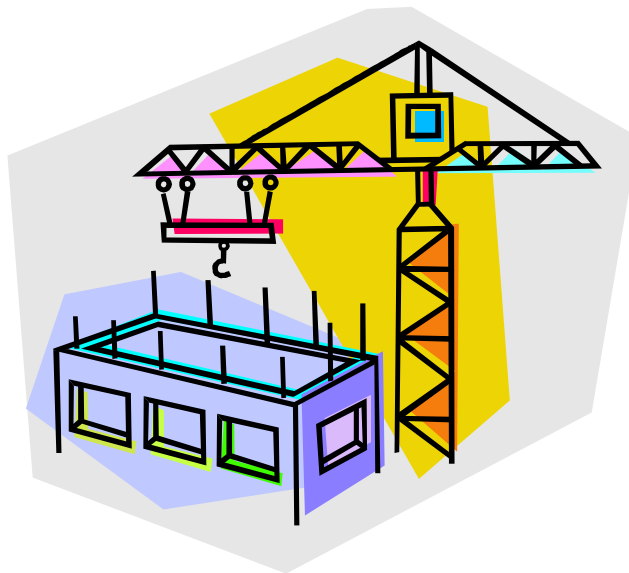


Energieffektiv Byggarbetsplats

-energisparande i byggskedet på arbetsplatsen



Pilotprojekt

1. Förord

En halverad energiförbrukning i nya byggnader har gjort att flera aktörer i byggbranschen börjat utreda möjligheterna till att minska energiförbrukningen också under byggprocessen. Förstudien till detta projekt visade att det finns både kunskap och intressant ny teknik för att minska energiförbrukningen, kanske tillräckligt för att även halvera energiförbrukningen under byggfasen.

I denna etapp har teknik och metoder för energieffektivisering på byggarbetsplatser testats inom fyra pilotprojekt på byggen i Göteborg. Initiativet har tagits av företagen i FoU-Väst och består av följande personer och företag:

<i>Projektledare:</i>	Sune Almqvist & Johan Ekh, Tidermans Hyrmaskiner AB
<i>Projektsamordning:</i>	Pär Åhman, Sveriges Byggindustrier Väst
<i>Utredare:</i>	Jonas Norrman & Johan Emanuel, IMCG Sweden AB
<i>Projektgrupp:</i>	förutom ovanstående: Peter Brander, Skanska Sverige AB, Kristina Gabrielli, Peab Sverige AB, Malin Svanberg, AF-Bygg Göteborg AB, Christian Johansson, NCC Teknik Ralf Gustafsson, Skanska Fredrik Idbäck, Veidekke, Christina Lööf, Skanska Maskin, Magnus, Nyström, Tuve Bygg Camilla Lindström, Tuve Bygg,
<i>Referensgrupp:</i>	Företagen inom FoU- Väst, FoU-Syd samt Miljöutskottet i Göteborg

Projektet har finansierats av medverkande företag, SBUF samt LÅGAN. LÅGAN är ett samarbete mellan Sveriges Byggindustrier, Energimyndigheten, Västra Götalandsregionen, Formas, Boverket, byggherrar, entreprenörer och konsulter för att främja ny och ombyggnad av lågenergibyggnader.

För utredning och rapportskrivning svarar Jonas Norrman, Elisabeth Nore och Johan Emanuel från IMCG. Detta är den tredje rapporten från projektgruppen. Vi har valt att inkludera en del material från tidigare rapport i denna för att underlätta för läsaren.

Göteborg i september 2013
Sune Almqvist & Johan Ekh
Projektledare

2. Sammanfattning

Den här rapporten redovisar det senaste arbetet som genomförts kring energisparande på byggarbetsplatser där praktisk energiplanering har provats på fyra olika byggarbetsplatser i Göteborg under vintern 2010-2011. Olika tekniker har provats för att få en så bra bild som möjligt samtidigt som man har diskuterat metoder och riktlinjer för energieffektivisering.

Arbetet har genomförts av företag från Sveriges Byggindustriers FoU-Väst. Under den senaste tiden har fler företag engagerat sig i arbetet och det verkar som energieffektivisering börjar bli etablerat bland byggföretagen i Västsverige.

Mål med arbetet har varit att:

- Visa på praktisk energiplanering under byggproduktionen
- Färdigställa ett material som gör att metodiken kan användas vid alla byggarbetsplatser
- Inspirera företag att utveckla egna interna rutiner för energieffektivisering.

Projektgruppen har under arbetet insett att energieffektiva byggarbetsplatser inte handlar om beteende, teknikval eller processledning som isolerade företeelser utan att den energieffektivitet som kan uppnås är resultatet av en process där man arbetar aktivt och systematiskt med alla parametrar.

Som i alla processer krävs det också här en processledare. Under projektet har projektgruppen tillsammans fungerat som processledare för de fyra pilotprojekten. Ett resultat i projektet är en rekommendation om framtagning av en handbok för energieffektivisering vilken ska användas till inspiration och utbildning, ett förslag på energieffektiviseringsprocess som kan implementeras i företagets egna ledningsprocesser, riktlinjer och teknikutvärderingsverktyg vilka kan användas för att på plats få bästa möjliga teknik och beteende på byggarbetsplatserna.

Den teknik som prövats inom de olika byggprojekten visar att det finns mycket goda möjligheter att med ganska små åtgärder minska förbrukningen av energi på byggplatsen. Energieffektiv belysning i form av diodljus och xenonljus utgör fullgodt alternativ till byggplatsens traditionella belysning utifrån arbetsperspektiv med en effektiviseringspotential på ca 80% i jämförelse med traditionell belysning. Energieffektiva bodar kan minska förbrukningen med upp till 50% av den energi som förbrukas för uppvärmning, övrig drift och belysning inom bodetableringarna utan att ge sämre komfort eller upplevda prestanda i etableringen. Visualisering av energimätning väcker intresse och uppmuntrar till diskussion och lokala initiativ.

Projektgruppen anser att resultat och erfarenheter från arbetsplatserna i detta projekt bör spridas till fler aktörer. Även om många är intresserade är energieffektivisering fortfarande inte en naturlig del i byggprocessen. Vi förslår att nästa steg blir en informations turné.

Innehållsförteckning

1. Förord	2
2. Sammanfattning	3
3. Energieffektivisering är en fråga för hela branschen	5
3.1. Energieffektivisering kan minska byggkostnader.....	5
4. Projektbeskrivning för pilotprojektet	7
4.1. Mål med detta projekt.....	7
4.2. Hur utvecklingsarbetet genomförts.....	8
4.3. Projektets avgränsningar	9
6. Praktisk energiplanering under byggproduktionen	10
6.1. Uppföljning av Pilotprojektet.....	10
6.2. Engagemang och visualisering - Mätning, övervakning och styrning	13
7. Material för energieffektivisering på byggarbetsplatser	14
7.1. Handbok för praktiskt arbete med energieffektivisering.....	14
7.2. Energieffektiviseringsprocess	16
7.3. Riktlinjer för energieffektivitet och maskinlista.....	18
8. Inspiration för energieffektivisering	22
8.1. Projektmöten	22
8.2. Mässbesök	22
8.3. Workshop Energieffektiva Byggarbetsplatser 110615.....	24
8.4. Enkäter för information och kommunikation	26
9. Diskussion och slutsatser	29
10. Förslag på fortsättning.....	31

3. Energieffektivisering är en fråga för hela branschen

Energieffektivitet har blivit ett viktigt mått på prestanda för nya byggnader. Det har visat sig vara möjligt att halvera energiförbrukningen genom nya konstruktionslösningar, bättre kvalitetsarbete och inte minst tack vare prioritering och uppföljning. Halverad energiförbrukning i nyproducerade byggnader har gjort att flera aktörer i byggbranschen börjat utreda möjligheterna till att minska energiförbrukningen också under byggprocessen.

Den här rapporten redovisar det senaste arbetet som genomförts kring energisparande på byggarbetsplatser. Arbetet har drivits av företag från Sveriges Byggindustriers FoU-grupp. Under den senaste tiden har fler engagerat sig i frågan och det verkar som om energidiskussioner börjar bli etablerade bland byggare. FoU-gruppen inledde sin utredning kring energieffektivisering med en förstudie om möjligheter till energisparande i byggskedet och därefter utvecklades riktlinjer samt verktyg vilka under det senaste året provats i fyra pilotprojekt.

I denna rapport presenteras arbetet och vad man kommit fram till hittills inom följande aktiviteter:

- Visa på praktisk energiplanering under byggproduktionen. Det var svårt att få en platschef att satsa fullt ut på en energieffektiv byggarbetsplats. Som alternativ valde fyra platschefer att prova några tekniklösningar och några riktlinjer var. Vi presenterar också utvecklingen på marknaden för mätning, uppföljning och styrning av energiförbrukning vilket är en viktig förutsättning för energieffektivisering.
- Färdigställande av ett material som gör att metodiken för energieffektivisering kan användas vid alla byggarbetsplatser. Ett annat resultat från detta projekt är förslaget om en handbok för energieffektivisering. Till det finns också ett förslag på intern energieffektiviseringsprocess samt de verktyg som tagits fram tidigare inom projektet.
- Inspirera företag att utveckla egna interna rutiner för energieffektivisering. Vi har träffat många företag inom projektet för att utveckla metoderna för energieffektivisering. Vi har också varit på två mässor tillsammans i projektet, en projektaktivitet som borde provas i fler projekt.

Projektgruppen föreslår att man omgående planerar och genomför en informationsturné för att presentera erfarenheter och verktyg för energieffektivisering på byggarbetsplatser.

3.1. Energieffektivisering kan minska byggkostnader

En specialstudie av SCB:s har legat till grund för FoU-gruppens arbete. Enligt denna förbrukade byggsektorn under år 2004 totalt 5 037 800 MWh energi. Det största enskilda förbrukningsområdet, 1 633 500 MWh, var för sektorns transportfordon. Totalt för el gick det åt 747 400 MWh vilket är det energislag som gruppens energieffektiviseringsarbete hittills inriktat sig på.

