

ENERGIANVÄNDNING PÅ BYGGARBETSPLATSEN

Mätplan med kravspecifikationer och checklistor



Helena Nakos Lantz, CIT Energy Management
Victoria Edenhofer, CIT Energy Management
2021-12-27

FÖRORD

I föreliggande projekt föreslås en generell mätplan som redovisar vilken mätning som behövs för att kunna följa upp energianvändning på byggarbetsplatser. Projektet är ett stort branschgemensamt samarbete med deltagande från 13 aktörer, både leverantörer (maskinuthyrare) och beställare (byggföretag, byggherrar).

Mätplanen har utarbetats i följande grupp:

Projektledare /Projektgenomförare

CIT Energy Management	Helena N Lantz
-----------------------	----------------

Styrgrupp/arbetsgrupp

Byggföretagen	Pär Åhman
CIT Energy Management	Åsa Wahlström
JM	Kjell-Åke Henriksson
Lambertsson	Jesper Mårtensson
NCC Sverige AB	Svante Wijk
Peab Sverige AB	Johan Svensson och Veronica Yverås
Perssons Hyrmaskiner	Joakim Dahlgren
Serneke	Julia Nyström
Skanska Rental	Eleonora Berglund Pettersson och Faiz Mawlayi
Wästbygg	Johan Gustafsson

Referensgrupp

Bravida	Ebba Arvidsson
Cramo	Åke Svensson
Ramirent	Fredrik Levau
Skanska	Arvid Trybom

Ett stort tack till studiens finansiärer SBUF och Energimyndigheten via LÅGAN, samt alla branschaktörer som bidragit med sina kunskaper och synpunkter under projektets gång.

Göteborg, december 2021

Helena Nakos Lantz
CIT Energy Management

SAMMANFATTNING

Under 2020 genomfördes två förstudier inom LÅGAN angående kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser. I båda studierna konstaterades att kunskap kring energianvändning på byggarbetsplatser behöver förbättras och att det finns ett stort behov av energimätningar från flera byggprojekt och byggarbetsplatser. Det saknas generellt en mätplan för hur den mätning som sker från de övergripande debiteringsmätarna ska kompletteras för att ge underlag för jämförelser. Vidare saknas ofta uppgifter om underentreprenörers energianvändning och hur stor andel den är av byggarbetsplatsens totala energianvändning.

I föreliggande projekt har en generell mätplan med kravspecifikationer och checklistor tagits fram. Mätplanen redovisar vilken mätning som minst behövs för att kunna följa upp energianvändningen på byggarbetsplatser och hur en specifik mätplan för varje enskilt projekt kan utformas.

Mätplanen avser att underlätta uppföljning och möjliggöra jämförelse av energianvändning på byggarbetsplatser. Projektets långsiktiga mål är att öka kunskapen om vad som påverkar energianvändningen för olika funktioner på byggarbetsplatser och för olika faser i byggproduktionen. Avsikten är att framgent kunna fastställa nyckeltal som kan användas för bland annat upphandlingsunderlag, klimatdeklarationer, framtida energihushållningskrav och att utveckla åtgärder för att minska energianvändningen på byggarbetsplatsen.

Arbetet har utförts genom intervjuer och arbetsgruppsmöten med representanter från bygg- och maskinuthyrningsföretag. Projektet är ett stort branschgemensamt samarbete med deltagande från 13 aktörer.

Föreliggande rapport innehåller beskrivningar på aktörer i byggprocessen som har stor påverkan under byggproduktionen och funktioner som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatsen. Rapporten inkluderar även sammanställning över aktiviteter och krav som kan ställas för att upprätta ett energieffektivt byggskede.

Den huvudsakliga resultatdelen återfinns i en separat rapport: *Mätplan - Kravspecifikationer och checklistor inför mätning på byggarbetsplatsen* och är skriven för att kunna användas fristående.

INNEHÅLL

1 INLEDNING	5
1.1 BAKGRUND	5
1.2 SYFTE	6
1.3 METODIK	6
1.4 LÄSANVISNINGAR	6
2 ENERGIANVÄNDNING UNDER BYGGPRODUKTION.....	8
2.1 AKTÖRER I BYGGSKEDET	8
2.2 ENERGIANVÄNDNING FÖR OLIKA FASER OCH FUNKTIONER PÅ BYGGARBETSPLATSER	10
2.3 INTERVJUER	14
2.4 BYGGPROCESSEN	21
2.5 PLANERA FÖR ÅTERKOPPLING OCH KUNSKAPSÖVERFÖRING	30
2.6 ÖVERSIKTLIG BESKRIVNING AV FRAMTAGEN MÄTPLAN	31
3 SLUTSATSER	32
4 FORTSATT ARBETE.....	33
REFERENSER	34

1 INLEDNING

Sverige har antagit ett mål om att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045. Det innebär att alla sektorer, även bygg- och fastighetssektorn behöver bidra för att klimatmålet ska nås, samtidigt som behovet av bostäder ökar. Boverket konstaterar att bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan står för en betydande del av samhällets miljöpåverkan. Miljöindikatorer för energianvändning framtagna av Boverket visar att bygg- och fastighetssektorn står för en inhemsk energianvändning på cirka 33 procent av Sveriges totala energianvändning 2018.

Byggbranschen har tagit fram en gemensam färdplan för att möjliggöra en omställning till en klimatneutral byggsektor 2045. Färdplanen ligger i linje med Sveriges klimatmål och visar på ett stort intresse från aktörer i byggbranschen.

För att få helhetliga kunskapsunderlag och fatta beslut som bidrar till en hållbar energi- och resurseffektiv byggd miljö är det nödvändigt att byggbranschen även ställer om och minskar energianvändningen på byggarbetsplatser.

1.1 Bakgrund

Under 2020 genomfördes inom LÅGAN förstudien, *Kunskapsläget om energianvändningen på byggarbetsplatsen* [1] där 40 studier och artiklar som finns inom området sammanställdes. Under hösten 2020 genomfördes en kompletterande analys, *Energianvändning på byggarbetsplatsen - Sammanställning från några byggprojekt* [2], där energianvändningen från 27 byggprojekt sammanställdes. I båda studierna konstaterades att kunskap kring energianvändning på byggarbetsplatser behöver förbättras och att det finns ett stort behov av energimätningar från flera byggprojekt och byggarbetsplatser för att bygga upp en ökad kunskap.

Via de ovan nämnda förstudierna framgick att det finns en stor spridning i el- och energianvändning mellan olika projekt och trots att flera studier har genomförts för att utvärdera energibehov och energieffektiviseringspotential under byggproduktion finns det svårigheter att jämföra studierna med varandra för att kunna få fram någon form av nyckeltal. Detta då fler faktorer som påverkar energianvändningen behöver beaktas. Förutom att kunna dra slutsatser om data och fördelningen mellan de olika projekten, är det även svårt att validera data och bedöma skillnader i kvalitet mellan de presenterade värdena. Underlaget behövs för att förbättra kunskap om vad som kan betraktas som effektiva energinivåer och för att framgent kunna arbeta effektivt med energieffektivisering och utveckla åtgärder för att minska energianvändningen på byggarbetsplatser.

Det saknas generellt en mätplan för att veta vad som ska mätas och hur det kan komplettera den mätning som sker från de övergripande debiteringsmätarna. Dessutom är det få som har genomfört någon mer noggrann uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatsen. Vidare saknas ofta uppgifter om underentreprenörers energianvändning och hur stor andel den är av den totala energianvändningen på byggarbetsplatsen.

För att komma längre med energieffektiviseringsarbetet behövs en ökad kunskap om energianvändning på byggarbetsplatser, dels för att identifierade åtgärder eller behov av nyare mer energieffektiv teknik och dels för en löpande uppföljning med åtgärdsplaner för

att förbättringar faktiskt ska implementeras och utföras. För detta krävs att energianvändning på byggarbetsplatsen mäts för att fastställa hur stor energianvändningen är för olika typer av byggarbetsplatser och vilka aktiviteter som har stor energianvändning. Med mer och bättre dokumenterade mätdata kan bedömningar göras om vart specifika energinivåer bör ligga innan lämpliga kravnivåer kan rekommenderas t.ex. vid upphandling. Det är också ett viktigt underlag för ett företags hållbarhetsredovisning.

För att se vad som kan tas fram från befintliga mätare och att fastställa hur en mer avancerad mätning kan genomföras och hur den ska dokumenteras behövs en första analys av den information som är tillgänglig idag.

1.2 Syfte

Syftet med detta projekt är att ta fram en generell mätplan med kravspecifikationer och checklistor som redovisar vilken mätning som behövs för att kunna följa upp energianvändningen på byggarbetsplatser.

Genom att mäta energianvändningen skapas kunskap som i sin tur framgent ska kunna användas för att ta fram åtgärder för att minska denna. Projektet långsiktiga mål är att öka kunskapen om vad som påverkar energianvändningen för olika funktioner på byggarbetsplatser och faser i byggprocessen och dessutom kunna fastställa nyckeltal som kan användas för bland annat upphandlingsunderlag, klimatdeklarationer, framtida energihushållning och utveckla åtgärder för att minska energianvändningen på byggarbetsplatsen och arbeta effektivt med energieffektivisering.

1.3 Metodik

Arbetet har utförts genom intervjuer och arbetsgruppsmöten med representanter från byggföretag och maskinuthyrningsföretag.

För att se vad som kan tas fram från befintliga mätare och att fastställa hur en mer avancerad mätning kan genomföras och hur den ska dokumenteras behövs en första analys av den information som är tillgänglig idag. Intervjuer har genomförts för att fastställa vilka mätare och vilken information som är tillgänglig idag på byggarbetsplatser och hur den kan förbättras.

Genom arbetsgruppsmötena har en mätplan fastställts för hur en mer avancerad mätning kan genomföras och hur den ska dokumenteras. Diskussioner har innefattat, hur viktiga olika faktorer är som ska föreslås i kravspecifikationer och checklistor. Relevanta systemgränser för den aktuella mätplanen i beaktande utav olika faktorer så som årstid, byggnadskategorier, bruttototalarea, markförutsättningar, markarbete och som innefattar bland annat krav på mätare och sensorer (mätpunkter, mätområde, samplingsintervall, visningsintervall, avläsning, loggningsalternativ, mätosäkerhet). Vilka möjligheter att implementera dessa med beaktande av begränsningar som system och byggarbetsplatser har. Här har även ekonomiska, kompetens-och tidsmässiga resurser beaktats.

1.4 Läsanvisningar

I avsnittet *Energianvändning under byggproduktion* beskrivs följande:

- aktörer i byggprocessen som har stor påverkan under byggproduktionen.
- identifierade funktioner som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatsen,
- sammanställning från intervjuer om aktiviteter och krav som kan ställas under byggproduktionen för att upprätta ett energieffektivt byggskede,
- planering för återkoppling och kunskapsöverföring och slutligen återges
- en översiktlig beskrivning av framtagen mätplan.

Därefter följer avsnitt, *Slutsatser* som sammanfattar de resultat och slutsatser som projektet har lett till.

Slutligen sammanfattas vad som behöver göras i nästa steg för att driva utvecklingen framåt.

