster, så har restprodukter från alla livscykelkedan delats in i tre enhetliga grupper för varje livscykelkedan, se Bild 3. Dessutom finns samma möjlighet som ovan att beakta en ny, befintlig byggnad eller en byggnad som skall byggas om eller till.

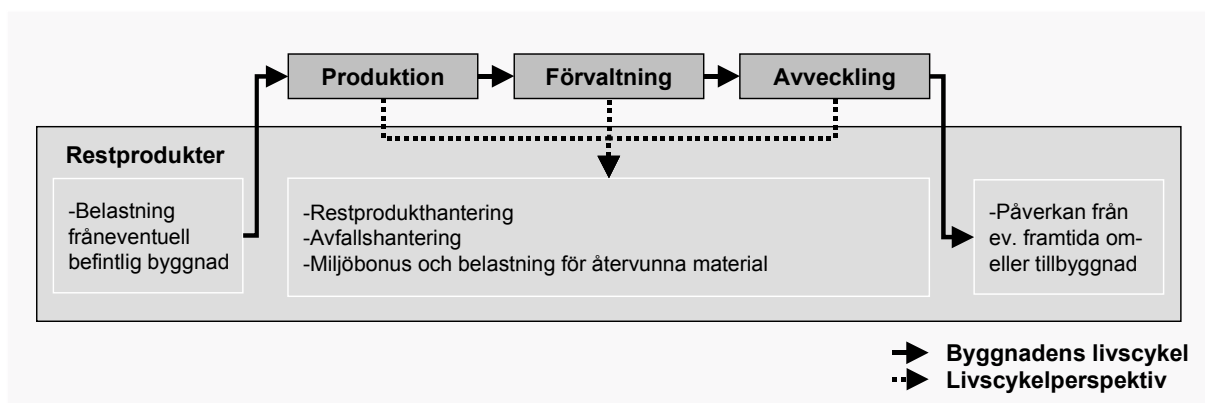


Bild 3 Indelning av de restprodukter som uppstår under byggnadens livscykelkedan, samt möjlighet att beakta historisk och framtida livscykelkedan.

Restprodukthantering är ett processteg i sig som resulterar i att ingående material återanvänds, d.v.s. blir en så kallad returprodukt, eller att ingen vill använda materialet vilket gör att det blir ett avfall som måste tas om hand på ett betryggande sätt.

3.4 Redovisningskrav

3.4.1 Redovisning av objektspecifika metodval

Genom att inventeringen är strukturerad på ett enhetligt och modulärt sätt blir redovisningen av vad som ingår i en LCA-beräkning mycket enkel. Tabell 6 och 7 ger en bra illustration om vad den aktuella inventeringen omfattar.

Tabell 6 Avgränsningar i byggnadens livscykel. Grå fält indikerar den obligatoriska livscykel som används vid miljöklassificeringen, samt andra typer av tillämpningar. Kryssad ruta markerar gjort val, d.v.s. att rubricerat livscykelkedje ingår.

Generell typ av fallstudie:	Ev. befintlig byggnad	Produktion	Förvaltning	Avveckling	Ev. framtida om- eller tillbyggnad
Nyproduktion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Statusbeskrivning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Om- eller tillbyggnad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miljöklassificering, befintlig byggnad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miljöklassificering, nyproduktion	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fullständig livscykel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

När det gäller inventeringen finns ofta dataluckor. Detta gäller exempelvis städning, varför de flesta studier som utförs inom den närmaste framtiden inte klarar av att ”kryssa i rutan” för städning.

Tabell 7 Inventeringens omfattning uppdelad på byggnadens olika livscykelskedan. Kryssad ruta markerar att momentet ingår i inventeringen.

	Produktion	Förvaltning	Avveckling
Varor och tjänster	<input type="checkbox"/> Ventilationsartiklar	<input type="checkbox"/> Fastighetsunderhåll	<input type="checkbox"/> Rivning
	<input type="checkbox"/> VS-artiklar	<input type="checkbox"/> Inre underhåll	<input type="checkbox"/> Restprodukthantering
	<input type="checkbox"/> El-artiklar	<input type="checkbox"/> Fastighetsdrift	
	<input type="checkbox"/> Byggartiklar och övrigt	<input type="checkbox"/> Städning	
	<input type="checkbox"/> Byggarbetsplatsen		
Restprodukter	<input type="checkbox"/> Restprodukthantering	<input type="checkbox"/> Restprodukthantering	<input type="checkbox"/> Restprodukthantering
	<input type="checkbox"/> Avfallshantering	<input type="checkbox"/> Avfallshantering	<input type="checkbox"/> Avfallshantering
	<input type="checkbox"/> I inventeringen görs ingen kreditering för returprodukter och extra belastning för användning av återvunna material (utan detta hanteras i värderingsmetoden)		

Se exempel på hur tabellerna används i ”Användarhandboken för funktionskrav och klassificering” (kapitel 4).

I systemet finns det en principiell möjlighet att tilldela de returmaterial som återvinns en minskad miljöpåverkan, dvs returprodukten ges en ”bonus” och vid användning av sådant material tilldelas då konsekvent en ”belastning”⁵. I systemet Miljöanpassade byggnader är det istället det generella metodvalet att inte tilldela returprodukter, respektive användning av återvunna material något miljöbelastningsvärde alls vid inventeringen. Denna regel är enkel att tillämpa, se vidare under ”Allokeringsregler vid materialåtervinning”.