Studier av bl.a. Hatami (2007) visar att ca 70 % av all elförbrukning vid byggproduktionen av flerbostadshus används till uppvärmning av byggbodarna och byggbelysning. Samma studie

Energieffektiva byggarbetsplatser

menar också att det med planering och modern teknik går att minska elförbrukningen med ca 40 %, vilket också projektgruppen efter genomförd utredning anser vara en rimlig bedömning.

Om man i brist på annan statistik gör en generalisering av dessa siffror skulle det innebära att det finns en potential att minska elenergiförbrukningen i byggsektorn med mer än 200 000 MWh vilket ungefär motsvarar en besparingspotential på 200 miljoner kronor årligen för byggföretag genom att man räknar med ett pris på ca 1kr per kWh. Senaste vintern var dock priserna avsevärt högre (och troligen även energiförbrukningen jämfört med vintern 2004).

3.1.1. Energibesparingspotentialen under byggnadens livslängd

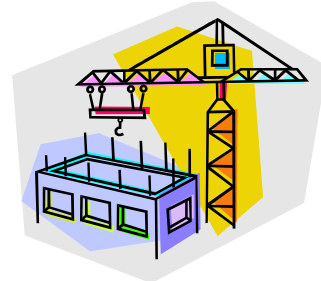
Nedan följer två andra exempel på hur energieffektivisering på byggarbetsplatsen relaterar till energiförbrukning vid byggnadens drift.

Exempel 1. NCC byggde år 2003 1965m² (BOA) i Kv. Nejlikan i Stockholm. Under detta byggprojekt användes 185 613kWh el och 395 000 kWh fjärrvärme. Det finns inga uppgifter om hur mycket bränsle som gick åt vilket är ganska vanligt inom branschen. Om man utgår från antagandet att Kv. Nejlikan uppfördes som lågenergihus med en genomsnittlig energiförbrukning med 70 kWh per m² och år motsvarar energiförbrukningen under byggfasen mer än 4 års drift. Om man kan minska energiförbrukningen under byggfasen med 30 % skulle det för Kv. Nejlikan motsvara en minskad energiförbrukning under 30 års drift med 4 % (eller 3 kWh per m² och år)

Exempel 2. Enligt Bostads- och byggnadsstatistisk årsbok 2010 byggdes det år 2007 3 657 st lägenheter i gruppbyggda småhus. Totalytan för dessa var ca 473 947 m² vilket med energiförbrukningen för byggfasen från Kv. Nejlikan skulle medföra en energiförbrukning på ca 140 040 MWh. Om man räknar att 10 % av produktionen år 2007 lyckats minska sin energiförbrukning under byggfasen med 30 % skulle det motsvara en minskning med 4 200 MWh.

4. Projektbeskrivning för pilotprojektet

Energieffektivitet har vuxit fram som en allt viktigare aspekt för byggindustrin. Inom branschen utvidgas nu perspektivet för till att också arbeta med energieffektivitet även under produktionsfasen av byggnader. Lågenergihus ska givetvis tillverkas på ett energieffektivt sätt och i detta pilotprojekt provas metoder som branschens aktörer tagit fram tillsammans.



Arbetsgruppen med företag från Sveriges Byggindustriers utskott FoU-Väst har tillsammans tagit fram en metod för att arbeta med energisparande i byggskedet på arbetsplatsen. Metoden består av riktlinjer för energieffektivisering och planering av energiförbrukning. Det fanns behov av att testa verktygen praktiskt och detta skedde inom fyra byggarbetsplatser i Göteborg:

- NCC med Jubileumskliniken
- AF-bygg med Moskébygget
- Skanska med Aröds Äng
- Tuve Bygg med Riksdalersgatan

Pilotprojektet har pågått mellan augusti 2010 och september 2011. Det primära syftet med var att i de fyra pilotprojekten praktiskt använda, utvärdera och utveckla framtagna verktyg och råd för energieffektivare byggarbetsplatser.

Det sekundära syftet var att ytterligare synliggöra frågan om energieffektivisering och genom tekniktest och utvärdering av ny energieffektiv utrustning höja kunskapsnivån i branschen.

Med jämna mellanrum har alla ingående parter mötts för att skapa en överblick hur projektet fortskridit och för att skapa möjlighet för kunskapsöverföring inom gruppen.

4.1. Mål med detta projekt

Alla länder i Europa ska bli energieffektivare och alla branscher måste bidra. Det är troligt att krav på energiplanering ganska snart kommer att införas vid upphandlingar. Genom att medverka i pilotprojektet skaffar sig företaget kunskap om energiplanerings- och uppföljningsarbete på byggarbetsplatser.

Mål i pilotprojektet är att:

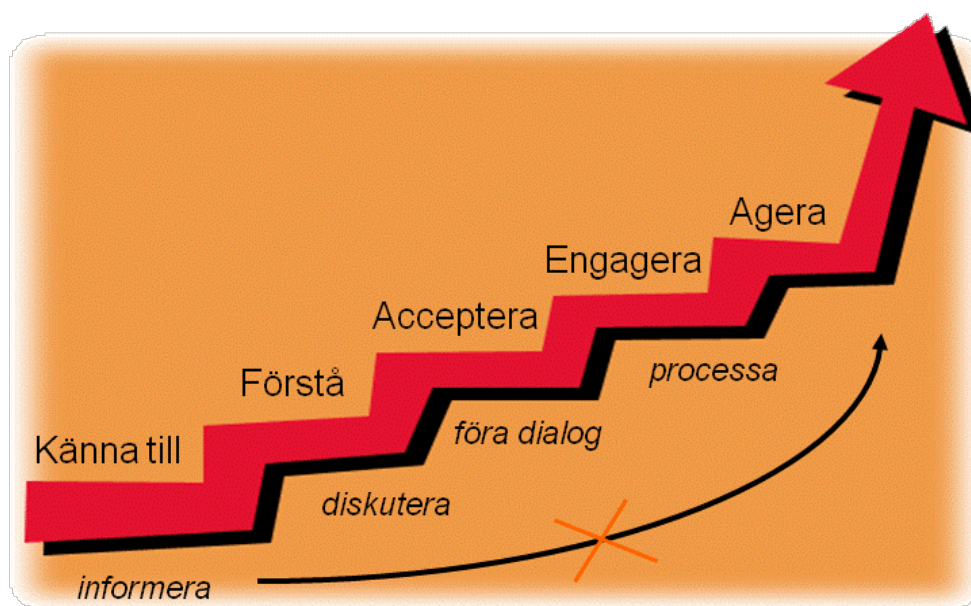
- Visa på praktisk energiplanering under byggproduktionen
- Färdigställa ett material som gör att metodiken kan användas vid alla byggarbetsplatser
- Inspirera företag att utveckla egna interna rutiner för energieffektivisering.

Resultatet med att verifiera energiplaneringsverktygen är bidra till bättre energiplanering under byggproduktionen och färdigställa ett material som gör att metoden kan användas vid byggarbetsplatser. En ytterligare förhoppning är projektet inspirerar företag att utifrån dessa

resultat utveckla egna interna rutiner för energieffektiviseringsarbete i produktionsfasen av byggnader.

4.2. Hur utvecklingsarbetet genomförts

Arbetet genomförs som ett kontinuerligt samarbete mellan alla i projektgruppen vid återkommande arbetsmöten. Utöver detta har det varit god uppslutning vid seminarier och workshops. Inför arbetsmöten och workshops har utredaren förberett material genom intervjuer med personer i branschen och efter aktiviteter har utredaren sammanställt underlaget till denna rapport.



Figur 1. Alla deltagare måste ta sig uppför kunskapstrappan. Det går inte att hoppa över något steg. När arbetet fortskrider måste man vara medveten om att deltagare kan befinna sig på olika steg i trappan. Figur från Smart Energi-processen i Västra Götaland.

De olika aktiviteterna har genomförts så öppet som möjligt och presentationer har gjorts vid flera tillfällen. Allt eftersom nya deltagare har anslutit till arbetet har frågorna vidgats och det har ofta handlat om ett djupare engagemang för miljöfrågor än bara att minska kostnader för entreprenörerna.

Figur 1. beskriver vikten av ett löpande informationsarbete för att få hela branschen involverad i effektiviseringsarbetet. Vid de genomförda seminarierna har det varit stort intresse kring praktiska frågor om teknikval och enkla men effektiva metoder som direkt kan införas på arbetsplatserna. Informationsspridningen har skett genom alla deltagare i projektgruppen, både i sina egna organisationer och på öppna seminarier. Projektdeltagare har också löpande initierat nya egna utvecklingsprojekt inom energieffektivisering på byggarbetsplatser.

Energieffektiva byggarbetsplatser

Ett sådant utvecklingsprojekt är det som NCC startat för att utveckla moderna energieffektiva bodar. Målsättningen med detta projekt är att vidareutveckla och färdigställa ett bodkoncept som är betydligt bättre än den genomsnittliga energibehov på 300 - 350 kWh/m² och år som dagens bodar har. NCC genomför utvecklingen tillsammans med Ramirent och information utbyts kontinuerligt mellan de bägge projektgrupperna. Uppnådda resultat från projekten kan ingå som viktiga komponenter för en "grön byggarbetsplats".

Ett annat utvecklingsarbete som projektgruppen har tagit del av är det arbete som Skanska gjort inom området uttorkning och uppvärmning. Enligt forskning utförd av Peter Brander kan energiförbrukningen för uttorkning och uppvärmning minska betydligt med ett mer metodiskt arbetssätt. Detta samtidigt som effektiviteten i uttorkningen ökar och därmed minskar fukt- och mögelproblem.

4.3. Projektets avgränsningar

4.3.1. Energiindex

Vid första projektgruppsmötet diskuterades var projektet startar i relation till energiplaneringsprocessen. Önskemålet var att man önskade ta fram ett grovt energiindex som kunde användas i anbudsarbete. Indexet skulle vara uppdelat på olika byggnadstyper och geografisk placering, antal kvadratmeter, m.m. Idén är mycket god men en tidig slutsats var att det är för tidigt att göra detta då det saknas mätdata inom branschen som kan ligga till grund för ett sådant index. Vårt projekt syftar till att skapa en process som över tid kan medverka till att skapa ett sådant index. Kanske kan man redan från början börja med att samla in data under dessa två kriterier i en öppen databas som andra kan ta del av.

