

# Miljövärdering av bebyggelse

## Sammanfattning av projektarbetet EcoEffect metoden

Mauritz Glaumann  
Högskolan i Gävle  
Januari 2005

## Bakgrund

Byggsektorn står för en stor del av landets samlade miljöbelastningar genom energi- och materialanvändning samt transporter. Många initiativ har också tagits inom branschen för att minska dessa t.ex. bildande av Byggsektorns kretsloppsråd, ByggaBo dialogen, BASTA-projektet mm. Alla de stora företagen inom branschen har också arbetat hårt med miljöfrågorna och profilerat sig inom området på olika sätt. Samtidigt är det viktigt att inte ansträngningar att minska miljöbelastningar går ut över innemiljön.

Miljöfrågornas komplexitet och mångfald gör dem svåra att hantera för byggherren, projektören, fastighetsförvaltaren och hyresgästen. Det har ofta inte varit klart vad som bör prioriteras bl.a. därför att det saknats vetenskapligt grundade system för att beräkna och bedöma miljöbelastningar från byggnader. Det här projektet har haft som ambition att utveckla en sådan metodik och resultatet har kallats för EcoEffect-metoden. Arbetet har utvecklats under två etapper varav denna avrapportering gäller den senaste, år 2000-2004.

## Syfte

Syftet som det uttrycktes i ansökan löd: ”Att utveckla en praktiskt tillämpbar metod för att strukturera, analysera och värdera miljöpåverkan från bebyggelse i kvantitativa termer. Arbetet baseras på EcoEffect och andra liknande system.”

Speciellt för EcoEffect är att här bedöms en byggnads innemiljö parallellt med dess belastning på den yttre miljön vilket ger en möjlighet att samtidigt se konsekvenser för inre och yttre miljö vid förändringar i en byggnads utformning.

En förutsättning för att kunna tillämpa kunskap om såväl inre som yttre miljöpåverkan hos en byggnad är att man kan sammanfatta den mängd olika aspekter som en miljövärdering innehåller. Utan en systematik för detta är det omöjligt att göra prioriteringar. Det är uppenbart att olika miljöaspekter är mer eller mindre viktiga och det krävs därför ett konsekvent och logiskt system att vikta dessa mot varandra. Att utveckla ett sådant system utlovades i ansökan.

Vidare skulle enligt ansökan följande områden kompletteras och vidareutvecklas: livscykelanalysdelen, återvinningsproblematiken, kemikaliedelen, innemiljön och utemiljön samt datorprogrammet och den därtill hörande databasen för praktisk tillämpning.

Ett mål för projektet har varit att försöka fånga in alla de viktigaste typerna av miljöpåverkan. Därmed har metoden blivit innehållsrik och åtminstone i första ögonkastet svåröverblickbar. Detta har vi försökt kompensera med en enhetlig struktur och ett enkelt sätt att röra sig mellan olika problem och nivåer i EcoEffects datorprogram.

## Genomförande

Projektet har letts av två seniorforskare, Mauritz Glaumann, Högskolan i Gävle, som varit projektledare för hela projektet och Marie Hult, White arkitekter, som är specialist på innemiljöområdet och har haft ansvar för detta. I övrigt har projektet bemannats med doktorander, Getachew Assefa, KTH (livscykelanalys), Beatrice Kindembe, KTH (farliga ämnen), Tove Malmqvist, KTH (förvaltningsfrågor) och Ulla Myhr, SLU (utemiljö). De tre första har tagit licentiatexamen inom projektets ram och Assefa och Malmqvist fortsätter mot doktorsexamen 2005/2006. Ulla Myhr väntas ta doktorsexamen 2005/06.

Till projektet har knutits en styrgrupp med representanter för forskningsfinansiärerna och forskarvärlden (se Bilaga). Bengt Nyman, f.d. Fastighetsägarna, har varit styrgruppens ordförande. Ett antal seminarier har hållits med finansiärerna m.fl. Projektet har finansierats av Formas, SBUF, företag och organisationer (se Bilaga).