Den huvudsakliga resultatdelen återfinns i en separat rapport: *Mätplan - Kravspecifikationer och checklistor inför mätning på byggarbetsplatsen* och är skriven för att kunna användas fristående och är därför förlagd som en egen rapport.

I mätplanens Bilaga 1 och 2 redovisas ett första utkast till mall som tagits fram som exempel på hur en mätplan och uppföljning av energianvändningen på byggarbetsplatsen kan utformas och exempel på en checklista som hjälper vid utformning av en specifik mätplan.

2 ENERGIANVÄNDNING UNDER BYGGPRODUKTION

I detta avsnitt beskrivs resultat från intervjuer och litteratursammanställningar.

2.1 Aktörer i byggskedet

Följande beskrivningar baseras på dokument och beskrivningar från Boverket [3] och Sveby [4] och aktörer som i olika former är involverade i byggprojekt (Peab [5], TL Bygg [6]). Det baseras även på information sammanställd i annan studie inom området om, *Kvalitet-, miljö- och arbetsmiljö i produktion* [7]).

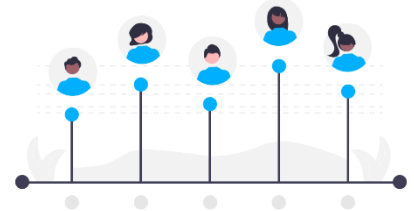


Illustration: UnDraw

Aktörer som har stor påverkan vid byggskedet:

Beställare/byggherre

Byggherren är den som utför eller låter utföra byggnadsarbeten. Det kan vara en myndighet, en kommun, ett företag, ett fastighetsbolag, en bostadsrättsförening eller en privatperson.

Byggherren har huvudansvaret för att bygget uppfyller gällande bestämmelser.

Entreprenörer

De som har till uppgift att upprätta hela/delar av byggnaden.

Avdelningschef

Avdelningschefen har ansvar för en avdelning inom byggföretaget, exempelvis bygg. Denna har bl.a. personalansvar och övergripande ansvar kring avdelningens ekonomi.

Projektledare/Projektorganisation

Projektledaren ansvarar för att driva och säkerställa att projektet går från idé till färdig byggnad. Denne ska leda hela arbetet, granska handlingar, kontrollera utförandet och säkerställ samordning mellan olika aktörer. Vid större projekt delas ansvaret mellan fler aktörer och etapper. Detta är en roll som har stor påverkan på vilka prioriteringar som görs i projektet och att rätt kompetens för genomförandet handlas upp. Inställning till att uppnå ett energieffektivt byggskede är avgörande för att skapa utrymme och åstadkomma önskade resultat i ett byggprojekt.

Platschef

Platschefen ansvarar för produktionen i byggarbetsplatsen. Denna roll innebär bl.a. att stämma av tid- och resursplaner samt se över budget jämfört med faktiska kostnader.

KMA-samordnare

En KMA-samordnare stöttar projekt kring kvalitet, miljö och arbetsmiljö. Exempelvis vid bevisning för miljöcertifiering har KMA-samordnaren en nyckelroll för att bl.a. planera och följa upp miljöklassningsaktiviteter.

Inköpschef

Inköpschefen ansvarar för strategiska inköp samt att hitta lämpliga underentreprenörer och leverantörer.

Materialleverantör

Materialleverantören ansvarar för tillverkning, lagring och distribution av material.

Transportör

Transportören transporterar gods åt en kund.

Maskinleverantör

Maskinleverantörer är återförsäljare/uthyrare av maskiner.

Energileverantör

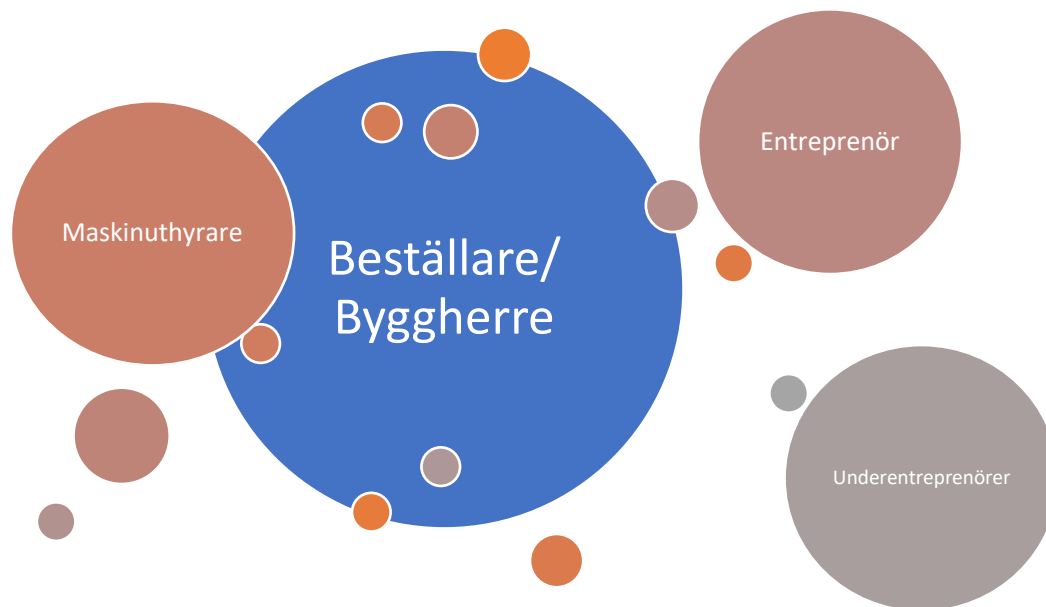
Energileverantören levererar energi till kunden.

Identifierat behov av ytterligare aktörer

I LÅGAN projektet *Energieffektiv byggarbetsplats* [8] identifierades att det finns ett behov av en ytterligare roll på byggarbetsplatsen i form av en energiansvarig. Rollen anses inte tillfalla platschefen utan istället av någon annan inom den lokala organisationen på byggarbetsplatsen. Detta för att möjliggöra att tid finns avsatt till att behandla energifrågor. Lämpliga arbetsuppgifter för en energiansvarig skulle inkludera, planeringsfrågor rörande energieffektivitet, mätning, kontroller och uppföljning av energieffektiviseringsåtgärder m.m.

Identifierade nyckelaktörer för att säkerställa tillämpning av mätplan

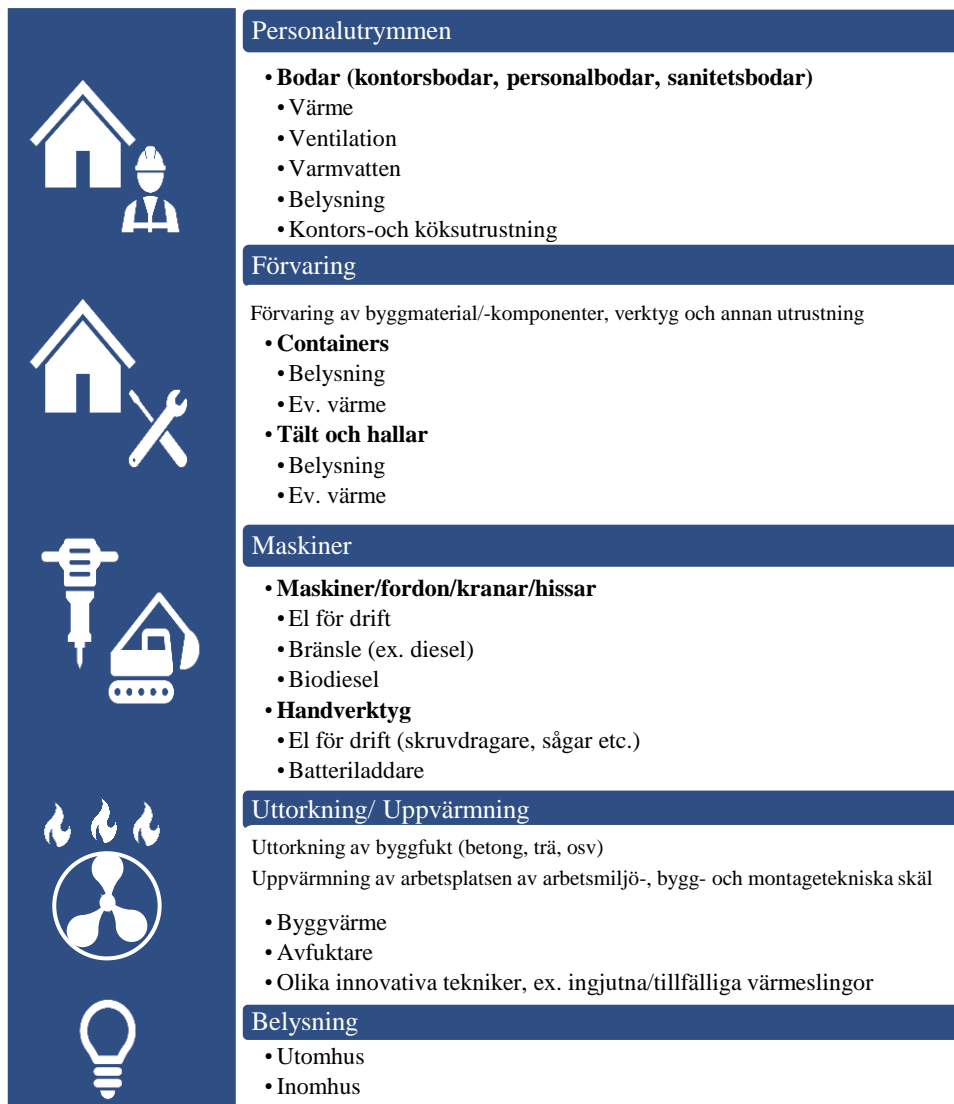
Identifierade roller som behöver samverka och är viktiga för att säkerställa tillämpning av mätplan är framförallt beställare, entreprenörer, maskinuthyrare och eventuella underentreprenörer och illustreras i figur 1. Byggherren (beställaren) behöver säkerställa att rätt kompetenser handlas upp för genomförandet. Både då huvudentreprenör och den aktör som ska genomföra mätning ska upphandlas för att nödvändiga mätare och mätsystem ska kunna kostnadsbedömmas och inkluderas i produktionsplanering, vilket samtidigt kräver att de har god förståelse för byggprocessen.



Figur 1 Identifierade roller som är viktiga för att säkerställa tillämpning av mätplan och som behöver samverka för ett lyckat resultat.

2.2 Energianvändning för olika faser och funktioner på byggarbetsplatser

I tidigare studier har energianvändande funktionerna på byggarbetsplatser identifierats, vilket beskrivs i figur 2 [1].



