

Skanska Teknik AB
Miljöenheten

Handläggare

Andreas Holmgren

Datum

2004-11-08

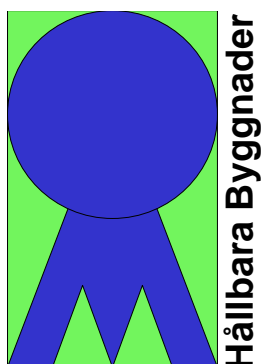
Vår referens/nr

Version

Godkänt av

Helena Parker

Systemet hållbara byggnader: Utvärdering via två pilotprojekt



Andreas Holmgren och Helena Parker, Skanska Teknik AB, 2004

Studie finansierad av: SBUF, Naturvårdsverket och Cementa

Innehållsförteckning

Förord	4
Sammanfattning	5
1 Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte och mål	6
1.3 Avgränsningar	7
2 Metodbeskrivning	7
2.1 Disposition	7
2.2 Metoder	8
2.2.1 Inledning	8
2.2.2 Definitioner	8
2.3 Val av pilotprojekt	9
2.3.1 Förutsättningar	9
2.3.2 Bakgrund till pilotprojekten	9
2.3.3 Pilotprojekt A	10
2.3.4 Pilotprojekt B	10
2.4 Energiklassificering	11
2.4.1 Materialmätning	11
2.5 Klassificering av inomhusmiljö	12
2.5.1 Egenskapskrav och -klassificering	12
2.5.2 Komfortkrav och -klassificering	12
2.5.3 Ohälsa	13
3 Resultat	14
3.6 Pilotprojekt A	14
3.6.1 Egenskapskrav och -klassificering	14
3.6.2 Komfortkrav och -klassificering	14
3.7 Pilotprojekt B	15
3.7.1 Energiklassificering	15
3.7.2 Egenskapskrav och -klassificering	17
3.7.3 Mätning av ohälsa	18
3.8 Analys av resultatet	18
3.8.1 Energiklassificering: Pilotprojekt B	18

3.8.2	Sammanställning av materialmängder : Pilotprojekt B.....	19
3.8.3	Egenskapskrav och -klassificering: Pilotprojekt A och B.....	19
3.8.4	Komfortkrav och -klassificering: Pilotprojekt A	20
3.8.5	Mätning av ohälsa: Pilotprojekt B.....	20
4	Diskussion.....	Fel! Bokmärket är inte definierat.
4.1	Inledning.....	21
4.2	Fördelar med systemet.....	22
4.3	Svagheter med systemet	23
4.4	Rekommendationer.....	24
	Bilaga A Verifiering av funktionskrav.....	27
	Bilaga B Blanketter för indata och utvärdering: Pilotprojekt A och B	31
	Tabell B.1 Pilotprojekt B - projektering	31
	Tabell B.2 Pilotprojekt A - överlämning	33
	Bilaga C Mängdning av byggprodukter: Pilotprojekt B - projektering	36
	Bilaga D. Bedömning av komfort via enkät: Pilotprojekt A - överlämning	40
	Bilaga E. Mätningar: Pilotprojekt B - projektering.....	41
1.	Bakgrund.....	42
2.	Metoder	42
2.1	Kriterier för de ämnen som mäts	42
2.2	Mätmetoder.....	43
2.3	Om tolkning av mätresultat	44
2.4	Val av mätpunkter	44
2.5	Mättid.....	45
3.	Genomförande och iakttagelser som kan ha betydelse för mätresultaten.....	45
4.	Resultat	47
5.	Slutsatser	48

Förord

Systemet *Hållbara byggnader* är ett hjälpmedel för att ställa miljö- och inomhusmiljörelaterade krav på olika typer av byggnader. Miljökraven är uppdelade i resursbehovskrav, egenskapskrav och påverkanskrav. Påverkanskrav är de som på bästa sätt beskriver miljöpåverkan, medan egenskapskrav och resursbehovskrav är bra indikatorer för miljöpåverkan och lättare att följa upp. Påverkanskraven bygger på livscykelanalysmetodik och använder de nationella miljö kvalitetsmålen som utgångspunkt för att bedöma den inbördes betydelsen mellan olika miljöpåverkanskategorier (försurning, övergödning mm). Funktionskraven är indelade i tre miljöklasser; A – Hållbart¹, B – Bra miljöval och C - Acceptabelt.

Ambitionen i Systemet *Hållbara byggnader* är att genomgående tillämpa metoder som är vetenskapligt grundade och marknadsmässigt rationella för att

- målstyra mot mer miljöanpassade byggnader och att
- finna klassningsgrunder som utgör en grund för ständig förbättring.

Om alla byggnader i Sverige uppfyller prestanda enligt miljöklass A – hållbart, så skulle det motsvara en minskad miljöpåverkan från bygg- och fastighetssektorn i nivå med de nationella miljö kvalitetsmålen. På så sätt är systemet Miljöanpassade byggnader unikt, då det ger en absolut nivå på prestanda som byggnader måste uppfylla för att betraktas som hållbara.

Denna rapport redovisar resultatet av ett test av systemet som utförts på två pilotprojekt. Testet visar hur väl systemet kan användas för att ställa och kontrollera funktionskrav på miljö och inomhusmiljö vid projektutveckling av kontor.

Systemet Hållbara byggnader finns beskrivet i ett antal rapporter som finns tillgängliga på www.ivl.se/rapporter/ eller samlade på www.ivl.se/affar/foretagens_miljo_arb/funktionskrav_byggnader.asp.

¹ Med hållbart avses ekologiskt, men även ekonomiskt och socialt.

Sammanfattning

Systemet *Hållbara byggnader* är ett hjälpmedel att ställa miljö- och komfortrelaterade krav för olika byggnadstyper.

Som en del av en vidareutveckling av systemet för att även ta fram system för energiklassning samt funktionskrav för inomhusmiljö och komfort, har Skanska testat systemet på två pilotprojekt. Undersökningen genomfördes våren 2004 på två kontorsprojekt, ett som hade färdigställts året innan och ett som var i det närmaste klart och skulle överlämnas till slutkund under sommaren.

Undersökningen visar att det finns stora möjligheter för beställare att använda funktionskrav i sin beställning och kontroll av fastigheten. Detta görs också idag, framför allt på inomhusmiljöområdet. Den visar vidare att det med nuvarande system och upphandlingsformer är det svårt att genomföra en komplett energiklassificering där även använda materialmängder beaktas. För detta ska vara möjligt behövs ett annat sätt att göra kalkyler samt eventuellt nya upphandlingsformer där huvudentreprenören på ett annat sätt har kontroll på materialflödet.

I en eventuell fortsatt utveckling av systemet tror vi att det vore bra att anpassa metoderna så att de bättre ansluter till den fas i livscykeln som fastigheten befinner sig i. Ett exempel är mätning av ohälsa där de nuvarande metoderna är avpassade för förvaltningsskedet. Här skulle det vara intressant att utveckla kompletterande metoder som kan användas i projekterings- och byggskede. Vi ser det också som värdefullt att man fortsätter anpassningen av energiklassificeringen så att den står i samklang med det energidirektiv som ska implementeras under nästa år.

Rätt tillämpad finns det stora möjligheter att använda metoden redan idag. Vi skulle vilja likna den vid ett smörgåsbord. Vår uppfattning är att systemet fortfarande är alltför komplicerat för att man med framgång ska kunna styra och följa upp inom alla områden samtidigt. Frågan är dock om det från början varit avsikten. Däremot fungerar det utmärkt att använda systemet inom områden som man från början valt ut som intressanta t ex energiprestanda eller inomhusmiljö. Då anser vi att systemet erbjuder ett intressant komplement till nuvarande nyckeltal. Framför allt är det viktigt att samtliga byggsektorns aktörer och i alla byggnadens skeden tänker och talar om byggnadernas funktion som det centrala. Sen kommer fler pilotprojekt att visa vilka av de funktionsrelaterade nyckeltalen som bäst hjälper till att styra mot målet - hållbara byggnader.

Inledning

1.1 Bakgrund

Funktionsentreprenader har lanserats som en fördelaktig modell för att handla upp byggentreprenader. Däremot har modellen ännu inte slagit igenom i praktisk tillämpning. I SBUF projektet; ”Handbok - funktionskrav vid upphandling av bostäder och lokaler”, identifierades att ett centralt hinder idag är svårigheter med att ställa relevanta funktionskrav.

Genom utvecklingen av systemet *Hållbara byggnader* har ett hjälpmedel tagits fram för att underlätta att ställa konkurrensneutrala funktionskrav inom områdena miljöpåverkan, energihushållning samt brukarens innemiljö för olika byggnadstyper vid upphandling. Funktionskraven ligger i sin tur till grund för ett miljö- och brukarklassificeringssystem som kan användas på nya och befintliga byggnader och är indelade i följande tre klasser:²

A Hållbart

B Bra miljöval

C Acceptabelt.

Målet är att systemet ”Hållbara byggnader” ska kunna användas till:

- att prognostisera miljöprestanda i tidiga skeden och projektering samt
- att utvärdera och klassificera den färdiga byggnaden.

Systemet är vidare anpassat för att underlätta en kommande harmonisering med EUs energiklassificeringsdirektiv.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta delprojekt är att testa delar av systemet Hållbara byggnader på två pilotprojekt. Genom pilotprojekten söks bland annat svar på följande frågor:

- Kan systemet användas för att energiklassificera byggnader?
- Kan systemet användas för att definiera och verifiera brukarens mätbara egenskapskrav samt brukarens självskattade komfortkrav och anslutande hälsokrav?

Målet med studien är dels att få och sprida erfarenhet av att använda systemet, dels att ge förslag på förbättringar inför en eventuell fortsatt utveckling.

² se SBUF-rapporten ”Hållbara byggnader: Användarhandbok för funktionskrav och klassificering”

1.3 Avgränsningar

Följande avgränsningar är gjorda.

Pilotstudien testar delar av systemet på de båda pilotprojekten. I det ena projektet testas metoderna egenskapskrav/-klassificering och komfortkrav/-klassificering. Det andra pilotprojektet testar metoderna energiklassificering, egenskapskrav/-klassificering och mätning av ohälsa. Vidare har studien avgränsats till att endast testa systemet på kontorsprojekt.

Studien har avgränsats till byggtiden, i stället för både byggtid och underhållstid. Byggtiden har i sin tur avgränsats vidare till att primärt studera faserna projektering och överlämning (byggtiden definieras här bestå av: förstudie - program - projektering - inköp - produktion - överlämning).

Inom ramen för studien har det inte varit möjligt att i efterhand påverka/optimera ställda funktionskrav i tidigt projektskede, eller kontrollmetoder under produktionen.

Det var nödvändigt att välja pilotprojekt som var avslutade alternativt i det närmaste avslutade, för att det skulle vara möjligt att utvärdera flera metoder på respektive projekt under en kort tid. Detta innebar dock att projektorganisation och tillgängliga projektresurser inte fanns att tillgå i den omfattning som egentligen skulle behövas. Detta har i sin tur medfört vissa svårigheter med att identifiera data och information.

För ett av pilotprojekten hade det genomförts en brukarenkät redan före denna studie påbörjades. Vi valde, i samråd med fastighetsförvaltaren, att använda resultatet från denna istället för att genomföra en ny. Den genomförda enkäten har dock inte använt riktigt samma frågor jämfört med den korsreferenslista som finns framtagen inom ramen för systemet. Det har gjort resultatet lite svårare att använda jämfört med om man genomfört brukarenkäten enligt den beskrivning som finns i systemet.

2 Metodbeskrivning

2.1 Disposition

Rapporten är indelad enligt följande: Kapitel 2 beskriver definitioner och bakgrund till de valda pilotprojekten. Därefter beskrivs de metoder som finns i systemet ”Hållbara byggnader” och som ska tillämpas praktiskt i de två pilotprojekten: .

I kapitel 3 presenteras resultat och analys från utvärderingen. I tabellen nedan beskrivs vilka metoder som undersöks i respektive pilotprojekt.

