

# Bygginnovationen fas 1.

## Analysgrupp Flerbostadshus - Slutrapport



## Innehåll

1	Syfte och analysområde med avgränsningar.....	4
2	Gruppens sammansättning och övriga deltagare.....	4
3	Definitioner.....	5
4	Metod för datainsamling och analys.....	6
5	Flerbostadshus i Sverige. Översikt.....	7
6	Tillgängliga mätningar och data relaterade till effektivitet och prestanda.....	8
	6.2 Tillgängliga mätningar mått och data på för byggande (Hansson et al 2009).....	9
	6.3 Tillgängliga mätningar, mått och data för förvaltning.....	11
	6.3 Effektivitetsmätning i andra länder.....	12
	6.4 Sammanfattning mätningar och effektivitetsmått.....	13
7	Resultat av gruppens analyser.....	14
	7.1 Arkitektur. Av Mats Egelius, White Arkitekter.....	15
	7.2 Byggnadsfysik.....	17
	7.3 Byggnadsproduktion.....	18
8	Effektivitetsmått för flerbostadshus.....	20
	8.1 Outputmått – mått på skapat värde.....	21
	8.1.1 Area eller motsvarande.....	21
	8.1.2 Reduktion av framtida energianvändning.....	21
	8.1.3 Reduktion av övriga framtida drift- och underhållsinsatser.....	22
	8.1.4 Reduktion av avbrottskostnader.....	22
	8.1.5 Reduktion av risk under byggtiden.....	22
	8.1.6 Komfort för användare.....	22
	8.1.7 Arkitektonisk kvalitet.....	22
	8.1.8 Samhällseffekter, ej prissatta och prissatta.....	24
	8.1.9 Övriga outputmått.....	24
	8.2 Inputmått – mått på förbrukning.....	24

8.2.1	Arbetsinsats .....	25
8.2.2	Material .....	25
8.2.3	Energi .....	25
8.2.4	Tjänster .....	25
8.2.5	Miljöeffekter .....	25
8.3	Resultat från examensarbete om effektivitetsmått .....	26
9	Förslag till FoU program.....	26
9.1	Tekniksprång - Energiförbrukning och inomhusmiljö.....	26
9.2	Kundinriktat bostadsbyggande och bostadsutveckling med helhetsyn.....	27
9.3	Projektförslag.....	27
10	Vision, utvecklingsområden och slutsatser .....	28
	Referenser .....	29
	Bilaga 1 Effektivitetsmått översikt .....	31
	Bilaga 2. Förändringar i normer och statligt stöd till bostadsbyggande .....	32
	Bilaga 3. Jämförelse av resursåtgång för produktion av bygghälsor i olika årgångar.....	33

## 1 Syfte och analysområde med avgränsningar

*Bygginnovationen syftar till att stärka svensk byggindustri och svensk byggforskning i ett internationellt perspektiv genom att tydliggöra byggsektorns effektivitet samt att ge anvisning om vilka forskningsinsatser som är mest angelägna för att åstadkomma förbättringar i våra produkter, processer och system.*

Inom ramen för Bygginnovationens fas 1 utvecklas ett effektivitetsmått som ska användas dels för att värdera och styra forskningsinsatser och dels för att mäta effektivitet på bransch-, projekt-, process- eller produktivå. Vidare identifieras kunskapsluckor och forskningsbehov. Effektivitetsmättet omfattar å ena sidan de resurser i form av arbete, material mm. som förbrukas, 'input', och å andra sidan den nytta som skapas, 'output'. I nytta läggs såväl direkt kundnytta såväl som samhällsnytta.

Denna rapport redovisar resultatet av arbetet i analysgruppen för Flerbostadshus. Med flerbostadshus avses byggnadsverk som till huvuddelen är till för bostadsändamål och som innehåller minst tre bostadslägenheter. Utredningen begränsas till projektering, byggande och förvaltning av huset enligt figur 1. Detta är en medveten avgränsning för att nå konkreta resultat inom valda områden men innebär inte att det saknas potential till utveckling inom planprocessen. Genomgripande renoveringar behandlas av en annan analysgrupp.



Figur 1. Analysgruppen för flerbostadshus behandlar projektering, byggande och förvaltning.

## 2 Gruppens sammansättning och övriga deltagare

Analysgruppen har letts av Mats Öberg, NCC. Övriga medverkande har varit;  
 Bo Andersson, SKB, Stockholms Kooperativa Bostadsförening  
 Mats Egelius, White Arkitekter  
 Calle Gustavsson, tidigare NCC  
 Gösta Gustavsson, SABO  
 Sigurd Karlsson, tidigare Skanska  
 Bo Lindholm, NVS  
 Carluno Pålstedt, Ramböll

Delutredningar har genomförts av LTH;

Avd. Byggnadsfysik. Förstudie. Energi, fuktsäkerhet och inomhusmiljö. (Bagge et al, 2009)

Avd. Byggproduktion. Förstudie. Effektivitetsmått. Anne Landin, Stefan Olander, Kristian Widén och Bengt Hansson (Hansson et al, 2009)

Avd. Byggproduktion. Examensarbete av Caroline Larsson och Hanna Sjöstedt med handledning av Anne Landin, Sigurd Karlsson och Mats Öberg. (Larsson & Sjöstedt, 2010)

Professor Ola Nylander vid Chalmers avd. Arkitektur har medverkat som bollplank och deltagit vid studiebesök vid exempelprojekt som undersökts.

Redaktör för rapporten är Mats Öberg med skriftliga bidrag från Mats Egelius och nämnda delutredningar.

### 3 Definitioner

Byggkostnad	Samtliga kostnader för att på en färdig tomt uppföra en byggnad, inklusive trädgårdsanläggningar men exklusive tomt-, utrednings- och projekteringskostnader och mervärdesskatt.
Byggnadsprisindex	'BPI' Ett så kallat outputindex som mäter prisförändringar för en given kategori byggnader. Det pris som mäts är priset för den färdiga produkten.
Drift	Åtgärder med ett förväntat intervall på mindre än ett år, vilka syftar till att upprätthålla funktionen hos ett förvaltningsobjekt
Driftkostnad	Utgift för viss period för att nyttja en byggnads funktion och som hör till fastighetens drift.
Effektivitet	Relationen mellan det värde som produceras och värdet på de insatta resurserna
Ekonomisk livslängd	Tidsperiod under vilken en anläggningstillgång är ekonomiskt lönsam. Bedömning av byggnadens eller anläggningens ekonomiska livslängd sker med beaktande av ett optimalt användande under aktuella förräntningskrav.
Entreprenadindex	Regleringsindex för reglering av byggentreprenader inom såväl husbyggnads- som anläggningsverksamhet. Indexserien tas fram av SCB. E84 har 1984 som basår.
Faktorprisindex	'FPI' Faktorprisindex är ett inputindex, som visar prisutvecklingen av de olika produktionsfaktorer som används vid uppförandet av en viss typ av byggnader (t ex flerbostadshus)
Flerbostadshus	Hus huvudsakligen avsett för bostadsändamål med minst tre bostadslägenheter
Kalkylränta	En organisations avkastningskrav som ger uttryck för eftersträvad förräntning på investerat kapital. Skall motsvara alternativkostnaden för kapital, det vill säga vara lika stor som den bästa alternativa avkastningen.
Kapitalkostnad	Den årliga kostnaden för förräntning och avskrivning av det i rörelsen och byggnaden i synnerhet investerade kapitalet
Livscykelkostnad	Total kostnad som uppstår under en produkts livscykel
Produktionskalkyl	Kalkyl som baseras på produktionsdata och som kan användas som ett rationellt styrinstrument

Produktionskostnad	Utgörs av byggherrens alla redovisade kostnader för produktionen inklusive mervärdesskatt när projektet påbörjas. Kostnaden är lika med det pris en köpare betalar för ett småhus eller det pris en bostadsrättsförening respektive ett fastighetsföretag betalar för sitt projekt.
Produktivitet	Relationen mellan vad som produceras och de resurser som satts in. Ju mer man får ut i förhållande till insatta produktionsresurser, desto större produktivitet.
Underhåll	Åtgärder som syftar till att återställa funktionen hos ett förvaltningsobjekt, en inredning eller utrustning. Vid underhåll omfattar arbetsprestationen, hjälpmedel och byte av material, vara eller komponent. Enbart byte av förbrukningsmaterial som innebär att funktionen återställs till ursprunglig nivå räknas dock till drift. Underhåll indelas i <i>felavhjälpan- de underhåll</i> (reparation/utbyte) och <i>planerat underhåll</i> .
Underhållskostnad	Kostnader för de åtgärder som krävs för att vidmakthålla ursprunglig standard.
Årskostnad	Summan av de årliga kapital-, underhåll- och driftkostnader för en byggnad eller byggdel

#### 4 Metod för datainsamling och analys

Analysgruppen har genomfört fem gemensamma arbetsmöten för planering, diskussion och analys. Arbetsgruppen är sammansatt så att den återspeglar de olika rollerna i byggande och förvaltning; Arkitekt, byggherre, entreprenör, installatör och konstruktör samt forskare inom området byggproduktion och byggnadsfysik.

Ett antal hus byggda från 1970-talet och framåt kartläggs och analyseras med avseende på de resurser som förbrukas och den nytta som skapas. I urvalet finns fyra stycken flerbostadshus av jämförbar karaktär, med samma byggherre; Stockholms Kooperativa Bostadsförening, se figur 2. Vidare har referenser hämtats från Kv. Solstrålen och Sannegården 28:11 i Göteborg samt Kv. Harlösabanan och Kv. Kilen i Lund.

Tekniska lösningar, prestanda och förvaltningsdata i form av energianvändning mm. finns väl dokumenterade. Den totala byggkostnaden är också tillgänglig. Däremot finns ingen uppföljning av nedlagda resurser i form av exempelvis arbetstid eller kostnad per byggdel. För resursanalyser på byggdelsnivå kompletteras med data från en kalkyldatabank.



Figur 2. Fyra likartade projekt av olika ålder som ingår i studien.

Efter ett inledande studie av analysgruppen har arbetet har lagts upp i delstudier avseende:

- Flerbostadshusets väsentliga egenskaper och aspekter, indelat i:
  - o Arkitektoniska kvaliteter och kundnytta.
  - o Byggnadsfysik med inriktning energi, fuktfrågor och innemiljö.
  - o Byggproduktion.
- Existerande mätningar relaterade till resursförbrukning, effektivitet och prestanda
- Skillnader över tiden vad gäller resursåtgång och teknik för att kartlägga förändringar och de innovationer som varit tongivande för byggandets utveckling över tiden.