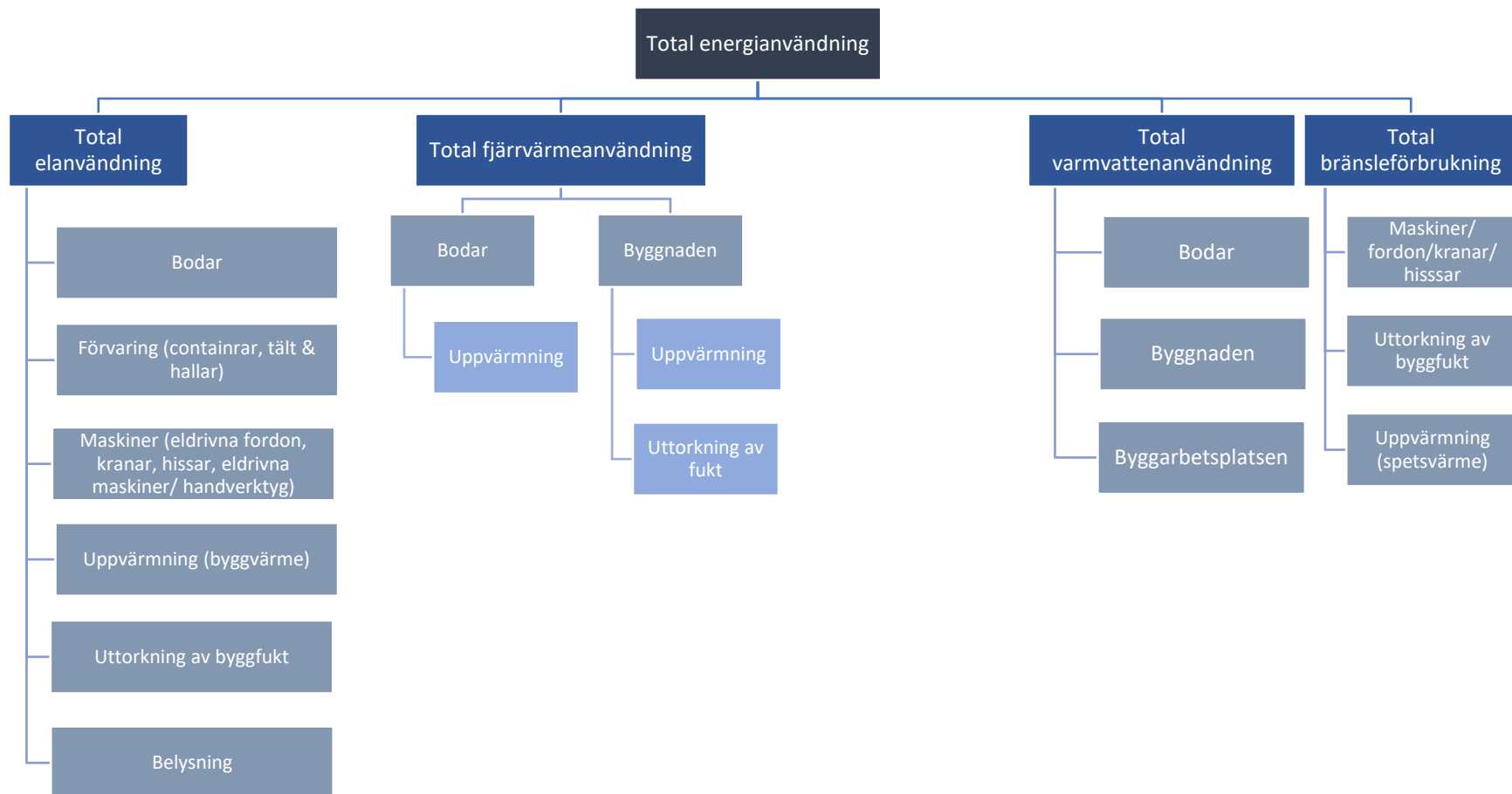
Figur 2 Energianvändande funktioner på byggarbetsplatsen.

Energianvändningen för dessa påverkas i sin tur av följande:

- Byggprojektets storlek
- Byggnationens geografiska läge
- Metoder och utrustning som används (material- och konstruktionsval)
- Rådande klimat under byggandet
- Total tid för uppförandet
- Årstid för uppförandet (när på året byggnationen startar, avslutas och när olika moment sker)
- Beteende på byggarbetsplatsen

Från de litteraturstudier som genomförts, [1] och [2], kan det konstateras att det i dagsläget inte går att fastställa energianvändning för byggskedets olika faser. Även om de olika energianvändande funktionerna på byggarbetsplatser har identifierats så går det inte att avgöra hur energifördelningen ser ut mellan dem. figur 3 beskriver

energianvändningen för olika energibärare uppdelat på funktioner som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatsen.



Figur 3 Total energianvändning uppdelad på energibärare och funktioner som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatsen.

Från tidigare studier framgår att energianvändningen på byggarbetsplatser oftast presenteras för energibärare snarare än olika funktioner som i figur 3 ovan. I vissa projekt presenteras energianvändningen genom en kombination av fördelning på energibärare och vissa funktioner, exempelvis elanvändning för byggbodas, elanvändning (exkl. byggbodas), bränsleanvändning (diesel och gasol), fjärrvärmeanvändning. Energianvändningen skulle även kunna redovisas och delas upp i olika byggfaser. Vid nybyggnad kan byggfaserna beskrivas enligt följande:

- Markarbeten
- Grundläggning
- Stombyggnad
- Stomkomplettering
- Inredning
- Installationsarbeten

En utmaning med att redovisa energianvändningen uppdelad på byggfaser är att dessa överlappar varandra. För att fördelningen ska vara jämförbar mellan olika byggprojekt behöver omfattning av varje byggfas tydligt definieras. Det är inte självklart att gränsdragningen görs på samma sätt mellan olika byggprojekt. För att framgent kunna arbeta effektivt med energieffektivisering och utveckla åtgärder för att minska energianvändningen på byggarbetsplatsen krävs att energianvändningen mäts och följs upp. För att kunna jämföra byggprojekt och få fram nyckeltal är det viktigt att tydligt definiera vad som ska mätas och hur energianvändningen ska redovisas mellan funktioner, faser och energibärare.

2.3 Intervjuer

I detta avsnitt sammanfattas kommentarer och synpunkter som har förmedlats från genomförda intervjuer.

Uppsatta mål kopplat till byggarbetsplatsen

Entreprenörer har olika kriterier och mål som kopplar till byggarbetsplatsen. Krav och mål hanteras på olika sätt och finns även i olika system, exempelvis interna koncept, certifieringar eller miljöledningssystem och miljöplaner.

Exempel på krav som nämns under intervjuer är att

- Byggbodas och bodetableringen ska vara energisnåla byggbodas och energislag till uppvärmning av bodetableringen ska vara fossilfri.
- Bränslen som används ska vara fossilfria eller att bränslen för maskiner och fordon och de maskiner som utför markarbeten ska vara biodrivmedel.
- Byggelen ska vara el märkt med Bra miljöval.
- För belysning ska energieffektiv- och behovsstyrd belysning användas.
- Avfall; exempelvis att viss procent av avfallet på byggarbetsplatsen ska sorteras

Mål och krav som finns syftar till att upprätta hållbara byggarbetsplatser men anses vara en utmaning i branschen att uppnå. Under intervjuerna påpekar flera att uppföljning av energianvändning främst görs på den färdiga byggnaden och inte kopplat till

byggarbetsplatsen. Både bland entreprenörer och maskinuthyrare uppfattas krav kopplat till hållbara byggarbetsplatser som väldigt nytt där utvecklingen de senaste åren gått snabbt framåt. Exempelvis nämns att det bara finns några enstaka projekt där mätning genomförs för att följa upp energianvändningen på bodeltableringen.

Ett antal entreprenörer har tagit fram koncept och interna hållbarhetsmärkningar som kopplar till byggarbetsplatsen för att nå olika målsättningar som exempelvis fossilfri byggarbetsplats. Ett antal av dessa kommuniceras utåt. Efterfrågan från marknaden om att byggarbetsplatser ska arbeta hållbart och energieffektivt anses inte funnits förens nu. Förhållningsättet har förändrats från fokus på byggnadens hållbarhets- och energimål till hela byggnadens livscykel och klimatpåverkan, som där inkluderar byggarbetsplatser.

Uppföljning av egna krav och mål sker på olika sätt hos olika aktörer. Ansvarig för uppföljning beror på vilka krav och mål som ska följas upp. Mål kan exempelvis följas upp av styrgrupp, platschef, inköpschef, miljösamordnaren eller kvalité- och miljöstrateg.

Tillgänglig information och mätare på byggarbetsplatser

Information som är tillgänglig idag på byggarbetsplatser är generellt på den mätning som sker för debitering. Vanligast är att få information via fakturor och inte via uppkopplade mätare som ger feedback i realtid eller visar hur det ser ut vid en viss tid eller för ett visst arbetsmoment. Det som mäts är:

- Total elanvändning (för stora byggen kan det finnas fler anslutningspunkter)
- Total fjärrvärmeanvändning (när den kopplas in)
- Total vattenanvändning



Dessa är inte uppdelade på specifika funktioner eller moment men hittills har den mätning som genomförts kunnat delats in på bodeltableringen och övriga funktioner. Generellt görs inte någon uppföljning på projektnivå, utan snarare aggregeras värden för flera projekt.

Underentreprenörers energianvändning ingår inte i den tillgängliga informationen som finns hos entreprenörer. Den som tillhandahåller energi är den som också har tillgång till data. Det som betalas av annan part är inget som samlas in eller dokumenteras.

Flera aktörer som intervjuats nämner att det finns pågående diskussioner om att införa mer mätning (digital mätning) och separera mätning för att kunna se vad olika funktioner på byggarbetsplatsen drar. Flera lyfter att det finns få utvecklingsprojekt där man försöker samla in data på byggarbetsplatsen och pågående projekt med detaljerad mätning sker främst på bodeltableringen. Överlag äger entreprenörer inga egna mätare. Några nämner att mätning tillhandahålls av maskinuthyrarna. Bland dessa är erfarenheterna olika. Generellt anses efterfrågan varit liten samt att tidigare försök med energimätningar har gjorts som strandat.

Beställares krav avseende energi

Från de genomförda intervjuerna framgår att beställare ställer väldigt få eller inga krav vad gäller energi på byggarbetsplatsen i specifikationer och upphandlingsunderlag. Eventuella krav som kan finnas gäller exempelvis att fjärrvärme ska kopplas in och krav

kan finnas på tillåtet avfall per kvadratmeter. Det är vanligare med bränslekrav för maskiner och transporter, att maskiner och transporter ska gå på biobränsle eller fossilfria bränslen.

Generellt handlar de energikrav som ställs om den färdiga byggnaden. Exempelvis, att byggnaden ska ha en procentuell skräpning av BBR-krav eller att byggnaden ska certifieras enligt något system.

Aktörerna fick frågan vad de ser att beställare skulle kunna ställa för krav avseende energi på byggarbetsplatsen. Från svaren framgår att de ser att det finns krav att ställa och lyfter att de samtidigt inarbetar olika krav i egna mål, exempelvis att förnyelsebar el ska användas i produktion, fjärrvärme ska användas där det är möjligt och krav på drivmedel för maskiner och transporter.