4.3.2. Energimål

Vårt projekt handlar om att etablera en process på byggen som inbegriper att följa energiförbrukningen för att förstå varför slutsumman blev som den blev. Dessutom hoppas vi att man på varje byggarbetsplats med hjälp av de verktyg som vi introducerar kan styra mot så låg energiförbrukning som möjligt och att man successivt kan bli bättre och bättre genom implementering av ny teknik och effektivare arbetsmetoder.

Energimålet kommer dock att vara jämförbart mellan olika anbud för samma objekt vilket gör att det kan vara en del av beslutsunderlaget. Dessutom föreslår vi att man jämför energiförbrukningen under byggprocessen med energiförbrukningen i den färdiga byggnaden.

Resultatet från det här projektet blir en manual över hur man startar och driver en process för energiuppföljning och energieffektiviseringsarbete på byggarbetsplatser.

6. Praktisk energiplanering under byggproduktionen

6.1. Uppföljning av Pilotprojektet

Teknikprovning sker i samarbete mellan Tidermans Hyrmaskiner och fyra byggföretag som prövar utrustning i skarp miljö vid följande byggprojekt:

- NCC deltar med ombyggnad av Jubileumskliniken inom Sahlgrenska universitetssjukhuset, inom detta projekt testas diodljusarmaturer och utrustning för energimätning i bodetablering.
- AF-Bygg deltar med Moskébygget invid Ramberget på Hisingen, här testas diodljusarmaturer och xenonstrålkastare samt energidockade konventionella bodar med energimätning.
- Skanska deltar med småhusproduktion på Aröds Äng, inom detta projekt testas fjärravlästa uttagscentraler som mäter momentan och ackumulerad energiförbrukning.
- Tuve Bygg deltar med byggnation av Svanenmärkt flerbostadshus på Riksdalersgatan. På denna arbetsplats testas lågenergibodar och utrustning för energimätning.

Tabell 1 nedan redovisar aktiviteter och aktörer på byggarbetsplatserna.

Tabell 1

	Byggarbetsplatser			
Aktivitet	Jubileumskliniken	Moskén	Aröds Äng	Riksdalersgatan
Energiindex				
- Uppvärmning				Utrustning i bod
- Extern Belysning		Xenonbelysning		
- Intern Belysning	Diodbelysning	Xenon- och diodbelysning		
- Bodar	Traditionella bodar med mätning	Traditionella energidockade bodar med mätning		Energieffektiva bodar med mätning
- Annat			Fjärravlästa uttagscentraler	
Annat				
Riktlinjer				
- Beställare	Medic Hus, SU		Skanska Produktion	Familjebostäder
- Entreprenör	NCC Produktion	AF-Bygg	Skanska	Tuve Bygg
-	Tidermans Hyrmaskiner AB			
Övriga aktörer	NCC Teknik	El-Björn	Skanska maskin	Tuve Bygg
	Ramirent	Info-Bric	Garo	

Energieffektiva byggarbetsplatser

De fyra pilotprojekten har följts genom besök på byggarbetsplatserna, genom kontinuerlig rapportering vid projektgruppsmötena samt genom kommunikation mellan teknikuthyrare, platsledning, utredare och övriga projektgruppen.

6.1.1. Skanska, Aröds Äng:

Projektet utgjordes av byggnation av nu färdigställda tvåplans småhus med bostadsyta om ca 120 kvm. Konstruktionen utgörs av panelklädd trästomme på betongplatta, treglasfönster, tak täckta med papp.

- **Energiprestanda:** Byggnaderna kommer i färdigställt skick att utgöras av konventionella småhusbyggnader utan lågenergilösningar eller passivhusteknik. Energiförbrukningen i objektstypen kommer till stor del att avgöras av hur den blivande ägaren väljer att bruka byggnaden, dvs hur många som bor i huset, vilken inomhustemperatur som väljs, i viken utsträckning som vitvaror och annan utrustning brukas etc.
- **Tekniktest:** På byggplatsen testades uttagscentraler med integrerad elmätare och utrustning för fjärravläsning i två likvärdiga småhusproduktioner. Utrustningen levererades av Garo och angav data för ackumulerad elförbrukning som var tänkt att överföras dagligen till dator i platskontor där förbrukningen registrerades. En del tekniska problem med dataöverföringen uppstod och mätdata avlästes och dokumenterades därför manuellt under delar av projektperioden.
- **Resultat:** De uppmätta ackumulerade värdena från uttagscentralen visar den energiförbrukning som skett över respektive av de två uttagscentralerna. Utrustningen har visat sig skapa god och möjliggör uppföljning av energiförbrukning i avgränsade produktionsmoment. Tidigare avsaknad av denna möjlighet har inom projektgruppen beskrivits som ett stort problem, den provade utrustningen möjliggör insamling av data för utformning av energiindex och kan användas exempelvis vid mätning av skillnader i energiförbrukning avseende olika produktionsmetoder. En positiv sidoeffekt var att uttagscentralen även visade momentanförbrukningen vilket gav en direkt visualiseringseffekt som väckte uppmärksamhet och föranledde en del spontana diskussioner om energiförbrukning hos verktyg och maskiner, användande av värmare mm.

6.1.2. AF Bygg, Moskébygget:

Projektet bestod av uppförande av ny moskébyggnad. Konstruktionen bestod av betongstomme och betongbjälklag över isolerad betongplatta, fasader utgörs av puts eller betong. Vissa konstruktionsdelar utgörs av stålstomme och limträ. Uppvärmning kommer att ske genom vattenburen golvvärme från fjärrvärmeverklare.

- **Energiprestanda:** Viken mängd energi som förbrukas inom denna typ av ecklesiastikbyggnad är mycket svårt att uppskatta då den till övervägande del beror på hur församlingen väljer att bruka byggnaden och på vilken verksamhet man väljer att driva. Nyckeltal avseende exempelvis total energiförbrukning under byggfasen relaterat till uppförd byggnadsarea som räknas fram utifrån detta projekt har endast

Energieffektiva byggarbetsplatser

begränsad förbrukning i ett större perspektiv då byggnadstypen är helt unik i sitt slag både avseende utformning och förbrukning.

- **Tekniktest:** På byggplatsen testades arbetsbelysning i form av xenonstrålkastare med separat omvandlare och med tillhörande lättviktsstativ. Belysningen avsåg att ersätta konventionell halogenstrålkastare. Vidare testades lågenergibelysning som var monterad som allmänljus i delar av byggnaden. Energidockning tillämpades i bodetableringen, detta innebar att vindskyddad mineralullsisolering anbringades mellan bjälklag och mellan bodarnas mellanväggar för att reducera andelen avkyld yttervägg i etableringen. För att möjliggöra utvärdering av energidockningen testades utrustning för mätning av energiförbrukning i etableringen.
- **Resultat:** Ljushet och färgåtergivning från xenonstrålkastarna har under testerna uppfattats som likvärdiga jämfört med traditionell strålkastarbelysning. Tre enheter med vardera 35 W xenonljus har vid testerna ersatt tre 500 W halogenstrålkastare vilket innebär en besparing på mer än 90%. Mätningarna påvisade att energiförbrukningen i bodarna låg 22% lägre än förbrukningen i traditionellt dockade bodar i en likvärdig etablering trots att bodarna i detta fall var 4 år äldre, saknade treglasfönster och hade en mer sluten planlösning vilket normalt sett ökar uppvärmningsbehovet.

6.1.3. Tuve Bygg, Riksdalersgatan:

Projektet bestod av uppförande av flerbostadshus i 4-7 våningar med totalt ca 100 hyreslägenheter. Konstruktionen består av betongstomme och betongbjälklag, uppvärmning kommer att ske genom anslutning till fjärrvärmenätet. Beställaren Familjebostäder avser att byggnaden i färdigställt skick skall uppfylla krav för miljömärkning med Svanen.

- **Energiprestanda:** I detta projekt bedöms nyckeltal beräknade på total energiförbrukning per kvadratmeter byggnadsarea utgöra ett gott referensmaterial för framtida byggprojekt. Produktionen är utförd med användning av en del energieffektiv teknik, platsledningen upplevdes ha god kompetens inom energieffektiv tänkande och nyckeltal från detta projekt är representativa för moderna produktionsmetoder med viss andel energieffektiv teknik implementerad i processen.
- **Tekniktest:** På byggplatsen testas energieffektiva bodar i etablering i två våningsplan. Våning 1 utgörs av manskapsbodarna med groventré, omklädningsutrymmen, duschutrymmen, wc:n samt lunchrum med pentry. Våning 2 utgörs av platskontor med omklädningsrum, pentry och lunchrum, arkivutrymmen samt kontor och konferensdel. Bodarna är dockade med gemensamt klimatskal vilket innebär att bodetableringen utförts med vindskyddad mineralullsisolering mellan våningsplanen och mellan bodarnas mellanväggar. Ett antal energibesparande åtgärder var genomförda för att minimera energiförbrukningen i bodarna; belysning i båda våningsplanen styrs med rörelsevakt, nattsänkning och helgsänkning av innetemperaturen sker med automatik, effekten på radiatorerna är maxbegränsad, ytterdörrar är utrustade med dörrstängare etc.

Energieffektiva byggarbetsplatser

- **Resultat:** Energimätning utfördes kontinuerligt för att skapa underlag för utvärdering och uppföljning av den totala energiförbrukningen i bodetableringen. Omständigheter på byggplatsen gjorde att även en del teknisk utrustning på byggplatsen belastade mätpunkten för bodarna vilket gjorde att de ackumulerade mätresultaten inte kan användas som statistiskt underlag. Mätningarna indikerade dock att energiförbrukningen i dessa bodar sett över tid låg så lågt som 100-150 kWh/kvm vilket innebär mindre än halva förbrukningen i jämförelse med en traditionell bodetablering.

6.1.4. NCC, Jubileumskliniken:

Projektet bestod av omfattande renoverings- och ombyggnadsarbeten inom befintliga byggnader på Jubileumskliniken inom Sahlgrenska Universitetssjukhuset.