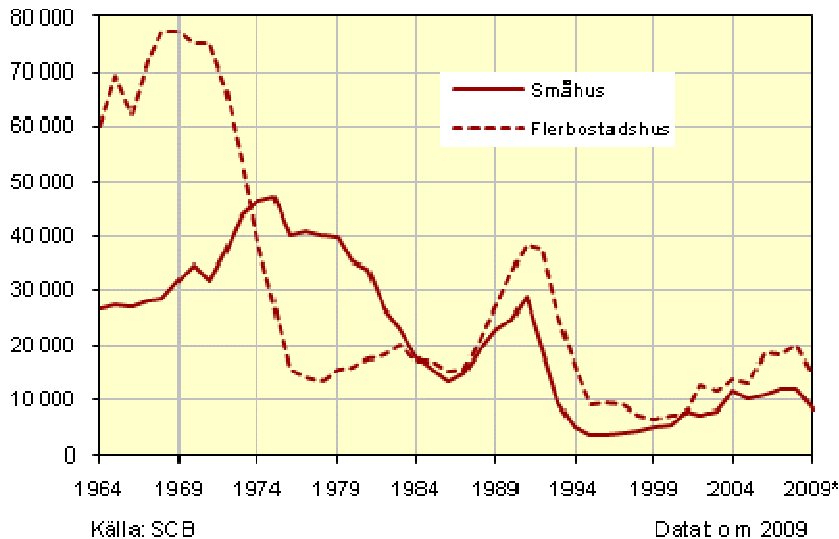
Vidare har litteraturstudier genomförts som refereras i rapporten.

Ett examensarbete har genomförts vid LTH, avd. Byggproduktion (Larsson & Sjöstedt, 2010), för att pröva att tillämpa det förslag till effektivitetsmått som tagits fram inom Bygginnovationen (Bröchner, 2010).

## 5 Flerbostadshus i Sverige. Översikt

Det finns i Sverige drygt 2.400.000 lägenheter i flerbostadshus. Sedan miljonprogrammet har i medeltal cirka 17.000 enheter producerats per år och 2.000 har rivits. Antalet ombyggda lägenheter under motsvarande period är årligen 23.000. Flerbostadshus har därmed mycket lång livstid och det samlade egendomsvärdet såväl som den samhällsekonomiska betydelsen är ofantliga. Flerbostadshus utgör också en väsentlig del av berörda näringsgrenar. Figur 3 redovisar årlig nyproduktion av bostäder mellan 1964 och 2009.





Figur 3. Antalet färdigställda lägenheter i flerbostadshus och småhus 1964-2009. Källa: SCB.

Fram till och med 1980-talet fanns ett starkt statligt inslag i bostadsfinansieringen. Samhällets regelverk inom bostadsbyggandet var då mer detaljerade och omfattade fler områden. Detta var naturligt med tanke på att staten tog en ägarrisk och därför behövde säkerställa bostädernas långsiktiga användbarhet och fortvarighet. Dagens normer inskränker sig oftast till funktionsbaserade minimikrav avseende hälsa, tillgänglighet, energihushållning och säkerhet i byggd miljö. Vissa specifika krav har samtidigt skärpts eller tillkommit. I övrigt styrs idag utformningen av husen i övrigt av marknadens efterfrågan.

En detaljerad genomgång teknisk utveckling och yttre förutsättningar för byggandet av flerbostadshus redovisas av Björk et al (2008) samt i ett examensarbetet anknutet till analysgruppen av Larsson och Sjöstedt (2010).

## 6 Tillgängliga mätningar och data relaterade till effektivitet och prestanda

### 6.1. Offentlig statistik

Det finns en unik tillgång till data och mätningar i Sverige. Boverket (2002) har i rapporten Bostadsbyggandet och byggkostnaderna åren 1960 till 1999 skattat produktivitetens utvecklingen för perioden 1992-1999 genom att jämföra byggnadsprisindex med faktorprisindex. Man fann att produktiviteten hade nått en topp 1995 och sedan sjunkit. I rapporten 'Bygger vi dyrt? I en analys av kostnadsutvecklingen' (Sveriges Byggindustrier, 2003), ställdes den officiella byggkostnadsstatistiken mot nationalräkenskaperna. För perioden 1993-2001 visade dessa två datakällor 'ingen som helst samstämmighet', men då hade siffrorna inte korrigerats för att nationalräkenskaperna omfattar hela byggindustrin medan kostnadsstatistiken enbart omfattar nyproduktion av bostäder. Sektorns verkliga produktivetsutveckling är med andra ord oklar.

Offentlig svensk statistik för området Flerbostadshus sammanställs årligen av Statistiska Centralbyrån och publiceras i Bostads- och Byggnadsstatisk årsbok (SCB, 2009). Årsboken publi-



cerades första gången 1980. Statistiken omfattar ett stort antal områden av relevans för effektivitet, exempelvis;

- Beståndets förändringar - Nyproduktion, rivning, ombyggnad.
- Byggnadskostnader relaterade till olika index och upphandlingsformer, samt fördelat på byggkostnader respektive byggherrekostnader omfattande tomt, kommunala anslutningskostnader, projektering mm..
- Bostadsfinansiering.
- Fastigheters intäkter och kostnader relaterade till olika upplåtelseformer, samt fördelning på huvudkategorier.
- Lägenhetsareor, antal våningar, rumsfördelning mm.
- Uppvärmning. Energianvändning respektive energislag.

Omfattande offentlig statistik inom området före år 1980 finns också men är inte sammanhållet publicerad. I Statistisk Årsbok förekommer också i många fall data hämtat långt tidigare än 1980. När det gäller nybyggnadskostnader finns årlig statistik för flerbostadshus och gruppbyggda småhus sedan mitten av 1960-talet.

Den statistik som finns tillgänglig är värdefull men den måste behandlas i relation till händelser i omvärlden. Statistiken påverkas av yttre händelser på ett ibland oförutsägbart sätt. (Exempel på detta är: räntebidragen, fördubbling av momssats, Danellgropar, energideklaration, råvarupriser, konjunkturförändringar etc.)

När det gäller arbetstid för specifika moment och konstruktioner kan data hämtas från de ackordstidlistor som använts för löneberäkning. I listorna anges så kallade *enhetstider* för de flesta förekommande arbetsmomenten inom nyproduktion. Enhetstiden omfattar direkta arbeten men även vissa indirekta moment ingår, som rengöring av verktyg, transporter inom arbetsplatsen, viss måttsättning och täckning av material.

## 6.2 Tillgängliga mätningar mått och data på för byggande (Hansson et al 2009)

Sveriges Bygginstrumenter publicerar i samarbete med SCB sedan 1984 månadsvis Entreprenadindex (E84) för husbyggnad och anläggning, för kostnadsreglering av byggentreprenader. Entreprenadindex omfattar drygt 200 olika indexserier, vilka är indelade i huvud-, under- och basgrupper. Index ges på aggregerad nivå, exempelvis flerbostadshus såväl som på detaljnivå, exempelvis pris på fabriksbetong. E84 mäter utvecklingen av entreprenörens kostnader utan hänsyn till produktivitet utveckling och löneglidning.

Före 1968 var samtliga index som beräknades av typen inputindex (faktorprisindex) som inte tog hänsyn till produktivitetsförändringar. Ett byggnadsprisindex (ett outputindex) togs fram för att täcka detta behov. Beräkning av byggnadsprisindex görs från och med 1968, för flerbostadshus och gruppbyggda småhus. Grundprinciperna för beräkningarna fastlades i 'Byggnadsindex för bostäder SOU 1971:79'. Denna utredning fastlade att två principiellt sett olika index skulle beräknas, byggnadsprisindex (BPI) som är ett outputindex och mäter prisutvecklingen fören kategori byggnader under ett visst år, och faktorprisindex (FPI), som är ett inputindex och mäter priserna på de produktionsfaktorer som sätt in i byggnadsverksamheten.

### *Byggnadsprisindex*

Byggnadsprisindex är ett index som mäter prisutvecklingen för en kategori byggnader under ett år, till exempel flerbostadshus. För att kunna jämföra index från år till år så måste man mäta prisutvecklingen för likvärdiga bostadshus. Svårigheten med konstruktionen av ett sådant index, är att husens kvalitetsegenskaper ändras med tiden, vilket medför att indexet behöver kvalitetsrensas. För beräkning av byggnadsprisindex krävs då förutom uppgifter om byggnadspriset även information om husets egenskaper och värderingstal för kvalitetsvärdering av dessa egenskaper.

Byggnadsprisindex beräknas enligt en byggherreorienterad modell, det vill säga, att byggnaden värderas med hänsyn till det värde den har för de som ska använda och förvalta byggnaden. Detta betyder att egenskaper hos byggnaden som inte uppfattas som en kvalitativ förändring för brukaren bör ge utslag på byggpriset, eftersom det inte är frågan om kvalitetskillnader ur byggherrens synvinkel.

Beräkning av byggnadsprisindex sker genom en regressionsanalys, och baseras på samma grundmaterial som nybyggnadskostnadsstatistiken det vill säga den start enkät som byggherrarna fyller i vid nya projekt, och där uppgifter ges om produktionskostnad och egenskaper för objektet. Det förutsätts i beräkningarna att det råder ett linjärt samband mellan det genomsnittliga byggpriset (här görs avdrag för eventuella bidrag) för ett antal hus och ett antal kvalitetsvariabler eller andra förklarande variabler.

Kvalitetsvariablerna delas in i tre huvudgrupper:

1. Utrustningsstandard
2. Omslutningsytor, drift och underhållsekonomi
3. Övriga variabler

Grupp 1 utgörs av en sammansatt variabel, där en mängd småkomponenter sammanvägts till ett större begrepp med hjälp av olika värderingstal. I variabeln ingår bland annat lägenhetsbelegg (ett värde baserat på antal rum, köksutrymme, våtutrymme m.m), hissar, trappor, tvättutrustning med mera. I grupp 2 ingår olika areor till exempel väggarea, fönsterarea med mera, samt uppvärmningssystem. Grupp 3 utgörs av förskjutningsvariabler såsom till exempel region, sanerings/exploateringsområde med mera.

### *Faktorprisindex*

Till skillnad från byggnadsprisindex är faktorprisindex ett inputindex, som visar prisutvecklingen av de olika produktionsfaktorer som används vid uppförandet av en byggnad. De faktorer som mäts är byggmaterial, arbetslöner, maskiner, transporter, drivmedel och elkraft, omkostnader och byggherrekostnader, dessa faktorer vägs sedan samman med hjälp av fasta vik-

ter till ett totalindex. Byggherrekostnaderna utgörs av ränte- och kreditivkostnader, in-teckningsavgifter, projektering och centrala administrationskostnader. Faktorprisindex mäter förhållandet mellan två tidpunkter av de kostnader som vid oförändrad byggteknik uppkommer i ett visst byggprojekt. Faktorprisindex påverkas sålunda inte av produktivitetsändringar som till exempel effektivare utnyttjande av material, arbete med mera, det påverkas inte heller av ändrade vinstmarginaler hos byggföretaget.

### *Övriga mätningar*

Inom ramen för BQR (Rådet för byggkvalitet) finns sedan våren 2009 ett pågående program med syfte att mäta, utveckla och utvärdera ”best practice” i svensk byggsektor (BQR, 2010). Programmet utförs med hjälp av ett mättningsverktyg där data samlas in rörande utförda prestationer i byggprojekt. Syftet med verktyget är inte bara att mäta och utvärdera utan även att fungera som ett kommunikationsverktyg för kunskapsuppbyggnad och erfarenhetsåterföring.