Ett par entreprenörer lyfter att de har egna beskrivningar hur de arbetar med att minska energianvändningen på byggarbetsplatsen. Men i vissa fall efterfrågas detta inte av beställare och i de fall de efterfrågas ifrågasätts beskrivningarna inte. Information från entreprenörernas leverantörer inkluderas heller inte i dessa beskrivningar. Dessutom anses det att beställare skulle kunna bli bättre på sina krav, exempelvis när det krävs att fjärrvärme ska kopplas in kan detta kompletteras med att även kravställa styrning på fjärrvärme. Möjliga krav som lyfts fram och som beställare kan ställa, är:

- Att energianvändningen och bränsleförbrukningen ska mätas och följas upp
- Krav på att redovisa hur man arbetar för att minska energianvändningen
- Att ha energieffektiva bodar
- Använda miljömärkt el
- Krav på att underentreprenörer ska redovisa sin energianvändning
- Att kunna ställa krav via ett energiindex och som kan användas som incitament för att minska energianvändningen

Viktigt i sammanhanget är att det är ingen idé att ställa krav om beställare samtidigt inte verifierar dessa.

Maskiner och utrustning

Det finns en efterfrågan av energieffektiva maskiner, utrustning och system på marknaden men varierar mellan projekt och vad projekten har för uppsatta mål. Aktörerna ser att fler projekt initieras där man tittar på att ta fram bättre maskiner och är ett område som utvecklas hela tiden. Nedan sammanfattas kommentarer och synpunkter som har förmedlats från genomförda intervjuer med varierande omfattning mellan olika typer av utrustning.

Maskiner

Genom intervjuerna framkom att efterfrågan på energieffektiva maskiner inte är vanligt förekommande, det handlar snarare om utsläppsfria eller fossilfria¹ maskiner.

¹ Utsläppsfria arbetsmaskiner definieras som, användning av energikällor som inte leder till utsläpp av CO_{2e} eller NO_x på själva byggarbetsplatsen, ex. el- och vätgasdrivna. Endast de som drivs med el eller vätgas är utsläppsfria. Fossilfria arbetsmaskiner definieras som, drivs av biodrivmedel, biobaserat bränsle, biodiesel eller biogas som inte

Efterfrågan av utsläppsfria arbetsmaskiner anses vara begränsad, men sortimentet med utsläppsfria arbetsmaskiner förutses öka de närmsta åren, både vad gäller el- och vätgasdrivna. Det efterfrågas batteridrivna/eldrivna maskiner alternativt att man ska kunna köra på HVO100. Utöver att eldrivna maskiner bidrar till reducerat växthusgasutsläpp beskrevs det även vara viktigt ur arbetsmiljösynpunkt då dessa bidrar till minskat buller. Byggherrar ställer inte krav på maskiners energianvändning.

En del aktörer arbetar med att elektrifiera de maskiner som används på byggarbetsplatsen. En faktor som kan vara ett hinder som framkommit vid intervjuerna är effektproblematiken om man byter ut alla maskiner till eldrivna. Större elektrifiering av byggarbetsplatsmaskiner ställer krav på elförsörjning och kan skapa en effektproblematik, särskilt i tidigt skede då el inte finns framdragen. En aktör lyfter att problematiken med eldrivna maskiner gäller främst de större maskinerna. För framtiden förutspår aktören att dessa kommer utvecklas till att använda större batteripaket istället för att vara uppkopplade mot en el-central, som ett resultat av den snabba utvecklingen som sker samtidigt som priset på batterier succesivt minskar.



Det finns entreprenörer som just nu genomför projekt för att se hur de skulle kunna köra maskinerna efter schema och eventuellt med batterilagring för att inte det ska bli stopp i produktionen eller medföra längre byggtider.

Maskinuthyrarna ser att sen årsskiftet har det blivit helt annat fokus kring miljövänliga och ”gröna maskiner”. Det framkommer även att det inte finns tillräckligt många maskiner av den här typen på marknaden. Utbudet är generellt väldigt litet. De har precis börjat ställa om deras maskiner där de nya maskinerna drivs främst på el och det är här som investeringar främst görs.

Detta är i linje med vad som även presenteras i en kartläggning utförd 2020 om *Utsläppsfria bygg och anläggningsplatser* [9]. Enligt denna finns det utsläppsfria arbetsmaskiner, men i begränsad utsträckning och främst i de mindre segmenten. Studien konstaterade att faktorer som håller tillbaka efterfrågan är att priset på dessa är ganska högt. Dessutom har de oftast begränsad batterikapacitet och ett ganska osäkert andrahandsvärde. Även i rapporten (Mamo Fufa, S. et.al. 2018) [10] beskrivs tillgången på utsläppsfria maskiner vara begränsad vilket bl.a. beror på högre kostnader och lägre drifttider då batteridrivna maskiner behöver laddas. I dessa studier beskriver flera tillverkare att de planerar att utöka sitt sortiment med utsläppsfria arbetsmaskiner, både vad gäller el- och vätgasdrivna. Av vad som framkommit finns idag endast tillgång till eldrivna arbetsmaskiner på marknaden som är helt utsläppsfria.

Hissar & kranar

I intervjuerna lyfter olika aktörer fram effektproblematik som upplevts kopplat till hissar och kranar. Där har maskinuthyrarna tagit in frekvensstyrda maskiner, dvs. kan anpassa elanvändningen efter behov genom att ändra ingående frekvens till motorn som medför att de på så sätt kan slippa effekttopparna då maskinerna inte behöver arbeta på maximal effekt.



ger utsläpp av CO_{2e}. Av vad som framkommit finns idag endast tillgång till eldrivna arbetsmaskiner på marknaden som är helt utsläppsfria.

Bodar

Krav på energieffektiva bodar och krav på att endast energieffektiva bodar får hyras blir allt vanligare.

Dessutom pågår ett projekt inom LÅGAN som finansieras av SBUF, Energimyndigheten och Västra Götalandsregionen gällande framtagning av klassningskriterier och regler för energimärkning av byggbodar. Projektet syftar till att underlätta för jämförelse mellan olika byggbodar och bodetableringar ur energieffektivitetssynpunkt för att på så vis minska energianvändning och klimatpåverkan. Kriterier och regler för klassning är framtagna och en huvudman för själva klassningssystemet planeras att etableras under våren 2022. Energiklassningen avser att kunna användas för att ställa krav vid upphandling [11].



Containrar

Isolerade containrar är typen som främst används på byggarbetsplatser. Men från intervjuerna framgår att det är relativt vanligt att oisolerade containrar används. Alla är överens om att detta inte bör förekomma.



Belysning

Av vad som framgår från diskussionerna är det LED-belysning som främst används på byggarbetsplatsen där halogenlampor fasats ut.



Tillfällig värme

Från intervjuunderlaget framgick inte tydligt vilken utrustning som vanligtvis förekommer vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion. LÅGAN studien, *Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion* [12], konstaterade att varmluftsfläktar är den dominerande utrustningen för klimathållning och avfuktning. Och att i flera fall används de i kombination med kondensavfuktare.

Från intervjuer görs bedömningen att inom detta område har utvecklingen inte gått lika framåt gällande mer energieffektiva alternativ. Man går dock ifrån de äldre produkterna, ett exempel som lyfts är elfläktar som är på 2 kW och går på max som vanligen byts ut till nyare som kan styra mot en temperatur.



Många entreprenörer kopplar in sig till det befintliga fjärrvärmenätet när detta är möjligt och kan då använda fjärrvärme i uttorkningsprocessen. Ofta sätter man dock in annan temporär torkutrustning för att spara tid och inte försena projektet. I intervjuer framförs att bättre krav kan ställas på att säkerställa tätt hus innan klimathållning och avfuktning startas men lyfter att det är svårt att "alltid säga vi har det här kravet", det behöver kunna anpassas till det specifika projektet .

Framtid – Önskemål – Dataanvändning

Framkomna synpunkter över vad data främst ska användas till sammanfattas i detta avsnitt.

Först och främst handlar det om att veta vad energianvändningen är på byggarbetsplatser för att sedan kunna bedöma vad som kan göras för att minska denna. I ett första skede ser man att det behövs referensvärden för olika energianvändandefunktioner på byggarbetsplatser. Mätning ska i förlängningen leda till åtgärdsförslag. Både för att genomföra åtgärder som minskar energianvändningen men även för att hitta vilka åtgärder som ger mest effekt. Därmed anses kartläggningen viktigt för att veta vad som ska prioriteras.



Illustration: UnDraw

Andra synpunkter som lyfts är att mätning ger konkret information, data kan dels användas till aggregering, års- och hållbarhetsredovisning men även till att kunna sätta upp ytterligare mål kopplat till exempelvis hållbarhetsmål, energimål och klimatmål. Dessutom kommer data även användas till interna rapporter bland annat då krav kring effektivisering kommer från både aktieägare, organisationens ledning och myndigheter.

Aktörerna ser även att detta arbete kan resultera i att bygga modeller och skapa nya tjänster. Som exempel framför en aktör att genom information om energianvändningen för olika funktioner på byggarbetsplatser går det att visa på skillnaden mellan samma typ av maskiner som drivs på olika bränslen. Samma maskin som drivs på el kanske är dyrare att hyra men det sänker energibehovet så pass mycket i slutändan att det är mer lönsamt än traditionella maskiner. Vidare nämns att mätning och ökad kunskap om energianvändningen möjliggör att kunna ställa krav på tillverkare och möjliggör för mer exakta anbuds kalkyler, dvs. mer konkret information om hur mycket energi som används i ett projekt.

I diskussionerna framkommer att en del önskar kunna se realtidsdata eftersom det möjliggör att snabbare kunna genomföra åtgärder eller justeringar om det är något som inte ser ut att stå rätt till. Det ger liten nytta att mäta massor om man endast sammanställer allt i slutet av ett projekt. Att kunna få en snabbare återkoppling och snabbare hitta åtgärder anses gynna projekten. Det är önskvärt att kunna digitalisera mätningen och koppla på digital styrning.

Visualisering är något som en del ser som ett verktyg för att påverka beteende på byggarbetsplatsen i kombination med tävlingsmoment medan andra inte tror att visualisering skulle ge någon effekt. *”Det är svårt att se hur de som arbetar på byggarbetsplatsen ska kunna ta in informationen och om det verkligen skulle leda till att de själva ändrar på något för att minska denna”*. Man bör fundera på vad en visualisering bör visa och hur det skulle kunna påverka beteendet.

Även effekt skulle vara intressant att mäta för att hantera effektproblematiken. Det möjliggör för att kunna planera exempelvis vilken effekt som ska beställas och hur maskiner ska köras för att undvika att många maskiner används samtidigt.

Utmaningar

Det är väldigt tydligt från alla diskussioner att det finns många utmaningar med att införa en mätplan. De största utmaningarna har sammanställts nedan.

- **Organisatoriska**

Utmaningen är att förändringsarbetet ska göras i den befintliga organisationen. Företagen måste orka med att sjösätta de resurser som finns. Lika viktigt är att motivera alla som är involverade i byggprojekt och få alla delaktiga i arbetet för att få till beteendeförändring. Alla måste aktivt arbeta mot det gemensamma målet.

- **Ekonomiska**

Det som ska genomföras måste vara ekonomiskt försvarbart. Därför är det viktigt att detta i det långa loppet leder till åtgärder och möjlighet till eventuella besparingar. Genom att samla in data om energianvändning möjliggör det för att identifiera åtgärder vilket i sin tur leder till mindre energianvändning.