	Byggskede	Utvärderade metoder i systemet
Pilotprojekt A	Överlämnande	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Egenskapskrav/-klassificering ▪ Komfortkrav/-klassificering
Pilotprojekt B	Projektering	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Energikrav/-klassificering ▪ Egenskapskrav/-klassificering ▪ Mätning av ohälsa

I kapitel 4 förs en diskussion kring våra erfarenheter från pilotstudien tillsammans med rekommendationer inför den fortsatta utvecklingen.

2.2 Metoder

2.2.1 Inledning

Nedan beskrivs kortfattat de metoder från systemet ”Hållbara byggnader” som utvärderas i denna studie. För fullständig metodbeskrivning av respektive klassificering hänvisas till följande delrapporter inom ramen för projektet:

- Metod för energiklassificering. Se ”Hållbara byggnader: Användarhandbok för funktionskrav och klassificering”, delrapport B 1506.
- Metod för komfortkrav och klassificering. För egenskapskrav/-klassificering och komfortkrav/-klassificering, se ”Hållbara byggnader: Bedömningsgrunder av inomhusmiljön”, B1604. För mätning av ohälsa, se delrapport B 1506.

2.2.2 Definitioner

Begreppet funktion i ABT 94, definieras som ”sådan användbarhet eller sådan för användbarhet nödvändig egenskap, som normalt konstateras genom mätning, provning eller nyttjande”. Med funktionskrav menar vi här ”krav på viss egenskap ställt i mätbara termer och definierat i en Funktionsbeskrivning”. Funktionskrav ställs i samband med upphandlingen av en specifik byggnad, och funktionsbeskrivningen ingår då i förfrågningsunderlaget. För att ett funktionskrav, till exempel avseende inomhusmiljön, ska vara komplett bör det omfatta uppgifter om

- kravnivå och/eller funktionsintervall,
- metod för funktionskontroll samt

Funktionskrav kan användas i alla former av entreprenader men förknippas normalt med den entreprenadform som betecknas som en funktionsentreprenad. Med funktionsentreprenad menas här en entreprenadform där väsentliga egenskaper hos objektet definieras med funktionskrav och där entreprenören svarar för att avtalade funktionskrav bibehålls under en underhållstid.

Grundprinciperna är att

- byggnadens gestaltning, planlösning och synliga ytor definieras av beställaren till form, färg och material,
- de tekniska egenskaper som byggnaden ska uppfylla formuleras av beställaren som funktionskrav,
- entreprenören äger rätten till sina tekniska lösningar,
- entreprenören ansvarar för levererade funktioner under en överenskommen underhållstid ofta 5-10 år samt att
- anbud värderas efter livscykelkostnad.

Entreprenadtiden i en funktionsentreprenad består av byggtid och underhållstid. Byggtiden är tiden från entreprenaden börjar och fram till avslutad slutbesiktning. Underhållstiden är en avtalad tid som räknas från dag för avslutad slutbesiktning till avslutad slutkontroll. I bilaga A beskrivs översiktligt hur ett projekt kan följas upp genom beräkningar och mätningar under hela entreprenadtiden. Denna pilotstudie är begränsad till att endast studera delar av byggtiden.

2.3 Val av pilotprojekt

2.3.1 Förutsättningar

Studien är genomförd under våren 2004. De utvalda projekten är pågående/färdiga projekt, en förutsättning för inomhusmiljömätning och brukarenkät. I syfte att ge bättre underlag till inomhusmiljö- och energimätningar, har ett av projekten varit färdigställt minst en sommar och en vinter.

På de valda pilotprojekten är det möjligt att testa följande metoder i systemet: energiklassificering, egenskapsklassificering, klassificering av självskattad komfort samt mätning av ohälsa. Projekten bör ha väldokumenterade krav, t ex via miljöprogram och ramprogram. På ett av projekten har man använt ett kalkylverktyg som ger möjlighet till att få fram uppgifter om använda materialmängder. Syftet är att få data som ska kunna bearbetas till en miljöprofil.

Inget av pilotprojekten klassas som funktionsentreprenader. Däremot har man i upphandling och styrning av projekten använt sig av funktionskrav som komplement till tekniska krav.

I syfte att möjliggöra jämförelse mellan projekt, är det en fördel att projekten är byggnadstekniskt lika.

2.3.2 Bakgrund till pilotprojekten

Utifrån ovan beskrivna förutsättningar valdes två pilotprojekt. Beställare och projektutvecklare för de båda pilotprojekten är Skanska Fastigheter Stockholm, som tillhör affärsenheten Skanska Projektutveckling Sverige. Skanska Projektutveckling Sverige ansvarar för att i samverkan med andra enheter inom Skanska identifiera, lansera och utveckla fastighetsprojekt inom Sverige och Danmark. I verksamheten ingår även förvaltning, förädling och försäljning av Skanskas fastigheter. Verksamheten är organiserad i tre bolag - Stockholm, Öresund och Göteborg, och är

certifierade enligt ISO 14001.

Totalentreprenör för projekten är Skanska Sverige. Skanska Sverige har ca 12,000 medarbetare och arbetar med bostads-, husbyggnads- samt väg- och anläggningsrelaterade tjänster. Även Skanska Sverige är certifierade enligt ISO 14001.

De båda pilotprojekten A och B liknar varandra byggnadstekniskt då de utgår från i princip samma ramprogram. De ingår båda i en ny företagspark som Skanska utvecklar i en naturskön miljö. När den är klar kommer den att bestå av åtta byggnader (4 till 8 våningar ovan mark) och 85 000 kvm. Området kommer att byggas ut successivt i etapper och inrymmer i huvudsak kontorsytor med ett garageplan under mark. Marken utgörs i huvudsak av naturmark som sedan tidigare inte är exploaterad. En egen hög ambitionsnivå och långtgående krav från framtida hyresgäster har resulterat i ett miljöarbete med både bredd och spets.

Miljöarbetet har koncentrerats till två huvudområden - att begränsa användningen av farliga ämnen i byggnadsmaterial och kemiska produkter och att utveckla tekniska lösningar som minskar de färdiga byggnadernas energiförbrukning.

I bygghandlingarna ställs det både funktionskrav och teknikkraV. Enligt beställaren räcker det inte att enbart ställa funktionskrav, men man arbetar i den riktningen. Funktionskrav är ställda på lufttemperatur sommar/vinter, operativ temperatur, drag, tilluftflöde, CO₂-halt, kyleffekt, ljud, ljuddämpning, belysning samt filterklass (F7 tilluft, F6 frånluft m h t värmeåtervinning). Exempel på ställda teknikkraV är takhöjd, modulmått m h t platsbehov, ventilationssystem, flexibilitet, tryckfall, kylsystem, flexibilitet, tryckfall kylbafflar samt fjärrkyla (undviker egna kylmaskiner).

2.3.3 Pilotprojekt A

Pilotprojekt A, som färdigställdes våren 2003, används för att utvärdera byggskedet ”överlämning” i systemet. Följande metoder i systemet har utvärderats:

- Egenskapsklassificering
- Komfortklassificering

2.3.4 Pilotprojekt B

Pilotprojekt B, som färdigställdes juni 2004³, används för att utvärdera byggskedet ”projektering”. De metoder i systemet som utvärderats är:

- Energiklassificering
- Egenskapsklassificering
- Mätning av ohälsa

³ Dvs. strax efter studien var klar. Data för denna studie samlades in under perioden mars-maj 2004.

2.4 Energiklassificering

Delrapporten B 1507 ("Funktionskrav för hållbara byggnader") har använts som utgångspunkt för denna del av utvärderingen.

Funktionskrav på energi klassificeras enligt följande:

- **Miljöklass A.** Hållbart, motsvarar en långsiktigt acceptabel nivå
- **Miljöklass B.** Bra miljöval, vilket innebär en hög ambition dock inte den allra bästa
- **Miljöklass C.** Acceptabel, vilket motsvarar praxis/lagkrav som anger lägsta acceptabla nivån.

Energikrav kan som tidigare nämnts ställas på olika sätt:

- Egenskapskrav: Energibehov (kWh/m^2 BRA år)
- Resursbehovskrav: Primärenergi (kWh/m^2 BRA år)
- Påverkanskrav: Koldioxid (CO_2/m^2 BRA år)

I delrapporten "Bedömningsgrunder för miljöpåverkan och energianvändning" beskrivs den metod för energiklassificering som tillämpas i systemet. Där beskrivs också rekommenderade riktlinjer för hur primärenergi och energibehov för en byggnad praktiskt kan beräknas och dokumenteras. Energiklasser är uppdelade på byggnadstyperna småhus, flerbostadshus, kontor, skolor och sjukhus. Vid tiden för studien var dessa riktlinjer inte tillgängliga. Istället användes den energiberäkningsmetod som tillämpas av Skanska. Det konstaterades dock vid genomgång av energiprestanda för pilotprojektet att Skanskas metod inte skiljer sig märkbart från systemets rekommenderade riktlinjer.

2.4.1 Materialmätning

I syfte att kunna beräkna en LCA-profil för ett av pilotprojekten, ingår mätning av ingående material i aktuellt pilotprojekt som en del av metoden energiklassificering. Mängning av material utgår från det kalkylprogram som användes i projektet och med mängder angivna i första hand i vikt. Se bilaga A för vilka material som mängdas och respektive använda enheter. I de fall det inte varit möjligt att redovisa materialmängder motiveras detta särskilt.

En förutsättning för att kunna redovisa använda materialmängder var att pilotprojektet var färdigställt. Detta medförde samtidigt att projektorganisationen och dess underentreprenörer inte längre fanns knutna till projektet. Det har därför varit svårt att hitta tillgängliga resurser med kunskap som hade möjlighet att hjälpa till i utvärderingen. I ett pågående projekt hade det varit lättare att identifiera och få hjälp av projektpersonal och därmed få bättre information om använda materialmängder. Detta förutsätter dock att pilotstudiens och projektplanens tidplan genomförs parallellt, vilket inte var möjligt här.

2.5 Klassificering av innemiljö

Funktionskrav på innemiljö klassificeras på liknande sätt som miljörelaterade funktionskrav och kan enligt metoden formuleras via tre former av krav/klassificeringar:

- egenskapskrav och -klassificering (mätbara egenskaper hos den färdiga byggnaden)
- komfortkrav och -klassificering (självskattad störning)
- ohälsa (påverkanskrav som endast berör mänsklig hälsa)

De två första, egenskapskrav/klassificering och komfortkrav/klassificering, kan dessutom sammanställas och användas som ett mått på brukarens eftersträlvade innemiljökrav.

2.5.1 Egenskapskrav och -klassificering

I delrapport B1604, tabell A2, bilaga A, kontor, finns en mer utförlig metodbeskrivning av egenskapskrav och -klassificering. Denna tabell är använd som mall för indata och utvärdering avseende beräkning och mätning av egenskapskrav och -klassificering. Den ifyllda mallen återfinns som i bilaga B i denna rapport.

Egenskapskraven har identifierats från främst ramprogram och miljöprogram. I resultattabellen, bilaga B, framgår förutom kraven även källanvisning och eventuella kommentarer. Vidare är genomförda kontroller av uppsatta funktionskrav redovisade. Egenskapskrav kan exempelvis kontrolleras via program för funktionsprovning, egenkontroll, projekteringsgranskning, delbesiktning, slutbesiktning, vinter/sommarfallsbesiktning och dokumentgranskning. Vidare dokumenteras källanvisning samt eventuella kommentarer, t ex besiktningsprotokoll, sommar / vinterfallsbesiktning, program för funktionsprovning och namn på besiktningsman.

Om mätbara värden för egenskapskrav har kunnat identifieras, har detta angetts. Annars skrivs ”Enligt SB (Slutbesiktning)”. När samtliga identifierade erinringar och anmärkningar vid slutbesiktning är åtgärdade, avslutas slutbesiktning med tillhörande efterbesiktning. Ställda funktionskrav förväntas då vara uppfyllda. Vidare dokumenteras källor i mallen. Exempel på källanvisning som kan anges är: besiktningsprotokoll, sommar/vinterfallsbesiktning, dimensionerad data VVS, program för funktionsprovning.