3.4.2 Nyckeltal för datakvalitet på inventeringsdata

Två viktiga nyckeltal för datakvaliteten är huruvida data är *specifika* för de produkter och tjänster som kan förknippas med ett byggnadssystem och val av *allokeringsbas*. Därför skall dessa två parametrar redovisas per delsystem i byggnaden. Två redovisningsprinciper tillämpas. Dels görs en indelning av miljöpåverkan i ett antal material som bidrar till miljöpåverkan (dvs tillämpning av ett ”assembly scenario” kommer att underlätta redovisningen), dels redovisas de processer som tillsammans beskriver hela delsystems miljöpåverkan (se Tabell 8 och 9).

⁵ Denna möjlighet skulle i princip kunnat ingå i de produktspecifika reglerna, men hade då inte gjort det möjligt för slutanvändaren att tillämpa någon miljömässig miljöbonus/-belastning av återvunna material.

Tabell 8 Redovisning av typ av andel specifika data samt allokeringsbas, med avseende på indelning av inventeringarnas system i de 9 mest betydande materialen, samt resterande material och eventuella processer. Denna redovisning skall tillämpas för delsystemet Byggnaden.

	Specify material	Specify if data is specific or general	Basis for allocation: M – mass E – economy O – other	GWP	Ozone depletion	Acidification	Ground level ozone	Eutrophication
Material no	[kg/FE]	spec/gen	M/E/O	[kg CO ₂ -eqv]	[kg CFC11-eqv]	[H ⁺ -eqv]	[kg C ₂ H ₂ -eqv]	[NO ₃ -eqv]
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
The rest of materials	-	Estimate in % ___% spec ___% gen	Estimate in % ___% M ___% E ___% O					
Processes and transports	-	Estimate in % ___% spec ___% gen	Estimate in % ___% M ___% E ___% O					
Sum:	-	-						

Tabell 9 Redovisning av typ av andel specifika data samt allokeringsbas, med avseende på indelning av inventeringarnas system i de 9 mest betydande processerna, samt en post för resterande processer. Denna redovisning skall tillämpas för alla delsystem utom Byggnaden.

	Specify material	Specify if data is specific or general	Basis for allocation: M – mass E – economy O – other	GWP	Ozone depletion	Acidification	Ground level ozone	Eutrophication
Material no	[kg/FE]	spec/gen	M/E/O	[kg CO2-eqv]	[kg CFC11-eqv]	[H+-eqv]	[kg C2H2-eqv]	[NO3-eqv]
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
The rest of processes	-	Estimate in % ___% spec ___% gen	Estimate in % ___% M ___% E ___% O					
Sum:	-	-						

3.5 Rekommendationer för verifiering av påverkanskrav

Till att börja med så kan olika strategier tillämpas av den som ställer miljökravet vad avser inventeringsdata till påverkanskrav. Kravställaren kan företrädesvis;

1. Anvisa att specifika data skall användas så långt som är möjligt
2. Anvisa en uppsättning av (generiska) LCI data som skall användas oavsett vilken leverantör som valts.

I de fall som faktiska specifika data används för att bedöma miljöpåverkan verifieras påverkanskravet genom att granska de specifika data som används så att de uppfyller regler som anvisats i systemet. Om beställaren redan anvisat generiska LCI data som skall användas så finns inga underlagsdata som behöver granskas. Oavsett vilken strategi som valts så måste delsystemens miljöpåverkan verifieras, vilket bestäms av vilka varor och tjänster som används. För att få en helhetsbild och för att prioritera granskningen av de genomförda LCA beräkningarna utgår granskningen från de förenklade tabeller som tagits fram i systemet Miljöanpassade byggnader dvs Tabell 8 och 9.

I dagsläget finns ingen officiell tredjepartsgranskning framtagen för detta system. Däremot kan den som önskar få en genomförd LCA för de olika delsystemen tredjepartsgranskad. Ett lämpligt alternativ är att använda Sirii-nätverkets kompetens och framtagna kvalitetsgranskningsrutiner (Erlandsson et al 2002) för så kallade A-data, se vidare på www.Sirii.org.

I de fall miljökrav ställs som ett informativt krav (vilket innebär att miljökravet inte är juridiskt bindande prestanda som skall uppfyllas och verifieras) så är en egendeclaration, dvs ej tredjepartsgranskad deklARATION det troligaste alternativet.

4 Egenskapskrav

4.1 Byggnadskonstruktionen

4.1.1 Innemiljöföroreningar

Innemiljöföroreningar indelas i ”allmänna” och ”nedbrytningbara ämnen”, där båda typerna omfattar halter i innemiljön. Inga ytterligare specificeringar hur dessa mätningar skall mätas har tagits fram i systemet, varför byggherre/beställaren om så önskar kan specificera detta ytterligare.

4.1.2 Övrigt

En sammanställning av byggvarudeklarationer enligt Byggsektorns Kretsloppsråds (BYKR 2000) mall skall redovisas enligt de krav som finns framtagna i branschen. Notera att detta även omfattar BYKR:s krav på innehållsdeklarationen på såväl kemiska produkter som byggvaror i allmänhet, samt specificering av kemikaliernas CAS nummer. Denna sammanställning måste för att vara komplett innehålla en resurssammanställning. För befintliga byggnader är det bara det sistnämnda kravet som är relevant. I ”Byggsektorns miljöprogram 2003”, som gäller som krav här, anges att det för minst 75% av byggmaterialen skall finnas en tillgänglig byggvarudeklaration enligt ovan. Detta har här tolkats (konservativt) så att minst 75 vikt-%, samt 75 volym-%, samt 75% av antalet använda artiklar skall finnas tillgängliga.