## Viktningssmetod

Arbetet med utveckling av en viktningssmetod har styrts av metodens uppläggning ifråga om bedömning av intern (innemiljö/utemiljö) och extern (p.g.a. av energi-/materialanvändning) miljöpåverkan. Nedanstående redovisning behandlar därför viktning och metod parallellt.

I tidigare beskrivningar av EcoEffect har talats om tre skyddsobjekt: människors hälsa, biologisk mångfald, och naturresurser. Hälsa och utarmning av naturresurser är problem sedda ur människans synvinkel medan biologisk mångfald kan hävdas ha ett egenvärde oberoende av människans intresse. Ur denna synvinkel är det emellertid besvärligt att utvärdera bebyggelsens externa miljöpåverkan med avseende på biologisk mångfald över de stora områden som den externa påverkan i regel berör.

Men det är också uppenbart att människan är starkt beroende av den biologiska mångfald som omger oss och att ingrepp och stora förändringar slår tillbaks på människan själv omedelbart eller på sikt. Under arbetets gång har vi till slut stannat för att enbart betrakta människans hälsa och välbefinnande idag och i framtiden som skyddsobjekt. I detta innefattas då också hushållning med naturresurser och biologisk mångfald. Detta antropocentriska angreppssätt har underlättat arbetet med viktningen genom att vi då bara har behövt inrikta oss på att försöka mäta hur miljöförändringar drabbar människor. Eftersom det är negativ påverkan på människor som man vill undvika vad gäller såväl intern miljöpåverkan (i och kring byggnader) som extern miljöpåverkan (lokalt och globalt) har vi sökt ett sätt att mäta sådan påverkan på samma sätt i bägge fallen.

Inspirerade av metoder att mäta livskvalitet inom socialmedicinen har vi utvecklat ett system för att mäta negativ påverkan på människors hälsa och välbefinnande som följd användning och utformning av byggnader och deras närmiljö. Metoden kan sägas vara en vidareutveckling av ett system för att beräkna sjukdomsbördor som används för prioriteringar inom sjuk- och hälsovården. Varje påfrestning, fysisk eller psykisk, som drabbar en människa kan sägas ha två komponenter, dels en intensitet (hur stark påverkan är) och dels en varaktighet i tid. Intensiteten kan beskrivas av en störningsvikt, ju starkare störning desto högre störningsvikt, där 0 betyder ingen påverkan och 1 betyder död. Inom socialmedicin har sådana störningsvikter tagits fram av paneler bestående av läkare för hundratals sjukdomar och andra besvär.

De komfort- och hälsoproblem som kan förekomma i bebyggelse, t.ex. allergi, SBS, buller etc., har emellertid inte varit föremål för intresse vid sjukdomsbördeberäkningar och störningsvikter saknas därmed. Därför har vi utvecklat ett enklare sätt att bestämma störningsvikter på vilket kan användas på byggnadsrelaterade problem och även problem som inte är fysiska t.ex., obehag eller oro på grund av minskat värde av en fastighet eller arbetslöshet förorsakad av en miljöstörning. Därmed har vi också kunnat hantera t.ex. minskad biologisk mångfald i en försurad skog som ett problem för människor.

För alla byggnadsrelaterade problem som ingår i bedömningen kan man på detta sätt få fram störningsvikter och därefter uppskatta en normal störningstid. Dessa mått multiplicerade med varandra kallar vi ett problems skadevärde. Det representerar alltså problemets relativa betydelse för människor i förhållande till andra problem och kan därför användas som vikt för problemet. En allvarlig störning som inträffar under en kort tid kan jämföras med mindre allvarlig störning som pågår under längre tid.

Miljöbelastningsvärdet för ett internt miljöproblem speglar risken för att en person som uppehåller sig på platsen skall drabbas av problemet. Summan av alla miljöbelastningsvärden för innemiljön i en byggnad speglar mängd och omfattning av de potentiella innemiljöproblem en brukare kan råka ut för. En enkätstudie har genomförts för att kartlägga hur allvarliga olika byggnadsrelaterade problem upplevs i förhållande till varandra av boende.