2.5.2 Komfortkrav och -klassificering

Metoden bygger på redan etablerade enkäter såsom Örebroenkäten, SABO-enkäten, Nordisk Industrifonds enkäter och Stockholmsenkäten. Till dessa har det tagits fram ett system för hur klassificering av resultat kan göras på en övergripande nivå. Relevansen av de svar som framkommer blir en form av ett ”nöjd-kund-index”, klassificerat i A, B och C.

I pilotprojekt A har Örebroenkäten använts, då en studie var genomförd av förvaltaren våren

2003 (rapport MM 2/203). Det beror på att hyresgästens anställda upplevde inomhusmiljöproblem i den nybyggda fastigheten. Resultatet visade på en del brister och ledde till att en rad åtgärder genomförts för att säkra en god inomhusmiljö. Däremot har ingen ny enkät genomförts. Förvaltaren hade önskemål att den gamla studien skulle användas i denna utvärdering även om resultatet kan vara iögonfallande. Enkäter skickades ut till 552 arbetstagare varvid svar inkom från 300 personer, vilket ger en svarsfrekvens på i genomsnitt 54 %. Detta är något lägre än man brukar uppnå i motsvarande undersökning. Vid låg svarsfrekvens ökar osäkerheten vid tolkningen.

Resultatet från enkätundersökningen har ”översatts” till systemet ”Hållbara byggnader”. Resultatet redovisas utförligt i bilaga D samt sammanfattas i bilaga B, tabell B2. Att endast pilotprojekt A studerats beror på att det krävs att byggnaden brukats under en säsong och pilotprojekt B var därför inte möjlig att studera.

2.5.3 Ohälsa

Mätning av påverkansparametrar avseende ohälsa i pilotprojekt B görs enligt bilaga E i delrapport B1604. Föreslagna metoder tillsammans med slutresultatet av genomförd mätning finns sammanställd i en kortfattad delrapport till denna studie, se bilaga E. Vid klassificering av inomhusmiljön för pilotprojekt B används resultatet från dessa mätningar.

3 Resultat

3.1 Pilotprojekt A

I denna studie har följande metoder utvärderats avseende pilotprojekt A:

- Egenskapskrav och -klassificering
- Komfortkrav och -klassificering

3.1.1 Egenskapskrav och -klassificering

I bilaga B redovisas egenskapskrav, klassificeringar samt verifieringar av egenskapskrav för pilotprojekt A. För i princip samtliga brukarparametrar har **funktionskrav** identifierats i ramprogram och miljöprogram för pilotprojekt A, och källanvisning har gjorts var dessa krav återfinns.

Miljöklassificering, enligt systemet för de 19 brukarparametrarna i pilotprojekt A: miljöklass A (4 st); miljöklass B (6 st), miljöklass C (9 st). Uppdelat per område ser vi att en högre ambitionsnivå finns avseende, termisk komfort och ljud.

	Miljöklass A	Miljöklass B	Miljöklass C
Termisk komfort	0	5	1
Luftkvalitet	0	1	3
Ljusmiljö	0	0	3
Ljudmiljö	4	0	0
Elmiljö	0	0	1
Dricksvatten	0	0	1

De **kontroller** som genomförts vid projektering samt slutbesiktning i pilotprojekt A finns angivna i bilaga B. När slutbesiktning är avslutad, är samtliga erinringar och anmärkningar åtgärdade, och inga tillhörande efterbesiktning behöver genomgöras. Då utgår man också ifrån att funktionskravet är uppfyllt. Vid slutbesiktningarna har dock inga mätbara värden identifierats och tydligt dokumenterats, därför finns inga värden redovisade i tabellen i bilaga B.

3.1.2 Komfortkrav och -klassificering

I bilaga B, tabell B6.2, redovisas identifierade komfortklassificeringar för pilotprojekt A. Underlag till komfortklassificering redovisas i bilaga D. Enligt resultat i bilaga B finns det ingen slutgiltig klassificering för respektive komfortgrupp, då metodunderlag saknas. Istället anges olika alternativa klassificeringar för de olika grupperna av komfortparametrar. Orsaken är att det saknades möjlighet att översätta den använda Örebroenkäten till systemets metod för komfortmätning. Detta beror på att projektets mätning endast byggde på vissa delar av Örebroenkäten och då var det inte möjligt att översätta resultatet.

I bilaga D finns en korsreferenslista mellan huvudfrågorna enligt systemet ”Miljöanpassade byggnader”, och de delfrågor som ställdes i pilotstudiens Örebroenkät (se bilaga B i delrapport U 963). Dessa innefattade:

- Termisk komfort: för hög; för låg; varierande
- Luftkvalitet: instängd; torr luft; obehaglig lukt; tobaksrök; damm & smuts.
- Ljusmiljö: belysning.
- Ljudmiljö: buller.
- Elmiljö: statisk elektricitet.
- Dricksvattenkvalitet: inga.

3.2 Pilotprojekt B

I denna studie har följande metoder utvärderats avseende pilotprojekt B:

- Energiklassificering
- Egenskapskrav och -klassificering
- Mätning av ohälsa

3.2.1 Energiklassificering

Ur Skanskas egen metod och den i systemet beskrivna metoden erhålls en energiklassificering som redovisas i tabell 3.2A. Energiklassificeringen är indelad i egenskapsklassificering och en resursbehovsklassificering. Det har däremot ej varit möjligt att ta fram en klassificering av påverkanskrav. Notera att resultatet från pilotprojektets klassificering med avseende på energiprestanda skiljer sig markant beroende på om man använder sig av egenskapskrav eller resursbehovskrav (C jämfört med A). Två frågor kommer då upp: 1) Är systemets prestandanivåer avseende egenskapsklassificering kommersiellt operationellt rimliga idag? 2) Är systemets prestandanivåer avseende resursbehov miljömässigt hållbara – dvs är nivåerna för lågt ställda?

Pilotprojektets egenskapsprestanda ligger en bra bit från systemets minimum klass C (72 kWh/m² jämfört med 85 kWh/m²). Systemets bedömning är tuff, om man jämför andra byggprojekt som byggs i Sverige under denna tid. Skanska bedömer själv att egenskapsprestanda på 85 kWh/m² är väldigt bra, och kanske borde ha värderats högre i systemet. Av de kommersiella kontor som projektutvecklas och aktivt energianpassas i Sverige idag, är det ytterst få som eventuellt skulle klara av klass B. Ännu sämre är marknadsförutsättningarna och de tekniska möjligheterna att nå klass A.

Primärenergiprestandan i pilotprojektet ligger långt högre än systemets klassificerings nivå A (115 kWh/m² för projektet och 167 kWh/m² i systemet). I aktuellt pilotprojekt har energiåtgärder aktivt genomförts för att minska byggnadens resursbehov. Det finns å andra sidan andra Skanskaprojekt som arbetat mer aktivt med att minska byggnadernas primärenergibehov. Hur ska resultatet tolkas? Innebär

systemets resursbehovsklassificering att Skanska investerar för mycket tid och pengar på att sänka våra byggnaders primärenergiebehov – då vi redan nått en miljömässigt hållbar nivå utifrån de nationella miljömålen? Eller bör man istället ifrågasätta systemets tolkning av de nationella miljömålen i de nivåer som satts för resursbehovsklassificering?

Tabell 3.2A: Energiklassificering av pilotprojekt B

Energiklassificering	Referensvärde			Indata	Klassificering
	Klass A	Klass B	Klass C	Resultat	
Egenskapskrav					
Pilotprojekt B (Kontor och Labb)	50	61	72	85kWh/m ² (omräknat inkluderat hyresgästel)	C
Resursbehovskrav					
Primärenergi kWh/m ² (inkluderat hyresgästens el)	167	207	243	115 kWh/m ² (exkluderat hyresgästens el) (37 MWh/m ² , 25 år)	A
Påverkanskrav					
Koldioxid, kg CO ₂ /m ² , år	-	-	-	10 (178 ton/år eller 3200 ton 25 år)	Ej möjlig

Pilotprojektet består av två delar; kontor och laboratorium. I nedanstående två tabeller (3.2B, 3.2C) presenteras använda relevanta indata, korrigeringar och förutsättningar för klassificeringen.

Tabell 3.2B: Energidata för kontoret (del av Pilotprojekt B)

Fastighet:	Pilotprojekt B, Kontor			Totalt behandlad yta:	11540 m ²
Datum:	2002-03-20			LOA:	9586 m ²
Indata från:	Ventac i kWh/m ²			Andel LOA av BRA:	0,83
	Ej frikyla (MWh/år)	Med frikyla (MWh/år)	(LOA (kWh / m ² , år))	(BRA (kWh/m ² , år))	Kommentar / korrigeringar
Egenskapskrav					
Värme	499	444	59	51	Kylåtervinning: 80% Rörförluster + 10kWh/m ² Tappvv kontor + 2 kWh/m ²
Kyla, egen kylmaskin	0		0	0	
Kyla, fjärrkyla	200	98	0,82	0,68	Fjärrkyla omräknas 1/15
El, fastighet (fläktar)	74		18	16	Pumpar + 5 kWh/m ² Hissar, garage + 5 kWh/m ²
Totalt			78	69	
Resursbehovskrav					
Primärenergi kWh/m ² , år			106	94	Fjärrvärme 1,0. Elenergi 2,5. Fjärrkyla 0,17.
Påverkanskrav					
Koldioxid, kg CO ₂ /m ² , år			9	8	Fjärrvärme 0,1. Elenergi 0,175. Fjärrkyla 0,012.

Tabell 3.2C Energidata för laboratoriet (del av Pilotprojekt B)

Fastighet:	Pilotprojekt B, Labb			Totalt behandlad yta:	3831 m ²
Datum:	2002-03-20			LOA:	3256 m ²
Indata från:	Ventac i kWh/m ²			Andel LOA av BRA:	0,85
	Ej frikyla (MWh/år)	Med frikyla (MWh/år)	(LOA (kWh/m ² , år))	(BRA (kWh/m ² , år))	Kommentar/korrigeringar
Egenskapskrav					
Värme	239	220	81	70	Kylåtervinning: 80% Rörförluster + 10kWh/m ² Tappvv kontor + 2 kWh/m ²
Kyla, egen kylmaskin	0	0	0	0	
Kyla, fjärrkyla	110	61	1,45	1,23	Fjärrkyla omräknas 1/15
El, fastighet (fläktar)	40		22	20	Pumpar + 5 kWh/m ² Hissar, garage + 5 kWh/m ²
Totalt			104	92	
Resursbehovskrav					
Primärenergi kWh/m ²			104	92	Fjärrvärme 1,0. Elenergi 2,5. Fjärrkyla 0,17.
Påverkanskrav					
Koldioxid, kg CO ₂ /m ²			12	11	Fjärrvärme 0,1. Elenergi 0,175. Fjärrkyla 0,012.

Sammanställning av materialmängder finns i bilaga C. Identifiering har gjorts av material och mängder utifrån BR 2000, men saknar materialmängder som handlats upp via underentreprenader: VVS, ventilation, el, tele, data, styr & regler. Den sammanställning som har kunnat göras har inte varit tillräcklig för beräkning av LCA-profil för energianvändning.

3.2.2 Egenskapskrav och -klassificering

I bilaga B redovisas identifierade och kontrollerade, samt klassificeringar av egenskapskrav för pilotprojekt B.

För i princip samtliga brukarparametrar har **funktionskrav** identifierats i ramprogram och miljöprogram för pilotprojekt B. Källanvisning har gjorts var dessa krav återfinns. Resultatet per område är likadant som för pilotprojekt A.

Miljöklassificering, enligt systemet, för de 19 brukarparametrarna för pilotprojekt B: miljöklass A (4 st); miljöklass B (6 st), miljöklass C (9 st). Uppdelat per område ser vi att en högre ambitionsnivå finns avseende, termisk komfort och ljud. Resultatet är likadant som för pilotprojekt A:

	Miljöklass A	Miljöklass B	Miljöklass C
Termisk komfort	0	5	1
Luftkvalitet	0	1	3
Ljusmiljö	0	0	3
Ljudmiljö	4	0	0
Elmiljö	0	0	1
Dricksvatten	0	0	1

Den **kontroll** som genomförts vid projektering samt slutbesiktning av funktionskraven anges i bilaga B. De är genomförda på liknande sätt som för pilotprojekt A.