4.2 Uppvärmnings, kyl-, ventilationssystem fastighetsel

4.2.1 Värmebehov

Värmebehovet utgörs av den värme som byggnaden måste tillföras externt. Denna definition medför att värme som egentligen härrör ifrån solinstrålning, brukar-el (hushålls el och verksamhetsel), vattensystemet och brukarna i sig, minskar *energin till värmesystemet*. I detta system motsvarar detta definitionen av byggnadens *värmebehov*. På samma sätt kommer användningen av kyla i systemet påverka energibehovet till delsekretsen, och också denna delpost läggs till byggnadens *värmebehov*.

För att i projekteringsskedet erhålla ett bedömt värmebehov som är så nära det faktiska som möjligt så kan erfarenheter och anvisningar från MEKY-projektet användas (Stockholm Stad 2002)

4.2.2 Normalårskorrigerering

Inga specifika anvisningar för normalårskorrigerering har tagits fram i systemet för den byggherre som så önskar. Däremot är det viktigt att beakta att miljökraven har tagits fram under följande förhållande, vilket påverkar normalårskorrigereringen:

- Klimatdata för Bromma anses som representativt för det genomsnittliga byggnadsbeståndet.
- Klimatdata för 1976 anses representativt för ett genomsnittså.

4.2.3 Verifiering

Idag saknas relevanta metoder för att bedöma en byggnads värmebehov, speciellt som en uppdelning på byggnads- och brukarrelaterade orsaker föreligger. För småhus har med framgång förlustfaktormetoden används (Jahnsson 1992), men den är begränsad till småhus med lätt stomme. Att tillämpa förlustfaktormetoden för ett flerbostadshus eller kontor har inte visat sig praktiskt genomförbart. För nya byggnader kan olika mätare installeras redan från början vilket gör det möjligt att verifiera värmebehovet. Denna andel av nyproducerade byggnader är emellertid ännu försvinnande liten i Sverige.

4.3 Vattenförsörjning

En sammanställning av byggnads och verksamhetsprestanda med avseende på årligt tillförda flöden [$l \cdot (Pe \cdot d)^{-1}$] skall sammanställas.

4.4 Avloppshantering

Uppkomna VA-flöden från verksamheten som bedrivs i byggnaden skall sammanställas, uppdelat på aktuella hanteringsalternativ [$l \cdot (Pe \cdot d)^{-1}$].

4.5 Verksamhetsavfall

En sammanställning av årligt genererat avfall från verksamheten som bedrivs i byggnaden skall sammanställas, uppdelat på olika avfallstyper och hanteringsalternativ [$kg \cdot (Pe \cdot d)^{-1}$].

5 Resursbehovskrav

5.1 Primär energi

För att beräkna primärt energibehov måste initialt den köpta energin till byggnaden vara känd. För en byggnad i drift är detta inget problem, men för byggnader i projekteringsstadiet bedöms denna köpta energi utifrån värmebehovet (egenskapskrav). För att kunna räkna om köpt energi till ett värmebehov behövs kännedom om årsmedelverkningsgrader på de uppvärmningssystem som finns i statistiken. Verkningsgraden för ett förbränningssystem kan omfatta olika delar vilka räknas upp nedan i ordning:

- bränsleverkningsgraden
- pannverkningsgraden
- systemverkningsgrad
- årsmedelverkningsgrad.

Årsmedelverkningsgrad är således den verkningsgrad som behövs för att räkna om värmebehovet till köpt energi. Årsmedelverkningsgraden är en beräknad verkningsgrad som utgår från systemverkningsgraden vid olika effektbehov. En anläggnings årsmedelverkningsgrad redovisar systemverkningsgraden över ett helt år, ofta beräknat för ett standardhus med ett värmebehov på 20 000 kWh och varmvattenbehov på 5 000 kWh per år. Årsmedelverkningsgrad utgår från ett effektivt värmevärde för energiråvaran. Direktverkande el antas ha en verkningsgrad på 100 %. För att i utifrån köpt energi erhålla den primära energianvändningen betyder detta att till köpt el, fjärrvärme, olja osv måste läggas ytterligare energiförluster pga distributions-, tillverknings- och utvinningsförluster. Saknas specifika data skall generella data enligt tabell 10 på årsmedelverkningsgrad användas.

Tabell 10 Årsmedelverkningsgrad för olika uppvärmningssystem.

	Olja	Fjärrvärme	EI	Naturgas	Ved mm	Ref.
Småhus	0,82	0,88	1,00	0,85	0,59	SP
Övriga	0,85	0,90	1,00	0,90	0,70	Egna

För att utifrån den köpta energin beräkna den primära energianvändningen tillämpas anvisningarna i skriften ”Generella inventeringsregler för produkter och processer – i syfte att erhålla naturvetenskapligt adderbara miljödata med hänsyn till krav i ISO 14041”.