Externa miljöproblem drabbar inte människor på en viss plats utan snarare inom en region eller globalt och kanske i framtiden t.ex. klimatförändring, försurning och övergödning. Därmed handlar det inte om risken för enskilda personer att själva drabbas av något besvär utan om vårt gemensamma ansvar för att inte människor på andra ställen och i framtiden skall drabbas av mer eller mindre svåra problem pga. vårt sätt att använda energi och material idag. Skadevärdet för ett externt miljöproblem beräknar vi därför som antalet människor som förväntas drabbas av problemet gånger skadevärdet för varje drabbad individ och kallar denna produkt för grupp-skadevärdet.

Skadevärdena, och därmed viktningen så här långt, är inte subjektivt bestämda utan baseras på de uppgifter man kan samla kring orsak och verkan för varje problem. De kan alltså förbättras successivt.

## Livscykelanalys

Livscykelanalys används för den externa miljövärderingen i EcoEffect. Vi har utgått från den danska livscykelanalysmetoden UMIP och tillämpat denna i valda delar. För elanvändning och utarmning av naturresurser har vi utvecklat egna bedömnings sätt. De externa påverkanskategorier som bedöms för närvarande är följande: Klimatförändring, Stratosfärisk ozonuttunnning, Försurning, Övergödning, Bildande av marknära ozon, Humantoxicitet, Ekotoxicitet, Joniserande strålning, Volymavfall, Slagg och aska samt Farligt avfall.

För varje kategori har gjorts en beskrivning av problemet, dess orsaker, vad man gör för att motverka det, hur det har utvecklats, vad som förväntas ske i framtiden vad gäller typ av påverkan och antal människor som kan tänkas drabbas. Detta har lett fram till beräkning av grupp-skadevärden för varje kategori. En närhetsprioritering har också utvecklats, som innebär att miljöproblem som ligger nära i tid och rum uppvärderas i förhållande till dem som förväntas uppträda på stort avstånd och i en avlägsen framtid. Närhetsprioriteringen innebär att även lokala akuta miljöproblem kan synas och jämföras med dem som är större men mer avlägsna. Närhetsprioritering i tid brukar kallas diskontering och det finns skilda åsikter om huruvida sådan bör tillämpas inom livscykelanalys. Alla vikter kan emellertid lätt ändras i EcoEffects datorprogram för den som så önskar.

## Återvinning

Återvinningsfrågan har åtminstone två skilda komponenter, dels användning av återvunnet material och dels möjligheten till framtida återvinning av material som byggs in. Bedömningen av återvunnet material hanteras på samma sätt som nytt material, dvs. miljöbelastningen grundas på faktiskt använd mängd energi och material för produktion och transporter. Miljöbelastningen för nyproduktion av det återanvända materialet låter vi inte belasta den återanvända produkten utan den antas sakna miljöbelastning på platsen där den tas ut för återvinning. Alla steg i uppgradering för att göra den återanvända varan återanvändningsbar belastar emellertid denna.

Vi har också ansett det viktigt att systemet skall kunna premiera återvinningsbarhet av produkter. Därför har en återvinningsdeklaration utvecklats där producenten beskriver hur produkten skall kunna demonteras och återvinnas i framtiden. Med en sådan deklaration utfärdad är det tänkt att miljöbelastningen för inbyggnad av en ny produkt skall reduceras. Ett examensarbete har gjorts på detta område.

## Farliga ämnen

I ett tidigare skede av EcoEffect fanns planer på att utveckla ett kemikalieindex för en byggnad baserat på mängd och kemikalieklassificering av innehållet i använda material. Beatrice Kindembe har i sin lic.avhandling arbetat vidare med denna tankegång och presenterar ett sätt att redovisa kemikalieprofiler för ett material eller en byggnad. Detta förslag är ännu inte integrerat i EcoEffects datorprogram.