3.2.3 Mätning av ohälsa

I bilaga E presenteras sammanställning och utvärdering av mätresultat av ohälsa. Sammanfattningsvis kan man säga att fastigheten uppvisar bra resultat med avseende på partiklar (PM₁₀). För formaldehyd och koldioxid klarar fastigheten miljöklass C medan för kvävedioxid överskrider även C. Detta kan förklaras av att fastigheten ligger nära en stor trafikled. Vad gäller PCB klarar fastigheten miljöklass A. Dock är PCB-halten överraskande hög för att vara en ny fastighet och PCB-källan har än så länge inte kunnat lokaliseras.

3.3 Analys av resultatet

3.3.1 Energiklassificering: Pilotprojekt B

Skanska Projektutveckling Sverige har sedan tidigare en bilaga till sin mall ramprogram för hur energiberäkningar går till. Denna mall har använts som underlag. Bilaga F har använts som utgångspunkt för klassificering i denna studie.

Den metod för energiklassificering som tagits fram inom ramen för systemet ”Hållbara byggnader” har anpassats efter Skanskas mall, men tillförs ny struktur, begrepp och dokumentationskrav som inte finns i jämfört med Skanskas ursprungliga mall.

3.3.2 Sammanställning av materialmängder : Pilotprojekt B

Att uppskatta använda materialmängder är ett steg i metodens energiklassificering. Det görs däremot inte regelmässigt i Skanskas projektstyrning och är ej heller ett krav enligt EU:s energidirektiv.

I bilaga C framgår det hur enkelt/svårt det varit att uppskatta använda materialmängder i pilotprojektet. Att sammanställa materialmängder i ett byggprojekt, enligt BR 2000, är ett stort projekt. Via ett kalkylprogram som t ex SPIK kan man efter vissa justeringar få ut bättre data. I det aktuella pilotprojektet B hade dock ingen sådan justering gjorts. All identifiering görs när projektet är överlämnat, dvs efter projektavslut. För material som anges styckewis är det inga problem (kyl, frys mm). Men för de material som finns mängdat i kalkyl måste vi veta densiteten för materialet, för att kunna ange enheten i kg. Installationer m.fl. har handlats upp via underentreprenad där även material har ingått. Här redovisas ”materialet” endast som en kostnad som både omfattar material och arbete.

De sammanställda materialmängderna från pilotprojekt B, har därför inte använts för LCA-beräkningar till energiklassificering enligt studiens föreslagna metod.

3.3.3 Egenskapskrav och -klassificering: Pilotprojekt A och B

Byggherren har kunnat identifiera samhälleligt accepterade funktionskrav i de båda pilotprojekten, dessutom är att vissa funktionskrav ganska tufft ställda. Uppföljning och kontroll sker i första hand via olika former av besiktningar där tydlig återkoppling till faktiskt ställda ursprungsfunktionskrav brister för vissa brukarparametrar. Undantag är dimensionerad data VVS samt vinter/sommarfallsbesiktning, där jämförelse mellan krav och faktisk prestanda anges.

Nedan följer några specifika kommentarer om uppföljning och kontroll av funktionskrav per komfortgrupp. Dessa kommentarer är gemensamma för båda pilotprojekten:

- Termisk komfort: Dokumenterade krav för strålningsymmetri saknas. Uppfyllelse av krav har ändå verifierats via besiktningsman.
- Luftkvalitet: Krav på tobaksrök ställdes men inte med exakta tal. Det är oklart om verifiering gjorts av besiktningsman.
- Ljuskvalitet: Exakta tal saknas för luminans och kontrastreduktion även om krav ställts. Det är också oklart om verifiering gjorts.
- Elmiljö: Krav avseende statisk elektricitet ställs inte. Däremot har viss kontroll genomförts men det är oklart om slutbesiktning gjorts.
- Dricksvattenkvalitet: Krav på tappvattenkvalitet finns i BBR, och projektet har utgått från dessa krav. Kontroll har genomförts av en besiktningsman.

3.3.4 Komfortkrav och -klassificering: Pilotprojekt A

I bilaga D har vi gjort ett försök att härleda de olika ställda delfrågorna i pilotprojekt A till huvudfrågorna som tillämpas i systemet. Resultatet har blivit en besvärprofil, men med olika möjliga klassificeringar. Att olika alternativ finns beror på att metod saknas för hur vi ska väga ihop svaren på delfrågorna. Är det genomsnitt, median, sämsta alternativ eller någon helt annan bedömning som ska gälla?

Besvärprofilen har i denna studie redovisats, för samtliga delfrågor, och två alternativ till klassificering har gjorts. En alternativ lösning är att väga samman delsvaren till en klassificering genom att beräkna genomsnittet. Ytterligare en lösning utgår från den delfråga med högst besvärshäufigvens vid klassificering.

Metodunderlaget brister och alternativen har framför allt tagits fram i syfte att mer pedagogiskt beskriva hur en framtida metod kan se ut. Resultatet innebär att besvärshäufigvensen i snitt ligger utanför klass A till C, dvs någon form av klass D (finns inte i systemet). Förvaltaren är väl medveten om det dåliga resultatet, och de åtgärder som har behövt vidtas, har redan vidtagits och kontrollerats. Det intressanta i pilotstudien är att egenskapsklassificering och komfortklassificering kan skiljas markant åt, och att systemet inte säger något om hur denna skillnad bör bedömas.

3.3.5 Mätning av ohälsa: Pilotprojekt B

Innemiljömätningarna i pilotprojekt B går ut på att verifiera genomförbarheten av systemet. Om det inte går att genomföra vissa delar av systemet i verkligheten är de inte aktuella att ha med i version 1 av systemet. Utan denna bakgrund kan intresset att mäta t ex PCB vara helt ointressant för en beställare eller entreprenör, medan projektuppläggets syfte är just att testa hela metodiken. Samtidigt kan man konstatera att det ibland kan vara intressant att mäta "ointressanta" parametrar. I det aktuella pilotprojektet fanns det till exempel PCB-halter som inte borde finnas där. Varifrån de kommer har dock inte kunnat kartläggas vid tidpunkten för denna rapport.

4 Resultat – utvärdering av metod

4.1 Inledning

Att testa systemet är en central del av detta SBUF projekt, då det är den första praktiska tillämpningen av systemet. Arbetet försvårades dock av att utvärderingen till viss del genomfördes parallellt med utvecklingen av metoden. Metoden har också i några fall justerats i efterhand, som ett resultat av pilotprojektens erfarenheter och efter synpunkter från utvecklingsprojektets referensgrupp. Fördelen är att studien testar ett så nära slutlig version av systemet som möjligt. Samtidigt har det naturligtvis försvårat det praktiska genomförandet.

Energiklassificering. Metoden kompletterades/sammanställdes mycket sent i projektet, vilket har gjort det svårt att använda den i pilotprojektet. Istället användes det arbetssätt som Skanska Projektutveckling Sverige arbetar efter. Man har dock kunnat konstatera att skillnaden mellan Skanskas arbetssätt o de föreslagna metoderna är små. Dock finns det frågetecken kring systemets klassificering av pilotprojektens energiprestanda, se analys av energiklassificering i pilotprojektet - kapitel 3.2.1. Metod för att ta hänsyn till materialmängder var inte tydligt beskrivet i systemet och kompletterades underhand.

Egenskapskrav och -klassificering. I princip samtliga av systemet efterfrågade funktionsparametrar återfanns i byggherrens funktionskrav gentemot entreprenören i de båda pilotprojekten. Baserat på existerande system med kontroll via besiktningsman, blir resultatet att funktionskraven uppfylls, men exakt/tydlig återkoppling med fastställda värden saknas delvis. Möjlighet till tydligare återkoppling till mätta värden finns dock. Denna del av systemet ”Hållbara byggnader” är den som mest liknar pilotprojektens nuvarande styrning.

Komfortkrav och -klassificering. Denna del var inte riktigt utarbetad i systemet vilket medförde svårigheter i samband med analys av resultatet. Metodbeskrivning för komfortkrav/-klassificering utvecklades till viss del som resultat av studiens erfarenheter och fortfarande är en del frågeställningar inte besvarade. Man kan också konstatera att komfortklassificering i första hand är lämplig att använda i fastighetsförvaltning och inför hyresgäst Anpassning snarare än vid projektutveckling.

Mätning av ohälsa. Inte heller denna del var färdigutvecklad i det ursprungliga systemet ”Hållbara byggnader”, utan har kompletterats i efterhand parallellt med pilotstudien. Nuvarande utformning är också den i första hand lämplig att använda i fastighetsförvaltning och inför hyresgäst Anpassningar.

4.2 Fördelar med systemet

Erfarenheterna från pilotstudien visar flera intressanta tillämpningar. En möjlighet är att komplettera bygghandlingarna för ett ombyggnadsprojekt eller nytt projekt med ett miljöprogram. Miljöprogrammet består då dels av funktionskrav / klassificeringar på den färdiga byggnaden, dels en beskrivning av hur dessa kan kontrolleras under byggtiden. Därtill följer exempelvis tekniska miljöåtgärder för att uppfylla ställda funktionskrav. Detta är ett arbetssätt som i princip används idag av Skanska Projektutveckling Sverige.

Energiklassificering. Energiklassificering, exklusive sammanställa materialmängder är praktiskt genomförbart. Den kortfattade redovisningen av funktionskrav via kWh, primärenergi och koldioxid är intressant, samt med en kort kommentar och källanvisning om hur beräkningen genomförts.

I en bilaga till ett miljöprogram kan t ex en tabell innehålla följande:

- Egenskapskrav (kWh/m^2), resursbehovskrav (primärenergi kWh/m^2) samt påverkanskrav (koldioxid, $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$, år)
- Möjliga funktionskrav / klasser, klass A - C, samt kort källanvisning.
- Funktionskrav i projektet, ange klass och eventuell kommentar

Egenskapskrav och -klassificering. Det är praktiskt genomförbart, också till en rimlig kostnad, att identifiera och kontrollera egenskapskrav och -klassificering. Det är möjligt att ställa tydliga funktionskrav, utifrån systemet "Hållbara byggnader". Det är också möjligt att dokumentera vilken form av granskning och kontroll av funktionskrav som görs idag, framförallt genom besiktningsdokumentation.

I en bilaga till ett miljöprogram kan t ex en tabell med nedan information följa:

- Komfortparameter, funktionskrav per område
- Enhet
- Möjliga funktionskrav / klasser, klass A - C, samt kort källanvisning.
- Funktionskrav i projektet, ange klass och eventuell kommentar

Komfortkrav och -klassificering. Systemet "Hållbara byggnader" har gjort en korsreferenslista, som möjliggör en övergripande jämförelse mellan olika etablerade brukarenkäter. Med denna lista kan olika typer av etablerade komfortenkätens resultat övergripande jämföras mellan varandra. Användaren av systemet kan först genomföra en övergripande komfortstudie med övergripande komfortfrågor. Därefter kan användaren, om behov finns, genomföra en fördjupad komfortstudie med en av de redan etablerade komfortenkäterna. Dessutom definierar systemet rimliga komfortkravsklasser.

Mätning av ohälsa. Bra att krav ställs på emissionsvärden och mätningar i metoden. Som beskrivs nedan under nackdelar finns det dock en hel del metodarbete som behöver göras för att förbättra denna del.

Nedan beskrivs exempel på kravbeskrivning som kan ställas i ett miljöprogram i enlighet med systemet Miljöanpassad byggnad, och som enligt vår bedömning är kostnadseffektiva:

- Krav på leverantörerna att ange emissionsvärde i levererat material.
- Krav att ventilation/luftflöde/tryckprovning genomförs inkl beskrivning av planlösning, filterklasser och luftintag

4.3 Svagheter med systemet

Vissa delar i systemet "Miljöanpassade byggnader" är idag svåra att tillämpa på ett kostnadseffektivt sätt. Dessa delar kan behöva ses över innan bredare lansering av systemet sker.