### **6.3 Tillgängliga mätningar, mått och data för förvaltning**

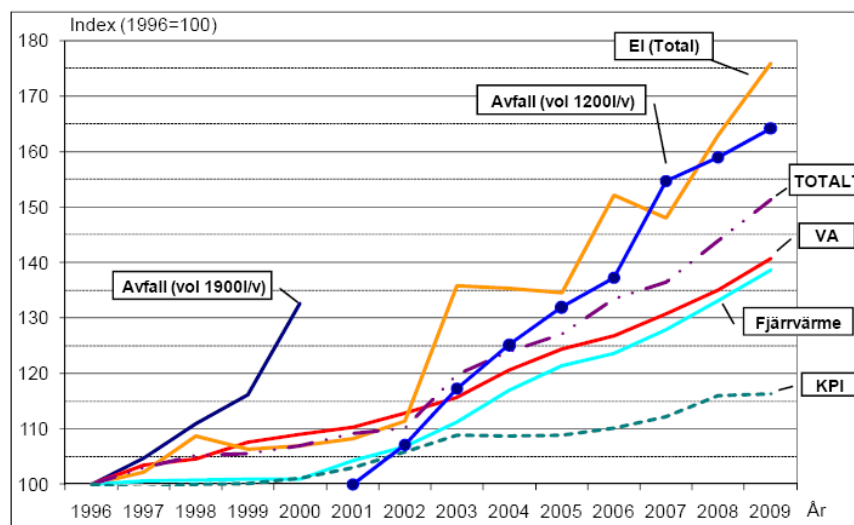
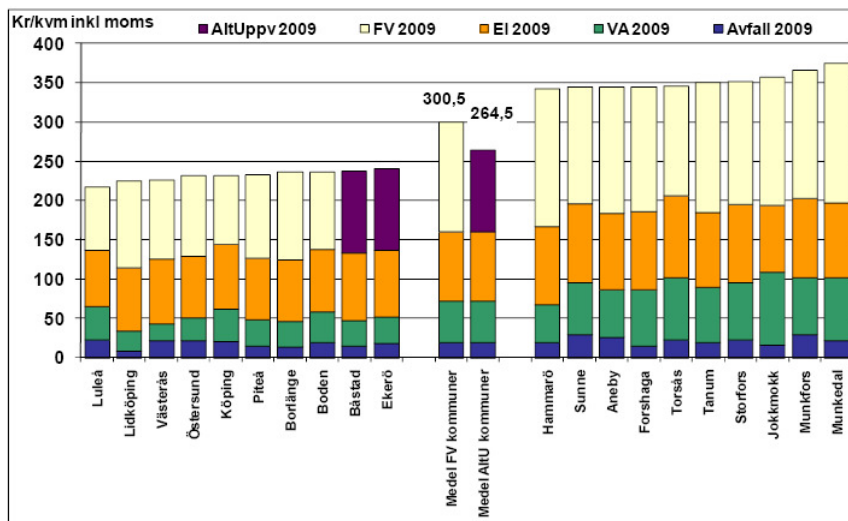
När det gäller driftskostnader för Flerbostadshus tillhandahåller REPAB AB sedan 1980-talet detaljerade planerings- och analysverktyg för fastighetsförvaltning. Här ingår årskostnader nedbrutna på relevanta kategorier. För underhållsplanering finns en särskild modul där man på detaljnivå kan estimerar tids- och materialåtgång samt underhållsintervaller för specifika komponenter och material i byggnaden. Projektets data kan jämföras med referensdata för motsvarande hustyp.

SABO tillhandahåller för sina medlemsföretag verktyget ’Nyckeltal för Underhållsplanering’ som ett hjälpmedel vid planering av underhållsarbeten. Priserna är nyckeltal och justeras till det specifika företagens upphandlingssituation. Tidsintervallen för de periodiska underhållet är erfarenhetsvärden och kan variera med faktorer som klimat, luftföroreningar, produktförändringar och inte minst den ambitionsnivå som förvaltningen har. Exempel på ambitionsberoende underhållsintervall är målning och tapetsering i lägenheter. Förutom direkta data för byggdelvis planering ger verktyget ger årskostnad per area. Denna är baserad på en annuitet med 5% real ränta. De mängder som har använts baseras på ett referenshus med typiska lägenheter.

För energianvändning föreligger sedan några år ett normstyrt klassningssystem, omfattande såväl nya som befintliga hus. Varje byggnad energideklareras baserat på dess specifika energianvändning, uttryckt som kWh/m<sup>2</sup> uppvärmd area och år. I deklARATIONEN ingår också jämförelse med referenshus.

Innemiljön i bostaden har stor påverkan på välbefinnande, hälsa och psykiska kapacitet. I god inomhusmiljö ska det vara lagom varmt, bra luft, inget störande buller, goda ljusförhållanden med mera. Upplevelsen av olika inomhusmiljöparametrar kan mätas genom enkätundersökningar eller genom tekniska mätningar. I Boverkets rapport ’Kriterier för sunda byggnader och material’, (Boverket, 1998) redovisas aktuella parametrar med gränsvärden. Som utgångspunkt för värdering av inomhusmiljö finns en ofta tillämpad referens baserad på en mycket omfattande studie av upplevt inneklimat i bostadshus i Stockholmstrakten i början av 1990-talet. (Engvall och Norrby, 1992). Mätningen baseras på en standardiserad enkät.

Sedan mitten av 1990-talet tillbaka utkommer årligen rapporten 'Fastigheten Nils Holgerssons underbara resa genom Sverige' (Ekan, 2009), beställd av Fastighetsägarna, SABO, Hyresgästföreningen och Riksbyggen. I undersökningen förflyttas ett teoretiskt flerbostadshus genom landets samtliga kommuner för att jämföra kostnader för sophämtning, vatten och avlopp, el och uppvärmning. Se figur 4. Rapportens syfte är att redovisa de prisskillnader som finns mellan olika kommuner och målet är att skapa debatt som kan leda till sänkta priser för kunderna.



Figur 4. Kommuner med högst och lägst priser för sophämtning, vatten och avlopp, el och uppvärmning samt prisutveckling jämfört med KPI (Ekan, 2009)

### 6.3 Effektivitetsmätning i andra länder

#### 'Constructing Excellence'. Storbritannien

I Storbritannien tillhandahåller 'The Centre for Construction Innovation' och 'Constructing Excellence' sedan cirka 10 år ett verktyg för benchmarking av byggproduktion mot ett antal 'Key Performance Indicators'. Syftet är att entreprenörer och leverantörer och deras kunder

ska kunna mäta och redovisa sina förbättringar när det gäller tid, kostnad och kvalitet. KPI har utvecklats för ekonomiska, miljömässiga respektive sociala parametrar d.v.s. i enlighet med de tre fundamenten för hållbar utveckling. (The Centre for Construction Innovation, 2009)

### **Byggeriets Evaluerings Center. Danmark**

Det danska initiativet ”Byggeriets Evaluering Center” är ett gemensamt initiativ mellan de olika parterna i den danska byggsektorn, med stöd från staten. Bakgrunden till att det startades var en statlig studie som visade att den danska byggsektorn låg efter andra byggsektorer i snarlika länder. Sedan 2005 har företag som lämnat anbud på statliga projekt varit tvungna att visa på KPI's från tidigare projekt. Från och med 2009 är det obligatoriskt för s.k. 'on-profit' fastighetsföretag att efterfråga KPI's. Fram till idag har det gjorts nästa 1500 utvärderingar och 115 företag har en egen utvärderingsmodell i en s.k. betygbook. 640 entreprenörer antingen har eller är på väg att få KPI's. Entreprenörer lämnar data från byggen till centrat och efter ett genomfört projekt skickas en KPI rapport till beställaren med följande KPIs:

- Verklig byggtid i förhållande till planerad
- Verklig byggtid inklusive besiktningsskorrigeringar i förhållande till planerad tid
- Korrigeringar under det första året efter överlämnande
- Antalet fel funna vid slutbesiktning, graderade efter allvarlighet
- Olycksfrekvens per miljard(?) DKK
- Arbetsintensitet, man timmar per kvadratmeter
- Arbetsproduktivitet
- Förändringar i pris under byggfasen
- Kvadratmeterpris
- Kundnöjdhet

Några av dessa är även skickade till entreprenören.

### **Construction Industry Key Performance Indicators (New Zealand)**

På Nya Zeeland har det utvecklats ett verktyg för att företag i den Nya Zeeländska byggindustrin ska kunna jämföra sina resultat mot övrig byggindustri, detta kan jämföras med den engelska varianten beskrivet nedan viken har stått som mall. Syftet är att få företag att själva se över hur de arbetar i syfte att få bättre resultat. Det man framför allt anser att mätningarna kan hjälpa till med är att:

- Få ett ramverk för att utvärdera partnering och ramverkskontrakt
- Få bevis på ”best value” i offentlig upphandling
- Mätmetoder för utvärdering av offentlig upphandlingar andra en bara lägsta pris.
- Ge ett marknadsföringsverktyg
- Uppfylla ISO 9001 kraven

Man ser även ett antal vinster, i likhet med det engelska systemet, genom att beställare kan ha det som en del i sina utvärderingar av leverantörer.

### **6.4 Sammanfattning mätningar och effektivitetsmått**

En stor mängd relevant data om bostadsbyggande och förvaltning finns att tillgå. Nuvarande mått för att värdera effektivitet baserat på dessa data uppfyller dock inte de krav som samhäl-

let, branschen, producenterna, beställare och brukare ställer. Framförallt brister värderingen av output där värdering av samhällsnytta och kundnytta saknas och i helhetssynen i fråga om produktion och förvaltning vilket försvårar rättvisande värderingar och en långsiktigt hållbar utveckling. En kvalitetssäkring av tekniska lösningar och processer liksom en inbyggd robusthet i byggnaden måste därför också tydliggöras i ett nytt effektivitetsmått

Det finns system och mätetal som kan ligga till grund för projektjämförelser inom de flesta relevanta områdena för flerbostadshus. Däremot saknas är modeller för att väga samman olika parametrar, vilket försvårar den helhetssyn som behövs för att åstadkomma bästa långsiktiga lösningar såväl i enskilda projekt som i utvecklingsarbete.

Nuvarande indelning i näringsgrenar leder fel vid uppföljning av utveckling inom näringsgrenen bygg- och fastighet eftersom det förekommer flera olika näringar såsom tillverkningsindustri, konsult-, bygg- och fastighetsverksamhet som samverkar för att åstadkomma byggande och förvaltning. Output från ett led är input till nästa led. En större konsultinsats och därmed högre kostnader innebär sämre produktivitet hos konsultverksamheten men ger normalt effektivare bygg- och driftkostnader. Alla ingående kostnader i bygg- och fastighetsverksamheten måste beaktas genom att exempelvis samlas i ett mätbegrepp såsom årskostnaden för byggtjänsten.

Traditionella mått grundade på output/input uppvisar stora brister. Se exempelvis Ingvaldsson et al (2004) och Hansson & Olander (2009). Modeller inriktade på styrning av investeringen med mått som kr, eller kr/m<sup>2</sup> styr oftast inte mot det önskade målet *lägsta årskostnad*.

För Bygginnovationen är utvecklingen av ett fullödigt effektivitetsmått en nyckelfråga. Måttet ska förutom de rent mättekniska aspekterna tillgodose följande krav;

- Beakta helhetsperspektivet genom att inbegripa alla skeden; Projektering, byggande och förvaltning
- värdera intäkterna och kundnyttan av det byggda,
- styra mot samhällsnytta och hållbar utveckling,
- stimulera den innovativa processen som styr mot lägsta livscykelkostnad och
- på nationell nivå mäta sektorns utveckling på ett rättvisande sätt.