## Innemiljö

Den grundläggande inommiljövärderingen utvecklades för projektet i Marie Hults doktorsavhandling 2002. Därefter har en översyn av detta gjorts, de tillhörande enkäterna har vidareutvecklats och datorprogram för bearbetning av enkätresultat utvecklats. Vidare har resultatredovisningen vidareutvecklats och förtydligats. Det viktningssystem som beskrivits ovan har blivit färdigt först under projektets slutskede och har därmed inte hunnit integreras i datorprogrammets inommiljödel. Däremot har en omfattande dokumentering och beskrivning av inommiljöproblemen och deras behandling i värderingssystemet utarbetats. De bedömda hälsoproblemen är: Allergi, Ledbesvär, SBS(sjukahussjukan) och sömnsvårigheter pga. buller. Innomiljöfaktorer som bedöms är: Luftkvalitet, Termisk komfort, Ljudförhållanden, Ljusförhållanden och Elmiljö. Enkäterna har testats på en mängd fastigheter och används även för s.k. MIBB (Miljöinventering av inommiljön i befintlig bebyggelse) utvärderingar.

## Utemiljö

Utemiljöområdet har vidareutvecklats inom ramen för ett doktorandarbete genomfört av Ulla Myhr vid SLU. Detta arbete pågår fortfarande och kommer att presenteras slutligen i form av doktorsavhandling 2005/2006. Det nya viktningssystemet kommer att tillämpas här.