6 Referenser

- Boverket (1995) Byggnaders värmeenergibehov – Utgångspunkter för omfördelningsberäkningar. Boverket, Byggavdelningen, handbok, Karlskrona oktober 1995.
- Boverket (1999) Byggsektorns miljömål. Miljömålen i Sverige, Boverkets rapport, Karlskrona, september 1999.
- ByggaBo (2001) Tänk nytt, tänk hållbart! – att bygga och förvalta för framtiden. Miljövårdeberedningen, Miljödepartementet, december 2000. (Tillgänglig på: www.mvb.gov.se)
- BYKR (2000) Byggsektorns kretsloppsrad (2000), Anvisningar för upprättande av byggvarudeklarationer, mars 2000
- BYKR (2002) Byggsektorns miljöprogram 2003. Byggsektorns Kretsloppsrad, Remissutgåva 2002-06-20. Tillgänglig på: <http://www.kretsloppsradet.com/miljoutredning.html>
- CIB (1997) Final report of CIB task group 11 – Performance-based building codes. Report of Working Commission TG11, Publication 206, Institute for Research Construction, National Research Council Canada.
- Erlandsson M (2002) Introduktion till: Miljökrav för miljöanpassade byggnader — med utgångspunkt från en hållbar realvision och individens tillgängliga miljöutrymme. IVL rapport B 1493, september 2002.
- Erlandsson M (2002) Miljöbedömningsmetod baserad på de svenska miljökvalitetsmålen - visionen om det framtida hållbara folkhemmet. Version 2002 med nya faktorer för human- och ekotoxicitet. IVL Svenska Miljöforskningsinstitutet, rapport B 1509, Stockholm, december 2002. (Ersätter IVL rapport B 1385)
- Erlandsson M (2003) Funktionskrav för miljöanpassade byggnader: Användarhandbok för funktionskrav och klassificering. IVL Svenska Miljöforskningsinstitutet, rapport B1506, Stockholm, 2003.
- Erlandsson M (2003) Funktionskrav för miljöanpassade byggnader: Generella inventeringsregler för produkter och processer – i syfte att erhålla naturvetenskapligt adderbara miljödata med hänsyn till krav i ISO 14041. IVL Svenska Miljöforskningsinstitutet, rapport B 1507, Stockholm, 2003.
- Erlandsson M (2003) A system for sustainable design and performance requirements. Part 1: Framework and introduction to the toolbox. M Erlandsson, IVL

- Environmental Research Institute, submitted manuscript, April 2003.
- Erlandsson M (2003) A System for Sustainable Design by Performance Requirement. Part 2: A case study on the life-supporting service living for Swedish conditions. M Erlandsson, IVL Environmental Research Institute, submitted manuscript, April 2003.
- Erlandsson M
Carlsson A-S (2002) Sirii SPINE dokumenterade och kvalitetssäkrade data. IVL rapport B 1455, Stockholm, Februari 2002. (English version available)
- Erlandsson M,
Carlsson P-O (2003) Funktionskrav för miljöanpassade byggnader: Användarhandbok. för funktionskrav och klassificering. IVL Svenska Miljöforskningsinstitutet, IVL rapport B1506, Stockholm, 2003.
- Erlandsson M,
Lindfors L-G (2003) On the possibilities communicate results from impact assessment in an LCA disclosed to public. International Journal of LCA, 8 (2) 65-73 (2003).
- Stockholm Stad
(2002) Teknikupphandling av energiberäkningsmodell för energieffektiva sunda flerbostadshus (MEBY). Stockholm Stad, LIP-kansliet, Stockholm januari 2002.
- Jahnsson S (1992) Energiförluster i småhus. Total förlustfaktor bestämd genom nattliga mätningar. Träteknik, Rapport P 9209060, Stockholm 1992.

7 Appendix: Miljöklasser för energi och verifiering av ekologisk hållbarhet i förhållande till miljökvalitetsmålen

I detta kapitel görs en beskrivning av arbetsgång för framtagande av energirelaterade miljöklasser och kontroll av att ”ekologisk hållbart” uppfyller miljökvalitetsmålen och sektorns miljömål

Martin Erlandsson, IVL Svenska Miljöinstitutet

Per Levin, Carl Bro

November 2002

7.1 Syfte

Syftet med föreliggande kapitel är att;

- beskriva arbetsgången för framtagande av de delar i miljöklasserna (A, B och C) som är orsakade av energianvändning
- visa att miljöklass ”A – Ekologiskt hållbart” är hållbart så som det definieras här, dvs att miljökvalitetsmålen uppfylls (samtidigt som sektorns mål uppfylls), förutsatt att alla byggnader uppfyller denna miljöklass.

För att på ett enkelt sätt verifiera att vald miljöklass ”Ekologiskt hållbart” överensstämmer eller överträffar sektorns miljömål och miljökvalitetsmålen har vi valt att göra en beräkning som utgår ifrån Sveriges samlade byggnadsbestånd inklusive en förväntad tillväxt av beståndet. Vidare har vi använt energianvändning som en indikator på den samlade miljöpåverkan. På sätt antas en minskad energianvändningen med mellan 30 och 50 % innebära att alla miljökvalitetsmål att infrias. Denna tolkning av miljökvalitetsmålen förutsätter att alla sektorer tar ett solidariskt ansvar. De beräkningar som redovisas här kommer emellertid att överarbetas och publiceras separat i början av 2003.

För att kunna göra den bedömning av en besparingspotential som beskrivs ovan måste dagens energianvändning vara känd, varför undermålig statistik måste bearbetas på ett sådant sätt att den är användbar.

7.2 Bearbetningar av officiell statistik

Det finns idag översiktlig nationell statistik från SCB över årlig energianvändning för byggnader av olika typer. För denna statistik saknar tillgänglig relevant underliggande information om antaganden mm så att det går att bedöma rimligheten av olika delposters storlek, vilket också identifierats av Byggsektorns miljöprogram 2003 (BYKR 2002). I denna skrift har därför den nationella statistiken kompletterats med nyckeltal för olika delposter, brukares konsumtionsmönster mm. På så sätt har en sammanhängande statistik erhållits, där den nationella övergripande statistiken är fördelat på de delsystem som tillämpas i projektet, se Tabell 12. SCB anger inte vilken slags areadefinition som används, vilken gör att vi antagit att det är bruksarean (BRA) som redovisas. Dessutom har orimligheter korrigerats vilket härrör från byggnader som anges uppvärms med ved, där energibehovet är långt mindre än för motsvarande byggnader i samma generation som uppvärms med direktvärmade el, vilket bedömts som helt orimligt. Därför har de sistnämnda byggnadstyperna används för att skatta den totala vedanvändningen i Tabell 12 i kombination med årsmedelvärden enligt Tabell 11⁶. Vidare har en genomgång av den elanvändning och de delposter som denna omfattar gjorts där vissa poster inte bedömts tillhöra ”byggnader”, vilket resulterat i en bättre överensstämmelse mellan kända nyckeltal och den samlade statistiken. Trots detta finns det under lokaler i Tabell 12) en post för övrig brukarel se vars egentliga värde måste ifrågasättas. Värt att notera att ”Bostäder, service mm framkommer beräkningsmässigt som en restpost”⁷!