## 7 Resultat av gruppens analyser

Ett flerbostadshus skall uppfylla ett stort antal olika krav över en lång livscykel. Kraven avser såväl tekniska prestanda som funktionalitet samt ekonomiska och miljömässiga ramar. Tekniska minimikrav för hälsa, säkerhet och tillgänglighet regleras i byggnormerna. Inom dessa områden har skärpningar regelmässigt förekommit. Detta är en naturlig följd av samhällsutvecklingen i övrigt men måste givetvis beaktas vid en jämförelse av effektivitet över tiden. I bilaga 2 redovisas översiktligt byggnormers utveckling. Det förekommer ibland även kommunala tilläggsregler när det gäller i första hand energiprestanda och tillgänglighet, som utgör villkor för marktilldelning. Detta vållar problem för utveckling av standardlösningar och standardkomponenter. Ett förtillverkat badrum eller ett typhus som ska användas i olika kommuner måste därmed projekteras för fallet med de i alla avseenden högst ställda kraven alternativt ges en inbyggd flexibilitet för dessa.



Tidigare fanns krav på bostäders användbarhet relaterade till lånegivning och som därför starkt påverkade bostadsbyggandet. I dessa regler fanns också inbyggda incitament, i form av ökat låneutrymme, för ökad kvalitet i jämförelse med minimistandard. Idag saknas dessa styrmedel och byggherren bestämmer själv kvalitetsnivåer i de avseenden som inte regleras i normer eller kommunala krav.

Figur 5 redovisar förändringar som påverkat effektivitetsutvecklingen, grupperade efter bakomliggande faktorer. I bilaga 1 redovisas utvecklingen av normer och bostadsfinansiering under perioden.

<p><b>Marknad och statligt agerande</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1977 stort statligt risktagande</li> <li>1977 större andel hyresrätt</li> <li>+ 2007 marknadsvillkor</li> <li>+ 'God bostad' utgått - Byggherrens ansvar</li> </ul> <p><b>Yttre förutsättningar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mindre volymer mindre projekt</li> <li>- Kostsam terräng</li> <li>- Kostsam grundläggning</li> <li>- Komplicerade parkeringslösningar</li> <li>- Miljösaneringar</li> <li>- Mer stadskaraktär</li> <li>- Ofta lokaler i gatuplan</li> <li>- Trängre arbetsplatser</li> <li>- Färre stora bostadsbyggare</li> <li>- Mindre konkurrens i olika led</li> <li>- Mer överklagande i planprocessen</li> </ul>	<p><b>Normer och standard</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökade normkrav</li> <li>Ljud, ljus, brand, energi, tillgänglighet, ventilation, hiss</li> <li>- Ökad standard</li> <li>Inredning, utrustning, ytskikt</li> <li>Fler apparater, IT....</li> </ul> <p><b>Arbetsätt och arbetsmetoder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mindre serieeffekt</li> <li>- Mer omfattande projektering</li> <li>+ - Mer UE</li> <li>- Sämre effekt lönesystem</li> <li>- Sämre planeringsförmåga</li> <li>Ny byggteknik</li> <li>+ kostnadsbesparing</li> <li>- problem</li> <li>+ Utvecklade maskiner och hjälpmedel</li> <li>+ Ökad import</li> </ul>
---	---

Figur 5. Effektivitetspåverkande faktorer förändring sedan 1960-talet. + och – indikerar påverkan mot ökad respektive minskad effektivitet.

Analysgruppen har valt att särskilt betrakta de tre delområdena *arkitektur, byggnadsfysik och byggproduktion*.

### 7.1 Arkitektur. Av Mats Egelius, White Arkitekter

#### Sammanfattning

Arkitektonisk kvalitet syftar till att se en lyckad helhetslösning. Detta synsätt mot helheten är långt ifrån byggbranschens teknikinriktade synsätt där kvalitetsaspekter avgränsas till delar som kan tidsstuderas, mätas, vägas och kontrolleras. I utvärderingen av arkitektonisk kvalitet ingår alltid en subjektiv bedömning av helheten. Fungerande exempel på utvärderingar finns inom arkitekt- och markanvisningstävlingar, parallella uppdrag samt i juryarbete kring bygg- och arkitekturpriser. Arkitektonisk kvalitet kan i vissa fall också bedömas i betalningsvilja eller försäljningspris, eller från svar i nöjdhetsindex, boendeundersökningar etc.

#### God arkitektur

Estetiska och visuella aspekter är viktiga för att skapa en vacker och spännande arkitektur. God arkitektur är mer än god formgivning. Funktionella, tekniska, sociala och miljömässiga



krav skall samspela till en överordnad helhet. Byggnader skall tillgodose bestämda ändamål och uppfylla brukarbehov och specifika tekniska krav för sin användning. Byggnader skall vara resurssparande, ekonomiska och uppfylla krav på till exempel ljus, klimat och tillgänglighet. Byggnader skall också anpassas till platsen och dess speciella förutsättningar.

Det är bara genom gestaltning i byggnader och planering som helhetslösningar kan skapas. Arkitektens uppgift förblir att tänka på allt.

Nya tekniska krav och nya behov måste gestaltas. Nyttänkande och innovativa lösningar innebär ofta risker. Arkitektonisk kvalitet kan inte mätas i frånvaron av fel och brister. Nolltolerans mot byggfel skapar i sig inte en attraktiv och vacker miljö.

### **Prioritera nyttosidan**

Synen på utvecklingen av byggbranschen är olika beroende på utbildning och var man befinner sig i processen. Byggbranschen i Sverige domineras av ett fåtal riktigt stora företag. I dessa och i Sverige som helhet är det idag ett stort fokus på ekonomiska, tekniska och juridiska perspektiv. Med detta synsätt blir det en prioritet på kostnadssidan, som är relativt lätt att analysera. Nyttosidan får ofta inslag av en subjektiv bedömning och blir därmed svårare.

En hög arkitektonisk kvalitet är värdeskapande som genererar inkomster, utveckling och publikt intresse. Hög kvalitet attraherar de som flyttar, bostad såväl som arbetsplatser. Ett sätt att bedöma arkitektonisk kvalitet är att bedöma betalningsvilja eller försäljningspris för till exempel en lägenhet eller lokal. För att detta skall vara relevant bör andra faktorer, framförallt läge, vara jämförbara.

När det gäller arbetsplatser finns ofta enkätundersökningar om personalens syn på sin arbetsplats. De flesta bostadsföretag har undersökningar som innehåller frågor om hur de boende trivs med sin miljö. Det finns också forskningsprojekt om hur bostäder och bostadsområden fungerar. Dessa existerande undersökningar kan ge god kunskap om arkitektonisk kvalitet, en kunskap som byggbranschen till viss del tagit till sig för att skapa konkurrenskraftiga produkter.

### **Tävlingar och priser**

Det finns relevant erfarenhet från två områden där arkitektonisk kvalitet utvärderas: bedömningen av uppförda byggnader för arkitekturpriser (Kasper Sahlin-priset, Bostadspriset, Huggopriset m fl) och utvärderingen av projekt i tävlingar (arkitekttävlingar, markanvisningstävlingar, parallella uppdrag mm). I arbetsbeskrivningen för dessa tävlingar/priser understryks att det inte går att mäta och räkna sig fram till ett vinnande förslag genom att betygsätta en mängd ingående kriterier. Svaret är istället att hitta det bästa genom en bedömning av helheten. För att få en representativ vinnare sker bedömningen normalt av en grupp erkända fackmän (ibland även politiker) som representerar olika intressen.

Arkitekturpriser utdelas efter en kvalitetsbedömning av ett färdigt resultat. Den byggda miljön blir helt dominerande, oftast har juryledamöter, (även) med olika bakgrund, relativt lätt att enas om vad som är en god miljö/ett bra hus etc. I några undantagsfall vägs även till exempel processen in i bedömningen, något som genast blir svårare att bedöma. Alltså verkar det trots allt finnas gemensamma kriterier för de subjektiva, mjuka värderingar om vad som är en god

arkitektonisk kvalitet. Både tävlingar och priser ger förebilder för god arkitektonisk kvalitet, dess relevans bygger på att branschen litar på omdömen som göra av kompetenta personer.

### Slutsats

Arkitektonisk kvalitet måste utvärderas i byggda projekt för att skapa rätt krav och mål i nya projekt. För samhället är utvärderingen nödvändig för att kunna styra mot (statens) arkitekturpolitiska mål. En byggnad med hög arkitektonisk kvalitet är också en effektiv byggnad – för både brukare, ägare och samhället.

## 7.2 Byggnadsfysik

Byggnadsfysiska förlopp är grundläggande för en byggnads egenskaper med avseende på energiprestanda, inomhusmiljö och fuktsäkerhet. Under den tidsperiod som arbetsgruppen har överblickat har ett genomgripande tekniksprång skett och det är sänkningen av energibehov i nybyggda hus efter 1970-talets oljekris, se figur 6 (SCB, 2006) De tekniska förändringar som

	UPPVÄRMNINGSSÄTT					SAMTLIGA kWh / m <sup>2</sup>
	Oljeeldning liter / m <sup>2</sup>	Fjärrvärme kWh / m <sup>2</sup>	Elvärme kWh / m <sup>2</sup>	Naturgas kWh / m <sup>2</sup>	Övriga uppvärm- ningssätt kWh / m <sup>2</sup>	
<b>BYGGÅR</b>						
-1940	18,0 ± 1,6	159 ± 2	132 ± 8	185 *	169 ± 9	162 ± 3
1941–1960	20,8 ± 0,8	169 ± 2	172 ± 12	174 *	172 ± 20	170 ± 3
1961–1970	17,5 ± 1,4	159 ± 1	124 ± 13	160 ± 8	156 ± 4	159 ± 1
1971–1980	18,2 *	155 ± 2	138 ± 7	..	184 ± 11	158 ± 2
1981–1990	..	128 ± 2	142 ± 7	132 *	118 ± 6	128 ± 2
1991–2000	..	126 ± 4	146 ± 8	126 *	122 ± 4	126 ± 3
2001–	–	125 ± 5	..	131 *	129 ± 17	126 ± 5
Uppgift saknas	24,4 *	154 ± 4	127 ± 17	169 *	145 ± 10	153 ± 3

Figur 6. Genomsnittlig energianvändning i flerbostadshus med olika byggår. 1970-talets oljekris med följande skärpta energikrav ledde till en markant förbättring av energiprestanda i nya hus. (SCB, 2006)

bidrog till sänkt energianvändning ledde till ett antal fuktrelaterade skadefall och inomhusmiljöproblem. Här spelade också ändrade brukarbeteenden in med minskad vädring och övergång från bad till dusch. Behovet av minskad energianvändning är åter en högprioriterad utvecklingsfråga. Statistiken visar att sektorn kan åstadkomma tekniksprång när incitamenten finns. Ett annat exempel på detta är skärpta boendekrav och ökad kunskap om ljudisolering av bostäder under 1980-talet som visar sig i inomhusmiljömätningar, se figur 7. Förbättringar av byggnadens prestanda enligt dessa exempel måste värderas vid effektivitetsjämförelser över tid.