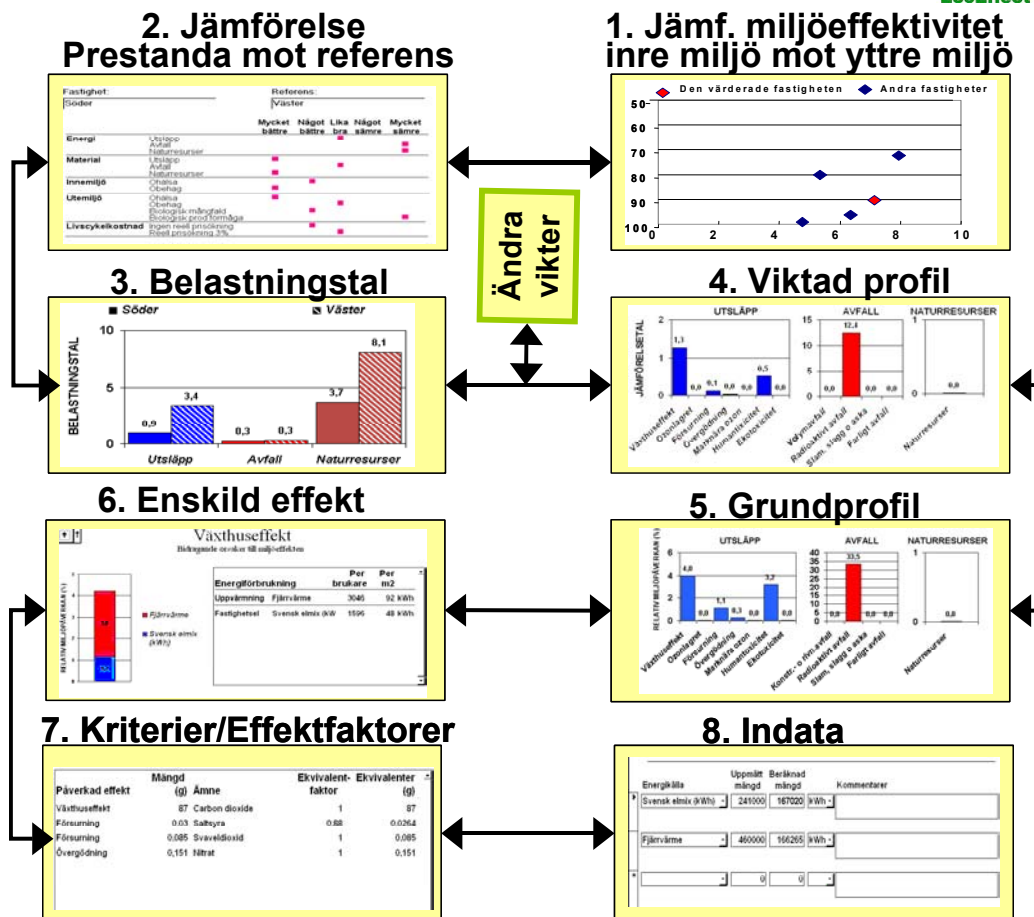
## Datorprogrammet i EcoEffect

Strukturen och basen för ett datorprogram för miljövärderingarna utvecklades i Microsoft Access under etapp 1. Detta har vidareutvecklats och kompletterats till ett komplett tillämpningsprogram. Strukturen är uppbyggd så att man skall kunna få fram presentationer på olika aggregationsnivåer alltifrån index till fullständiga och miljöprofiler för produkter eller byggnader/utemiljöer. Till programmet hör en databas med livscykeldata för energi, transporter och byggnadsmaterial. En miljövärdering som använder sig av olika datakvalitet t.ex. för olika material blir förstås både felaktig och orättvis. Därför har ett sätt att beskriva datakvalitet utvecklats och införts i databasen. Databasen innehåller hittills ett relativt begränsat antal material och energislag men kommer att kompletteras efter hand. En ambition har varit att alla indata och kriterier skall vara lätt att hitta för en användare av datorprogrammet.

## Resultat

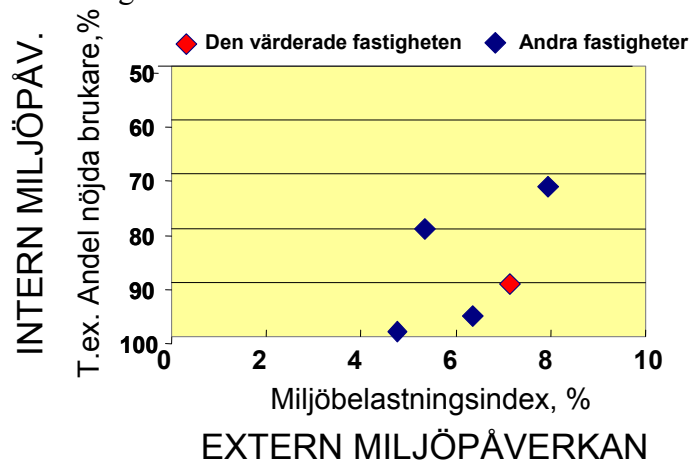
Resultaten har i huvudsak presenterats i samband med beskrivning av genomförandet ovan. Här kommer att beskrivas resultat i form av hur datorprogrammet är organiserat och vad man kan få ut av det samt vilka skriftliga rapporter som är färdiga och under utarbetande.

Datorprogrammets uppbyggnad och modellen för att visa resultat och söka orsaker illustreras av ett schema som beskriver hanteringen av extern miljöpåverkan, fig 1 (nästa sida).



Figur 1 Systemet för extern miljövärdering i EcoEffect.

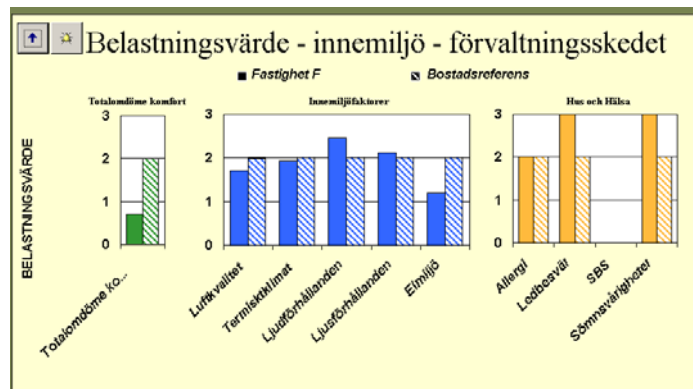
När man arbetar med ett objekt matar man in data om byggnaden samt använda mängder av material och energi i inmatningsrutor, 8 i figuren ovan. Programmet innehåller omräkning till miljöbelastningar och man kan sedan studera belastningar från enskilda material eller sammanställningar – miljöprofiler – som oviktade eller viktade eller aggregerade på olika sätt. En användare som endast är intresserad av resultatet vill kanske bara se en jämförelse med andra byggnader. Han/hon går då in på den översta nivån (den mest aggregerade) där bara index för intern och extern miljöpåverkan visas i samma diagram jämförda med motsvarande värden för andra byggnader. Figuren där denna kvot, som vi kallar vi byggnadens miljöeffektivitet, kan utläsas visas i nästa figur.