- **Kompetens-och tidsmässiga resurser**

Kompetens och tidsmässiga resurser är också en utmaning. Det är viktigt att mätsystemet, eventuella dokumentet osv. inte blir för mycket av en pappersprodukt. Det kan inte ta upp för mycket tid och tävla med andra arbetsuppgifter som samtidigt måste göras. En aktör lyfter att det kanske kommer krävas utbildning och att detta samtidigt kommuniceras på ett bra sätt för att få resurser till att anamma det här.

- **Gränsdragning då underentreprenörer är inblandade**

Andra utmaningar kopplar till gränsdragning när underentreprenörer är inblandade och att få med deras data i statistiken. Detta måste tas med tidigt redan i ansökningskedet där data från underentreprenörer begärs in.

- **Byggprojektens heterogenitet, gränsdragning och information**

Byggprojekten ser olika ut från gång till gång då det beror på bland annat vad som byggs och vart det byggs (både på vilken mark det byggs och vart i landet det byggs), vilket är en utmaning. Det är därför svårt att få fram nyckeltal. Specifika skallkrav som exempelvis att inte använda oisolerade containrar är därför att föredra framför direkta krav på att minska energianvändningen. Direkta krav kan samtidigt vara hämmande på andra kvaliteter om exempelvis krav ställs på att uttorkning ska ske vid annan tidpunkt än vinterperioden kan det medföra att hela projektet skulle kunna bli försenat.

Aktörerna ser även utmaningar för hur data ska sammanställas och att allt inte kan mätas kontinuerligt på en byggarbetsplats. Som exempel tas gasol upp. Detta måste samlas in via en faktura som oftast kan erhållas först när projektet är slut.

Utmaningar som vidare nämns är hur man dels ska skilja på olika funktioner, exempelvis uppvärmning och uttorkning, och dels få med all energianvändning för posten då olika energislag som fjärrvärme, gasol och diesel används och att olika parter dessutom står för fakturor.

Det är viktigt att komma överens om gränsdragningen och att hitta ett standardiserat sätt att mäta som är enkelt och tydligt för att data ska kunna samlas in. Alla måste mäta på samma sätt för att siffror ska bli jämförbara.

En annan utmaning som nämns kopplar till information. Att informera rätt från början och från början veta vilken information som behöver sammanställas. Felkällor

måste selekteras bort, exempelvis måste det från början noteras antal bodar m.m. som använts under byggproduktionens olika faser då den informationen inte går att få fram i efterhand. Ett annat exempel kopplar till av-etablering av byggarbetsplatsen då ingen mäter hur mycket bränsle som finns kvar i en s.k. farmartank² och som istället kommer användas på en annan byggarbetsplats.

Mätare och mätsystem

Från diskussionerna var det tydligt att nödvändiga mätare och mätsystem behöver planeras och inkluderas så tidigt som möjligt i byggprocessen. Nedan punktats aktörernas svar.

- Anbudsskedet. Om kravställningen inte sker redan vid anbudsskedet kan processen för att få till mätningen senare bli längre, dyrare och svårare.
- Ett annat svar var att dessa ska inkluderas i samband med att man handlar upp en maskinuthyrare. Detta måste finnas med i entreprenörernas interna rutiner för att få med i avtalen med leverantörer. Och att mätare och mätsystem sedan behöver ingå i en APD plan (ArbetsPlatsDispositionsplan)³.
- Programhandlingsskedet, så att mätare och mätsystem inkluderas tidigt och tydligt kan beskrivas i APD-planen
- Mätare och mätsystem planeras och inkluderas i samband med att arbetsplatsdispositionsplanen tas fram.

På frågan vem som är lämplig att ansvara för att verifiera tillämpning av mätplanen, idrifttagning av mätare och uppföljning gavs många olika svar:

- En tjänst som tillhandahålls av maskinuthyrare
- KMA-samordnare
- Miljö eller hållbarhetsansvarig
- Platschef – projektorganisationen
- Installationssamordnare
- Energisamordnare⁴

2.4 Byggprocessen

Kunskap kring energianvändningen på byggarbetsplatsen behöver förbättras och behovet är stort av energimätningar från flera byggprojekt och byggarbetsplatser för att kunna få fram någon form av nyckeltal och kunna avgöra vad som kan betraktas som effektiva energinivåer. Nedan beskrivs en vägledning med aktiviteter och krav som har identifierats för att upprätta ett energieffektivt byggskede [13]. Primärt är vägledningen för att beställarorganisationen för byggprojektet ska kunna planera för en effektiv byggarbetsplats men vägledningen ska även ge stöd och riktlinjer för energiarbetet ute på byggarbetsplatser.

² En stationär tank för diesel ställd på en plats för långvarigt brukande.

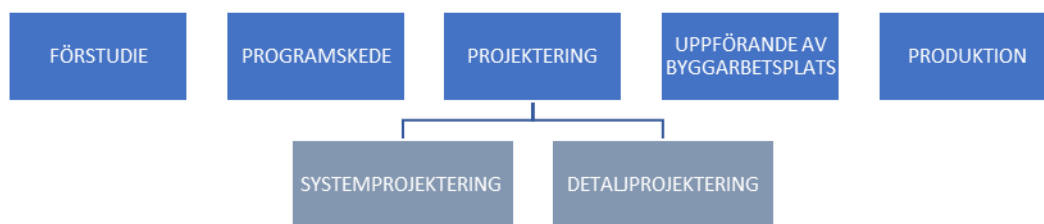
³ En arbetsplatsdispositionsplan innehåller fakta om en byggarbetsplats. I en APD plan framgår bl.a. vart personalutrymmen, materialintag m.m. kommer att placeras.

⁴ Alternativet presenterades under ett arbetsgruppsmöte

Byggprojektets olika skeden

Följande beskrivningar baseras på dokument och beskrivningar från Boverket [14] [15], Sveby [4] och aktörer som i olika former är involverade i byggprojekt (Higab [16], Akademiska hus [17], Stockholms byggmästareförening [18]). Det baseras även på information från Alvunger, P.-O.; Gyllenbäck C. & Jonsson J. [19] och Larsson, J. [20].

Ett byggprojekt kan delas in i de skeden som illustreras i figur 4 nedan.



Figur 4 Schema över ett byggprojekts olika skeden.

Förstudie

Första steget i byggprojektet är att precisera projektet och säkerställa grundläggande förutsättningar för genomförande. Exempelvis definieras vad som ska byggas och var det ska byggas. Dessutom görs en kostnadsbedömning och det analyseras vad det finns för legala förutsättningar. Redan vid förstudien kan vision och mål för byggprojektet formuleras.

Förstudien utgör beslutsunderlag för projektets genomförande.

Identifierade aktiviteter för en energieffektiv byggarbetsplats

Under förstudieskedet formuleras en klar och tydlig energirelaterad målsättning för själva byggskedet. Exempelvis kan en vision vara ”en fossilfri byggarbetsplats”.

Programskede

I programskedet specificeras och fastställs mål och krav som byggnaden skall uppfylla, utifrån lagstiftningens och byggherrens egna krav. Mål och krav beskrivs i bygghandlingar, vilka utgör underlag för beslut om fortsatt projektering.

Identifierade aktiviteter för en energieffektiv byggarbetsplats

Här specificeras och fastställs energimål och krav för byggskedet i mer detalj, men fortfarande övergripande, för olika funktioner, faser och energibärare. En övergripande verifieringsmetod tas fram som beskriver hur mål eller krav på energianvändningen ska följas upp och redovisas för olika funktioner, faser och energibärare.

Projektering

Syftet med projekteringskedet är att ta fram tekniska underlag för upphandling av entreprenadarbeten.

Systemprojektering

Vid projekteringen genomförs arbete kring gestaltning och utformning. Alternativa skisser och lösningar tas fram och jämförs. Det utreds vilka tekniska system och material som utgör de optimala lösningarna för projektets kravbild. Resultat presenteras i systemhandlingar som bl.a. beskriver planlösning, byggnadens konstruktiva utformning, byggnadens tekniska försörjningssystem och beräknad energiprestanda. Byggherren väljer vilket alternativ som går vidare.

Identifierade aktiviteter för en energieffektiv byggarbetsplats

Här ställer byggherren upphandlingskrav gällande energieffektiv byggarbetsplats. I samband med offert kan byggherren begära in uppgifter från entreprenören kring deras arbete med energianvändning på byggarbetsplats samt hur de avser att mål ska uppnås. Entreprenören beskriver exempelvis hur de arbetar för att minimera energianvändningen så att målsättningar ska uppnås och hur samarbete kommer att ske med energileverantörer och eventuella underentreprenörer så att även de är införstådda i och följer målsättningen.

Byggherren kan även ställa krav på att energianvändningen på byggarbetsplatsen ska mätas och följas upp. Nödvändiga energimätare och mätsystem på byggarbetsplatsen planeras och inkluderas. Här är det viktigt att ansvarsfördelning vid energiuppföljning i byggskedet tydligt definieras, och exempelvis kan en checklista som redovisar för ansvarsfördelningen fylls i.

Under systemprojektering tas underlag fram för hur Byggherren kan ställa krav på användning av miljövänliga energibärare. Effektbehov till byggarbetsplatsen uppskattas och det beaktas om det finns exempelvis fjärrvärme tillgängligt eller möjlighet att nyttja sol. Likaså tillgången på biodiesel samt biogas i området.

Detaljprojektering

Bygglov söks vanligtvis efter systemprojektering. Med utgångspunkt i systemhandlingarna arbetas bygghandlingar fram, vilka är de utförandeanvisningar som entreprenörerna använder för att ta fram anbudspris. Då byggherren valt att använda utförandentreprenad tas ett förfrågningsunderlag fram för upphandling av det fortsatta byggprojektet.

Under detaljprojektering studeras alla detaljer, slutliga ritningar görs och beskrivningar tas fram av arbetet som ska göras. Upphandlingsunderlag för inköp av resurser tas fram och resurser som behövs för att uppföra huset handlas upp. Material till huset beställs, såsom grävmaskiner och lyftkranar, hyrs in. Underentreprenörer kan också behöva tas in för att göra delar av arbetet.

Identifierade aktiviteter för en energieffektiv byggarbetsplats

Här handlas de resurser upp som behövs för att uppföra byggnaden. Maskiner, byggbodar, containrar och belysning väljs efter krav ställda på energieffektivitet.

Bensin- och dieseldrivna maskiner bör ersättas med eldrivna eller bytas till alternativ som minimerar utsläppen genom att exempelvis använda förnybara bränslen. Här ställs också miljö- och energikrav vid anlitan av underentreprenörer.

Vid inköp av bodar specificeras antingen vilken energiklass boden och bodetableringen ska vara märkt med eller så specificeras olika energieffektiviserande åtgärder som till exempel dörrstängare för att reducera värmeläckage vid in- och utpassage, energieffektivare vitvaror, timer på alla kontakter i kök, fuktstyrda torkskåp, helg- och nattsänkning av temperaturen m.m.