- **Energiprestanda:** Ombyggnadsarbetena avser total ombyggnad med hög grad av specialanpassning avseende konstruktionslösningar mm. Detta innebär att nyckeltal avseende total energiförbrukning kontra ombyggnadsarean har begränsad förbrukning i jämförelser med framtida projekt. Mätresultat från energiförbrukning i bodetableringen tjänar däremot som referensmaterial för en traditionell etablering med låg grad av energieffektivitet.
- **Tekniktest:** På byggplatsen testas belysningsarmaturer med diodljus, vidare sker kontinuerlig mätning av förbrukad energi i en bodetablering som utgörs av traditionell bodetablering utan utförda energieffektiviseringsåtgärder.
- **Resultat:** Mätdata från bodetableringen utgör referensmaterial för pågående och framtida tester med bodar med olika energieffektiva lösningar och skapar möjligheter för utvärdering av energieffektiviseringsåtgärder. Diodljusarmaturerna har fungerat tillfredsställande under pågående byggprocess. Ljusbild har inte upplevts som sämre än konventionell belysning och energiförbrukningen är 80% lägre än vid användande av traditionellt glödljus.

6.2. Engagemang och visualisering - Mätning, övervakning och styrning

Det är viktigt att hålla uppe engagemanget för energieffektivisering under hela byggprojektet. Inte bara bland de ansvariga utan bland alla som arbetar på bygget.

Inför projektstarten planerades för att prova teknik för mätning, visualisering och styrning som utvecklats av El-Björn och Infobric. Tyvärr försenade de introduktionen av detta system till maj 2011 så det kom aldrig på plats hos pilotprojekten men i samband med Projektmöte under El-fackmässan i Göteborg så fick vi en exklusiv presentation. Under Workshopen (beskrivs utförligare längre fram i rapporten) diskuterades även behov av- och former för visualisering av energifrågor på byggarbetsplatser. Kopplingar gjordes till möjligheter att visualisera byggplatsens energiförbrukning kontinuerligt genom El-Björns e3-system samt de deltagande företagens olika förutsättningar för visualisering. Vidare diskuterades

svårigheterna med att ta fram indextal för energiförbrukning beroende på de olika förutsättningar som gäller för varje byggprojekt.

7. Material för energieffektivisering på byggarbetsplatser

7.1. Handbok för praktiskt arbete med energieffektivisering

Projektmöten, presentationer och workshops har visat på att det finns stora praktiska kunskaper kring energieffektivt byggande i branschen och att många ställer sig mycket positiva till energieffektivisering. Projektet har också visat att många upplever sig sakna utgångspunkt för ett systematiskt arbete med energieffektiviseringsfrågan. Förslagsvis skulle detta kunna sammanställas i en handbok. Genom att sammanfatta kunskaper om energieffektiv teknik och metodik i en handbok ges aktören möjlighet att arbeta med energieffektiviseringsfrågor på ett mer strukturerat sätt. Handboken skulle kunna hjälpa aktören att prioritera i sitt arbete med energieffektivisering och bistå genom att synliggöra vilka åtgärder som ger störst effekt och vad som skall utföras först.

7.1.1. Handbokens rubriker

Följande rubriker har identifierats av projektgruppen som förbrukningsposter eller nyckelmoment som bör uppmärksammas under en energieffektiviseringsprocess:

- Bodar
- Lågenergibodar
- Energidockning av bodar
- Närvarostyrd belysning i boden
- Torkskåp i personalbod
- Torkrum och torkbod
- Styrning av utrustning i boden
- Dörrstängare på bodar
- Luftvärmepump för uppvärmning
- Fjärrvärme för boduppvärmning
- Allmänt om förrådscontainers
- Oisolerade förrådscontainers
- Isolerade förrådscontainers
- Klimatskal och sluss för container
- Styrning av energiförbrukning i container
- Dörrstängare på byggplatsen
- Natt- och helgsänkning av inomhustemperatur
- Styrsystem för energiflödet på arbetsplatsen
- Diodbelysning
- Xenonstrålkastare
- Ersättningsljus
- Uttorkning av konstruktion
- Värmebläkt
- Avfuktare

Energieffektiva byggarbetsplatser

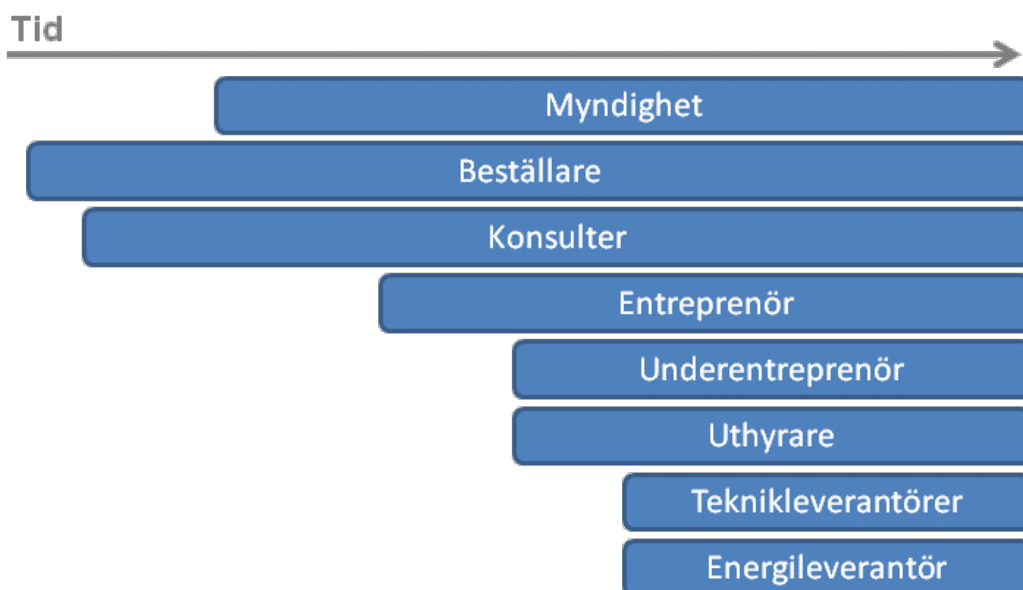
Den text som presenteras under respektive rubrik bör vara en avvägning mellan å ena sidan en önskan att presentera bakgrund, data och tekniska fakta och å andra sidan göra handboken till ett användbart verktyg för en bred målgrupp inom byggsektorn.

Under projektet har det blivit tydligt att det råder en stor skillnad mellan "bäst" och "sämst" i branschen. Vi tror att en handbok och de olika situationer den presenteras i kan skulle kunn bidra till att höja det energimässiga allmäntillståndet i branschen och att denna allmänna kunskapshöjning, om den fångas upp på rätt sätt kan innebära stora energibesparingar.

7.1.2. Målgrupp

Då målsättningen med en handbok är att sprida både nya och gamla kunskaper om energieffektiviseringsåtgärder har vi strävat efter att föreslå så många som möjligt. Avvägningen mellan utförliga tekniska beskrivningar och enkla och lättbegripliga råd bör resultera i en text som lämpar sig för användande på många olika nivåer. Projektgruppen bedömer att följande användare kan ha nytta av en handbok i sitt arbete:

- Planerings- och kalkyleringsavdelningen som bestämmer förutsättningarna för "verksamheten".
- Arkitekt och beställare som formulerar förutsättningar och slutmål för "verksamheten".
- Underentreprenörer och uthyrare, för att förstå vilken energistandard byggentreprenören har valt för "verksamheten".
- Platschef och arbetsledare som arbetar på platsen där arbetet utförs och där man kan styra "verksamheten".
- Yrkesarbetande hantverkare som utgör kärnan och representerar den praktiska kompetensen inom "verksamheten".



Figur. Aktörerna kommer i kontakt med byggprojektet vid olika tillfällen vilket gör det extra viktigt med generellt förankrade idéer om riktlinjer för energieffektivitet.

7.2. Energieffektiviseringsprocess

Med hjälp av kunskaper från enkätmaterial, kunskaper från kontinuerliga besök på pilotprojekten och genom uppfångning av kunskaper vid projektmöten har en kunskapsmassa byggts upp som ligger till grund för ett processtöd för fortlöpande energieffektiviseringsarbete inom byggarbetsplatser. Detta processtöd skall vara kompatibelt med de kvalitetssystem som används av branschen. Processtödet diskuterades i grupper under workshoppen 110615 och deltagarna fick möjlighet att komma med tankar och idéer kring processtödet utifrån egna erfarenheter. Många bra synpunkter och idéer fångades upp under gruppdiskussionerna.

Nedan finns en beskrivning av en process för entreprenörer att använda för att planera, följa upp och utvärdera energiförbrukning på byggarbetsplatser med avsikt att kontinuerligt effektivisera energiförbrukning utan att ge avkall på byggkvalitet eller arbetsmiljö.

Figuren till höger beskriver en utvecklingsprocess som består av fem olika moment:

1. Plan för avslut
2. Utvärdering
3. Målsättning för energiförbrukning
4. Plan inför byggprojekt
5. Plan för uppföljning

För att komma igång med sitt energieffektiviseringsarbete föreslår vi att man startar med att upprätta och genomföra *Plan för avslut*.

Genom att börja med att avsluta ett projekt så kommer man igång med ett praktiskt arbete och kan arbeta utifrån faktiska data på hur mycket energi man har använt under byggfasen. Det blir också naturligt att diskutera uppgifter som inte kan utläsas t.ex. att man inte på fakturorna från energileverantörerna kan se i detalj vad energin använts till eller att man inte förstår varför det har gått åt mer vissa månader än andra.

Diskussionen om vad som saknas tas med i utvärderingen (som i det första fallet troligen kommer att vara ganska tunn) och kan sedan ligga till grund för målsättning i nästa projekt. På detta sätt utvecklar man processen steg för steg och bygger upp en allt större kunskapsmassa som genom kontinuerlig utvärdering och påfyllning av kunskap för energieffektiviseringsprocessen framåt.

7.2.1. Organisation

I utvärderingen bör man följa upp vilka personer och arbetsfunktioner som på olika sätt ingår i energiprocessen och hur informationslogistiken ser ut. Vilka är det till exempel inom organisationen som tar beslut som påverkar energiförbrukningen, vilka personer är det som hanterar information om energiförbrukning och hur kan rätt information om energiförbrukning hamna hos de som har möjlighet att styra, förbättra och utveckla



Energieffektiva byggarbetsplatser

processen. Man bör sträva efter en klar och tydlig energirelaterad målsättning för varje nytt projekt samt beskrivning av personer och befattningar som berörs av processen. Energieffektivisering handlar ofta om att ställa frågan om det finns ett bättre alternativ eller metod för det man ska göra. Det är av stor betydelse att processen kan gå framåt utan att någon inom organisationen överbelastas. Redan i dag är ofta platschefen hårt belastad, inom projektgruppen har det väckts förslag på att en ny tjänst behöver inrättas för att fånga upp och utveckla energiprocessen inom företagen.