Energiklassificering. Som tidigare nämnts togs metoden fram så sent att Skanska använde sin egen metod. Det finns dock frågor som metoden inte ger svar på. Vilken energiklassificering får t ex en byggnad om den skiljer sig markant mellan primärenergiklassificering, t ex klass A, till egenskapsklassificering, t ex klass C vilket var fallet för Skanskas pilotprojekt?

Man kan också reflektera lite över kravnivåerna vad gäller energieffektivitet. Pilotprojektet anses inom Skanska vara ett bra exempel på kommersiellt nybyggt energieffektivt kontor - men som dock inte har fått subventioner för några "speciallösningar". Det är nog viktigt att kravnivåerna utvärderas på fler projekt innan de läggs fast så att inte ribban blir för hög och att det inte går att bygga vare sig A- eller B-klassade kontor utan externt stöd eller dyl.

Sammanställa materialmängder är idag inte praktiskt genomförbart i ett normalt byggprojekt, eller för en befintlig byggnad. Med vissa justeringar i det kalkylprogrammet (SPIK), som Skanska använder, skulle dock delar av insamlingsarbetet underlättas. Det är dock värt att diskutera hur kritisk en sammanställning av materialmängder är för energiklassificering. Detta mot bakgrund av att energiförbrukning under driftsskedet är helt avgörande för byggnadens totala energiprestanda. Om man vill arbeta med utvärdering av materialmängder i fler projekt så förutsätter det en annan upphandling av underentreprenörer som idag handlas upp inklusive material.

Komfortkrav och -klassificering. Identifiering och verifiering av komfortkrav är praktiskt genomförbart men lite knepig och resurskrävande. Att under byggtiden använda komfortkrav och klassificering är lite långsökt och i systemet "Hållbara byggnader" framgår det inte tydligt när denna del av systemet bör användas. Under drifts- och förvaltningsfasen, som en del av funktionskontroll av byggnaden, kan den dock vara ett bra verktyg. Styrkan med systemet är att man har haft ambitionen att hitta metoder för alla parametrar i en "hållbar byggnad". Kanske är nästa steg att vidareutveckla en vägledning som hjälper användaren att välja rätt metoder och funktionskrav beroende på vilken fas man befinner sig i.

I denna studie var förutsättningarna något sämre än i andra förväntade projekt där man vill göra en korsreferenslista från genomförd Örebroenkät mot systemet "Miljöanpassad byggnad". Om man ska använda en etablerad enkät och göra en korsreferens är det viktigt att använda enkäten i sin helhet. I pilotprojektet kunde endast ett urval av frågor användas, vilket gjorde det svårt att

analysera och bedöma resultatet.

Mätning av ohälsa

Vår bedömning är att de metoder som tagits fram för mätning av ohälsa är i första hand användbara på byggnader under förvaltningsfasen. Samtidigt är det intressant att undersöka risker för ohälsa även på nya byggnader. Då bör dock mätprogrammet se lite annorlunda ut. Förslag på framtida metoder innefattar ventilation/luftflöde/tryckprovning (inkl beskrivning av planlösning, filterklasser och luftintag), samt emissionsmätningar på byggmaterial.

4.4 Rekommendationer

Som framgår i kapitel 4.2 ovan finns det intressanta möjligheter att använda systemet idag. Samtidigt har det under arbetets gång framkommit möjliga förbättringsområden och som finns sammanfattade nedan.

Energiklassificering. Förenkla och förtydliga energiklassificeringen. Idag varierar metoden från att innehålla delar som innehåller en orimligt hög detaljeringsgrad till delar som består av en allmänt beskriven text. Samtidigt med projektets genomförande har det pågått ett arbete nationellt för att införa EU:s energidirektiv. Här har man försökt att hitta en harmonisering och det är vår bedömning om det slutliga förslaget väl ansluter till EU:s krav. Det finns också intressanta system internationellt som man kan titta på såsom det danska "Energimaerke, Status over eigendommens energi- og vandforbrug.". Nivåerna i energiklassificeringen behöver ses över och testas på fler projekt. Det är olyckligt om det upplevs som kommersiellt omöjligt att erhålla nivå "B".

Den del som behandlar uppskatta använda materialmängder bör eventuellt revideras/förenklas.

Egenskapsklassificering. Systemet är beroende av en tydlig och spårbar funktionskontroll, framförallt genom besiktningar. Generellt vore det önskvärt om riktlinjer, standards och kompetenskrav för besiktningsmän kunde ses över. Vidare kan entreprenörens egenkontroll förbättra förutsättningarna vid genomförande av besiktningar. Det förutsätter att beställare och entreprenör i samråd utformar och tillämpar program för funktionsprovning. Därigenom skapas en bättre återkoppling och underlag till projekteringsgranskning och slutbesiktning.

Översyn av källor och vilka komfortparametrar som bör ingå, behöver göras. Organisationer, myndigheter eller företag som vill visa sig pro-aktiva skulle kunna ge sin aktörstolkning och därigenom driva arbetet framåt.

Komfortklassificering. Det pågår flera parallella aktiviteter med att utveckla framtidens etablerade komfortenkäter. I detta arbete kan nya förbättrade verktyg utvecklas som bättre kan

ersätta den korsreferens som finns i det nuvarande systemet. Vi uppmuntrar och rekommenderar berörda att följa detta arbete.

Ohälsa. Metoden är idag inte direkt utformad för projektutveckling, utan snarare för fastighetsförvaltning. En revidering av metoden bör beakta olika byggnadstyper och entreprenadformer.

4.5 Metodens relevans i byggbranschen

Hur användbar är metoden för byggbranschen? Rätt tillämpad finns det stora möjligheter att använda metoden redan idag. Vi skulle vilja likna den vid ett smörgåsbord. Vår uppfattning är att systemet fortfarande är alltför komplicerat för att man med framgång ska kunna styra och följa upp inom alla områden samtidigt. Frågan är dock om det från början varit avsikten. Däremot fungerar det utmärkt att använda systemet inom områden som man från början valt ut som intressanta t ex energiprestanda eller inomhusmiljö. Då anser vi att systemet erbjuder ett intressant komplement till nuvarande nyckeltal. Framför allt är det viktigt att samtliga byggsektorns aktörer och i alla byggnadens skeden tänker och talar om byggnadernas funktion som det centrala. Sen kommer fler pilotprojekt att visa vilka av de funktionsrelaterade nyckeltalen som bäst hjälper till att styra mot målet - hållbara byggnader. Nedan följer några kommentarer till de utvärderade metoderna.

Energiklassificering. Metoden bakom energiklassificeringen är intressant. Däremot tror vi att nivåerna som ligger till grund för klassificeringen bör ses över. Vi är också tveksamma till nyttan kontra arbetsinsatsen för att även innefatta materialmängder i klassificeringen. Att kunna relatera resultat till de nationella miljömålen, ger ännu en intressant och pedagogisk infallsvinkel.

Egenskapskrav och komfortkrav. Delar av egenskapsklassificering, komfortklassificering och mätning av ohälsa kan användas direkt utan justeringar. Det finns en tillfredställande tanke i att veta att klass A innebär att det nationella miljömålet för detta specifika delområde är uppnått. Vid projektutveckling kommer kanske inte komfortklassificering bli ett relevant verktyg, däremot vid förvaltning. Här är det intressant att hyresgästens åsikter ger ett värdefullt underlag för drift och underhåll. Svaret på frågan är alltså ja med förbehåll för att användaren själv kan välja vilka delar den vill använda samt att man tydligt skiljer på projektutveckling och fastighetsutveckling i metodens tillämplighet.

Exempel på egenskapskrav/funktionskrav i systemet som är praktiskt tillämpbara och som redan används i Skanska i Sverige, dvs där metoden direkt praktiskt kan appliceras:

- **Termisk komfort.** Skanska har utvecklat en egen metod, men klassindelning kan eventuellt fortfarande göras.
- **Luftkvalitet.** Luftflöde kan direkt appliceras. Relativ fuktighet, som funktionskrav parameter, är ofta inte aktuellt, utan hanteras via olika praktiska åtgärdskrav. Tobaksrök, är

en fråga för fastighetsutveckling, inte projektutveckling då man inte kan påverka brukarens/hyresgästens vanor.

- **Ljusmiljö.** Dagsljusfaktor kan direkt appliceras. Belysningsstyrka, luminans och kontrastreduktion är en fastighetsutvecklingsfråga då hyresgästen/brukaren påverkar denna med sina egna installationer i hög grad.
- **Ljudmiljö.** Samtliga delar kan appliceras fullt ut, inkluderat ljudisolering, stegljud, luftljud och efterklangstid.
- **Elmiljö.** Elektriska och magnetiska fält kan appliceras fullt ut, dock bedöms statisk elektricitet som mindre intressant/relevant.
- **Smak** och utseende på vatten. Skanska bedömer också denna fråga som mindre intressant/relevant.

Bilaga A Verifiering av funktionskrav

Nedan beskrivs hur beräkningar och mätning av egenskapsfunktionskrav kan gå till under byggtiden, samt hur funktionskontroll kan gå till under underhållstiden. Se även delrapport U 963. Om ett funktionskrav beskrivs generellt, kan det behöva brytas ned till detaljerade funktionskrav innan det kan verifieras. Ett sätt är att upprätta ett program för funktionsprovning, som är mer detaljerad, och som kan beskriva t ex ett våningsplan, ett testrum och/eller specifik verksamhet. Utifrån detta program kan det ofta mer generella funktionskravet bli mer praktiskt tillämpbart, exempelvis vid:

- Upprättande av miljöprogram
- Entreprenörens egenkontroll
- Beställarens löpande avstämning på byggmöten
- Projekteringsgranskning
- Delbesiktning
- Revision
- Slutbesiktning
- Dokumentation av byggnadens prestanda avseende miljö och brukare.

Beräkningar och mätning av funktionskrav – byggtiden

Vid beräkning på ställda funktionskrav under **projekteringen**, bör nedan dokumentation finnas tillgänglig vid granskning. I underlag och riktlinjer till projektering finns följande:

- Beskrivning av tidigare verksamhet på tomten, för eventuellt behov av marksanering
- Fuktdimensionering
- Förteckning över vilken verksamhet som ska råda i varje lokal, maximalt antal personer i varje lokal och andra uppgifter om framtida verksamhet som är väsentliga för projekteringen. Dessutom eventuella andra brukarbehov och önskemål t ex: speciell ljudisolering eller ljusförhållanden; allergi- och handikappanpassning.
- Förteckning över övriga krav som inte anges i byggnormer (ej klassade enligt klass A-C i detta dokument)

Projektören gör åtminstone följande:

- Identifierar och dokumenterar krav, som utgör underlag för projekteringen
- Dokumentera och redovisa konstruktionsresultaten i form av beräkningar, specifikationer och analyser
- Ta fram ett väl utvecklat och detaljerat ritningssystem. Generella krav på ritningssystemet ges nedan:
 - En systematisk litterering finns
 - En tydlig koppling mellan ritningar på olika detaljnivå genom t ex hänvisning på ritning
 - Ritningsförteckning över samtliga serier med ritningar finns. Senaste revideringsdatum framgår. Alla konsulter i projekteringsgruppen underrättas samtidigt om vilket revideringsläge som gäller för ritningarna. Projektledaren bestämmer när sådan revidering utfärdas. Ändringar kan distribueras med kortfattade skriftliga PM eller med nya ritningskopior. Väsentliga ändringar från föregående ritning eller annat underlag markeras.
 - Det framgår vem som upprättat och godkänt ritningarna
 - Uppgifter om materialkvaliteter, dimensioner m m framgår. Detaljeringsgraden är avhängig hur de kompletterande beskrivningarna är utformade
- Ta fram beskrivningar och bygghandlingar för

- Markarbeten
- Husbyggnadsarbeten
- Målningsarbeten
- VVS-tekniska arbeten
- El-tekniska arbeten
- Arkiverar sina projekthandlingar i minst 10 år

Indatablankett för energiklassificering och brukarkrav fylls i avseende kravdelen, enligt systemet ”Miljöanpassade byggnader”. Granskning av projektering genomförs, med stöd av upprättat program för funktionsprovning.