Verktygscontainrar bör vara isolerade och försedda med luftsluss och självstängande dörrar. Om oisolerade containrar trots allt används bör isoleringsväggar byggas på plats. Det bör också undersökas alternativ till containern, som att istället använda sig av exempelvis en oinredd bod. Uppvärmning av containrar bör styras via timer- och termostatsystem. Detta för att motverka att värmen går på full effekt konstant.

Belysning ska vara energieffektiva och där det är lämpligt bör de vara försedda med timer eller närvarostyrning.

Uppförande av byggarbetsplats

När kommunen har beviljat bygglov och lämnat startbesked kan själva byggproduktionen börja. Innan själva byggandet påbörjas måste dock etablering av byggarbetsplatsen ske.

Det behövs tillfälliga anordningar så som:

- Arbetsbodarna till personalen
- Vatten och avlopp till toaletter och arbetsbodarna
- Containerar för material och utrustning
- Tillfällig el till maskiner och belysning
- Hämtning av byggsopor

Det är därmed mycket utrustning som ska finnas på plats för att allt ska fungera. En APD-plan (ArbetsPlatsDispositionsplan) ska hjälpa till så att byggarbetsplatsen organiseras optimalt.

Identifierade aktiviteter för en energieffektiv byggarbetsplats

I APD-planen redovisas bl.a. ledningar för el och vatten. I APD-planen skrivs det in om det är möjligt att ansluta till fjärrvärme eller nyttja sol. På ritningen ska placering av personalutrymmen och kontor framgå. Behov av antal byggbodarna optimeras för att på så vis minska energianvändningen. Om energianvändningen ska mätas och följas upp kompletteras APD-planen med en mätplan där det är tydligt var nödvändiga mätare ska placeras och för vilka försörjningsområden som de ska registrera.

Vid etablering av bodarna och containerar kontrolleras att dessa levererats enligt specifikation på energieffektiviserande åtgärder.

Bodetableringen genomförs efter tidigare ställda krav på byggarbetsplatsens energieffektivitet. Kontroll sker till exempel av att isolering och tätning genomförts mellan och under bodarna, att kjolar på bodarna är rätt monterade m.m.

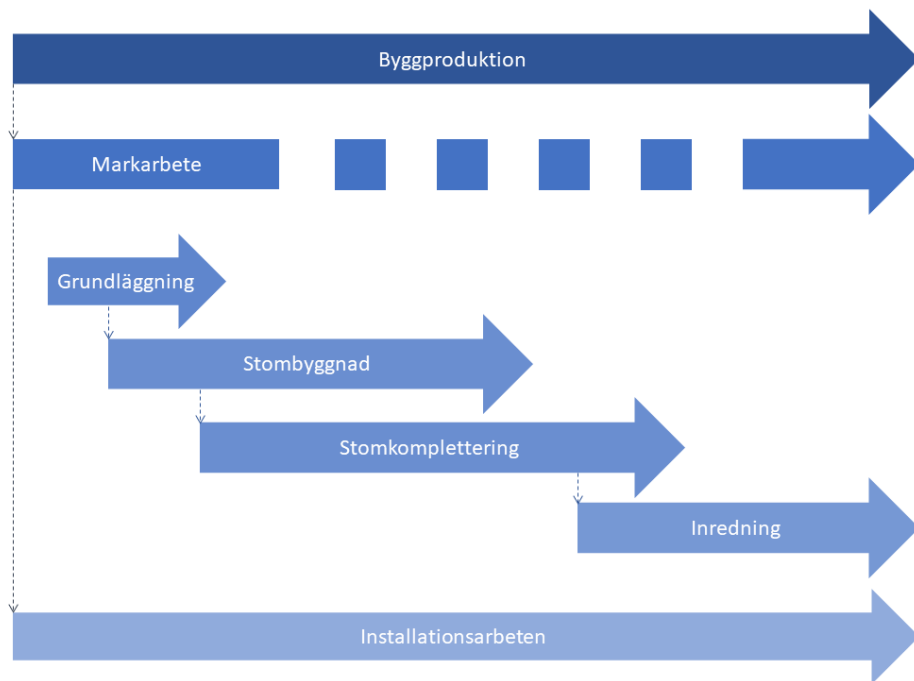
Etablering av tillfällig el till maskiner och belysning planeras så att effektuttag och energianvändning under dygnet kan minimeras. Där det behövs placeras belysning med timer eller närvarostyrning.

Produktion

När byggarbetsplatsen är etablerad kan byggproduktionen genomföras. Under produktionsskedet uppförs byggnaden efter de bygghandlingar som tagits fram vid detaljprojekteringen. Vid nybyggnad kan processen beskrivas med följande moment och illustreras i figur 5:

- Markarbeten

- Grundläggning
- Stombyggnad
- Stomkomplettering
- Inredning
- Installationsarbeten



Figur 5 Generell illustration över moment vid byggproduktionen, fritt omarbetad (Nordstrand, U., (2008) [21], Larsson, J. (2013) [22]).

Identifierade aktiviteter för en energieffektiv byggarbetsplats

I produktionsskedet lämnar entreprenörer uppgifter om energianvändning på byggarbetsplatsen till byggherren under arbetets gång med minst månadsvis rapportering.

Uthyrningsföretag har här stor potential att tillhandahålla tjänster som rör övervakning av energianvändning på byggarbetsplatsen. Om uthyrningsföretag har anlåtats blir de ansvariga till att lämna månadsvis uppföljning både till byggherre och entreprenör.

Uttorkning av byggfukt behöver planeras i god tid för att minimera energianvändningen. Byggmetoder optimeras och väderskydd säkerställs, alternativt tätas byggnaden temporärt innan uttorkning och uppvärmning påbörjas. Tid för arbetsmoment ses över för att om möjligt genomföra uttorkning vid annan tidpunkt än vinterperioden. Då det är lämpligt används byggnadens eget uppvärmningssystem för uttorkning då det ofta har bättre effektivitet eller använder sig av fjärrvärme.

Energieffektivt beteende är också viktigt

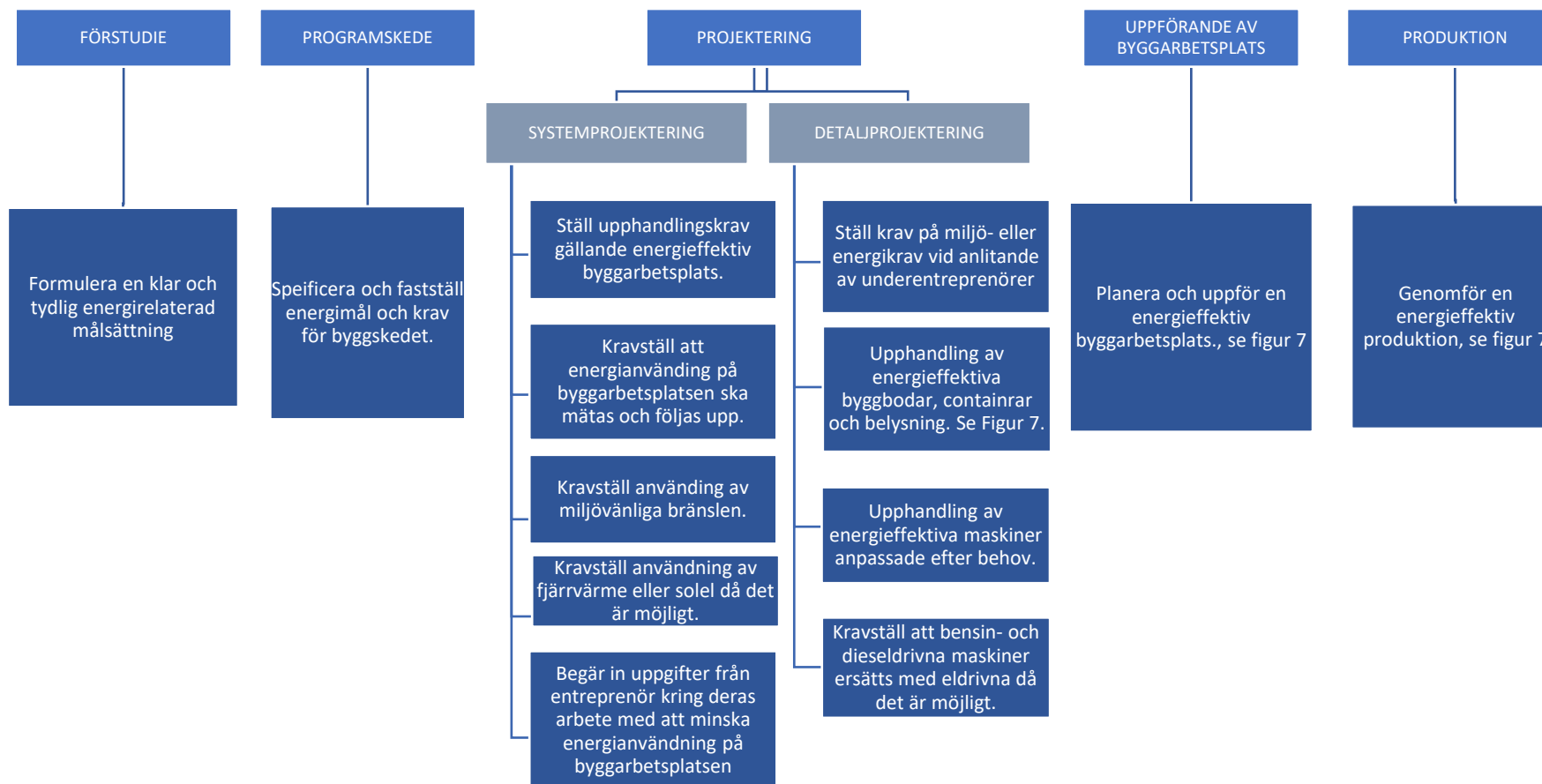
Utöver ovanstående är det även viktigt att uppmuntra och skapa förutsättningar för energieffektivt beteende. Genom rapporten Visualisering av energianvändning i lokaler [23], framgår att ett sätt att bidra till beteendeförändring kan vara genom att visa brukarna sin energianvändning samt i förhållande till hur man ligger till jämfört med andra. Även information om hur man kan bidra till minskad energianvändning kan vara effektiv eftersom en ökad förståelse ger inspiration till att medverka. En annan åtgärd är att ha tävlingsmoment vilket också kan bidra till energieffektivt beteende. Detta framkom även vid intervju med ett entreprenadbolag som beskrev att visualisering och tävlingsmoment är viktigt för att bidra till beteendeförändring. Aktören beskrev att visualisering av energianvändning och ett tävlingsmoment troligtvis ger effekt. Vid intervjuerna nämndes även att det kan vara bra att visa på vad någon annan gjort. Genom att visa goda exempel ökar chansen att fler vill ta efter vilket i sin tur bidrar till beteendeförändring.

Visualisera energianvändning på byggarbetsplatser. Genom beteendeförändring finns stor potential till att minska energianvändningen men för att få till beteendeförändring behövs kunskap och incitament. Tydlig information om hur man ska göra saker kompletterat med ett tävlingsmoment har goda förutsättningar att ge önskad effekt.

Arbetsmetoder och verktyg för att minska energianvändningen av beteenderelaterade aktiviteter bör användas, exempelvis genom att installera snålspolande vattenkranar eller dörrstängare.