7.2.2. Aktiviteter

När man känner till vilka människor som ingår i processen kan man planera för olika aktiviteter i Målsättningen för nästa byggprojekt. Generellt finns det följande aktiviteter:

- **Möten:** De medverkande bör planera för hur man träffas och följer upp energiförbrukningen. Man bör planera för telefon eller internetmöte för att vara effektiv och inte resa i onödan.
- **Information:** Det är viktigt att informera om vilka mål man har för den aktuella byggarbetsplatsen och inte minsta att redovisa hur det går!
- **Utbildning:** De personer som på olika sätt gör val som påverkar energiförbrukningen måste ha kunskap för att kunna göra de mest rationella valen för energieffektivitet.
- **Informationsinsamling:** Processen bör utformas för att säkerställa att man får in alla information om hur mycket energi som använts, när det använts och helst också till vad.
- **Uppföljningsaktiviteter:** Målsättningen för bygget kommer att innehålla teknikval och förslag på riktlinjer. Genom uppföljning kollar man hur det går vilket sedan kan användas för att följa upp resultatet.

7.2.3. Målsättning för energiförbrukning

Inleds med kort beskrivning av byggprojektet, gärna med referenser till liknande byggprojekt och energiförbrukningen för dessa. Här noteras vilka teknikval man gjort för de olika byggprocesserna och om man har satt upp ett mål för energiförbrukningen. Här kan också beskrivas hur man samarbetar med beställare, energileverantörer och underentreprenörer för att tillsammans bygga upp en energieffektiv arbetssituation.

Här är det också lämpligt att beskriva den färdiga byggnaden och vilken energiprestanda den kommer att få. Kanske är det en lämplig utmaning att här sätta ett mål för energiförbrukningen under byggtiden motsvarande exempelvis ca 4 års uppvärmning av byggnaden.

7.2.4. Checklista inför byggprojekt

Här beskriver man vem som är ansvarig för olika aktiviteter som informationsinsamling, utbildning, mm. Man beskriver hur och när, var och med vem olika utbildningsaktiviteter ska utföras.

7.2.5. Checklista för uppföljning

Här ingår löpande avstämning av hur processen fungerar. Dels att man får in information om energiförbrukning dels att man följer de teknikval som gjordes inför byggprojektet. Det kan också vara bra att följa upp om informationen går ut till alla på bygget. Kaner de till att man har ett mål för energiförbrukningen?

7.2.6. Checklista för avslut

Här sammanställs alla insamlad information om energiförbrukning. Dessutom information om vad som har påverkat energiförbrukningen dvs väder, teknikval etc.

7.2.7. Utvärdering

Här går man igenom hur målen har nåtts, om man lyckades med energieffektivisering, organisationen och hur det har fungerat med den teknik och de metoder som man har valt.

Viktigt att föra över slutsatser från utvärderingen till målsättning för nästa projekt och sammanställning av energiförbrukning till en statistisk överföring.

7.2.8. Energiansvarig

Under arbetet har det blivit tydligt att det finns behov av att utse en energiansvarig på byggplatsen. Behovet uttrycks främst av de i projektgruppen som är verksamma inom stora byggplatser. Man uttrycker också att denna funktion inte bör utgöras av en bredduppgift för platschefen utan istället bör innehas av någon annan inom den lokala organisationen på byggplatsen för att det skall finnas tid att hålla tryck på energifrågorna. Den energiansvarige föreslås arbeta med planeringsfrågor rörande energieffektivitet, med mätning, kontroller och uppföljning av energieffektiviseringsåtgärder, med internutbildning mm. Den energiansvarige skulle dessutom ansvara för att utförda energieffektiviseringsåtgärder inte försämrats eller missas vid ombyggnader av tillfälligt elnät, att torkning och värmning inte sker av otäta lokaler, att ljusdisciplin upprätthålls under nätter och helger, att pågående mätningar inte avbryts av tillfälliga omflyttningar av undercentraler etc.

7.2.9. Utbildning och uppföljning

För att få genomslag för de riktlinjer som företaget väljer att arbeta med krävs att information når ut till alla på byggarbetsplatsen. Det kan ske genom att de anställda kvitterar en handbok där de förbinder sig att arbeta utifrån fastställda riktlinjer. Informationen om riktlinjer måste också förmedlas till administrativ personal hos beställare, entreprenör och UE.

7.3. Riktlinjer för energieffektivitet och maskinlista

Nedan presenteras en uppsättning riktlinjer för energieffektivitet på byggarbetsplatser som tagits fram. Riktlinjerna innehåller både övergripande målsättningar för energieffektivitet och detaljerade krav på metoder och teknik.

7.3.1. Behovet av riktlinjer

Det fanns tidigt en önskan från deltagande företag i projektet om riktlinjer när det gäller energieffektivitet på byggarbetsplatser. En sammanställning av riktlinjer ger företagen en uppfattning om vilken väg de ska ta för att arbeta energieffektivt på byggarbetsplatser. Vi har delat upp riktlinjer i dels övergripande och dels detaljerade riktlinjer.

Övergripande riktlinjer kan initieras från beställaren men även från entreprenör eller underentreprenör. Eftersom det fortfarande finns mycket att åtgärda vad det gäller energieffektivitet på byggarbetsplatser så finns det för proaktiva företag möjlighet att använda arbetet med energieffektivitet som en del av företaget goodwill och marknadsföring.

7.3.2. Övergripande riktlinjer för entreprenör/UE

Övergripande riktlinjer kan vara att entreprenör och UE står för egen el under projektet. Att företag betalar för el de förbrukar är ett viktigt incitament för energieffektivitet. Det förekommer fortfarande, speciellt vid ombyggnationer, fri el på byggarbetsplatser.

Övergripande riktlinjer kan också vara att entreprenör och UE (i samband med offert) skattar och specificera mängden el och vilken typ av el som kommer att användas under deras arbete i projektet. Med hjälp av intelligenta mät- och kontrollsystem kan energiförbrukning mätas, kontrolleras och följas upp ned på bodnivå. Intelligenta system beräknas ge en energibesparing på omkring 30 procent.¹

7.3.3. Beställarens roll

Idag är det få beställare som tar initiativ till energieffektivisering på byggarbetsplats, trots att det finns både goodwill och pengar att tjäna. Om beställaren uttrycker krav på entreprenör och UE för att minska energiåtgången på byggarbetsplats så får det genomslag i hela beställarledet. Anlitar entreprenörer UE krävs det att informationen förs vidare i alla led, både till dem som arbetar på byggarbetsplatsen och till administrativ personal.

I samband med offert begär beställaren in uppgifter från entreprenör vad det gäller företagets energieffektivitet på byggarbetsplats. Beställaren kan ställa generella krav (se ovan övergripande riktlinjer) till exempel uppgift om kWh-åtgång eller mer detaljerade krav (se ovan detaljstyrda riktlinjer) till exempel att entreprenör använder en viss teknik och/eller energislag.

Ett av de deltagande företagen i projektet, Chalmersfastigheter, har i sitt beställningsunderlag vid nybyggnation en formulering som ställer krav på entreprenör och UE när det gäller energieffektivitet.

”Vi vill i projektet minska energiförbrukningen i byggprocessen. Med anledningen av det ska en beskrivning av energiplaneringen av byggplatsen utföras. En inventering av

¹ Johan Ekh, Tidermans Hyrmaskiner

Energieffektiva byggarbetsplatser

energiförbrukning uppdaterat på olika förbrukningsposter ska utföras och lämnas till beställaren".²

Formuleringen i Chalmersfastigheters förfrågningsunderlag har använts vid upphandling av ett byggprojekt under 2009. För att formuleringen ska ha något värde krävs det att energiplanering och inventering ges ett värde och följs upp.

7.3.4. Information och utvärdering

För att arbetet med energieffektivitet ska bli till någon nytta krävs att all personal hos entreprenör och UE känner till vad man på byggarbetsplatsen strävar efter. Ett sätt är att samtliga som arbetar på byggarbetsplatsen får en handbok som de läser, undertecknar att de har tagit del av och förbinder sig att följa riktlinjerna.

Under arbetets gång lämnar entreprenör uppgifter till beställaren, exempelvis månadsvis, vilka sedan rapporteras och jämförs med projektets energiindex. Här finns en stor potential för uthyrningsföretag att tillhandahålla tjänster som att övervaka energiåtgång på byggarbetsplats, rapportera och sammanställa uppgifter samt att erbjuda information om de mest energieffektiva teknikvalen som finns på marknaden.

För att upprätthålla intresset för frågan krävs återkommande information till personal på byggarbetsplatsen hur energieffektiviteten fortgår.

Idag finns det olika begrepp i olika företag som inbegriper metoder och teknikval för att minska energiåtgång på byggarbetsplats. För att sträva efter ett enhetligt begrepp skulle riktlinjer och metoder kunna implementeras i ett branschverktyg, till exempel Povel som har utvecklats av Sveriges Byggindustrier.

7.3.5. Morot och piska för ökat engagemang

För att öka intresset för energieffektivisering kan någon form av incitament användas. För att hålla liv i arbetet krävs återkommande informationsmöten hur arbetet fortgår. Bra resultat utöver planerad energiförbrukning kan premieras för att öka incitamentet hos de anställda. Om produktiviteten följer index men energikonsumtionen är lägre än index för projektet kan personal på byggarbetsplatsen premieras med till exempel med middagar eller presentkort.