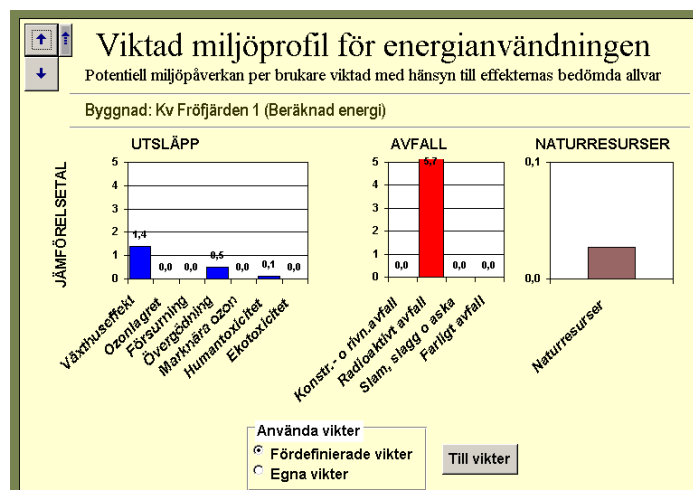
Figur 2. Sammanvägd redovisning av intern respektive extern miljöpåverkan. Den interna beskriver risken för att brukarna av en fastighet skall påverkas negativt och den externa miljöpåverkan skall spegla risken för att människor någonstans skall drabbas av miljöproblem.

Vill man veta varför bedömningen har blivit som den blivit är det lätt att gå ner i systemet och se vad miljöbelastningarna beror på samt utifrån detta föreslå förbättringsåtgärder.

Miljöprofiler för inomhusmiljön respektive den yttre miljön kan ha följande utseende:



Figur 3 Exempel på en inomhusmiljöprofil som EcoEffect programmet visar. Belastningsvärde 3 betyder större risk än normalt för att problem skall uppstå. Belastningsvärde 0 och 1 betyder mycket liten respektive liten risk för att miljöproblem skall uppstå.



Figur 4 Exempel på miljöprofil för extern miljöpåverkan som EcoEffect programmet visar. Skalan är % och visar miljöbelastningen för en brukare av en byggnad relativt samma sorts miljöbelastning från alla verksamheter i landet per capita.

Följande rapporter är klara och bifogas denna slutrapport:

- Miljövärdering av bebyggelse – Bakgrund och sammanfattning
- Miljövärdering – Innomhusmiljövärdering
- Miljövärdering - Metodbeskrivning

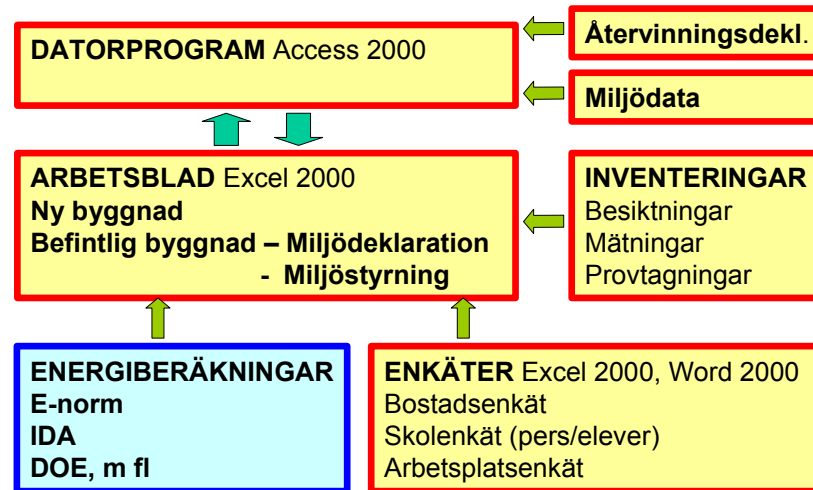
Följande rapporter återstår att fullborda:

- Miljövärdering – Extern miljöpåverkan
- Miljövärdering – Utemiljövärdering

Förutom de färdiga rapporterna bifogas även datorprogrammen och arbetsbladen.