Tillgänglig statistik för byggnader utgår från köpt energi till fastigheten. För att kunna räkna om köpt energi till ett värmebehov behövs kännedom om årsmedelverkningsgraden på de uppvärmningssystem som finns i statistiken. Årsmedelverkningsgraden utgår från systemverkningsgraden vid olika effektbehov. För att i utifrån köpt energi erhålla den *primära energianvändningen* betyder detta att till köpt el, fjärrvärme, olja osv måste läggas ytterligare energiförluster pga distributions-, tillverknings- och utvinningsförluster. Använda värde i beräkningar på årsmedelverkningsgrad redovisas i Tabell 11.

Tabell 11. Årsmedelverkningsgrad för olika uppvärmningssystem.

	Olja	Fjärrv	El	Naturgas	Ved mm	Ref
Småhus	0,82	0,88	1,00	0,85	0,59	SP*
Övriga	0,85	0,90	1,00	0,90	0,70	Egna

* Antag att värdena är representativa som årsmedelverkningsgrad för det svenska bostadsbeståndet.

⁶ Denna faktor borde således ha en betydande påverkan från de emissioner som skattas från småskalig vedeldning.

⁷ Se Elforsjning 2002, www.scb.se/statistik/en0108/en0108tab3.asp, senast uppdaterad 202-09-13.

7.3 Resultterande genomsnittligt värmebehov

Genom att utifrån nationell statistik från SCB och REPAB över köpt energi beaktande av systemverkningsgrader så erhålls det genomsnittliga värmebehovet mm, enligt Tabell 12.

Tabell 12. Sammanställning av olika nyckeltal för olika delposter. Tabellen är ett resultat av bearbetning av nationell statistik från SCB och REPAB för år 2000*, vilket omfattar en fördelning av energin på de delposter som används i systemet "Funktionskrav för miljöanpassat byggande".

	Sammanställning av olika nyckeltal											
	EI, värme och VV-behov kWh per m ² BRA						EI, värme och VV-behov kWh per enhet					
	Hushållsel	Övr brukarel	Driftsel	V-vatten	Värme	Totalt	Hushållsel	Övr brukarel	Driftsel	V-vatten	Värme	Totalt
Småhus*	45			42	132	219	5500			5151	16108	34205
Flerb.hus	30		16	31	113	190	2411		1286	2495	10393	16585
Lokaler, därav		111	33	?	127	271						
Kontor		50	18	11	110	189						
Skolor		30	50	8	114	203						
Vård		42	75	17	89	223						
Övr		208	18	?	?	226						

* SCB; EN 16 SM 0101-4, EN 16 SM 0102.
REBAB; Årskostnader Bostäder, Årskostnader Kontor, Årskostnader Skolor, Årskostnader Vårdbyggnader.

* Inkl permanentboende fritidshus och exklusive biutrymme.

"?" Erforderliga nyckeltal för att göra en fördelning av energianvändningen saknas.

7.4 Sammanställning över genomsnittlig byggnadsprestanda och krav vid nybyggnad

Ett alternativt sätt till att beräkna byggnadsbeståndets värmebehov och därav uppkomna behovet av köpt energi är att utgå utifrån kännedom om det genomsnittliga småhuset, flerbostadshuset osv. underlagsdata för denna typ av beräkningar redovisas i Tabell 13-16. Detta sätt att beräkna värmebehovet kommer i nästa stycket att användas för att verifiera att de den bearbetade statistiken är realistisk.

Tabell 13 Standard enligt uppgifter från SCB och REPAB

	Standard			Boende	
	BRA	ant. enh.		Pers.	
	Mm ²	*1000	m2/enh	milj.	Pers/enh
Småhus*	216,1	1772	122	5,7	3,2
Flerb.hus	168,4	2095	80	3,2	1,6
Lokaler, därav	169	84	2013		
Kontor	50				
Skolor	30				
Vård	26				
Övr	68				
Totalt	553,5	3951		8,9	

* Inkl permanentboende fritidshus och exklusive biutrymme.

Tabell 14 Genomsnittliga prestanda för det befintliga byggnadsbeståndet.

Parameter	Småhus	Flerbostadshu s	Lokaler (genomsnitt)	Referens, anmärkning
Innetemperatur, °C	20,9	22,2	22,2	ELIB 93/ELIB 93/ansatt
Infiltration (50 Pa-värde enl. BBR)	1,2	0,8	2,0	ansatt
Ventilation,				ELIB 93/ELIB 93/ansatt
l/s	29	28	0,39	
l/m ² s	0,24	0,35	0,39	
Omslutningsarea per ”enhet”, m ²	405	136 (=1000*80/587)	1,8	SCB/”Nils Holgersson”/-
BRA, m ²	122	80	1	SCB/SCB/-
U _m värde*	0,43	0,50	0,50	ELIB 93/ ELIB 93/ansatt

* U_m inkluderar värmetillskott från solinstrålning via fönster. Värdet har i viss mån anpassats efter totalförbrukningen.

Vidare antas personvärmen beskrivas enligt i tabell 15, samt varmvatten, brukar- och hushållsel enligt tabell 5 och 6. Alla dessa faktorer ger upphov till ”gratisvärme” som på så sätt minskar behovet av köpt energi för uppvärmning. För personvärme, brukarel antas i genomsnitt enligt BBR att 80% av tillgänglig energi återanvänds, emedan 20% av den energi som används för varmvatten.