Vid beräkning och mätning av fastställda funktionskrav under **produktionen**, bör nedan dokumentation finnas tillgänglig för granskning och nedan exempel på granskning av praktiskt utförande vid besök vara möjlig.

Rutiner upprättas och underhålls för att säkra att funktionskraven uppfylls. Ett sätt är genom ett upprättat program för funktionsprovning som implementeras följs upp och revideras.

Entreprenören kan tillsammans med beställaren och dennes projektör upprätta checklistor för kontroller. Alla kontroller, som är väsentliga under byggskedet, samordnas. Av checklistorna framgår tydligt vad som kontrolleras och vad som är godkänt mervärde, mått, tolerans, mätmetod etc. Checklistorna fylls i och signeras av personer som är godkända av entreprenören och beställaren. Exempel på kontroller under byggskedet är vid:

- Grundläggning (kapillärbrytande skikt, dräneringsmaterial, dräneringsledningar m m)
- Stommontage (virkeskvalitet, fuktinnehåll m m)
- Isolering (utfyllnad, tjocklek vid lösfnllnadsisolering, vindavledare m m)
- Fuktsäkerhet (fuktspärr, under syllar, avledning av vatten bakom tegelfasader, fuktighet i betong före läggning av golvmattor, fönsterbleck m m)
- Andra funktioner (byggnadens lufttäthet, ventilation, buller m m)

Entreprenören säkerställer att inköpt material och produkter överensstämmer med ritningsunderlag och beskrivningar. Vidare finns det en effektiv mottagningskontroll på byggplatsen som dokumenteras i checklistor. Vid antecknande av resultat och eventuella åtgärder införs datum och signum av kontrollansvarig.

Funktionskontroll - underhållstiden

Övertagandebesiktningen, ersätter den traditionella slutbesiktningen enligt ABT 94, och består alltså av både funktionskontroll och besiktning av utförande. Funktionskontrollen består normalt av ett konkret mätförfarande, enligt t ex program för funktionsprovning, medan utförande traditionellt besiktas genom en avsyning som leder till en bedömning och ett utlåtande över sakernas tillstånd.

Under underhållstiden har entreprenören ett kontinuerligt ansvar för avtalade funktionskrav, och funktionskontroll kan utföras. Vid underhållstidens slut avslutas entreprenörens ansvar för avtalade funktionskrav. Vid denna tidpunkt genomförs en slutkontroll som kan ses som en motsvarighet till garantibesiktning i ABT 94. Till skillnad från övertagandebesiktningen omfattar

slutkontroll endast funktionskontroller. Funktionskontroll dokumenteras och kan inkludera följande (AFE.711):

1. Tid för funktionskontroll och/eller besiktning
2. Entreprenaden samt parterna
3. Entreprenadhandlingarna och andra överenskommelser rörande entreprenadens omfattning
4. Besiktningsman
5. Närvarande personer med angivande av dem som utsetts att föra parternas talan
6. Sättet för kallelse till funktionskontrollen/besiktningen
7. Delar av entreprenaden som besiktigas
8. Funktionskrav som kontrolleras
9. Tidigare funktionskontroller/besiktningar
10. Redogörelse för entreprenörens egenkontroll
11. Kravnivå och funktionsintervall enligt funktionsbeskrivning
12. Plats för funktionskontrollen
13. Vem som utför funktionskontrollen
14. Mätmetod
15. Resultat från funktionskontrollen
16. Yttre omständigheter av betydelse för resultatet från funktionskontrollen
17. Funktionsavvikelser och utförandefel
18. Angivande av vilka funktionsavvikelser och utförandefel besiktningsmannen anser entreprenören inte ansvarig för samt skälen därtill
19. Besked om godkännande vid slutkontroll och dag för beskedet samt, om godkännande inte lämnas, skälet därtill
20. Sändlista med utlåtandet

Bilaga B Blanketter för indata och utvärdering: Pilotprojekt A och B

Här redovisas blanketter för indata och utvärdering avseende egenskapskrav för bostäder och kontor, dels komfort och dels hälsa.

Dessa blanketter kan användas både vid beräkning och mätning av funktionskrav, dvs både under funktionsentreprenadens byggtid och underhållstid. I nedan pilotprojekt är det endast specifika byggskedet under byggtiden som har identifierats och utvärderats.

Tabell B.1 Pilotprojekt B - projektering

Komfortparamet er	Krav			Kommentar	Faktiska värden: Egenskaper				Komfor t
	Egenskapskrav: komfort				Projekterings-granskning (endast åtgärder)	Slutbesiktning (åtgärder och funktion)	Värde	Klass	Komfo rtenkät
	Enhet	Värde	Klass						
Termisk komfort					(Program-System- Förfrågnings- Bygghandlingar)				-
Lufttemperatur	°C	Vinter 21-1°C, +2°C vid DUT >- 20°C; Sommar 23°C- 1°C, +2°C vid DUT +27°C	B	Ramp. 4.1.5	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkegag	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkegag. Sommar/vinter falls besiktn.: Dimensionerad data VVS	Enligt SB	B	
Temperaturgradient, vertikalt, max	K/m	2°C	B	Ramp. 4.1.5	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkegag	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkegag. Sommar/vinter falls besiktn.: Dimensionerad data VVS	Enligt SB	B	
Operativ temperatur, - vinter - sommar	°Cs	Vinter min 20 C	B	Ramp. 4.1.5	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkegag	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkegag. Sommar/vinter falls besiktn.: Dimensionerad data VVS	Enligt SB	B	
Golvtemperatur	°C	Vint <2 C Som. <2C	B	Ramp. 4.1.5	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkegag	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkegag. Sommar/vinter falls besiktn.: Dimensionerad data VVS	Enligt SB	B	
Strålningsasymmetri - fönster - takvärme	K	?	C	?	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkegag	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkegag. Sommar/vinter falls besiktn.: Dimensionerad data VVS	Enligt SB	C	

Lufthastighet, max - vinter - sommar	m/s	V.<0,15m/s S.<0,2m/s	B	Ramp. 4.1.5	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningssman är Karl Axel Björkehog. Sommar/vinter falls besiktn.:Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B	
Luftkvalitet									
Luftflöde	l/s per m ² golvare a	1,5; konf. 12m/s	C	Ramp. 4.4.2; 4.4.4	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningssman är Karl Axel Björkehog. Sommar/vinterfalls besiktn.:Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	C	
Relativ fuktighet	RF, %, vintertid	44	B	Ramp. 4.1.5	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningssman är Karl Axel Björkehog. Sommar/vinter falls besiktn.:Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B	
Tobaksrök	MV 1h	Ej exakt tal	C (enligt system et)	Allmän beskrivning Ramp. 4.4.1	-	-	-	C	
Mögel	cfu/m ³	-	C (enligt system et)	?	-	-	-		
Ljus									
Belysningsstyrka	Arbetsp lats, lux	>300 lux; <15W/m2; eftersträv. 10	C	Ramp. 5.1.4.2; Belysningseffekt	?Besiktning el	Belysningssmätning 040205; Besiktn. Börje Eriksson (enligt Ramp. 5.1.4.2) .	Enligt SB	C	
Luminans	cd/m ²	Inga tal	C (enligt system et)	Ramp. 5.1.4.1	? Besiktning el	Oklart	Oklart	C	
Kontrastreduktion	%	Inga tal	C (enligt system et)	Ramp. 5.1.4.1	? Besiktning el	Oklart	Oklart	C	
Ljud									
Ljudisolering	R _w ⁺ C ₅₀₋₅₀₀₀ , dB	A	A	Ramp. 0.2, bilaga konttorshus	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningssman är Karl Axel Björkehog	Enligt SB	A	
Stegljud	L _{n,w} ⁺ C _{i,50-2500} , dB L _{n,w}	A	A	Ramp. 0.2, bilaga konttorshus	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl- Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningssman är Karl Axel Björkehog	Enligt SB	A	

Luftljud	L _p A, dB L _p C, dB	A	A	Ramp. 0.2, bilaga kontorshus	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl-Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkehog	Enligt SB	A	
Efterklangstid	T, s	A	A	Ramp. 0.2, bilaga kontorshus	VVS 040107 Jonas Gräslund; VVS 021119, 020418 Karl-Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, DSB1-Luft 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkehog	Enligt SB	A	
Elmiljö									-
Statisk elektricitet	kV	-	C	Oklart	Besiktning el	Oklart	-	C	
Dricksvatten									-
Tappvattenkvalitet	C	-	C	BBR	VVS 021119, 020418 Karl-Axel Björkehog	SB1-Rör 040205, SB1-Styr 040205; Besiktningsman är Karl Axel Björkehog. Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	C	

Tabell B.2 Pilotprojekt A - överlämning

Komfortparamet er	Krav				Faktiskt värde: Egenskaper				Komfort
	Egenskapskrav			Kommentar	Slutbesiktning (åtgärder och funktion)	Värde	Klass	Enkätsv ar	
	Enhet	Värde	Klas						
Termisk komfort									C alt D
Lufttemperatur	°C	Vinter 21-1°C, +2°C vid DUT > 20°C; Sommar 23°C-1°C, +2°C vid DUT+27°C	B	Ramp. 4.1.5	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besiktningsman är Karl Axel Björkehog. Sommar/ vinterfalls besiktn.; Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B		
Temperaturgradient, vertikalt, max	K/m	2°C	B	Ramp. 4.1.5	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besikt.man är Karl Axel Björkehog. Sommar/ vinterfalls- besiktn.; Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B		
Operativ temperatur, - vinter - sommar	°C	Vinter min 20 C	B	Ramp. 4.1.5	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besikt.man är Karl Axel Björkehog. Sommar/ vinterfalls- besiktn.; Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B		
Golvtemperatur	°C	Vint <2 C Som. <2C	B	Ramp. 4.1.5	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besikt.man är Karl Axel Björkehog. Sommar/ vinterfalls- besiktn.; Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B		
Strålningsasymmetri - fönster - takvärme	K	?	C	?	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besikt.man är Karl Axel Björkehog. Sommar/ vinterfalls- besiktn.; Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	C		

Lufthastighet, max - vinter - sommar	M/s	V.< 0,2m/s S.<0,2m/s	B	Ramp. 4.1.5	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besikt.man är Karl Axel Björkehag. Sommar/ vinterfalls- besiktn.;Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B	
Luftkvalitet								C alt D
Luftflöde	l/s per m ² golvarea	1,5; konf. 12m/s	C	Ramp. 4.4.2; 4.4.4	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besikt.man är Karl Axel Björkehag. Sommar/ vinterfalls- besiktn.;Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	C	
Relativ fuktighet	RF, %, vintertid	44	B	Ramp. 4.1.5	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besikt.man är Karl Axel Björkehag. Sommar/ vinterfalls- besiktn.;Dimensionerad dataVVS	Enligt SB	B	
Tobaksrök	MV 1h	Ej exakt tal	C (enligt systemet)	Allmän beskrivning Ramp. 4.4.1	-	-	?	
Mögel	cfu/m ³	-	C (enligt systemet)	-	-	-		
Ljus								C alt D
Belysningsstyrka	Arbetsplats, lux	>300 lux; <15W/m ² ; eftersträv. 10	C	Ramp. 5.1.4.2; Belysningseffekt	?	Enligt SB	C	
Luminans	cd/m ²	Inga tal	C (enligt systemet)	Ramp. 5.1.4.1	?	?	C	
Kontrastreduktion - kontor	%	Inga tal	C (enligt systemet)	Ramp. 5.1.4.1	?	?	C	
Ljud								D
Ljudisolering	R _w + C ₅₀₋₅₀₀₀ , dB	A	A	Ramp. 0.2, bilaga kontorshus	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besiktningsman är Karl Axel Björkehag	Enligt SB	A	
Stegljud	L _{n,w} + C _{i,50-2500} , dB L _{n,w}	A	A	Ramp. 0.2, bilaga kontorshus	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besiktningsman är Karl Axel Björkehag	Enligt SB	A	
Luftljud	L _{pA} , dB L _{pC} , dB	A	A	Ramp. 0.2, bilaga kontorshus	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besiktningsman är Karl Axel Björkehag	Enligt SB	A	