# Tillämpning

EcoEffect metoden är i första hand tänkt som ett hjälpmedel vid miljöstyrning i projektering och fastighetsförvaltning. För detta ändamål har förutom Datorprogrammet i Access utarbetats ett Arbetsblad i Excel. I arbetsbladet för man in uppgifter om projektet, anger miljömål och får så småningom ut resultat ställda i relation till målen. Följande figur visar de hjälpmedel som har utvecklats i projektet för att underlätta miljöstyrningsprocessen.



Figur 5 De verktyg som EcoEffect metoden använder sig av vid miljövärderingar. De gula rutorna är komponenter som särskilt utvecklats för EcoEffect.

Arbetsbladet skall också kunna användas i tidiga skeden av en projektering. För man i arbetsbladet in uppgifter om skissade areor och konstruktion kan man direkt få ut ett värmeförlustindex och ett solvärmeindex så att man enkelt kan undvika dålig energiprestanda eller onödig överhettning sommartid. Likaså erhålls automatiskt materialmängder.

Arbetsbladet för miljöstyrning i projektering innehåller, förutom en instruktion, flikar där följande uppgifter hanteras: Allmänt, Energi, Material, Innemiljö, Detaljerade innemiljömål - programskedet, Utfall innemiljö - projekteringsskedet, Utemiljö, Ekonomi och Byggnadskonstruktion. Ett motsvarande arbetsblad finns för förvaltningsskedet som i huvudsak är likadant men bara innehåller en flik för innemiljö och flikar för enkätsvar, mätningar och besiktning av byggnaden.

EcoEffect-metoden lämpar sig väl för miljödeklaration och miljöklassning av byggnader.

## Möjliga konsekvenser

Skulle branschen konsekvent börja beräkna miljöbelastningar enligt EcoEffect för sina byggnader skulle möjligheterna att minska dessa vara mycket stora. Nya insikter skulle vinnas t.ex. ifråga om hur man kan minska miljöbelastningen genom att bygga utrymmes- och energieffektivt samt välja energikällor med omsorg. Mycket av det som det behandlats inom projektet är emellertid nya områden för byggsektorn. Att få branschen att acceptera miljöområdets komplexitet, utnyttja erfarenheter från andra områden (t.ex. livscykelanalys) och sätta sig in i vad som är möjligt att göra ifråga om kvantifiering av miljöpåverkan kommer säkert ta tid. Till stor del handlar det om utbildning och kommunikation. I en sådan dialog kommer säkert metoden att successivt anpassas efter brukarnas önskemål och behov.



Bilaga:

**Styrgrupp:**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| Bengt Nyman           | Ordf.                                    |
| Henrik Berg von Linde | Sweco, Sekr.                             |
| Jan Byfors            | NCC                                      |
| Erica Gyllered        | Fastighetsverket                         |
| Klas Partheen         | Saint-Gobain Isover AB                   |
| Conny Rollén          | Formas                                   |
| Hans Wallström        | Skanska                                  |
| Jerker Larsson        | BLP arkitekter                           |
| Jan Thelander         | Diligentia                               |
| Göran Svensson        | Miljökompetens                           |
| Göran Finnveden       | FMS                                      |
| Klaus Hansen          | Statens Byggeforskningsinstitut, Danmark |

**Finansiärer:**

Formas  
Stockholms stad (fas 1)  
Diligentia AB  
IB/BFR  
Sollentuna kommun  
NCC  
SBUF  
HSB  
JM  
Stiftelsen för arkitekturforskning (White)  
Svenska Bostäder  
Skanska  
Fastighetsägarna (fas 1)  
Örebrobostäder  
FFNS/SWECO  
Hyresgästernas Riksförbund  
Fastighetsverket  
BLP arkitekter  
SABO  
Vasakronan  
(Scandiaconsult)Rambøll  
Sv. Fjärrvärmeföreningen  
Fastighets AB Tornet  
Miljöstatus för byggnader (fas 1)  
ACC Inomhusklimat