Tabell 15 Personvärme.

Parameter	Brukare per enhet	Varaktighetsfaktor	Värmeavgivning	Referens, anmärkning
småhus	3,2 personer	0,6	100 W/person	egen/ BBR
flerbostadshus	1,6 personer	0,6	100 W/person	egen/ BBR
Om uppgift saknas	1 W/m ² BRA			BBR

Tabell 16 Varmvatten, processel- och hushållsel (kWh/år).

Parameter	VV	Hushållsel + driftsel	Processel*	
småhus	21*m ³ varmvatten/ pe	(5500+0)*enhet	0	egen
flerbostadshus	21*m ³ varmvatten/ pe	(5500+1286) *enhet	0	egen
lokaler	1800+18*m ²	-	0,14*m ² *365	BBR-formel

*Notera att termen "processel" enligt BBR används här vilken därför ersätter statistiska värden på brukarel och driftsel, då det finns en stor osäkerhet i SCBs datunderlag om vad dessa uppgifter faktiskt omfattar.

7.5 Överensstämmelse mellan bearbetad statistik och värmebehovsberäkningar

För att bedöma rimligheten i den bearbetade statistiken och det faktiska byggnadsbeståndet används de indata som redovisats i föregående kapitel. Dessa indata används sedan i beräkningar gjorda i datorprogrammet ”Referenshuset” (Boverket 1995)⁸. Vi antar vidare att genomsnittshusets klimatdata överensstämmer med klimatet för Bromma. Klimatdata i programmet Referenshuset är uppdelade på timmar och kommer från året 1976, vilket används som representativt för ett normalår. De data som skall verifieras återfinns i tabell 12.

Beräkningarna och indata finns redovisade i Bild 4-6. En jämförelse mellan data i Tabell 12 och utförda beräkningar i programmet Referenshuset resulterar således i följande:

Beräkningar i programmet Referenshuset resulterar i ett värmebehov för småhus på 16 307 kWh och 16 108 kWh/enhet enligt den bearbetade statistiken – en försumbar skillnad. På motsvarande sätt erhålls för flerbostadshus 10 015 respektive 10 393 kWh/enhet och för lokaler 127 respektive 110 kWh/m². Notera att de poster som programmet Referenshuset anger som resultat för hushållsel och energi för varmvatten inte stämmer med de antaganden som gjorts här enligt tabell 5 och 6. Framförallt elanvändningen skiljer mycket mellan de låsta indata som finns i programmet Referenshuset och de som tillämpas här. Dessa fält är därför ”dolda” i Bild 4 till 9.

⁸ Handboken klargör förutsättningarna för en så kallad omfördelningsberäkning av byggnadens värmebehov enligt gällande byggregler. Dataprogrammet ”Referenshuset” medföljer rapporten.


ReferensHuset			
Avsluta Kalkyl Info			
Klimat, max resp min dygnsmedeltemperatur Bromma, 17.6, -3.5		Sommar 17.6 Vinter -3.5 Inomhustemp 20.9	
Förluster Omslutande area m2 355 U-värde .43 Infiltration, 0.8 eller 1.6 1.2 Totalt ventilationsflöde l/s 29		Watt / Kelvin 152.65 20.448 34.8	
Tillskott Antal lägenheter 1 Uppvärmd bruksarea m2 totalt 122 Personvärme Hushållsel Varmvatten Processer i lokal, kWh/år 0 Övrigt tillskott kWh/år 0 Värmeåtervinning % netto 0		Watt 192 628 588 0 0 0 0 Watt / Kelvin Tillgänglig "gratisenergi" kWh/år 12334	
Resultat Uppvärmningsperioden börjar/slutar vid temp 14.1 °C Gradtimmar 78426 Energi från värmesystemet, kWh/år 16307 T:			
			Beräkna Avbryt
			

Bild 4 Beräkningar för småhus med U_m 0,43, för verifiering av dagens genomsnitt.


ReferensHuset			
Avsluta Kalkyl Info			
Klimat, max resp min dygnsmedeltemperatur Bromma, 17.6, -3.5		Sommar 17.6 Vinter -3.5 Inomhustemp 22.2	
Förluster Omslutande area m2 136 U-värde 0.50 Infiltration, 0.8 eller 1.6 0.8 Totalt ventilationsflöde l/s 28		Watt / Kelvin 68 5.2224 33.6	
Tillskott Antal lägenheter 1 Uppvärmd bruksarea m2 totalt 80 Personvärme Hushållsel Varmvatten Processer i lokal, kWh/år 0 Övrigt tillskott kWh/år 0 Värmeåtervinning % netto 0		Watt 96 275 285 0 0 0 0 Watt / Kelvin Tillgänglig "gratisenergi" kWh/år 5747	
Resultat Uppvärmningsperioden börjar/slutar vid temp 16.1 °C Gradtimmar 93726 Energi för varmvatten, kWh/år 3240 Energi från värmesystemet, kWh/år 10015 Total energianvändning, kWh/år 17215			
			Beräkna Avbryt
			

Bild 5 Beräkning flerbostadshus med U_m 0,50, för verifiering av dagens genomsnitt.