**Tabell 2.** Andel boende (%) i hus från olika byggperioder som besväras av störande ljudkällor.

Byggår	-1960	1961- 1975	1976- 1984	1985- 1990	1991- 1997	1998- 2003	Total
Ljud utifrån	19	25	19	25	14	9	20
Ljud från grannar	26	27	20	25	16	9	25
Ljud från ventilationen	4	14	11	13	9	5	6
Ljud från kranar, element	17	19	9	16	11	6	16

Figur 7. Besvärsfrekvenser med avseende på ljudstörningar i flerbostadshus med olika byggår. En markant förbättring inträffande mellan 1980- och 1990-tal. (Engvall, 2009)

Att nästa primära tekniksprång är ytterligare förbättrade energiprestanda råder ingen tvekan om. Lärdomen från 1970-talet är att utvecklingen måste ske med helhetssyn med avseende på byggnaden, installationerna och brukarna. Bagge et al (2009) har genomlyst sambanden mellan energianvändning, fuktsäkerhet och inomhusmiljö och redovisar metodik för såväl projektering som uppföljning samt kunskapsluckor av teknisk och processmässig karaktär. Inom området finns ett stort antal utvecklingsmöjligheter såväl på komponent- och produktnivå som när det gäller styrning och mätning.

### 7.3 Byggnadsproduktion

Efter andra världskriget och fram till 1970 var syftet med politiken att bygga moderna bostäder i exploateringsområden samt att sanera (riva och ersätta) det omoderna bostadsbeståndet i städerna. Produktionen av flerbostadshus i Sverige nådde en topp under miljonprogrammet på 1960–70-talet. Under denna period arbetades det medvetet med att bygga effektivt och billigt och byggnadsproduktionen industrialiserades. Stora projekt på jungfrulig mark utanför städerna där kranbanorna fick styra planeringen och hus var enhetligt utformade gav stora rationaliseringsvinster. Systembyggandet utvecklades. Det system som blivit mest spritt var 'Skarnesystemet S66', från Ohlsson & Skarne, som även blev en stor exportframgång och företaget etablerade fabriker i Frankrike, Tyskland, Storbritannien och USA. S 66 bygger på prefabricerade bärande betongelement. Jämför figur 8. Även platsbygget utvecklades med så kallade tunnelformar som fungerade samtidigt som vägg och bjälklagsform och ny murnings och staplingsteknik av lättbetongblock för fasader.



Figur 8. Elementhus med Skarnesystemet

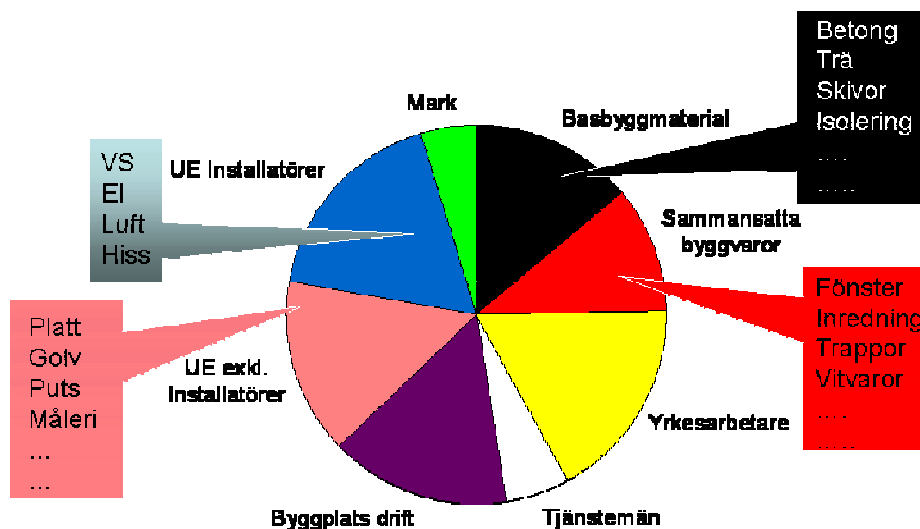
Under den tidsperiod som undersökts d.v.s. efter miljonprogrammet har inga banbrytande förändringar skett med avseende på produktionstekniken för flerbostadshus. Såväl prefab som platsbygge förekommer med ungefär samma metoder som då. En intressant aspekt att i Finland överenskom man om en gemensam standard för betongelement vilket gjorde det möjligt att enkelt koppla ihop element från olika tillverkare medan betongelementföretagen i Sverige bevarade företagsbundna standarder. Det kan vara en orsak till att betongelement kommit att

dominera flerbostadsbyggandet i Finland efter 60-talet medan platsgjutna stommar har haft större marknadsandelar i Sverige. En väsentlig skillnad mot miljonprogrammet är att projektens storlek minskat och svårighetsgraden ökat. Förtätningar och produktion i tätorternas sanneringsområden ger inte samma uppdragsmöjligheter som miljonprogrammsprojekten.

När det gäller kostnader för byggnadsarbeten tillämpas normalt följande övergripande struktur när det gäller kalkylering och uppföljning:

- 'Mängdkostnader – MK': Direkta kostnader för material och arbete knutet till definierade byggdelar. Av material utgörs ungefär hälften av sammansatta byggvaror som fönster, balkongplattor och vitvaror och den andra hälften av s.k. basbyggnadsmaterial som skivor, armeringsjärn och regler.
- 'Gemensamma kostnader – GK' Indirekt eget arbete som i princip omfattar att bygga, driva och riva byggplatsen – den tillfälliga fabriken.
- Underentreprenörens arbete och material.

I Figur 9 ges exempel på fördelning av kostnader mellan olika huvudkategorierna för produktion av ett flerbostadshus.



Figur

*Figur 9. Typisk fördelning av kostnader för produktion av ett modernt flerbostadshus*

Data för produktionskostnads-kalkylering omfattande såväl priser på material och arbete som drifttider finns tillgängligt via kalkylverk och kalkylprogram exempelvis 'Sektionsfakta' (Wikells, 2009). Drifttiden definieras som den effektiva tid en operation tar att utföra fram till godkänt arbete. I drifttiden ingår även grovstädning, mindre störningar och avbrott (< 1 timme), arbetarskydd mm.. Sektionsfakta redovisas även typiska omkostnader. Dessa delas in i direkta omkostnader som läggs på egna arbeten samt indirekta kostnader som tillkommer på egna arbeten och till en mindre del även på kostnader för underentreprenörer. Bland indirekta kostnader återfinns kostnader för vinteråtgärder, bodar, inhägnader, uppvärmning och städning.

När det gäller arbetstid för specifika moment och konstruktioner kan data hämtas från de ackordstidlistor som använts för löneberäkning. I listorna anges så kallade enhetstider för de

flesta förekommande arbetsmomenten inom nyproduktion. Enhetstiden omfattar direkta arbeten men även vissa indirekta moment ingår, som rengöring av verktyg, transporter inom arbetsplatsen, viss måttsättning och täckning av material.

Det har varit svårt att få fram korrekta och kompletta produktionsdata för projekt med olika ålder för detaljstudier med avseende på resursutgång av material och arbetet. Istället valdes att på några utvalda byggdelar genomföra kalkyler med hjälp av Wikells byggberäkningar. Resultat redovisas i bilaga 3. Betongbjälklag för 1978, 1992 och 2007 har undersökts samt installationssystem för värme och sanitet ('VS') för 1992 och 2007.

Av bjälklagsstudien framgår t.ex. att teknikutveckling på betongområdet har påverkat resursanvändningen

- Självkompakterande betong har i någon mån reducerat enhetstiden. Tekniken har för övrigt lett till arbetsmiljöfördelar.
- Snabbtorkande betong har införts. Tekniken innebär en ökad arbetsinsats men motiveras beroende på projektets förutsättningar ibland motiveras tack vare bättre uttorkningsegenskaper.
- Förtillverkning, i detta fall med plattbärlag har stor inverkan på enhetstiden. I detta exempel överväger den mindre arbetsinsatsen den ökande materialkostnaden och slår igenom i minskad totalkostnad. Vid jämförelsen år 1992 gav den högre prefabriceringsgraden en högre totalkostnad medan förhållandet var omvänt 15 år senare.

Av installationsstudien framgår arbetstiden reducerats både beträffande el- och VS arbeten, samt att samtliga delkostnader ökat något mer än KPI fränsett kostnaden för elmaterial som ökat avsevärt, vilket också ger utslag på den totala produktionskostnaden för elinstallationer.

## 8 Effektivitetsmått för flerbostadshus

Detta avsnitt relaterar till utvalda parametrar och mått enligt Bröchner (2010). De mått som analysgruppen föreslår utgör ett förenklat sätt att värdera sektorns utveckling över tid eller kommande utvecklingsinsatser inom Bygginnovationen.

I bilaga 1 presenteras förslag på enkelt effektivitetsmått baserat på ett urval av parametrarna enligt genomgången i detta avsnitt.

Kundnytta och hållbarhetsfrågor återspeglas i mätverktyget liksom att samma mätmetod används under hela byggnadens/anläggningens livslängd. Detta innebär att projektörer, byggare, fastighetsförvaltare, brukare och andra aktörer inbegrips så att suboptimeringar undviks. Aktiviteter som hör till näringsgrenen byggverksamhet förvandlar en lång rad av resurser (inputs) till ett färdigt hus. Detta utgör byggverksamhetens output samtidigt som det är en input till fastighetsverksamheten och det är förbättring av hela kedjans sammantagna effektivitet som måste vara styrande.

En viktig princip är slutligen att effektivitetsmålet ska vara tillämpligt från komponentnivå, för att kunna mäta teknisk utveckling, såväl som på aggregerad nivå för att mäta på företags eller näringsgrensnivå. I ett examensarbete har måtten prövats på ytterväggar för flerbostadshus (Larsson & Sjöstedt, 2010), som redovisas i avsnitt 8.3.

Analysgruppen har identifierat ett utvecklingsområde just till att ta fram en dynamisk digital modell som kopplar enskilda byggsystem till hela byggnaden och som överblickar och hanterar processen att projektera, producera, förvalta och demontera byggnaden. En sådan modell ersätter de förenklade mått som föreslås här.

## 8.1 Outputmått – mått på skapat värde

### 8.1.1 Area eller motsvarande

Areabegreppen enligt Svensk Standard SS 02 10 53 tillämpas. Där är det i första hand två mått som är aktuella:

- BTA (bruttoarea). Avser den totala byggda arean och begränsas av omslutande väggars utsida.
- BOA (Boarea). Avser den sälj- eller uthyrningsbara ytan.

Måttet BRA förekommer också frekvent vid mätning av byggnader och avser BOA + icke intäktsbringande invändiga ytor som trapphus m.m.

När det gäller nytta för slutkunden är det i första hand BOA som är av intresse och därmed den area som ska vara utgångspunkt för värdering. Om det är enbart produktionsprocessen som sådan som värderas är BTA det mått som bör användas.

Ett ofta tillämpat effektivitetsmått för kontorshus är kvoten BOA/BTA. Ett effektivt planerat och projekterat projekt har alltså en högre kvot.

Vid mätning av energiprestanda tillämpas ett särskilt mått,  $A_{temp}$  (uppvärmd area), se 8.1.2.

Man kan också använda antalet arbetsplatser som outputmått och i projektens program används i princip alltid måttet area per arbetsplats.