7.3.6. Maskinlista och energiindex

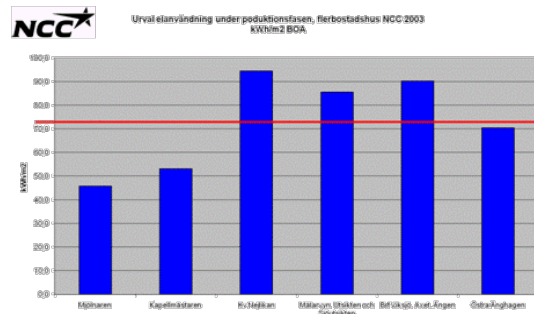
För att få en uppfattning om hur energieffektiv en byggarbetsplats är måste det finnas något att jämföra mot, ett index som är flexibelt och passar olika typer av byggnationer. Vi visste sedan tidigare att det fanns få studier som samlat data om energiförbrukning vilka skulle ligga till grund för ett sådant index. Arbetet har därför i detta skede fokuserat på att ta fram ett verktyg som kan användas för detaljerad uppföljning av energiförbrukning på en

²Chalmersfastigheters förfrågningsunderlag för byggprojektet Kuggen

Energieffektiva byggarbetsplatser

byggarbetsplats. Genom att flera använder det för uppföljning och att man delar med sig av data kan man på sikt få fram ett index som också fungerar för planering.

Maskinlista		Fas 0	Fas 1	Fas 2	Fas 3
Byggarbetsplats					
Uppvärmning	Byggsfaser 1				
	effekt (kW)				
	antal				
Uppvärmning	Byggsfaser 2				
	effekt (kW)				
	antal				
Belysning	Slömförbrukning 1				
	effekt (kW)				
	antal				
Belysning	Slömförbrukning 2				
	effekt (kW)				
	antal				
Belysning	Slömförbrukning 3				
	effekt (kW)				
	antal				
Sofa					
	Typ av sofa 1				
	antal				
	effekt (kW)				
	Typ av sofa 2				
	antal				
	effekt (kW)				
	Typ av sofa 3				
	antal				



Figur. Till vänster visas den maskinlista som uppföljningsverktyget utgår från. Till höger visas ett exempel på uppföljning av energiförbrukning vilka kan ligga till grund för ett energiindex.

Utgångspunkten för uppföljningsverktyget har varit att det inte ska innebära extra arbete utan på ett naturligt sätt ingår i andra uppgifter. Verktøyets första sida är därför utformad som en maskinlista vilken kan användas när man beställer hos en maskinuthyrare. Listan kompletteras med relevanta uppgifter allt eftersom man lägger till produkter.

Uppföljningsverktyget är färdigt att börja användas och vidareutvecklas genom praktisk förbrukning. Det är flera saker som är intressanta att följa t.ex. att liknande byggen kan ha olika energiförbrukning, p.g.a. vårt skiftande klimat över årstider och geografi. Vilka intervall är mest funktionella? Ska uppföljningen vara delat i byggfaser eller i månader. En annan fråga är hur detaljerat man vill ha informationen. Vid prognostisering av energiförbrukning gällande maskinparken förekommer idag stora förenklingar.

Uppföljningsverktyget är utvecklat i Excel vilket underlättar användning och visualisering av energiförbrukningen på byggarbetsplatser i Sverige. I denna initiala testfas av verktyget skall verktyget användas i uppföljnings syfte efter att bygget genomförts. Detta kommer att påvisa om de approximationer som gjorts skall justeras i fall att energiförbrukningen skiljer sig mycket åt mellan de framräknade resultaten och verkligheten.

Excel-verktyget är uppdelat i tre sektioner, Index Resultat, Faser och Referensdata:

- Referensdata: Denna flik innehåller data, vilka ligger till grund för approximationerna. Denna flik skall inte ändras.
- Index Resultat: Resultatfliken har först en sammanfattning av bygget. Detta skall fyllas i av den som använder verktyget.
- Efter detta kommer en sammanfattningen av energiförbrukningen uppdelat på faserna i bygget. Denna sammanställning är länkad till respektive fas och fylls i automatiskt. Vidare presenteras byggarbetsplatsens index.

Energieffektiva byggarbetsplatser

- Faser: I dessa flikar skall data manuellt skrivas in. Fliken är uppdelad på olika energiförbrukande grupper (Byggarbetsplats, byggbodas och maskinpark). Grupperna är baserade på den information som har varit tillgänglig under konstruerandet av verktyget och kan komma att justeras.

Kontakta Jonas Norrman (jonas.norrman@imcg.se) om du är intresserad av att prova uppföljningsverktyget.

8. Inspiration för energieffektivisering

8.1. Projektmöten

Projektgruppsmöten har hållits 101004, 101115, 110124, 110411 och 110926. Under dessa möten har planering skett för de olika aktiviteter och moment som ingått i projektet. Vid dessa möten har projektets olika delmoment i form av teknikprövningsprojekt, enkäter och arbete med handbok och processverktyg avrapporterats. Besök på de byggplatser där teknikprövningsprojekt genomförts har skett vid upprepade tillfällen. Vid dessa besök har den tekniska utrustningen besiktigats i skarp miljö och platschef eller annan ansvarig har fått möjlighet att redogöra för synpunkter kring funktion och användande. Vid flera tillfällen har spontana diskussioner uppstått med yrkesarbetare som arbetat praktiskt med utrustningen, även dessa synpunkter har fångats upp.

8.2. Mässbesök

8.2.1. Byggmaskinmässa 2011-03-09

Vi började hos Cramo där vi fick en presentation av hur de arbetar med sina kunder för att erbjuda en halverad elförbrukning. De arbetar med bodar, hissar, belysning mm och erbjuder också ett onlinemätningssystem där man via webben kan följa energiförbrukningen på olika etableringar. Cramo var väldigt glada för att också ha vunnit mässans energisparpris med sitt arbete.

Något som efterfrågas av projektdeltagarna är energimål för en ny etablering men att detta är svårt att få underlag till. Vi diskuterade i gruppen att man kanske får börja sätta mål för delar av etablering där man vet att man kan kontrollera energiförbrukningen någotsånär.

Nästa stopp var vi Garo. De presenterade översiktligt hur de arbetade med sina mätare. Vi diskuterade hur det gick ute på Aröd men man var inte helt överens, Skanska tror att det är ett installationsfel och Garo att det är ett handhavandefel. Vi diskuterade att oavsett är det viktigt med kompetensutveckling både hos leverantörer och entreprenörer. Om det inte funkar som det ska är det lätt att ny energieffektiv teknik får dåligt rykte.

Hos Elbjörn fick vi se deras arbetsbelysning i LED och ljusmast med Xenonlampor. Bägge var lätta och smidiga att använda men tyvärr är priset fortfarande högt. Det sker dock en snabb utveckling på detta område så man kan vänta sig att prestandan ökar samtidigt som priset kommer att sjunka.

Sista stoppet var hos Stitec för en presentation av deras lågenergibelysning för ledbelysning. De hade kommit långt och var stolta över sin egenframtagna lågenergilampa för 48V. Här

Energieffektiva byggarbetsplatser

kom vi in på att diskutera varför Sverige har 48V när övriga Europa har 42V? Det är olyckligt då det försvårar teknikutbyte i Sverige. Elbjörns Xenonbelysning skulle också bli billigare om man slapp den extra transformatorn för att omvandla spänningen från 230V till 42V.

8.2.2. Elfackmässan 2011-05-12

Mötet hölls på Svenska Mässan i samband med Elfackmässan. Särskild inbjudna var Lars-Ove Kron från El-Björn och Björn från Infobric. De presenterade sin gemensamma produkt och tjänst för elmätning och styrning på arbetsplatser.

El-Björn är ett företag inom kraft, ljus och klimat för byggen och andra tillfälliga installationer. Sedan 1954 har El-Björn satt standarden för trygga byggarbetsplatser genom tillfälliga installationer för kraftdistribution, belysning och klimatkontroll. Kunderna är i huvudsak professionella användare inom bygg- och industrisektorerna, vilka nås genom uthyrningsföretag, grossister och byggvaruhandlare. Av El-Björns omsättning går ca 30 procent på export, främst till övriga Norden och Baltikum. El-Björn har idag ca 50 anställda och huvudkontor med utveckling, tillverkning och centrallager i Anderstorp.

Deras beräkningar visar att bebyggelse förbrukar 33 procent av Sveriges totala energiförbrukning. Dryga 15 procent av dessa går åt vid byggfasen. Problemet är att en hel del energi tycks användas i onödan. Orsaken är att ingen har fullt ansvar eller kontroll över energiförbrukningen. Siffror visar till exempel att en genomsnittlig bod under ett år förbrukar lika mycket energi som vad en villa med en familj på fyra personer gör.



E3 är ett system som, kopplat till El-Björns skåp för tillfällig el, genom trådlös teknik kan mäta energiförbrukningen, visualisera möjliga effektiviseringar och styra effektuttaget på byggarbetsplatsen. Användningen av e3 ger även byggbolagen ett starkt miljöargument, eftersom man kan erbjuda sina uppdragsgivare bättre kontroll över energiförbrukningen.

På El-Björn är man övertygade om att möjligheterna för byggbolag att få historik över hur hårt centralerna varit belastade, kunna styra till exempel belysning och värme eller jämföra olika centraler via webben, kommer att spara mycket pengar. Den största besparingen tror man dock sker genom att alla blir medvetna om att varje, enskilt uttag kan mätas och styras.

Möjligheten att mäta respektive entreprenörs förbrukning påverkar naturligtvis ansvar, attityder och beteende. Vet man att det finns exakta siffror på varenda kilowattimme som förbrukats kommer allt färre armaturer lysa i tomma utrymmen eller fläktar och maskiner stå på i onödan.

Efter detta presenterade Info-Bric hur e3 kopplas ihop med deras närvarosystem ID06 vilket möjliggör styrning baserad på faktisk närvaro.

8.3. Workshop Energieffektiva Byggarbetsplatser 110615

Workshop genomfördes 110615 enligt plan i Tidermans lokaler med femtontalet deltagare.

Projektledare Sune Almqvist hälsade alla välkomna och presenterade förmiddagens program. Han gav alla närvarande tillfälle att presentera sig och berättade därefter att EEBA som ett av tre projekt nominerats till Sveriges Byggindustriers innovationspris och att projektet hedrats med en andraplats.

Utredare Jonas Norrman, IMCG, berättade om målsättningen med workshopen; att läget för de olika tekniktестerna skulle avrapporteras, att gruppdiskussioner skulle hållas i två pass och att grupperna då skulle få möjlighet att dels diskutera mål, innehåll och förslag om handbok som framarbetas inom projektet samt dels diskutera det processverktyg för energieffektivisering som är under utveckling.