Identifierade aktiviteter och rekommendationer till krav för att upprätta ett energieffektivt byggskede

Föregående avsnitts identifierade aktiviteter och rekommendationer till krav för att upprätta ett energieffektivt byggskede presenteras i figur 6. Som nämnts ovan är det vid detaljprojektering som resurser handlas upp som behövs för att uppföra byggnaden. Maskiner, byggbodas, containrar och belysning väljs efter upphandlingskrav. Identifierade aktiviteter och rekommendationer till krav för en energieffektiv byggarbetsplats som startar vid detaljprojektering påverkar uppförande av byggarbetsplats och produktion vilka presenteras i figur 7 nedan. Underlaget kan användas vid upphandling av bygg- och anläggningsprojekt. Vid upphandling kan åtgärder som minskar energianvändningen och klimatpåverkan från byggarbetsplatser premieras med hjälp av kvalitetspoäng. Om det inte är möjligt att ställa kvantitativa krav på energianvändning som används på byggarbetsplatsen bör krav ställas på att energianvändning på byggarbetsplatsen ska mätas och analyseras. Detta för att bygga upp mer och bättre dokumenterad kunskap om hur energi används idag på byggarbetsplatser så att det är möjligt i framtida upphandlingar att ställa kvantitativa krav. Genom att successivt stegra krav på att aktiviteter genomförs med energieffektiviserande åtgärder och att dessa mäts kan på längre sikt nyckeltal fastställas med lämpliga kravnivåer.



Figur 6 Rekommendationer till krav och aktiviteter för att upprätta ett energieffektivt byggskede

Byggbodar och bodetableringar

Kravställ att energieffektiva byggbodar bodar ska användas. Alternativ 1: Kravställ att bodar ska användas som klarar minst energiklass XX eller YY enligt *Klassningskriterier och regler för energimärkning av byggbodar och bodetableringar* [11].

Alternativt 2: Specificera krav som byggbodar ska uppfylla t.ex., genom följande enstaka eller kombinerade åtgärder:

- Tilläggsisolering av bodar
- Reglersystem för behovsanpassad temperaturreglering
- Energieffektiv belysning
- Närvarostyrd belysning
- Byte av fönster och dörrar
- Montera dörrstängare
- Temperaturstyrning i bodar, inkl. helg- och nattsänkning av inomhustemperaturen
- Energieffektiva vitvaror
- Tidur på kontakter i kök
- Installation av alternativa värmekällor, ex. värmepump, fjärrvärme
- Installation av solceller
- Fuktstyrda torkskåp
- Torkrum istället för torkskåp utrustat med ventilationsaggregat med värmeåtervinning samt energieffektivare avfuktare.
- Införa ICT och IoT-tjänster via insamling av stora datamängder som kan analysera och nyttjas för att skapa energi- och resurseffektiviseringskoncept
- Placering av bodar i vertikal- och horisontalld
- Ersätt luftspalter mot mark mellan plan och i skarvar mellan moduler med isoleringsmaterial (Isolering mellan golv och mark, Isolering mellan bodplan, isolering skarvar)
- Använd kjolar på bodar

Förvaring av byggmaterial/-komponenter, verktyg och annan utrustning

Kravställ att containrar ska vara isolerade med automatisk dörrstängning eventuellt med sluss. Om oisolerade containrar trots allt används ska isoleringsväggar byggas på plats. Containrarna ska även ha närvarostyrd belysning samt timer- och termostatsstyrning.

Maskiner

Bensin- och dieseldrivna maskiner ska ersättas med eldrivna och/eller bytas till alternativ som minimerar utsläppen genom att ex. använda förnybara bränslen.

Vid anlåtande av underentreprenörer ställ miljö- eller energikrav.

Exempel på upphandlingskrav anges i rapport *Utsläppsfria bygg – och anläggningsplatser – Rekommendationer till upphandlingskrav* på s. 21-26 [9] (Snarset, L. & Almér C., 2020).

Belysning

Kravställ användning av energieffektivare belysning och timer och närvarostyrda produkter, där lämpligt.

Övrigt

Energimätning: Kravställ att energianvändningen på byggarbetsplatsen ska mätas och följas upp. Viktigt att notera är att kravställning även gäller underentreprenörer.

Uttorkning av byggfukt

Kravställ att planeringsplan för uttorkning inlämnas i god tid. Om möjligt genomförs uttorkning vid annan tidpunkt än vinterperioden.

Kravställ att byggnadens klimatskärm ska vara färdigställd då uppvärmning och eventuell avfuktning startar eller se till att byggnaden är väderskyddad alternativt tätas tillfälligt.

Kravställ användning av byggnadens eget uppvärmningssystem ska användas eller använda fjärrvärme vid uttorkning då det är möjligt.

Övrigt

Beteende: Genom beteendeförändring finns stor potential till att minska energianvändningen. Begär därför in beskrivning av entreprenörer kring arbetsmetod och verktyg för att minska energianvändningen av beteenderelaterade aktiviteter. Exempelvis genom att installera snålspolande vattenkranar, dörrstängare m.m. Visualisering och tävling kan vara effektiva verktyg för beteendeförändring.

Energimätning: Månadsvis rapporteras och presenteras energianvändning som dels visar att mätvärden registreras och att datainsamlingen fungerar på rätt sätt och dels ger underlag för åtgärder. Energimätning och uppföljning kan med fördel gås igenom på dagliga möten på byggarbetsplatsen för att fånga upp eventuella avvikelser.

2.5 Planera för återkoppling och kunskapsöverföring

Att kontinuerligt arbeta med återkoppling och kunskapsöverföring driver energiarbetet framåt. Att alla aktörer i alla led har kännedom om uppsatta mål, egen roll och inverkan på resultat, främjar deltagande i den operativa verksamheten. Uppsatta mål kring att skapa ett energieffektivt byggskede är något som ska vara beslutat av ledningen men genom att synliggöra uppsatta mål via alla led i en organisation visar ledningen att det är en prioriterad fråga för företaget. Under hela byggprojektet är det viktigt med den interna kommunikationen för att förankra uppsatta mål i byggprojekt om energieffektivt byggskede.

Som nämnts tidigare för att få helhetliga kunskapsunderlag och fatta beslut som bidrar till ett hållbart,- energi-och resurseffektivt byggskede krävs information kring energianvändning på byggarbetsplatser genom mätningar. Detta bidrar till ökat lärande och kunskapsupbyggnad. I arbetsprocessen bör system finnas för att information och erfarenheter ska kunna samlas in med förbättringar till kommande projekt och på så sätt säkerställa kunskapsupbyggnad och kunskapsöverföring.

Att övervinna kunskapshinder och stimulera beteendeförändringar är två ytterligare faktorer som är viktiga för att driva energiarbetet framåt. För att beteendeförändringar och åtgärder ska ske behöver medarbetarna ha grundläggande kunskaper om energiarbetet på byggarbetsplatsen och engageras i detta. Ett sätt är att kommunicera resultat från lyckade projekt till alla i företaget. Ett annat sätt är genom att säkerställa att en miniminivå för kunskap, om hur man upprättar ett energieffektivt byggskede, upprättas bland alla anställda. Detta kan göras genom att utföra utbildningsinsatser som även inkluderar energieffektivt beteende och som gör att anställda lever upp till den satta miniminivån.

Förutom att fokusera på den interna kommunikationen finns även stor nytta i att sprida goda exempel och därmed även fokusera på den externa kommunikationen. Idéer kan spridas mellan aktörer som ökar dialog och kunskap och stimulera till att flera tar efter.

Planera för återkoppling och kunskapsöverföring genom att:

- Upprätta system för att samla in information och erfarenheter med förbättringar till kommande projekt.
- Kommunicera resultat från lyckade projekt till alla i företaget.
- Sprid goda exempel från lyckade projekt externt.
- Fastställ en miniminivå för kunskap om hur man upprättar ett energieffektivt byggskede som alla anställda ska besitta.
- Utför utbildningsinsatser som även inkluderar energieffektivt beteende och som gör att anställda lever upp till den satta miniminivån.

2.6 Översiktlig beskrivning av framtagen mätplan

I föreliggande projekt föreslås en generell mätplan som redovisar vilken mätning som behövs för att kunna följa upp energianvändningen på byggarbetsplatsen. Mätplanen baseras på ovan sammanställda intervjuer och arbetsgruppsmöten.

Mätplanen återfinns i egen rapport: *Mätplan - Kravspecifikationer och checklistor inför mätning på byggarbetsplatsen*. Mallen har en kravspecifikation på vad som minst behöver ingå vid uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatser och avser att underlätta uppföljningen. Mallen kan behöva utökas och specificeras i mer detalj beroende på projekt. Till kravspecifikationen finns en checklista som stöd vid utformning av en specifik mätplan för varje enskilt projekt. Mätplanen har utformats för att användas av den aktör som ansvarar och samordnar mätning och uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatser, exempelvis entreprenör eller energisamordnare.

Mätplanen innehåller uppgifter om bland annat mätare, mätpunkter och hur avläsning och uppföljning av byggarbetsplatsens energianvändning bör ske. Dessutom har ett första utkast till mall tagits fram i form av ett Excel-dokument som exempel på hur en mätplan och uppföljning av energianvändningen på byggarbetsplatsen kan utformas och en checklista som hjälper vid utformning av en specifik mätplan, se Bilaga 1 respektive Bilaga 2 i rapporten *Mätplan - Kravspecifikationer och checklistor inför mätning på byggarbetsplatsen*.

Framtagen mätplan avgränsas till att användas för nyproduktion. Mätplanen avgränsas till att behandla mätning av energianvändning på byggarbetsplatsen (innanför byggarbetsplatsens grindar) från och med markarbete till överlämning vid slutbesiktning. För att möjliggöra jämförelse mellan olika byggprojekt är det viktigt att energianvändningen för markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad tydligt framgår. Följande faser behöver kunna särskiljas, markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad, grundläggningsarbete och byggkonstruktion. Mätplan kan användas från grundläggningsarbetet men rekommenderas att även inkludera markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad.

I mätplanen fastställs inte vem som är ansvarig för att verifiera tillämpning av mätplan, idrifttagning av mätare och uppföljning. Däremot är det viktigt att ansvariga utses för varje byggprojekt och att ansvarsfördelningen tydligt framgår, här finns en checklista som stöd för ansvarsfördelning.

3 SLUTSATSER

Information som är tillgänglig för energianvändningen på byggarbetsplatser är generellt på den mätning som sker för debitering. Vanligast är att få information via fakturor. Det som mäts är, total elanvändning, total fjärrvärmeanvändning (när den kopplas in) och total vattenanvändning. Dessa är inte uppdelade på specifika funktioner och generellt görs inte någon uppföljning på projektnivå, utan snarare aggregeras värden för alla byggprojekt hos en entreprenör. En ytterligare sak som är viktigt att lyfta är att underentreprenörers energianvändning inte ingår i den tillgängliga informationen som finns hos entreprenörer. Det är den som tillhandahåller energi som också har tillgång till data. Det som betalas av annan part finns ingen kännedom om.