ReferensHuset			
Avsluta Kalkyl Info			
Klimat, max resp min dygnsmedeltemperatur Bromma, 17.6, -3.5		Sommar 17.6 Vinter -3.5 Inomhustemp 22.2	
Förluster Omslutande area m2 1.8 U-värde 0.50 Infiltration, 0.8 eller 1.6 1.6 Totalt ventilationsflöde l/s 0.335		Watt / Kelvin .9 .13824 .402	
Tillskott Antal lägenheter 1 Uppvärmd bruksarea m2 totalt 1 Personvärme Hushållsel Varmvatten Processer i lokal, kWh/år 51.1 Övrigt tillskott kWh/år Värmeåtervinning % netto 0		Watt 1 3 5.83333333 0 0 Tillgänglig "gratisenergi" kWh/år 86 Watt / Kelvin	
Resultat Uppvärmningsperioden börjar/slutar vid temp 15.4 °C Gradtimmar 88093 Energi från värmesystemet, kWh/år 127 Total energianvändning, kWh/år 4167			
			Beräkna Avbryt

Bild 6 Beräkning för lokaler (genomsnitt) med U_m 0,50, för verifiering av dagens genomsnitt:

7.6 Framtagande av värmebehov för Miljöklass C – Acceptabelt

För att beräkna värmebehovet för en byggnad som uppfyller BBRs krav har alla data som beskriver genomsnittshusen behållits förutom de som regleras av BBR. Dessa värden är sådana BBRs krav som alla nya byggnader förväntas uppfylla och redovisas i Tabell 17. I systemet "Funktionskrav för miljöanpassade byggnader" så skiljer vi emellertid inte på krav på befintliga byggnader och nya, varför BBRs krav förutsätts gälla alla byggnader.

Tabell 17 Dagens krav vid nybyggnad enligt BBR.

Parameter	Småhus	Flerbostadshus	Lokaler (genomsnitt)	Referens, anmärkning
Infiltration (50 Pa-värde enl. BBR)	0,8	0,8	1,6	BBR
Ventilation,				Area enligt Tabell 14
l/s	43	28	0,35	
l/m ² s	0,35	0,35	0,35	
U _m krav	0,23	0,28	0,34	Area enligt Tabell 14

Genomförda beräkningar i programmet Referenshuset (Bild 7-9) visar att normkravet (dvs Miljöklass C) för småhus värmebehov är 61 kWh/m², 44 kWh/m² för flerbostadshus och 46 kWh/m² för lokaler.

ReferensHuset			
Avsluta Kalkyl Info			
Klimat, max resp min dygnsmedeltemperatur Bromma, 17.6, -3.5		Sommar 17.6 Vinter -3.5	
		Inomhustemp 22.2	
Förluster Omslutande area m2 136		U-värde 0.28	
		Infiltration, 0.8 eller 1.6 .8	
		Totalt ventilationsflöde l/s 28	
Tillskott Antal lägenheter 1		Personvärme	
Uppvärmd bruksarea m2 totalt 80		Hushållsel	
		Varmvatten	
Processer i lokal, kWh/år 0		96	
Övrigt tillskott kWh/år 0		275	
Värmeåtervinning % netto 50		285	
		0	
		0	
		16.8	
Resultat Uppvärmningsperioden börjar/slutar vid temp 11.3 °C		Beräkna	
Gradtimmar 58641		Avbryt	
		Energi från värmesystemet, kWh/år 3527	
		Total energianvändning, kWh/år 10727	

Bild 7 Flerbostadshus i miljöklass C

ReferensHuset			
Avsluta Kalkyl Info			
Klimat, max resp min dygnsmedeltemperatur Bromma, 17.6, -3.5		Sommar 17.6 Vinter -3.5	
		Inomhustemp 20.9	
Förluster Omslutande area m2 355		U-värde 0.23	
		Infiltration, 0.8 eller 1.6 0.8	
		Totalt ventilationsflöde l/s 43	
Tillskott Antal lägenheter 1		Personvärme	
Uppvärmd bruksarea m2 totalt 122		Hushållsel	
		Varmvatten	
Processer i lokal, kWh/år 0		192	
Övrigt tillskott kWh/år 0		628	
Värmeåtervinning % netto 50		588	
		0	
		0	
		25.8	
Resultat Uppvärmningsperioden börjar/slutar vid temp 9.3 °C		Beräkna	
Gradtimmar 46336		Avbryt	
		Energi från värmesystemet, kWh/år 5615	
		Total energianvändning, kWh/år 14495	

Bild 8 Beräkningar för miljöklass C för småhus baserat på normkrav.


ReferensHuset			
Avsluta Kalkyl Info			
Klimat, max resp min dygnsmedeltemperatur Bromma, 17.6, -3.5		Sommar 17.6 Vinter -3.5	Inomhustemp 22.2
Förluster Omslutande area m2 1.8		U-värde 0.34 Infiltration, 0.8 eller 1.6 1.6	Watt / Kelvin .612 .13824 .42
Totalt ventilationsflöde l/s 0.35			
Tillskott Antal lägenheter 1 Uppvärmd bruksarea m2 totalt 1		Personvärme Hushållsel Varmvatten	Watt 1 3 5.83333333 0 .21
Processer i lokal, kWh/år 51.1 Övrigt tillskott kWh/år Värmeåtervinning % netto 50		Tillgänglig "gratisenergi" kWh/år 86 Watt / Kelvin	
Resultat Uppvärmningsperioden börjar/slutar vid temp 12. °C Gradtimmar 63068			
		Energi från värmesystemet, kWh/år 61	Beräkna Avbryt
		Total energianvändning, kWh/år 4101	

Bild 9 Lokaler i miljöklass C

7.7 Sammanställning av miljökrav

De data som redovisas i Bild 7 till 9 ligger till grund för Miljöklass C, vilket motsvarar nybyggnadskraven i BBR. Utifrån nybyggnadskraven i BBR dvs miljöklass C, antas enligt en prestandaförbättring med en faktor 0,85 vilket således motsvarar miljöklass B – Bra miljöval och en faktor 0,7 för miljöklass A – Hållbart. Med hänsyn tagen till årsmedelverkningsgraden erhålls sedan behovet av köpt energi, se Tabell 18. De värden som tagits fram i systemet ”Funktionskrav för miljöanpassade byggnader” kan i Tabell 18 jämföras med andra krav och mål.