### 8.1.2 Reduktion av framtida energianvändning

Energianvändning mätt i kWh, för byggnadens livscykel eller vald tidsperiod och relaterat till en referens är ett enkelt sätt att värdera egenskapen. Reduktionen är noll om byggnadsverket är utformat så att det motsvarar sämsta på marknaden förekommande egenskaper, det vill säga myndighetsreglernas aktuella minimikrav för nyproduktion.

Vid mätning av energiprestanda tillämpas ett särskilt mått,  $A_{temp}$  (uppvärmd area), som förutom BOA omfattar uppvärmda ytor som inte är uthyrningsbara som trapphus mm. och som kompenserar för ytor som inte är uppvärmda till full rumstemperatur.

Nuvarande krav är 110/130/150 kWh/m<sup>2</sup> $A_{temp}$ ,år beroende på geografisk klimatzon.

För att inte komplicera effektivitetsvärderingen föreslås att Bygginnovationen byggnadens energianvändning  $A_{temp}$  fördelas på BOA i den generella, förenklade, effektivitetsvärderingen.

Energianvändning är relevant ur flera perspektiv:

- Det är byggd miljöns viktigaste miljöaspekt, i första hand genom relaterade utsläpp av växthusgaser.
- Det utgör den enskilt största driftskostnaden för kontor.
- Det utgör en väsentlig del av den svenska energibalansen.

Fördelen med måttet kWh är att det kan användas i ett generellt effektivitetsmått det vill säga oavsett vilket produkt som värderas. Vid daglig utvärdering och benchmarking av projekt och



produkter måste värderingen oftast differentieras. Ekonomisk påverkan redovisas som årskostnad/livscykelkostnad och miljöaspekten ingår i en miljövärdering där även energislag utgör en parameter, se 8.1.8.

### 8.1.3 Reduktion av övriga framtida drift- och underhållsinsatser

För flerbostadshus utgörs huvuddelen av de drift- och underhållsinsatser av energi, periodiskt underhåll och städning. Enligt Bröchner (2010) föreslås att energi ska undantas då det behandlas i 7.2. Att relatera till en reduktion innebär att en referensnivå måste definieras. En användbar referensnivå kan hämtas från exempelvis REPAB som tillhandahåller hjälpmedel för planering och kalkylering när det gäller fastighetsförvaltning. REPAB skiljer på olika teknisk standard exempelvis vad det gäller underhåll och anger årskostnad relaterad till byggnadens area, vilket gör parametern kvantifierbar. Underhållsbehov avspeglar i hög grad vilken fysisk robusthet en byggnad har.

### 8.1.4 Reduktion av avbrottskostnader

Här avses enligt Bröchner (2010) viljan att betala mera på marknaden för nyproduktion med metoder som minskar störningar på annan verksamhet. Kontorshus produceras idag i princip undantagslöst med prefabricerade komponenter vilket gör att det knappast föreligger några större skillnader mellan olika system och, vad vi kan bedöma, heller inte särskilt stor teknisk förbättringspotential utgående från yttre förutsättningar.

En kortad byggtid skulle kunna åstadkommas genom förändrad arbetsplatsorganisation, exempelvis genom att tillämpa skiftarbete fullt ut. Värdering av detta skulle kunna göras genom att jämföra med en referenstid som definieras utifrån en branschnormal produktionstid.

### 8.1.5 Reduktion av risk under byggtiden

Här avses enligt Bröchner (2010) att byggherrars vilja att betala mera för att byggnadsverk produceras så att projektet uppfyller formulerade krav på tid, pris och funktion med större säkerhet än normalt. Analysgruppen hänvisar för detta till Best Practice Tool (BQR, 2010) som är ett verktyg specifikt utvecklat för detta ändamål.

### 8.1.6 Komfort för användare

När det gäller kontor såväl andra kategorier av hus så finns väldefinierade och kvantifierbara minimikrav i byggregler. Dessa kan användas som referens och därmed skulle samma principen enligt 8.1.2 till 8.1.5 användas, det vill säga att värdera överkvalitet i förhållande till ett lägsta godtagbart värde. Eftersom komfort är fråga om flera olika parametrar som var och en är komplexa måste en begränsning göras. Följande fyra parametrar föreslås ingå i en förenklad komfortbedömning:

1. Ljud (Ljudklass med referensklass C)
2. Ljus (belysningskvalitet och dagsljus mätt i andel ljus area)
3. Innetemperatur (20 till 27 grader)
4. Luftkvalitet (omsättningar per timme, med referens 0,35 liter/s,m<sup>2</sup>)

En sammanlagd bedömning görs genom expertpanel eller med hjälp av vikttningsmodell.

### 8.1.7 Arkitektonisk kvalitet

God arkitektur är att kombinera god formgivning med funktionella, tekniska, sociala och miljömässiga krav till en överordnad helhet. Byggnader skall tillgodose bestämda ändamål och



uppfylla en rad olika brukarbehov och specifika tekniska krav för sin användning. Utvärderingar måste genomföras i byggda projekt för att skapa rätt krav och mål i nya projekt. En byggnad med hög arkitektonisk kvalitet är också en effektiv byggnad – för brukare, ägare och samhället. I utvärderingen av arkitektonisk kvalitet ingår alltid en subjektiv bedömning av denna helhet. Exempel på utvärderingar finns inom arkitekt- och markanvisningstävlingar samt i juryarbete kring bygg- och arkitekturpriser. I arbetsbeskrivningen för dessa tävlingar/priser understryks att det inte går att mäta och räkna sig fram till ett vinnande förslag genom att betygsätta en mängd ingående kriterier. Svaret är istället att hitta det bästa genom en bedömning av helheten. För att få en representativ vinnare sker bedömningen normalt av en grupp erkända fackmän (ibland även politiker) som representerar olika intressen. Vid en tävling måste det föreligga ett program för juryn att förhålla sig till. Enligt Sveriges arkitekters anvisning om arkitekttävlingar (Sveriges Arkitekter, 2008) ska en tävling omfatta bedömning inom följande tre områden;

### 1. Arkitektonisk gestaltning – uttryck.

Projektets önskade uttryck ska tydligt beskrivas i programmet (exempelvis ”expressivt” eller ”lågmålt”). Om projektets förhållande till omgivningen är avgörande för bedömningen ska också det framgå.

### 2. Funktionalitet.

Det ska framgå av programmet vilka av projektets funktioner som är mest betydelsefulla för bedömningen.

### 3. Genomförbarhet.

Det är rimligt att ge de tävlande uppgift om till exempel vilken budget som finns för projektet och att kalkyler görs under bedömningsarbetet. Tekniska lösningar kan också vara viktiga för genomförbarheten. Ett projekt som exempelvis helt bryter moten existerande detaljplan kan riskera möjligheterna att genomföra projektet.’

Även om det finns vissa delar av dessa områden som inte är relevanta vid den typ av bedömningar som Bygginnovationens effektivitetsmått syftar till så föreslår analysgruppen att denna ordning ska väljas samt att ett mindre antal specifika kriterier definieras inom respektive område. Måttet tillämpas genom att en expertpanel värderar projektet eller programmet i relation till kriterierna.

Förslag till kriterier för flerbostadshus:

### 1. Arkitektonisk gestaltning – uttryck.

- Fasadens utformning
- Bidrag till hyresgästens eller förvaltarens varumärke

### 2. Funktionalitet.

- Yteffektivitet. (BOA/BTA, antal lägenheter per BTA)
- Rumslig indelning. Princip; Flexibilitet.
- Tillgänglighet

### 3. Genomförbarhet.

- Produktionsvänlighet
- Förvaltningsvänlighet

### 8.1.8 Samhällseffekter, ej prissatta och prissatta

#### Tillgänglighet

Bostäder omfattas av minikrav beträffande tillgänglighet. Dessa har successivt skärpts över tiden. Det är också så att vissa kommuner tillämpar strängare krav än byggnormen. Vid en jämförelse av byggandets effektivitet över tiden kommer den ökade tillgängligheten att påverka inputbehovet, exempelvis genom ökade ytor eller införandet av hissar och andra hjälpmedel. Därför bör också modellen på outputsidan ge utslag för den ökade kvalitet som detta innebär. Förbättrad tillgänglighet innebär en besparing för samhället och i normalfallet en höjning av livskvalitet för den funktionshindrade som ges möjlighet att arbeta på kontoret.

Det är förhållandevis mödosamt att beräkna nyttoeffekten av förändringarna, i synnerhet eftersom de har skett stegvis över tid. Föreslås därför att effekten tas med genom en expertbedömning utgående från svensk standard för bostäders invändiga mått (SIS, 2006). Standarden innehåller en klassificering utgående från *normal* (Normkrav), *höjd* respektive *sänkt nivå*.

#### Miljöeffekter

Användning av byggnaden medför miljöeffekter i form av emissioner av ämnen som påverkar växthuseffekten, övergödning, försurning mm.. Dessa utsläpp kan beräknas med kännedom om energianvändning och energikälla. Med kännedom om dessa mängder kan en samhälls-ekonomisk kalkyl göras med stöd av exempelvis Vägverkets kalkylvärden. (Vägverket, 2008). Här anges till exempel att utsläpp av koldioxid har den samhälls-ekonomiska kostnaden 1.50 kr/kg. Observera att denna metod kan användas om man vill kvantifiera miljöeffekten av energianvändning enligt 8.1.2.

### 8.1.9 Övriga outputmått

#### Robusthet

Följdrisker i samband med bostadsbyggande ligger i första hand inom det byggnadsfysiska området som fukt, ljudisolering och brand. Konsekvenser av fel i dessa avseenden är i regel mycket svåra. Av det skälet finns anledning att för utveckling av nya system och materialkombinationer liksom i löpande projekt lägga in en parameter robusthet som output. Följdrisker mäts och hanteras idag i bästa fall med traditionella riskanalyser. Praktiskt användbara mått för detta saknas dock och är angeläget att ta fram. Kvalitetsbrister och deras koppling till val av produktionsmetoder och projektorganisation kan också definieras som projektrisker.

Genomgående i studien har byggnadernas robusthet framträtt som en väsentlig aspekt som därmed behöver mätas. I examensarbete (Larsson & Sjöstedt, 2010) har en kvalitativ modell för mätning av en byggdels robusthet utvecklats. Modellen är generell och kan anpassas till andra mätobjekt. Kritiska delparametrar för mätobjektet definieras och poänggraderas av en expertpanel eller motsvarande.

## 8.2 Inputmått – mått på förbrukning

Vid produktion av ett flerbostadshus utförs en stor del av insatsen av olika underentreprenörer och en stor del av ingående komponenter, exempelvis stommar, är förtillverkade. Jämför figur 9. Det krävs ett omfattande arbete för att spåra och kategorisera resursinsatserna till arbete, material och transporter i dessa värdekedjor. För flerbostadshus väljs därför den förenklade modellen att studera byggkostnaden.

### 8.2.1 Arbetsinsats

På byggnadsnivå kan jämförelser göras med stöd av så kallade enhetstider för olika att utföra specifika byggnadsarbeten. Bjälklag, innerväggar och ytterväggar har jämförts tillbaka till mitten av 1970-talet. Konstaterades att inga större förändringar skett när det gäller arbetsinsats i mantimmar. Se bilaga 3.