Efterklangstid	T, s	A	A	Ramp. 0.2, bilaga konttorshus	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besiktningsman är Karl Axel Björkehog	Enligt SB	A	
Elmiljö								?
Statisk elektricitet	kV	-	C (enligt system)	Oklart	Oklart	-	C	
Dricksvatten								?
Tappvattenkvalitet	C	-	- C (enligt system)	BBR	SB1-Rör 021515, DSB1-Luft 020515, SB1-Styr 021515; Besiktningsman är Karl Axel Björkehog	Enligt SB	C	

Bilaga C Mängdning av byggprodukter: Pilotprojekt B - projektering

Övergripande materialundergrupp BR 2000	enhet	Tillgänglig data	Data var enkelt hitta	Data tar tid att hitta	Data tar mkt tid att hitta
Betong & avjämning					
110	Betong	m3	3800	X	
140	Fasadputser	kg			X
Betongvaror					
210	Betongblock, murblock(prefab)	kg	14 300 ton		X
230	Betongtakpannor	kg			
221	Cementmosaik	kg			
Tegelvaror					
310	Fasadtegel	kg	175 ton		X
340	Tegeltakpannor	kg			
Övrig byggnadssten					
410	Lättbetong	kg	45 ton		X
430	Lättklinker	kg			
460	Natursten	kg	20 000 kvm	X	
Keramiska varor					
521	Klinker, golv	m2	430	X	
531	Klinker & kakel, vägg	m2	710	X	
Gipsvaror					
710	Gipsskivor	kg	70 260 kvm	X	
Trävaror					
840	Furu/gran, hyvlad & sågad	m3	?		X
850	Tryckimpregnerat virke	m3			
860	Konstruktionsvirke	m3	?		X
870	Listverk	m3	2 LM	X	
Träelement					
940	Limträ	m3			
Trä- & cem.baserade skivor					
1010	Board/träfiberskivor	kg			
1020	Plywood	kg	4550 m2	X	

1050	Spånskivor	kg				
1051	Cementbaserade skivor	kg				
Dörrar						
1120	Trädörrar	st.	192	X		
1160	Portar för industrin	st.	16	X		
1170	Metalldörrar	st.	52	X		
Fönster, fönsterdörrar & partier						
1211	Träfönster	m2		X		
1212	Trä/aluminiumfönster	m2	1327	X		
1213	Träpartier	m2	1050	X		
1231	Metallfönster	m2		X		
1233	Metallpartier	m2	713	X		
1130	Plastfönster	m2				
Golvbeläggningar/väggbeklädnad						
1411	Parkett/Trä, ans 8 mm	m2	1320	X		
1412	Laminat, ans 9 mm	m2				
1413	Sportgolv	m2				
1420	Linoleum	m2	770	X		
1431	Plastmatta, ans 4 mm	m2				
1432	Vattentät plastmatta, golv, ans 2 mm	kg				
1433	Vattentät plastmatta, vägg, ans 2 mm	kg				
1440	Gummi, ans 3 mm	m2	550	X		
1450	Kork	kg				
1460	Textil	kg	6300 m2	X		
Isolervaror						
1611	Mineralull	kg	39 500		X	
1613	"Ekofiber", ans 50 jung	kg				
1620	Cellplast	kg	6300		X	
1630	Träull	kg				
Plastvaror						
1960	Plastfolie, ans 0,2 mm	m2				
Järn- & metallvaror						
2111	Armeringsjärn, ans 50% ÅV	kg	575 000	X		

2121	Smide, stomme, ans 50% ÅV	kg	?			X
2161	Planplåt, på fasad el. tak	kg	2250 kvm	X		
2162	Profilerad plåt	kg				
Huskompletteringar						
2421	Väggsystem	m2	936		X	
2430	Undertak	kg	32 300	X		
2440	Trappor, ej betong	kg	?			X
2415	Installationsgolv	m2	440	X		
Rumsutrustningar						
2530	Fönsterbänkar	kg				
Vitvaror						
2910	Spisar & ugnar	st.	2	X		
2930	Kyl-, frys-, & svalskåp	st.	24	X		
2940	Disk- & tvättmaskiner	st.	18	X		
VVS (prel)						
	Sanitetsporcelain	kg	2000		X	
	Radiatorer	kg	3800		X	
	Blandare	kg	100		X	
	PEX-rör	kg	?			X
	Kopparrör	kg	?			X
	Gjutjärnsrör		?			X
	Rörkopplingar mm, mässing	kg	?			X
	Rörkopplingar mm, plast	kg	?			X
	Rörkopplingar mm, stål	kg	?			X
	Avloppsrör inkl kopplingar, PVC	kg	?			X
	Avloppsrör inkl kopplingar mm, PP	kg	?			X
	Avloppsrör inkl kopplingar mm, PE	kg	?			X
	Diskbänkar, rostfria	kg				X
	Diskbänkar, trä mm	kg	?			X
	Diskbänkar, sten	kg	?			X
	Skåp inkl luckor mm	kg	?			X
Ventilation (prel)						
	Kanalrör inkl sammanfogningsdetaljer och fastsättningsbeslag	kg	?			X

Don av plast	kg	?			X
Don av aluminium	kg	?			X
Don av stål	kg	?			X
Don övriga	kg	?			X
Ljuddämpare, mineralull	kg	?			X
Ljuddämpare, gips	kg	?			X
Kanalisolering, glasull	kg	?			X
Kanalisolering, stenull	kg	?			X
Kanalisolering, PU	kg	?			X
Fläktar	kg	?			X
Ventilationsaggregat (prel) uppdelat på ingående material					
Rostfritt	kg	?			X
Stålplåt	kg	?			X
Gjutjärn	kg	?			X
Mässing	kg	?			X
Koppar	kg	?			X
Aluminium	kg	?			X
Polymerer	kg	?			X
Filter	kg	?			X
Mineralull		?			X
El, tele, data, styr och regler (prel) uppdelat på ingående material					
Rostfritt	kg	?			X
Stålplåt	kg	?			X
Gjutjärn	kg	?			X
Mässing	kg	?			X
Koppar	kg	?			X
Aluminium	kg	?			X
PVC	kg	?			X
Övriga polymerer	kg	?			X
Kretskort inkl elektronik	kg	?			X

Bilaga D. Bedömning av komfort via enkät: Pilotprojekt A - överlämning

Systemet "Miljöanpassade byggnader"					Pilotprojekt A		
Komfortparameter	Enhet	Klass A	Klass B	Klass C	Örebro	ärde klass A-C	Kommentar
Hur tycker du att värmekomforten i stort sett är i din bostad/lokal? 1) Mycket bra 2) Bra 3) Acceptabel (varken bra eller dålig) 4) Dålig 5) Mycket dålig	Besvärshäufigkeit, % Beräknad som antal svarsalternativ 4 och 5 delat med antal svarande.	<10	<15	<20	17 alt 30	C alt D	För hög: 5% Varierande: 15% För låg: 30 Alt 1: (5+15+30)/3=17% Alt 2: 30 (högst)
Hur tycker du att luftkvaliteten i stort sett är i din bostad/ kontor? 1) Mycket bra 2) Bra 3) Acceptabel (varken bra eller dålig) 4) Dålig 5) Mycket dålig	Besvärshäufigkeit, % Beräknad som antal svarsalternativ 4 och 5 delat med antal svarande.	<10	<15	<20	19 alt 40	C alt D	Instängd: 20% Torr luft: 40% Obehaglig lukt: 5% Tobaksrök: <5% Damm o smuts: 25% Alt 1: (20+40+5+5+25)/5=19 Alt 2: 40 (högst)
Hur tycker du att ljusmiljön i stort sett är i din bostad/ kontor? 1) Mycket bra 2) Bra 3) Acceptabel (varken bra eller dålig) 4) Dålig 5) Mycket dålig	Besvärshäufigkeit, % Beräknad som antal svarsalternativ 4 och 5 delat med antal svarande.	<10	<15	<20	25	D	Belysning: 25%
Hur tycker du att ljudmiljön (besvär av ljud och ljudnivå) i stort sett är i din bostad/ kontor? 1) Mycket bra 2) Bra 3) Acceptabel (varken bra eller dålig) 4) Dålig 5) Mycket dålig	Besvärshäufigkeit, % Beräknad som antal svarsalternativ 4 och 5 delat med antal svarande.	<10	<15	<20	30	D	Buller: 30%
Hur tycker du att elmiljön (elektriska och magnetiska fält) i stort sett är i själva byggnaden (ej egna installationer) i din bostad/ kontor? 1) Mycket bra 2) Bra 3) Acceptabel (varken bra eller dålig) 4) Dålig 5) Mycket dålig	Besvärshäufigkeit, % Beräknad som antal svarsalternativ 4 och 5 delat med antal svarande.	<10	<15	<20	-	?	Statisk elektricitet: 5% (behandlar inte frågan)
Smak och utseende på vatten 1. Bra 2. Acceptabelt 3. Dåligt			1	2	-	?	Behandlar inte frågan

Bilaga E. Mätningar: Pilotprojekt B - projektering

Skanska Teknik AB

Förenklad utvärdering av inomhusluftkvaliteten på ett kontor - en metodstudie

Klas Ancker
Yrkeshygieniker

Bengt Christensson
Yrkeshygieniker

2004-11-08

U1040

1. Bakgrund

I IVL-rapporten B1506 "Miljöanpassade byggnader: Användarhandbok för funktionskrav och klassificering" föreslås ett antal parametrar för kontroll av inneluftens kvalitet i relation till miljökvalitetsmålen. Om byggnader i stor omfattning skall utvärderas behövs enkla, snabba och billiga metoder för mätning av dessa parametrar. Idag utförs mätning av luftens sammansättning av en mätutbildad person och de använda metoderna kräver för vissa ämnen tung och bullrande utrustning. I det föreslagna konceptet skall personal efter kortare information kunna utföra mätningen. Utrustningen består av direktvisande instrument och passiva provtagare. Inga pumpar krävs. Utrustningen placeras ut vid mätstart och tas in vid avslutad mätning. Provtagarna behöver ingen särskild tillsyn under mätningen. De tagna proverna och direktvisande instrument skickas till laboratoriet för analys respektive tömning på data och sammanställs. Erhållet svar jämförs med uppställda kriterier för luftkvaliteten, enligt den tidigare nämnda IVL-rapporten B1506. *För partiklar krävs ett kompletterande arbete innan erhållna mätdata kan jämföras med uppställda kriterier.*

De mätningar som presenteras i denna rapport har genomförts som en första utvärdering av en enkel metod för bestämning av luftkvaliteten inomhus. Resultatredovisningen skall förenklas. Nuvarande redovisning är skriven enligt IVL:s rapportmall.

Mätobjektet är en kontorsfastighet belägen i Sundbyberg relativt nära en större trafikled.

2. Metoder

2.1 Kriterier för de ämnen som mäts

Vilka ämnen som ingår i utvärderingen, kvalitetskriterier och mätmetod framgår av tabell 1.

Tabell 1. Analyserade luftföroeningar, bedömningskriterier och mätmetoder. Med miljöklass A avses Hållbart, B bra miljöval och C acceptabelt. Klasserna beskrivs närmare i IVL-rapport B1506.