Johan Eek, Tidermans, informerade om El-Björns arbete med att utveckla styrsystem för att mäta, styra och visualisera energiförbrukning och energiflöde på byggarbetsplatser. Johan Eek berättade dessutom om Info-Bric som har utvecklat ett system som möjliggör hopkoppling av E3 och närvarosystemet ID06. Detta möjliggör att energiflödet på bygget styrs utifrån registrerad närvaro genom loggning vid in- och utpassering. Detta system möjliggör styrning och uppföljning av energiflödet ner på individnivå. Systemet har så omfattande möjligheter till uppföljning att fackförbunden påpekat de arbetsrättsliga aspekterna av användandet.

Johan Eek informerade om de teknikprövningsprojekt som pågår ute på byggarbetsplatserna samt status för respektive delprojekt: Aröds äng, Skanska, är under avslut, de fjärravlästa undercentralerna finns nu i förbättrad version inom El-Björns E3-system.

Moskébygget, AF-Bygg, är under avslut, de xenonstrålkastare som testats har genererat positiva reaktioner, ljusängd och färgåtergivning möter byggnadsarbetarnas behov. De energidockade bodarna har påvisat energiförbrukning 22 % under konventionella bodar. Jubileumskliniken, NCC, fortgår, diodljusarmaturer fungerar bra med god respons från användarna, energimätningen från den konventionella bodetableringen tjänar som referensvärde för övriga bodmätningar i projektet.

Riksdalersgatan, Tuve Bygg, fortgår och de energieffektiva bodarna har fått mycket goda omdömen från användarna. Energimätningen har inte kunnat leverera jämförelsedata för hela testperioden enligt plan på grund av förutsättningarna på platsen men mätdata bekräftar teorier på ca 60 % lägre energiförbrukning än i en konventionell bod.

Johan Emanuel, Utredare IMCG, presenterade arbetet med att inom ramarna för projektet föreslå innehåll till en handbok för energieffektivt byggande. Förslag till rubriker i handboken presenterades under workshopen. Deltagarna fick möjlighet att i grupp diskutera handbokens valda ämnesområden, innehållets omfattning och innehåll, handbokens målgrupp, möjliga sätt att sprida handboken samt olika utvecklingsmöjligheter avseende användning av materialet. Resultatet av gruppdiskussionerna redovisades i slutet av workshopen.

Jonas Norrman, utredare IMCG, presenterade arbetet med att ta fram ett verktyg för energieffektivisering av byggarbetsplatsens processer. Deltagarna fick möjlighet att komma

Energieffektiva byggarbetsplatser

med synpunkter på hur processverktyget kan anpassas till byggandets olika delprocesser, vilken information och vilka data som finns att inhämta under de olikadelprocesserna, vilka data och processer som bör göras mätbara för att möjliggöra användning av ett processverktyg, skillnader i de olika företagens arbetsmetodik samt vilka möjligheter som E3-systemet öppnar för dokumentation och analys av byggprocessen.

8.3.1. Gruppdiskussioner energieffektivisering

Grupperna diskuterade informationsflöde, visualisering och implementering av energieffektiviseringsfrågan inom byggplatsen. Grupperna var eniga om att kunskap kring energiförbrukning är begränsad till ett fåtal inom organisationen och att detta avspeglar hur frågan kring energieffektivitet under byggnation prioriteras inom företagen. Grupperna konstaterade att tydliga krav från ledningsnivå är en grundförutsättning för en lyckad process. Utan tydligt formulerade mål och utan att resurser avsätts så kommer arbetet att begränsas till enskilda initiativ exempelvis från platschefer med intresse för energifrågan. Energieffektiviseringskrav från beställaren framkom som den bakomliggande drivkraft som kan sätta en sådan process på företagsledningens dagordning och skapa ett internt tryck i frågan. Utbildning av personal, enkla sätt att mäta energi på byggplatsen och lämpliga metoder för att visualisera mätresultaten nämndes som nycklar för att skapa medvetenhet hos personalen på byggarbetsplatsen.

Man angav information och utbildning samt uppföljning av informations- och utbildningsinsatserna som viktiga verktyg. Vidare diskuterade man visualiseringsmetoder och på vilket sätt man bäst lyfter fram kunskap och initiativ kring energieffektivisering. Den allmänna meningen var att varje kommunikationskanal sannolikt kräver situationsanpassning, att intern kommunikation kan handla om miljöåtaganden och att extern kundkommunikation kan baseras på ekonomiska argument.

8.3.2. Gruppdiskussioner Handbok

Ett antal förslag på förändring av utformning, innehåll och disponering gavs vilket resulterade bland annat i att rubriklistan kompletterades. En grupp efterlyste djupare tekniska analyser och mer fakta inom vissa avsnitt medan en grupp önskade mindre omfattande text vilket landade i en diskussion kring handbokens målgrupp och hur kunskaperna i handboken kan spridas. Slutsatsen från denna diskussion blev att det finns behov av ny kunskap kring energieffektivisering inom hela organisationen inom företagen, allt från ledningsnivå och kalkylavdelning till platsledning och på yrkesarbetarnivå. Det föreslogs att boken i ett senare skede kan utvecklas innehållsmässigt och kompletteras med fakta för en målgrupp samt kortas ned till enkel checklista för en annan målgrupp.

Workshoppen var uppskattad av deltagarna och resulterade i många goda uppslag och idéer kring projektets fortsättning.

8.4. Enkäter för information och kommunikation

Enkätundersökningar har genomförts inom de företag där pilotprojekten bedrivs samt inom beställar- och förvaltningssidan för att orientera inriktningen av det fortsatta arbetet mot de faktiska behov som finns i branschen. Enkäterna har tillfört goda kunskaper om synen på energieffektivitet under byggfasen och bidragit till att bekräfta teorier och bygga upp kunskaper inom projektet.

8.4.1. Enkät 1 till byggentreprenörer

Enkät 1 genomfördes under februari och mars 2011 genom att kontaktpersonerna i projektgruppen fördelade enkäter till platschefer, produktionschefer, avdelningschefer eller annan personal inom anbudssida, projektledning, kalkylering, logistik eller entreprenad. Totalt erhöles 43 svar från AF Bygg, NCC, Tuve Bygg och Skanska. Nedan presenteras frågor och svar:

8.4.2. Fråga 1

Hur planerar ni kostnaden för maskiner och energiförbrukning på byggarbetsplatsen?

Planering sker utifrån maskinbehov och utifrån ett hyreskostnadsperspektiv, energiförbrukning betraktas till största delen ur ett kapacitetsperspektiv, energikostnad under pågående bygge är i dag ingen prioriterad beslutsparameter. Maskinuthyrarens kompetens avseende möjligheter till energieffektivisering bedöms vara en lågt utnyttjad resurs.

8.4.3. Fråga 2

Tror du att er organisation känner till besparingspotentialen av ny energieffektiv teknik? Om ja, hur tar ni hänsyn till detta i planeringsskedet?

Det arbetas en del med frågor kring besparingspotential och energieffektivisering men övergripande, enhetliga rutiner saknas. Energibesparingspotentialen på byggplatserna upplevs vara stor men incitamenten att arbeta med frågan är relativt små. Det finns goda initiativ inom företagen men övergripande riktlinjer anpassade till verkliga omständigheter på byggplatsen behövs.

8.4.4. Fråga 3

Genomförs det någon uppföljning av energiförbrukningen på era byggarbetsplatser idag? Om ja, på vilket sätt?

Uppföljning av energiförbrukning sker i budget- och ekonomistyrningshänseende samt i syfte att justera och förbättra kalkylmodeller och arbetsverktyg. Ingen respondent uttrycker att energibesparing eller miljöaspekter utgör anledning till uppföljning.

8.4.5. Fråga 4

Känner du till att ni haft Fri el på en byggarbetsplats? Om ja, kan du ge en kort beskrivning av projektet?

Respondenterna uppger att fri el förekommer vid om- och tillbyggnader i anslutning till pågående verksamhet. Man uppger också att fri el i regel tillämpas i de sammanhang då

Energieffektiva byggarbetsplatser

beställaren utgörs av kommun eller landsting. Som exempel nämns skolor och sjukhus samt infrastrukturrelaterade projekt som avloppsreningsverk, vattenreningsanläggningar, kraftnät samt arbeten som utförs för Trafikverket. Om detta beror på att man verkligen har fri el eller om respondenten bara inte ser utfallet av kostnaden i sin egen arbetssituation framgår inte i denna enkät.

8.4.6. Fråga 5

I vilken utsträckning har era underentreprenörer Fri el?

Samtliga respondenter uppger att det generellt råder fri el för UE på byggarbetsplatsen. Ett fåtal respondenter uppger att detta kopplas till motkrav i form av att endast isolerade containers får värmas eller att lågenergibelysning skall användas. Det finns därför få incitament för UE att vidta åtgärder för att minska sin energiförbrukning. Detta förbrukarled kan sannolikt endast påverkas genom att krav ställs i upphandlingskedet.

8.4.7. Fråga 6

Inom vilka tre områden i byggprocessen förutom bodar tror du finns störst potential att spara energi?

Uppvärmning och torkning av konstruktionen utgör en stor förbrukningspost. Besparingspotential uppges finnas i att byggnaden tätas temporärt eller att fönster och dörrar är monterade innan uttorkning och uppvärmning påbörjas. Stor besparingspotential bedöms finnas i att byggnadens befintliga värmesystem i förekommande fall ansluts till fjärrvärm nätet och därefter används för uppvärmning och uttorkning. Byggkran och bygghiss bedöms utgöra stora men svårpåverkade energiförbrukare. Uppvärmning av oisolerade förrådscontainers uppges vara en stor men förhållandevis lättpåverkad förbrukningspost. En respondent uppger att det finns indirekt besparingspotential i att arbeta med den enskilde byggnadsarbetarens kunskapsnivå och inställning till energifrågor.