### 8.2.2 Material

När det gäller byggnadsteknik har inga större förändringar skett under den tid som studien följt. Det huvudalternativ när det gäller stomme och fasader som är tillgängliga idag användes även under 1970-talet. Ändringar i form av 25-40% ökad isolering av ytterväggar och tak ger marginella utslag i den totala materialmängden. I rapporten 'Byggmaterial på 1900-talet' (RVF, 1992), klarläggs flerbostadshusens materialslag och mängder under i medeltal för varje decennium från 1900 till 1990. Betong är det viktmsässigt dominerande materialet och förändringarna har varit små sedan 1960-talet.

### 8.2.3 Energi

Byggplatsen använder energi i form av el, gas och dieselbränsle. I vissa fall kan fjärrvärme också anslutas under byggskedet. I Karin Adalberts (2000) studie beträffande miljöpåverkan av flerbostadshus är den sammanräknade energianvändningen för byggskedet cirka 1000 kWh per producerad m<sup>2</sup> byggnad. Inputmättet definieras därför analogt med 8.1.2 reduktion av energianvändning (I förhållande till 1000 kWh/m<sup>2</sup> producerad area.). Mer detaljerade mätningar är nödvändiga om man önskar jämföra produktionssättets inverkan på energibehovet. Aspekter som uttorkning av byggfukt, transport av material mm. påverkas i hög grad av byggmetoden. Ett prefabricerat byggande kräver normalt avsevärt mindre energi för uttorkning medan transportarbetet kan vara betydligt större än för ett platsbyggt alternativ.

Kostnaden för energianvändning ingår i material och arbete enligt 8.2.1 och 8.2.2. När det gäller miljöeffekten av energianvändning finns möjlighet att kvantifiera denna i form av samhällsekonomisk kostnad modell i 8.2.5.

### 8.2.4 Tjänster

Input från Arkitekt- och teknisk konsultverksamhet är ritningar och beskrivningar. Att mäta exempelvis antalet ritningar är inte längre relevant eftersom en stor del av projekteringen görs med datoriserade modeller och kunden väljer själv önska grad av redovisningar i form av ritningar. Istället kan kostnaden för arbetsinsatsen utgöra inputmätt. En komplikation i detta sammanhang är att en betydande del av projekteringen är inbakad i underentreprenörernas och prefableverantörernas insats.

### 8.2.5 Miljöeffekter

Tillverkning och transport av byggnadsmaterial liksom byggplatsen i sig medför miljöeffekter i form av emissioner och buller. Avgivning av ämnen som påverkar växthuseffekten, övergödning, försurning mm. blir i ökande takt tillgängliga genom så kallade byggvarudeklarationer. Med kännedom om dessa mängder kan en samhällsekonomisk kalkyl göras med stöd av exempelvis Vägverkets kalkylvärden (Vägverket, 2008). Här anges till exempel att utsläpp av koldioxid har den samhällsekonomiska kostnaden 1.50 kr/kg. Observera att denna metod kan användas om man vill kvantifiera miljöeffekten av energianvändning enligt 8.2.2 och ersätter i så fall denna.

### 8.3 Resultat från examensarbete om effektivitetsmått

I examensarbetet av Larsson & Sjöstedt (2010), vid LTH avd. Byggproduktion, prövades tillämpning av föreslagna mått enligt Bröchner (2010) på en byggdel. Yttervägg valdes som objekt eftersom den ska uppfylla ett stort antal krav. Arbetet begränsades till några parametrar varvid urvalet gjordes så att såväl kvantitativa som kvalitativa aspekter (Robusthet) behandlades. De utvalda kvantitativa måtten åtgång av resurser för produktion och underhåll samt energianvändning behandlades genom LCC betraktelse. Den kvalitativa parametern, robustheten, värderades genom poängsättning av ett antal delparametrar. Principen att mäta den specifika konstruktionen i relation till en referenskonstruktion tillämpades. Ett värderingsverktyg i form av en excelmodell byggdes upp och ett antal väggtyper värderades.

Den föreslagna modellen fungerade för utvalda parametrar och övriga parametrar som berörs Bröchners metodik kan läggas till. En svårighet som föreligger är kopplingen mellan komponentens egenskaper och hela byggnadens. Detta problem visade sig när ett effektivitetsmått i form av en output/input kvot skulle formuleras, vilket tyvärr inte lyckades. En annan svårighet är att värdera kvantitativt mätta egenskaper tillsammans med kvalitativt mätta. Detta är dock möjligt genom expertpaneler, viktningsmetodik mm.

Slutsatsen av examensarbetet är att modellen enligt Bröchner (2010) fungerar som förenklad effektivitetsmätning med reservationen att formuleringen av effektivitetsmättet som en output/input kvot kräver vidare arbete.

## 9 Förslag till FoU program

Analysgruppens förslag till FoU insatser inom området flerbostadshus sammanfattas inom en teknikinriktad gren; *Energi och innemiljö* och en processinriktad gren; *Kundinriktat bostadsbyggande*. Programmen exemplifieras med projektförslag i avsnitt 9.3.

### 9.1 Teknisksprång - Energiförändring och innemiljö

Byggande och byggd miljö tar en betydande del av samhällets energi- och materialproduktion i anspråk. Energianvändningen utgör sektorns mest betydande miljöpåverkan. På sikt kan hus istället utgöra energikällor. Genom att svensk industri och forskning snabbt mobiliserar en sammanhållen utvecklingsinsats inom området energiproducerande bostadshus finns möjlighet att nå världsledande ställning. Här kan man bygga vidare på teknologin för lågenergihus där Sverige redan idag profilerar sig genom att utgå från marknadsmässiga grunder till skillnad från dess internationella motsvarigheter som i hög grad är bidragsfinansierade.

Teman:

- Hur kan nyproducerade bostäder bli nettoproducenter av förnyelsebar energi samtidigt som god innemiljö och ekonomiska aspekter tillgodoses?
- Hur kan det befintliga bostadsbeståndet uppgraderas till långsiktigt hållbar energiprestanda inom ramen för god innemiljö och god stadsbyggnad?

Forskningsområden; Materialutveckling med avseende på värmeisolering, värmelagring, och täthet. Tekniska system och komponenter som ventilation, vatten, styr- och reglersystem mäs-

te vidareutvecklas liksom teknik för att hämta energi från sol, vind och mark via husens stora omslutningsytor. För att på ett tryggt sätt kunna använda nya material och system krävs avancerade byggfysiska analyser och utveckling av simuleringsmodeller liksom metoder, exempelvis trådlösa sensorer, för att övervaka och i en framtid även styra luft, temperatur och fuktflöden i färdiga hus.

## 9.2 Kundinriktat bostadsbyggande och bostadsutveckling med helhetsyn

Programmet ska leda fram till en ny modell för styrning av projektering och mätning av effektivitet som överbryggar byggnadens skeden från projektering och byggande till förvaltning och rivning och som styr mot kundnytta och hållbar samhällsutveckling. Effektiviteten kan i princip formuleras med årsintäkten / årskostnaden eller totala intäkten / totala årskostnaden. På så sätt får alla delprocesser (projektering, byggande och förvaltning) en tydligare inriktning på att utveckla byggnaderna mot lägre årskostnader och bästa kund- och samhällsnytta i övriga avseenden och inte bara en lägre investeringskostnad.

Forskningsfråga 1: Utvärdera arkitektonisk kvalitet i vid mening i byggda projekt för att skapa rätt krav och mål i nya projekt. Utveckla modeller och arbetssätt för att styra projekt mot de definierade målen och för att följa upp och mäta utfallet i termer av kundnytta.

En byggnad med hög arkitektonisk kvalitet är också en långsiktigt effektiv byggnad – för såväl brukare och ägare som samhället. Bostadens planering i relation till användbarhet, välbefinnande, tillgänglighet, hållbarhetsaspekter, inommiljö och generalitet är mycket komplex. Nya modeller för att styra arkitektarbete mot kundnytta och arkitekturpolitiska mål skulle därför leda till effektivare bostadshus.

Forskningsfråga 2: Att utveckla en dynamisk digital modell som kopplar enskilda byggsystem till hela byggnaden och som överblickar och hanterar processen att producera, förvalta och demontera byggnaden.

Med hjälp av denna modell och tillhörande indikatorer skall:

- information om byggsystem kunna hanteras,
- förvaltningsdata och upplevd kundnytta kunna återföras till projektering och utveckling för ständiga förbättringar,
- byggsystem kunna utvecklas och styras,
- processen från idé till fungerande byggnad kunna utvecklas,
- innovationsarbete kunna värderas och
- byggsystemet kunna kopplas upp mot samhällets system (planering och tekniska system)

Inom fastighetsförvaltning finns erfarenhetsdata och metodik för planering av drift och underhållsåtgärder. Inom förvaltningen finns också insikten om kundnytta. Denna kunskap nyttjas ytterst sällan vid projektering av bostäder. Tillämpning av livslängdsplanering vid projektering av ny- och ombyggnad har stora potentialer ifråga om såväl minskade underhållskostnader som miljöpåverkan och minskade störningar för brukarna.

## 9.3 Projektförslag

Inom respektive utvecklingsgren föreslås följande projekt:

<b>1 Teknisksprång Energiprestanda och Innemiljö</b>
Utvecklad byggfysik modellering av dynamiska byggnadsfysiska förlopp relaterade till verksamhet och klimat. Syfte: Optimerad design ökar säkerhet, förbättrar inneklimat, minskar energibehov och sänker kostnader.
Nya mät- och styrsystem för driftsoptimering av installationssystem i förhållande till hus, uteklimat och verksamhet. Syfte: Radikalt sänkt energibehov och förlängd livslängd på ingående komponenter.
Kartlägga brukarbeteende för att möjliggöra korrekta simuleringar och beräkningar med tanke på resursanvändning och optimering.
Byggnadsintegrerade energifångare för sol och vind (försörjning).
Teknikutveckling avseende komponenter och material som ger huset ökad prestanda och robusthet.
<b>2 Kundinriktat bostadsbyggande med helhetsyn</b>
Modeller för värdering av kundnytta med inriktning mot arkitektur, planering och projektering.
Utveckla enkla effektivitetsdrivande mätsystem som styr mot kundnytta över tid.
Att utveckla en dynamisk digital modell som kopplar enskilda byggsystem till hela byggnaden och som överblickar och hanterar processen att projektera, producera, förvalta och demontera byggnaden. Modellen ska innehålla LCC, visualisering, miljövärdering och riskvärdering mm. och inbegriper ett framtida verktyg för mätning av sektorns effektivitet.

## 10 Vision, utvecklingsområden och slutsatser

Undersökningarna har lett fram till två huvudinriktningar när det gäller utveckling av flerbostadshus; Hållbara teknik och bättre styrsystem mot kundnytta i vid bemärkelse.