Luftföroening	Miljöklass			Mätmetod
	A	B	C	
Partiklar PM ₁₀ , µg/m ³	15 µg/m ³	30 µg/m ³	50 µg/m ³	Finns ingen enkel metod
Partiklar PM _{2,5} , µg/m ³	10 µg/m ³	20 µg/m ³	30 µg/m ³	Finns ingen enkel metod
Formaldehyd, µg/m ³	10 µg/m ³	50 µg/m ³	100 ng/m ³	Passiv provtagare
Kväveoxider, (NO _x), µg/m ³	20 µg/m ³	40 µg/m ³	60 µg/m ³	Passiv provtagare
Ozon, µg/m ³	50 µg/m ³	60 µg/m ³	90 µg/m ³	Passiv provtagare
Koldioxid, ppm	800 ppm	800 ppm	1000 ppm	Direktvisande instrument
PCB, ng/m ³	30 ng/m ³	150 ng/m ³	300 ng/m ³	Passiv provtagare

2.2 Mätmetoder

Partikelhalten mäts med ett litet direktvisande instrument som mäter ljusspridningen från partiklar (tillverkare MIE Inc och modell pDR-1000). Detektionsgränsen är bättre än 1% av miljöklasskravet. Instrumentet är ett av de billigare partikelmätande instrumenten på marknaden. Instrumentet är driftsäkert och har enkel konstruktion. Instrumentet finns för uthyrning i Sverige, men kan också köpas i Sverige. Instrumentet är batteridrivet, men kan anslutas till elnätet. Drifttiden vid batteridrift är ca ett dygn. Vikten är ca 0,5 kg. Tyvärr mäter inte instrumentet exakt enligt PM₁₀. För partiklar saknas idag ett enkelt och billigt instrument som mäter exakt PM₁₀ respektive PM_{2,5}. IVL har dock tidigare utfört ett stort antal parallella mätningar med pDR och PM₁₀. Syftet med parallellprovtagningarna var att mäta medelvärdet för mätperioden med PM₁₀-provtagare och variationerna i partikelhalt under mätperioden med pDR. Dessa IVL:s mätningar kan också användas som grund för att ta fram ett partikelriktvärde för pDR som motsvarar 50 µg/m³ enligt PM₁₀. Baserat på metodjämförelsen kan mätvärden från instrumentet jämföras med föreslagna kriterier för partiklar. Denna utvärdering av instrumentet är inte genomförd ännu.

Passiva provtagare har använts för mätning av formaldehyd, kväveoxider (NO + NO₂), ozon och PCB.

Idag finns få standarder för passiva provtagare. Standarder finns för passiva provtagare för vissa ämnen i arbetsmiljön. I väntan på fler godkända standarder utvärderas provtagarna i interlaboratoriekalibreringar. Vid årsskiftet förväntas flera standarder antas för passiva provtagare. De passiva provtagarna som använts för mätning av inomhusluft-

kvalitén har huvudsakligen levererats av IVL. Detektionsgränsen är lägre än, alternativt betydligt lägre än, 10% av det uppställda miljökravet enligt klass A med undantag för ozon där detektionsgränsen är ca 45%. Detektionsgränsen sänks om provtagningen utförs under längre tid.

Koldioxid har mätts med direktvisande instrument av fabrikatet Riken modell 411A. Osäkerheten i redovisade värden är ca 20 ppm. Instrumentet är ca tio gånger tyngre än det instrument som fortsättningsvis skall användas till koldioxidmätningarna. Utöver medelvärdet för de tre mättagarna visas variationerna i halt över tiden.

2.3 Om tolkning av mätresultat

Nitrösa gaser, ozon, koldioxid och partiklar finns utomhus i betydande halter. Halten partiklar minskar innan luften tillförs fastigheten, särskilt om fastigheten har FTF-system och tilluften filtreras med finfilter. Halterna av reaktiva ämnen som ozon minskar också under transporten in i fastigheten. För att avgöra om luftföroreningarna bildas inuti fastigheten eller härrör från utomhusmiljön (vilket är det vanligaste fallet) behöver en referensmätning göras parallellt utomhus.

Man bör observera att halterna av bl a nitrösa gaser brukar vara högst vintertid. I mät-sammanhang, strävar man ofta efter att mäta under de sämsta möjliga förhållandena, för att säkerställa att halterna normalt sett inte ska var högre än de uppmätta. Om mätningen görs under sommarhalvåret, speglar halterna gynnsamma förhållanden.

2.4 Val av mätpunkter

Mätningarna utförs i minst två mätpunkter,

- en mätpunkt inomhus i en lokal med en för fastigheten normal eller något högre personbelastning. Mätpunkten placeras i andningshöjd på en plats där luft förväntas ha lång uppehållstid och
- mätpunkten utomhus skall om möjligt placeras nära eventuellt luftintag till fastigheten.

Mätpunkterna skall dokumenteras med foto där placeringen framgår.

I denna begränsade metodstudie valdes att enbart testa metoden i en mätpunkt inomhus.

2.5 Mättid

Mätningar utförs under minst 24 timmar. Eftersom fastigheten skall vara anpassad till verksamheten i lokalerna skall luftkvaliteten vara bra den tid då personer uppehåller sig i fastigheten, d v s bostäder mäts under hela dygnet medan kontorslokaler endast mäts dagtid.

Mäter man under kortare tid riskerar man att prov tagna med passiva provtagare inte går att utvärdera mot uppställda kriterier. I de fallen måste passiva provtagare bytas ut mot aktiva provtagare d v s luftprov pumpas genom en provtagare med särskilda flöden och pumpar. Med de passiva provtagarna kan däremot mättiden utsträckas till en hel vecka om man vill ha ett medelvärde över längre tid.

3. Genomförande och iakttagelser som kan ha betydelse för mätresultaten

Mätningar utfördes i ett bemannat kontor i en mätpunkt under tre arbetsdagar med undantag för PCB där provtagningen var ca 3 veckor och utan avbrott nattetid. På grund av missförstånd mellan laboratorium och mätpersonal blev provtagningstiden onödigt lång. PCB går att provta under samma tid som övriga ämnen. Fortsättningsvis kommer provtagning att göras under lika lång tid med samtliga dosimetrar. Mätningarna med övriga passiva provtagare avbröts i slutet av arbetsdagen genom förslutning med lock. På morgonen startades åter provtagningen genom att locket avlägsnades. De direktvisande instrumenten var i drift hela tiden. Endast mätvärdena från dagtid utvärderades. Mätdatum och mättider redovisas i tabell 2.

Mätutrustningen och dess placering framgår av bilderna på nästa sida.

Under mätperioden har man i fastigheten haft problem med tilluften, bland annat har tilluftfläkten stannat den 1 september. För att få in "frisk luft" i lokalen den 2/9 har fönster öppnats vilket bör påverka halterna.

Fastigheten ligger nära en stor genomfartsled.

Tabell 2. Provtagningsdagar och måttider.

Luftförorening	Start		Stopp	
	Datum	Klockan	Datum	Klockan
Partiklar, koldioxid	31/8	08.00*	31/8	16.00*
	1/9	07.00*	1/9	16.00*
	2/9	07.00*	2/9	16.00*
Kväveoxider, ozon	31/8	07.00	31/8	16.10
	1/9	07.05	1/9	16.08
	2/9	07.00	2/9	16.00
Formaldehyd	31/8	11.40	31/8	16.10
	1/9	07.05	1/9	16.08
	2/9	07.00	2/9	16.00
PCB	31/8	07.00	20/9	15.00

Anmärkning: *Avser tid som ingår i redovisade medelvärden för mätningen.

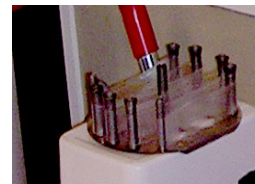


Mätutrustningen placerades på en vagn relativt centralt i kontoret. Eftersom detta var en första testmätning användes betydligt mer utrustning än vad som är nödvändigt vid en framtida mätning.



Från vänster ses partikelmätare, passiv provtagare för ozon, kväveoxider (NO_x), kvävedioxid och formaldehyd. Ovan ses i bakgrunden koldioxidmätaren i svarta väskan. Vid nästa måttillfälle kommer ett mindre instrument att användas för mätning av koldioxid. Bilden tagen på IVL:s kontor efter avslutad mätning.

Till höger ses provtagaren för PCB, en plastfilm uppspänd mellan flera stålrör.

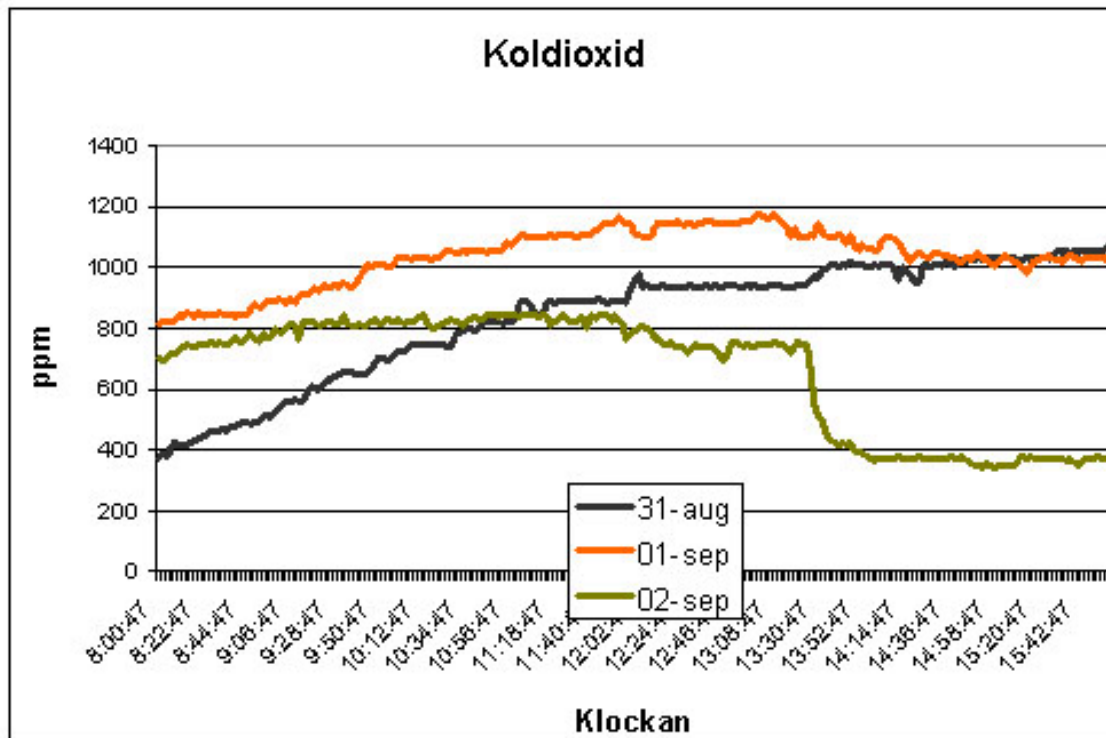


4. Resultat

Resultaten från mätningarna redovisas i tabell 3 och figur 1.

Tabell 3. Mätresultat.

Luftförorening	Uppmätt halt	Miljöklass		
		A	B	C
Partiklar, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12	Värde inte framtaget ännu		
Formaldehyd, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	53	10	50	100
Kväveoxider (NO_x), $\mu\text{g}/\text{m}^3$	120	20	40	60
Ozon, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<27	50	60	90
Koldioxid, ppm	840	800	800	1000
PCB, ng/m^3	30	30	150	300



Figur 1. Koldioxidhalter dagtid.

5. Slutsatser

Fastigheten uppfyller inte generellt kriterierna för miljöklass A, som de angivits i IVL rapport B 1506. Erhållna värden för olika gasformiga föroreningar visar att bildade föroreningar inomhus ligger betydligt över kriterierna för miljöklass A med undantag för ozon och sannolikt också partiklar (PM_{10}). Trots att referensvärde saknas för partiklar kan det konstateras att fastigheten har ett effektivt partikelfilter och verksamheten inte alstrat höga partikelhalter. Formaldehyd och koldioxid klarar miljöklass C medan kväveoxiderna även överskrider miljöklass C. Utomhus kan halterna kväveoxider (NO_x) bli mycket höga. Tyvärr är det svårt att undvika höga kväveoxidhalter på grund av läget nära en starkt trafikerad led.

PCB-halten är överraskande hög, i nivå med vad som är maximalt tillåtet enligt miljöklass A. Värdet är överraskande med tanke på husets ålder. Källan för PCB är okänd.

Mätresultaten visar att enkla mätningar av några vanliga kemiska ämnen är betydelsefulla vid miljöklassning av fastigheter.