8.4.8. Enkät 2 till fastighetsförvaltare

Enkät 2 skickades ut till ett femtiotal personer verksamma inom förvaltarsidan. Enkäten gav liten respons vilket resulterade i att det i stället genomfördes telefonintervjuer med enkäten som intervjumall samt med möjlighet till öppna frågor utifrån utfallet av intervjun. Totalt genomfördes 16 intervjuer. Enkäten innehöll följande frågeställningar:

8.4.9. Fråga 1

Hur arbetar ni i dag med energieffektivisering av byggnader och byggprojekt inom ert bolag? Ställer ni krav på entreprenörer avseende energieffektivitet vid anbudsförfarandet?

Flertalet respondenter arbetar med byggnation av energieffektiva byggnader eller byggnader med passivhusteknik i någon form. Frågan om energisparande i befintliga fastighetsbestånd har förts upp på dagordningen, man arbetar på olika sätt för att uppnå större mätbarhet eller hitta metoder för att bearbeta frågan.

Det är allmänt förekommande att entreprenörers miljöpolicy eller energipolicy infordras under anbudsförfarandet. Det förefaller dock som om detta sker som en punkt som prickas av snarare än att innehållet i densamma analyseras eller tjänar som beslutsunderlag. Det

Energieffektiva byggarbetsplatser

ställs dock inga som helst krav på energieffektiv teknik, metodik för energibesparing eller uppföljning av energifrågan gentemot entreprenören.

8.4.10. Fråga 2

Hur mycket energi tycker ni är rimligt att det går åt vid uppförandet av byggnaden i relation till den energi ni planerar använda per år för byggnadens uppvärmning och drift? 2,4,6 eller 8 år? Vet ni vilken relation det är i dag?

Beställaren upplever att energifrågan kring byggfasen ägs av entreprenörsledet. Förvaltarens ansvarshorisont för energifrågan sträcker sig inte före "timmen noll" utan börjar i det ögonblick man övertar den färdigställda byggnaden. Byggnation av energieffektiva byggnader är fortfarande något nytt, man håller på att lära sig hantera de frågor som är unika vid byggnation av denna typ av objekt, energifrågan har ännu inte hunnit komma att omfatta även byggfasen.

8.4.11. Fråga 3

I vilka situationer har en byggtreprenör fri tillgång till energi och i vilka situationer faktureras de för använd energi?

Beställarsidan ser det som självklart att betalningsansvaret för energi under produktionsfasen ligger hos entreprenören. Vid jämförelse med tidigare enkät förefaller det som om entreprenörens betalningsansvar för energi gäller i ännu större utsträckning utifrån beställarledets perspektiv än utifrån entreprenörens eget perspektiv. Det finns anledning att fortsätta undersöka denna fråga eftersom det verkar finnas en gråzon där det är oklart vem som faktiskt betalar energifakturan.

8.4.12. Fråga 4

Vilka krav ställs på entreprenören avseende begränsning av energiförbrukning under ett byggprojekt?

Detta är en strategiskt viktig punkt för påverkan. Vill man uppnå effekter i form av energieffektivisering ute på byggplatserna så är det här man skall försöka påverka beställarledet för att dra ut energieffektiv teknik på marknaden.

Några respondenter nämner att de infordrar entreprenörens energipolicy tidigt i beslutsprocessen, i övrigt är det ingen som ställer några som helst krav på entreprenörens hantering av energifrågan vare sig avseende tekniska eller strukturella lösningar eller avseende krav på uppföljning eller revision

8.4.13. Fråga 5

Hur stor andel av ditt företags kostnad för ett byggnadsprojekt utgörs enligt dina erfarenheter av energikostnad

Ett antal respondenter verksamma inom kalkylering kunde direkt uppge att det rörde sig om 1-2 procent av totala projektkostnaden, övriga hade ingen uppfattning i frågan. Intresset, kunnandet och diskussionen kring energifrågan inom företagen bedöms ännu inte mognat på ett sådant sätt att denna typ av relationstal hunnit bli allmänt kända.

8.4.14. Fråga 6

Finns någon skillnad i hanteringen av energifrågan i jämförelse mellan upphandling av nyproduktion och upphandling av renovering/ombyggnad?

Respondenterna uppger att man i samband med nyproduktion har större ekonomisk handlingsfrihet avseende möjligheten att hitta goda energieffektiva lösningar. Vid renovering och ombyggnad upplever man sig ha avsevärt snävare ekonomiska ramar vilket gör att man inte har samma möjligheter att implementera goda energilösningar.

8.4.15. Fråga 7

I vilken omfattning är entreprenörens energiförbrukning och energipolicy en beslutsparameter vid upphandling av byggprojekt?

Ingen av respondenterna uppger att energifrågan utgör någon beslutsparameter över huvud taget. Man beskriver istället pris, kompetens, upplevd kapacitet att fullgöra uppdraget, kvalitetsaspekter, referenser och förmåga att hålla tidplan som centrala beslutsparametrar.

9. Diskussion och slutsatser

9.1.1. Tre viktiga steg

En viktig slutsats från projektet är att man med enkla beteendeförändringar kan betydligt minska förbrukningen av energi på byggarbetsplatsen.

Om man dessutom implementerar dagens energieffektiva tekniska lösningar avseende bodar, belysning och torkning kan man enkelt minska energiförbrukningen ytterligare.

Om man dessutom utför detta effektiviseringsarbete systematiskt med stöd av processverktyg och handbok är det sannolikt möjligt att på sikt halvera dagens energiförbrukning på en normal byggarbetsplats.

Det är viktigt att inse att energieffektiva byggarbetsplatser alltså inte handlar om beteende, teknikval eller processledning som isolerade företeelser utan att den energieffektivitet som kan uppnås är resultatet av en process där man arbetar aktivt och systematiskt med alla parametrar.

9.1.2. Svårighet med nyckeltal

Pilotprojekten bekräftar svårigheterna att räkna fram och använda nyckeltal för energieffektivitet. Många byggprojekt har en så stor grad av specialanpassning inom projektet att mätdata och nyckeltal inte blir representativa eller tjänliga för jämförelser. Vidare utgör byggarbetsplatsen en mycket speciell miljö för utförande av mätningar eftersom byggplatsens tillfälliga elnät ofta byggs om i takt med byggprojektet fortskridande. Dessutom finns ofta flera aktörer verksamma inom samma arbetsplats vilket ställer stora krav på samordning och uppföljning av pågående mätningar så att förutsättningarna inte förändras eller förstörs under processen. En slutsats är att tjänsten/funktionen energiansvarig bör tillsättas inom byggplatsen för att det skall vara möjligt att skapa och upprätthålla en energieffektiv produktionsmiljö.

9.1.3. Processen i ett tidsperspektiv

För att energieffektiviseringsprocessen skall kunna optimeras skall den drivas under hela byggprocessen med samma startpunkt som den övriga planeringsprocessen för bygget, inte bara för att se till att energieffektiv teknik används utan för att också se till att alla byggprocessens delmoment som påverkar energiförbrukningen kan fångas upp och planeras. Processen måste sedan fortgå under hela byggnationen för att säkerställa att en energieffektiv situation byggs upp och bibehålls. Det slutliga utfallet av byggprocessen skall sedan utvärderas och kunskaperna från det avslutade bygget skall föras in i planeringsprocessen för nästa projekt.

9.1.4. Processen i ett aktörsperspektiv

Energieffektiviseringsprocessen skall omfatta samtliga aktörer som är verksamma inom bygget under planering och produktion för att uppnå optimalt resultat. Anställda och underentreprenörer skall utbildas och göras medvetna om den energiprocess som sker och om de energimål som finns. En uppsättning med riktlinjer för energieffektivitet måste innehålla delar för alla aktörer i en byggprocess, från beställare till underleverantörer. Det processverktyg för energieffektivitet som byggs upp skall vara kompatibelt med de ledningssystem som det aktuella byggföretaget använder på samma sätt som med dagens kvalitetssystem eller miljöledningssystem.

9.1.5. Nya möjligheter till styrning

Modern IT-teknik innebär att det nu finns planerings- och uppföljningsverktyg som gör att styrning, mätning och uppföljning av energiflödet på bygget kan ske från en vanlig personator. Dessa system är så nya att de inte hunnit testas inom detta projekt men det är tydligt att denna teknik kommer att spela en viktig roll i det framtida energieffektiviseringsarbetet. Expertis inom detta område måste finnas tillgänglig under hela byggprocessen, i detta är maskinuthyrningsföretagen en resurs som kan utnyttjas i mycket större omfattning än vad som tidigare skett.

Projektgruppen understryker att man i väntan på att energiprocessverktygen skall få full effekt vid uppstart av byggen och vid revision av pågående byggen skall sträva efter att välja bort de mest energislösande alternativen inom teknik och metodik. Den handbok som föreslagits i detta projekt bedöms vara ett utmärkt verktyg för denna process.

9.1.6. Ny teknik sparar energi

Den teknik som prövats inom de olika byggprojekten visar att det finns mycket goda möjligheter att med ganska små åtgärder spara stora mängder energi på byggplatsen:

- Energieffektiv belysning i form av diodljus och xenonljus utgör fullgoda alternativ till byggplatsens traditionella belysning utifrån arbetsperspektiv.
- Besparingspotentialen för elenergi till belysning vid total övergång till teknikalternativen uppgår till ca 80 % i jämförelse med traditionell belysning.
- Energibesparingen kompenserar utrustningens fortfarande höga pris.
- Diod- och xenonarmaturer har mycket lång livslängd vilket ytterligare minskar miljöbelastningen för belysning.

Energieffektiva byggarbetsplatser

- Energieffektiva bodar kan spara över 50 % av den energi som förbrukas för uppvärmning, övrig drift och belysning inom bodetableringarna.
- Energieffektiva bodar ger inte sämre komfort eller upplevda prestanda i etableringen.
- Energidockning av traditionella bodar sparar över 20 % av bodetableringens totala energiförbrukning.
- Visualisering av energimätning väcker intresse och uppmuntrar till diskussion och lokala initiativ.

10. Förslag på fortsättning

Projektgruppen anser att resultat och erfarenheter från arbetsplatserna i detta projekt bör spridas till fler aktörer utanför gruppen i FoU-Väst. Även om många är intresserade är energieffektivisering fortfarande inte en naturlig del i byggprocessen. Vi förslår att nästa steg blir en informationsturné och utbildningsinsatser samt en handbok med verktyg för att kunna planera, följa upp och utvärdera energiförbrukningen på byggarbetsplatser.