För att framgent kunna arbeta effektivt med energieffektivisering och utveckla åtgärder för att minska energianvändningen på byggarbetsplatser krävs att energianvändningen mäts och följs upp. För att kunna jämföra byggprojekt och få fram nyckeltal är det viktigt att tydligt definiera vad som ska mätas och hur energianvändningen ska redovisas mellan funktioner, faser och energibärare. För inhämtning och sammanställning av energidata i byggskedet har en generell mätplan tagits fram. En standardiserad mätplan ger förutsättningar för att fortsatt samla in data om energianvändning på ett standardiserat sätt så att data går att analysera och jämföra mellan olika byggprojekt. Då byggarbetsplatser skiljer sig åt mellan olika projekt vad gäller exempelvis byggprojektens storlek, byggnationernas geografiska läge, metoder och utrustning som används, bör en projektspecifik mätplan utformas.

Kunskap om energianvändning på byggarbetsplatser behövs för att ta fram nyckeltal som kan användas för olika ändamål, exempelvis, för ett företags hållbarhetsredovisning, energikartläggningsunderlag (EKL) och vid framtida klimatdeklarationer som är ett nytt lagkrav från 1 januari 2022. Det sistnämnda är särskilt viktigt för små- och medelstora byggföretag där en ökad kunskap om nyckeltal kan underlätta för att göra mer kvalificerade bedömningar om energimängder utan att avsevärt öka behov av resurser vid genomförande av klimatdeklarationer.

En utökad kunskap möjliggör även för att kvalitativa och praktiska beslutsunderlag kan tas fram så att beställare kan ställa krav på energi- och resurseffektiva byggprojekt. Från genomförda intervjuer framgår att det idag sällan ställs krav vid till exempel upphandling.

Flera entreprenörer har olika interna koncept om hållbara byggarbetsplatser och mål om att använda miljömärkt el, använda energieffektiva byggbodar osv. Dock framgår i diskussioner med de olika aktörerna att uppföljning av dessa mål inte alltid görs och att beslut gällande uppfyllande av satta krav och mål baseras dels på vilken hållbarhetsambition beställaren har för projektet och dels på vilka förutsättningar som finns att uppfylla kraven. Detta innebär att trots eventuella krav och mål är det svårt att avgöra hur många projekt som verkligen uppfyller satta krav. Det är därför viktigt att beställare både ställer krav på energi- och resurseffektiva byggprojekt och att de säkerställer att kraven verifieras.

Kunskap om energiflöden på byggarbetsplatsen ger bättre förutsättningar för entreprenörer och installatörer att driva utvecklingsarbete. Detta kan resultera i gynnsammare förutsättningar för innovationer och teknikutveckling som långsiktigt bidrar till en hållbar tillväxt inom byggsektorn genom en mer resurs- och energieffektiv byggarbetsplats.

De intervjuade påpekar att den teknik- och digitaliseringsutvecklingen som sker kommer att framgent underlätta för mätning och uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatser. De ser att det finns stor potential för att använda digitala verktyg för att hjälpa insamling av information eller till och med skapa digitala tvillingar av arbetsplatser. Samtidigt betonas att inom detta område ligger byggbranschen efter andra branscher. Utvecklingen kan hjälpa till att motverka utmaningar

som nämnts i intervjuer om att arbetet med insamling och utvärdering av mätdata kan bli ett tungt manuellt arbete. Många system finns idag inbyggda i maskiner och undercentraler m.m. som branschen behöver bli bättre på att utnyttja.

Enligt intervjuerna finns idag en begränsad efterfrågan av utsläppsfria arbetsmaskiner, men sortiment med utsläppsfria arbetsmaskiner förutses öka de närmsta åren, både vad gäller el- och vätagasdrivna arbetsmaskiner. Ett hinder som framkommit i detta projektet är att effektbrist kan uppstå om alla maskiner byts till eldrivna. Effektproblematik pga. belastning och elektrifiering av arbetsmaskiner kan på ett bättre sätt planeras och hanteras genom ökad kunskap som resultat av mätning av olika faser och funktioner på byggarbetsplatsen.

Projektet är ett stort branschgemensamt samarbete med deltagande från 13 aktörer både leverantörer (maskinuthyrare) och beställare (byggföretag, byggherrar) vilket ger goda förutsättningar för att förbättringar faktiskt implementeras och utförs. Byggföretag kan använda den framtagna mätplanen för att veta hur och vad som ska mätas och därmed kunna genomföra en fullständig analys av energianvändningen på byggarbetsplatsen. På längre sikt kan stora energiposter identifieras, nyckeltal fastställas med lämpliga kravnivåer. Dessa kan sedan användas som underlag vid upphandling för framtida energihushållning på byggarbetsplatser.

4 FORTSATT ARBETE

Syftet med detta projekt har varit att ta fram en generell mätplan som redovisar vilken mätning som behövs för att kunna följa upp energianvändningen på byggarbetsplatser.

Intervjuer och arbetsgruppsmöten har inkluderat diskussioner över lämpliga byggarbetsplatser för en större mätstudie där mätplanen kan implementeras och utvecklas. Via dessa fastställdes det att representativ och lämplig byggtid bör ligga mellan 15-18 månader för de byggprojekt som väljs för att mätning av energianvändning på byggarbetsplatsen ska genomföras för hela byggprocessen och rymmas inom lämplig projekttid. Mätningar ska genomföras för nyproduktion och i första hand på byggprojekt för flerbostadshus men det är också önskvärt att genomföra mätningar på lokalfastigheter. Byggkonstruktionen för byggprojekten väljs till att vara storleksmässigt likvärdiga.



Illustration: UnDraw

Mätplanen behöver nu implementeras och utvecklas i ett mätuppföljningsprojekt. Det långsiktiga målet med mätuppföljningsprojektet är att identifiera stora energiposter och fastställa nyckeltal för upphandlingsunderlag för framtida energihushållning i byggprojekt. I ett fortsatt arbete avses mätplanen dessutom utvärderas och utvecklas för att bli en kommande standard.

REFERENSER

- [1] H. Nakos Lantz, "Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser.," CIT Energy Management. LÅGAN, Göteborg, 2020.
- [2] H. Nakos Lantz, "Energianvändning på byggarbetsplatsen - Sammanställning från några byggprojekt," CIT Energy Management. LÅGAN , Göteborg, 2020.
- [3] Boverket, "Byggherrens ansvar," 01 08 2020. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/byggherrens-ansvar/>. [Använd 05 11 2021].
- [4] Sveby; Wickman, Per; Wahlström, Åsa; Levin, Per, "Energiverifikat - uppföljning av energikrav under byggprocessen," Sveby, Stockholm, 2012.
- [5] PEAB, "Exempel på vad du kan jobba med.," u.å. [Online]. Available: <https://peab.se/jobba-och-utvecklas/jobba-i-peab/vara-medarbetare-berattar/exempel-pa-yrkesroller/> . [Använd 05 11 2021].
- [6] TL Bygg, "Elina, KMA-samordnaren," (u.å.). [Online]. Available: <https://www.tlbygg.se/jobba-hos-oss/mot-vara-medarbetare/elina-kma-samordnare/>. [Använd 05 11 2021].
- [7] P. Linnskog och T. Samuel, "Kvalitet-, miljö- och arbetsmiljö i produktion. Examensarbete. Akademin för ekonomi, samhälle och teknik," Mälardalens högskola, Eskilstuna Västerås, 2018.
- [8] Tidermans hyrmaskiner AB, IMCG Sweden AB, "Energieffektiv byggarbetsplats," LÅGAN, Göteborg, 2011.
- [9] L. & A. C. Snarset, "WSP. Utsläppsfria bygg och anläggningsplatser – Rekommendationer till upphandlingskrav.," 2020. [Online]. Available: <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/f951b9df-65ca-4dae-825a-124af6af8faf/Slutrapport+Utsl%C3%A4ppsfria+bygg+och+anl%C3%A4ggni>.
- [10] S. Mamo Fufa, S. Mellegård, M. Kjendseth Wiik, C. Flyen, G. Hasle, L. Bach, P. Gonzalez, E. Salberg Løe och F. Idsøe, "Utslippsfrie byggeplasser – State of the art – Veileder for innovative anskaffelsesprosesser," SINTEF Byggeforsk, Oslo. <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2572024/SINITEF%2bFag%2b49%2b%25281%2529.pdf?sequence=2&isAllowed=y> , 2018.
- [11] LÅGAN, "Energibod 1.0 - Energiklassningssystem för byggbodar och bodetableringar – Kriterier- och regler. Remissdokument," 2021. [Online]. Available: http://www.laganbygg.se/UserFiles/Blanketter/Energibod_1.0_remiss.pdf.
- [12] N. L. C. Karlsson och S. Burke, "Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion.," LÅGAN, 2019.

- [13] H. N. Lantz, V. Edenhofer och Å. Wahlström, ”Energieffektiv byggproduktion - Kunskapspaket och vägledning,” Göteborg, 2021.
- [14] Boverket , ”I förstudien sätts mål,” 2021. [Online]. Available: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/metod_byggande/forstudie/ . [Använd 09 09 2021].
- [15] Boverket, ”Olika skeden i byggandet,” 2021, [Online]. Available: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/metod_byggande/skeden/. [Använd 09 09 2021].
- [16] Higab, ”Det här är vår byggprocess,” 2014. [Online]. Available: https://www.higab.se/wp-content/uploads/Byggprocessen_2014.pdf. [Använd 09 09 2021].
- [17] Akademiska hus, ” Hur går byggprocessen till?,” 2020. [Online]. Available: <https://www.akademiskahus.se/om-oss/vanliga-fragor/hur-gar-byggprocessen-till/>. [Använd 09 09 2021].
- [18] Stockholms byggmästareförening, ”Ett hus blir till - Genomförandeskede,” (u.å). [Online]. Available: <https://stockholmsbf.se/etthusblirtill/genomforandeskede/>. [Använd 09 09 2021].
- [19] P.-O. Alvunger, C. Gyllenbäck och J. Jonsson, Byggnadsarbete, Stockholm: Liber, 2012.
- [20] J. Larsson, ” Effektiva flöden på byggarbetsplatsen – Planering och styrning av produktions-, material- och informationsflöden,” Luleå tekniska universitet. Examensarbete, Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle, 2014. [Online]. Available: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1026554/FULLTEXT02>. [Använd 09 09 2021].
- [21] Nordstrand, Uno, ” Byggprocessen. 4., [rev.],” Liber , Stockholm, 2008.
- [22] J. Larsson, ”Effektiva flöden på byggarbetsplatsen – Planering och styrning av produktions-, material- och informationsflöden,” Luleå tekniska universitet. Examensarbete, Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle., Luleå, 2013.
- [23] H. Nakos Lantz, M. Katharina och A. Sofie, ”Visualisering av energianvändning i lokaler.,” 2018. [Online]. Available: https://belok.se/download/Rapport_Visualisering-av-energianvandning-i-lokaler.pdf. [Använd 03 09 2021].

Illustrationer

UnDraw: <https://undraw.co/>

Bild förstasida

<https://unsplash.com/: ricardo-gomez-angel-zaxoaZVazCs-unsplash>