Visionen är att Bygginnovationen har initierat utveckling av

- *Nyproducerade bostäder som är nettoproducenter av förnyelsebar energi och att det **Befintliga bostadsbeståndet** uppgraderas till långsiktigt hållbar energiprestanda inom ramen för god innemiljö, stadsbyggnad och övriga sociala aspekter. Genom mobiliserar av en sammanhållen utvecklingsinsats inom området finns möjlighet att nå världsledande ställning för svensk forskning och industri..*
- *En ny modell för styrning och mätning av effektivitet som överbryggat byggnadens skeden från projektering och byggande till förvaltning och rivning och som styr mot kundnytta och hållbar samhällsutveckling.*



## Referenser

- Adalberth, K. (2000) *Energy Use and Environmental Impact of new Residential Buildings* Doktorsavhandling. Rapport TVBH-1012. Avd. Byggnadsfysik, LTH, Lund
- Bagge H., Arfvidsson J., Johansson D., Högerhed Engman L., Burke S., Jensen L. (2009) *Effektivitet för hus. Fokusområde Innemiljö, fuktsäkerhet och energianvändning*. Intern rapport Bygginnovationen 2009-11-19, LTH, Lund
- Björk, C., Nordling, L., Reppen, L., (2008) *Så byggdes staden – stadsbyggnaden, arkitekturen, husbyggnad*, Svensk Byggtjänst.
- Boverket (1998) *Kriterier för sunda byggnader och material*. Boverket. Karskrona
- BQR (2010) *Best Practice Tool*. Nätbaserad modell. Rådet för Byggkvalitet, [<http://www.bqr-bestpractice.se>]
- Bröchner, J. (2010) *Effektivitetsmått*. Intern arbetshandling Bygginnovationen 2010-05-31
- The Centre for Construction Innovation (2009) *Constructing Excellence* <http://www.constructingexcellence.org.uk>
- EKAN (2009) *Fastigheten Nils Holgerssons underbara resa genom Sverige*. Ekangruppen, Jönköping.
- Engvall, K. and Norrby, C (1992) *Upplevt inomhusklimat i Stockholms bostadsbestånd* Rapport 1992:4, Stockholms Stads Utrednings och Statistikkontor, Stockholm.
- Engvall, K. (2009) *Innemiljö I storstad – erfarenheter från Stockholmsstudien 3H*. Konferens Inomhusklimat 2009. Universitetssjukhuset Örebro.
- Hansson B. och Olander S. (2009) *Kan anläggningssektorns produktivitet mätas?* Samhällsbyggaren nr 4, 2009.
- Hansson B., Landin A., Olander S., Widén K. (2009) *Effektivitetsmått för byggsektorn*. Förstudie Bygginnovationen fas 1. LTH. Avd. Byggproduktion. Lund, 2009
- Ingvaldsen T., Lakka A., Nielsen A., Bertelsen N. H. (2004) *Productivity studies in Nordic building and construction industry*, Project report 377 BYGGFORSK, Norwegian Building Research Institute.
- Larsson, C., Sjöstedt, H. (2010) *Effektivitetsmått för byggnader - En modell för effektivitetsmätning applicerad på ytterväggar i flerbostadshus*. Examensarbete. Avd. Byggproduktion, LTH, Lund
- RFV (1992) *Byggmaterial på 1900-talet*. Svenska Renhållningsverks-föreningen
- Sveriges Arkitekter (2008) *Sveriges Arkitekter informerar om Arkitektävlingar*
- Sveriges Byggindustrier (2003) *Bygger vi dyrt? En analys av kostnadsutvecklingen*, s 31-38



SCB (2006) *Energistatistik för flerbostadshus 2006*. Meddelande EN 16 SM 0702. Statistiska Centralbyrån. Eskilstuna

SCB (2009) *Bostads- och Byggnadsstatisk årsbok 2009*. Statistiska Centralbyrån. Eskilstuna

Wikells (200x) *Sektionsfakta*. Wikells Byggberäkningar AB. Växjö. Utkommer årligen

Vägverket (2008) *Vägverkets samhällsekonomiska kalkylvärden*. Vägverkets Publikation 2008:67

**Bilaga 1 Effektivitetsmått översikt**

Mått	Mätenheter	Näringsgren <sup>1</sup>	Huvudsyfte <sup>2</sup>	Anmärkningar <sup>3</sup>
<b><i>OUTPUTMÅTT</i></b>				
Enkla areamått	BOA (m <sup>2</sup> )	K, B, F	S, P	Uthyrnings- eller säljbar area
Reduktion av framtida energianvändning	kWh/m <sup>2</sup> BOA, 50 år	K, B, F	S, I, P	Relaterat till minimikrav enligt norm.
Reduktion av framtida driftskostnader	kr/m <sup>2</sup> BOA, 50 år	K, B, F	S, I, P	Relaterat till valt referensvärde.
Komfort för användare	Poäng	K, F	S, I, P	Ljud, ljus, innetemperatur, luftkvalitet relaterade till referensvärden
Arkitektonisk kvalitet	Poäng	K, F	S, I, P	Tre huvudkriterier enligt modell för arkitektävlingar
Robusthet	Poäng	K, B, F	S, I, P	Kvalitativ modell
<b><i>INPUTMÅTT</i></b>				
Enkla areamått	BTA (m <sup>2</sup> )	K, B, F	S, P	Total producerad area
Produktionskostnad per area	kr/m <sup>2</sup> BOA eller BTA		S, I, P	
Reduktion av energianvändning för produktion	kWh/m <sup>2</sup> BTA	K, B, F	S, I, P	Relaterat till referens 1000 kWh/m <sup>2</sup> BTA
<b><i>AGGREGERADE MÅTT</i></b>				
<b><i>OUTPUT</i></b>				
Årsintäkt per intäktarea	kr/m <sup>2</sup> BOA, 50 år	K, B, F	S, I, P	LCC
<b><i>INPUT</i></b>				
Årskostnad per intäktarea	kr/m <sup>2</sup> BOA, 50 år	K, B, F	S, I, P	LCC

<sup>1</sup> Avser den producerande näringsgren vars effektivitet måttet rör: T(illverkningsindustri), K(onsultverksamhet), B(yggverksamhet), F(astighetsverksamhet).

<sup>2</sup> S(tyrinstrument för byggsektorns utveckling), I(identifiering av kunskapsluckor, stöd för), P(rojektbeslut för Fas 2, stöd för beslut). Jämför ursprunglig ansökan för Bygginnovationen.

<sup>3</sup> T.ex. kan gruppen vilja påpeka att något eller några av de tio allmänna kraven på mätetal är svårt att uppfylla för just detta mått.

## Bilaga 2. Förändringar i normer och statligt stöd till bostadsbyg- gande

		Normförändringar	Bostadsfinansiering	
1976	SBN75	Mintemp 18, Yttemp på golv 16-27, Min vent 0,35 l/s,m2. Luftljud mellan lgh 48-51 Stegljud 59-62 Från trapphus till rum stegljud 64-67. Max ljudnivå natt i sovr. 32. U-värden: Yttervägg 0,3, Yttertak 0,2, Golv mot mark/det fria 0,3, Fönster 2,0 Max luftläckage 1,0 oms/h	Räntestöd.	Schablonbelopp per byggdel. Högre kvalitet => Större underlag för subventionerat lån
1977		Krav på mätning av varmvatten. Ökade krav på isolering och lufttätet		
1978		Krav på handikappanpassning => ökad lgharea 3-6 m2		
1979	SBN avd 2a	Partialkoefficientmetoden införs. Effektivare materialutnyttjande		
1982	SBN80	Luft mellan lgh 50-51 Stegljud 59-60 Från trapphus till rum stegljud 64-65		
1987	PBL	Byggherren får totalansvar för byggnadens kvalitet		
1989	NR1			
			Investeringsbidrag	Detaljstyrningen utgår
1993			Räntebidrag	
1994	BBR1 o BKR			
1995	BBR3	Ändringar i alla avsnitt		
1997	BBR 5	Ändringar i avsnitt om utformning och säkerhet		
1999	BBR7	Ändringar i alla avsnitt		
200	BBR8	Ändringar bostadsutformning vädring, dagsljus och solljus		
2001			Investeringsbidrag till hyresrätter	
2002	BBR9, BBR10	Nya regler om energihushållning och brandskydd		
2003			Investeringsstimulans för lgh< 70m2	
2005	BBR11	Ändringar brand		
2006	BBR12	Ändr. Hälsa, hygien, ljud, energi. Södra 110 KWh/m2,år Norra 130		

### Bilaga 3. Jämförelse av resursåtgång för produktion av byggdelar i olika årgångar

Jämförelsen avser en 3-rums lägenhet med 70 m<sup>2</sup> BOA. För installationer fanns inga data för år 1978. KPI, respektive Faktorprisindex och Byggnadsprisindex för flerbostadshus (Se definition i avsnitt 3) redovisas också.

Tabell A1. Platsgjutet betongbjälklag 240 mm, med traditionell formsättning

	Material	Arbete	Löne-kostnad	Omk. påslag*	Arbets kostnad	Total kostnad	KPI	FPI	BPI
	Kr/lgh	Tim./lgh	Kr/tim	%	Kr/lgh	Kr/lgh			
1978	17570	70,7	39	154	7004	24574	100	245	254
1992	18830	63	95	247	20768	39598	231	657	912
1992/1978	1,1	0,9	2,4	1,6	3,0	1,6	2,3	2,7	3,6

Tabell A2. Platsgjutet betongbjälklag 240 mm, med traditionell formsättning

	Material	Arbete	Löne-kostnad	Omk. påslag*	Arbets kostnad	Total kostnad	KPI	FPI	BPI
	Kr/lgh	Tim./lgh	Kr/tim	%	Kr/lgh	Kr/lgh			
1992	18830	63	95	247	20768	39598	231	657	912
2007	34370	62,3	150	255	33175	67545	190	1041	1669
2007/1992	1,8	1,0	1,6	1,0	1,6	1,7	1,3	1,6	1,8

Tabell B. Platsgjutet betongbjälklag 240 mm, med plattbärlag

	Material	Arbete	Löne-kostnad	Omk. påslag*	Arbets kostnad	Total kostnad	KPI	FPI	BPI
	Kr/lgh	Tim./lgh	Kr/tim	%	Kr/lgh	Kr/lgh			
1992	22050	46,9	95	247	15461	37511	231	657	912
2007	39830	33,6	150	255	17892	57722	190	1041	1669
2007/1992	1,8	0,7	1,6	1,0	1,2	1,5	1,3	1,6	1,8

Tabell C. Elinstallationer

	Material	Arbete	Löne-kostnad	Omk. påslag*	Arbets kostnad	Total kostnad	KPI	FPI	BPI
	Kr/lgh	Tim./lgh	Kr/tim	%	Kr/lgh	Kr/lgh			
1992	8533	39,97	81,9	222	10541	19074	231	657	912
2007	41623	41,88	130,5	250	19129	60752	190	1041	1669
2007/1992	4,9	1,0	1,6	1,1	1,8	3,2	1,3	1,6	1,8

Tabell D. VS-installationer (värme och sanitet)

	Material	Direkt arbete	Timlön	Omk. påslag*	Arbets kostnad	Total kostnad	KPI	FPI	BPI
	Kr/lgh	Tim./lgh	Kr/tim	%	Kr/lgh	Kr/lgh			
1992	25081	61,14	95	224	18819	43900	231	657	912
2007	48383	41,08	139	292	22384	70767	190	1041	1669
2007/1992	1,9	0,7	1,5	1,3	1,2	1,6	1,3	1,6	1,8

\* Tillägg utgående från direkt lön för egna arbeten avseende omkostnader som (semester, sjuklönekostnad, arbetsplatsorganisation, bodar, mm.)