Tabell 18 Sammanställning av olika energirelaterade krav eller mål, kWh/m² och år.
(verksamhetsel=hushålls & brukarel)

		Miljöklass		C	B	A	-	Omfattning
		specificering	praxis					
Boverket (1999)	byggnader	nya bostäder		110 ¹⁾	90	60		Köpt energi för; hushållsel, varmvatten- och värmebehov
		befintliga byggn.					30% vs -95	50% vs -95
BYKR (2002)	lokaler	genomsnitt	164 ²⁾		135 ²⁾			Köpt energi till; varmvatten, värme, fastighets och brukarel
	flerbostadshus	genomsnitt	226		193			
	småhus	genomsnitt	221		190			2) Exklusive verksamhetsel
ByggaBo* (2001)	kontorslokaler	nya	140		120	70		Den exakta omfattningen är osäker, både termen köpt energi och värme används. Vidare specificeras inte vad som ingår i elenergi.
		genomsnitt	140-240		200	100		
	Flerbostadshus	nya	175		120	70		
		Genomsnitt	170-245		200	150		
	småhus	nya	105-150		90	50		
		genomsnitt	150-190		160	110		
Vårt val	lokaler	alla**	127	61	52	43		Värmebehov
	flerbostadshus	alla	113	44	37	31		
	småhus	alla	132	46	39	32		
	lokaler	alla	154	67	57	47		Köpt energi för värmebehov
	flerbostadshus	alla	126	49	41	34		
	småhus	alla	146	51	43	36		
	lokaler (kontor)	alla	201	147	127	106		Köpt energi för ; fastighets-, brukarel, varmvatten- och värmebehov
	lokaler (skolor)	alla	215	157	135	112		
	lokaler (vård)***	alla	234	205	177	150		3) Exklusive verksamhetsel
	lokaler, genomsnitt	alla	173 ³⁾	100 ³⁾	85 ³⁾	70 ³⁾		4) Fastighets- och brukarel ingår med ca 45 kWh/m ²
	Flerbostadshus	alla	239	129 ⁴⁾	110 ⁴⁾	90 ⁴⁾		vilket egentligen inte omfattas av BKR kravet.
	småhus	alla	257	152 ⁵⁾	129 ⁵⁾	107 ⁵⁾		5) BYKR anger som absolut tal 100 kWh/m ²
								för all flerbostadshus byggda efter 2010.

*Målet värdena för 2010 är angivna för 2005 respektive 2020 för 2025 i ByggaBo. BYKR saknar mål för 2020, se dock not 3 ovan.

**Krav som gäller ”alla” byggnader oavsett om det är en befintlig eller ny byggnad.

”-” indikerar att dataunderlag saknas för ytterligare specificering.

7.8 Slutsatser

Utifrån nybyggnadskraven i BBR dvs miljöklass C, har vi valt en prestandaförbättring med en faktor 0,85 vilket således motsvarar miljöklass B – Bra miljöval och en faktor 0,7 för miljöklass A – Hållbart. Faktorn 0,85 är i linje med BYKR:s mål (som gäller till 2010). Faktorn 0,7 är i linje med den besparing som bedömts rimlig i ByggBo och Boverket. Den maximalt största potentiella prestandaförbättringen – som bättre överensstämmer med miljöpåverkan – erhålls om man istället för värmebehovet studerar energibehovet. Dagens energibehovet ställt i relation med det som gäller för miljöklass A – Hållbart ger då en större besparing. Vi kan då konstatera att besparingen motsvarar mer än en halvering, dvs de överträffar alla de minskningar som antas gälla för att klara miljö kvalitetsmålen!

De beräkningar som redovisas här kommer att överarbetas och publiceras separat artikel av Erlandsson (2003).

IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL är ett oberoende och fristående forskningsinstitut som ägs av staten och näringslivet. Vi erbjuder en helhetssyn, objektivitet och tvärvetenskap för sammansatta miljöfrågor och är en trovärdig partner i miljöarbetet.

IVLs mål är att ta fram vetenskapligt baserade beslutsunderlag åt näringsliv och myndigheter i deras arbetet för ett bärkraftigt samhälle.

IVLs affärsidé är att genom forskning och uppdrag snabbt förse samhället med ny kunskap i arbetet för en bättre miljö.

Forskning- och utvecklingsprojekt publiceras i

IVL Rapport: IVLs publikationsserie (B-serie)
IVL Nyheter: Nyheter om pågående projekt på den nationella och internationella marknaden
IVL Fakta: Referat av forskningsrapporter och projekt
IVLs hemsida: www.ivl.se

Forskning och utveckling som publiceras utanför IVLs publikationsservice registreras i IVLs A-serie. Resultat redovisas även vid seminarier, föreläsningar och konferenser.



IVL Svenska Miljöinstitutet AB

IVL Swedish Environmental Research Institute Ltd

P.O.Box 210 60, SE-100 31 Stockholm
Hälsingegatan 43, Stockholm
Tel: +46 8 598 563 00
Fax: +46 8 598 563 90

P.O.Box 470 86, SE-402 58 Göteborg
Dagjämningsgatan 1, Göteborg
Tel: +46 31 725 62 00
Fax: +46 31 725 62 90

Aneboda, SE-360 30 Lammhult
Aneboda, Lammhult
Tel: +46 472 26 77 80
Fax: +46 472 26 77 90

www.ivl.se