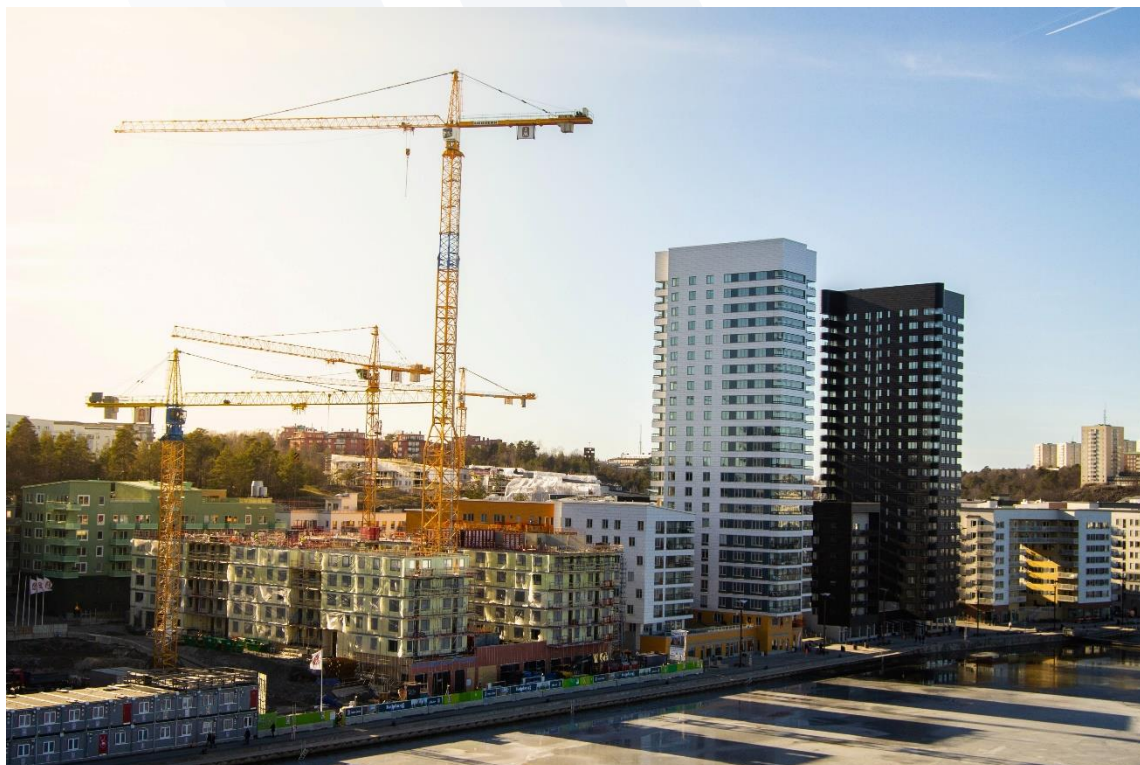


Beställt av
Göteborgs stad

Utfört av
Helena Nakos Lantz, Victoria Edenhofer och Åsa Wahlström

Datum
2021-11-23



Energieffektiv byggproduktion

Kunskapspaket och vägledning

Förord

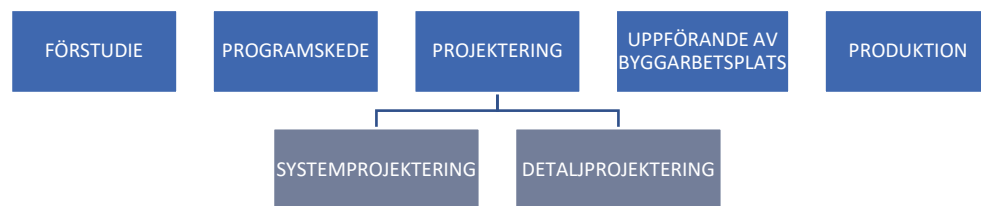
Projektet har genomförts av Helena N Lantz, Victoria Edenhofer och Åsa Wahlström på CIT Energy Management. Denna rapport svarar för ett kunskapspaket inom EU projektet Scandinavian Sustainable Circular Construction – S2C som har som mål att höja kunskapsnivån bland offentliga aktörer kring att bygga hållbart och att fler hållbara och energieffektiva byggnader ska uppföras. I rapporten presenteras en kunskapsmanställning på en översiktlig nivå av energianvändning på byggarbetsplatsen och därefter föreslås en vägledning för energiarbetet genom byggprojektets faser. Ansvariga från beställaren Göteborgs stad, har varit Hanna Ljungstedt, Lokalförvaltningen Göteborgs stad och Peter Berg, Energikontor Väst. Från projektet S2C har även Hans Fløydstad, Utbygging eiendom (Fastighetsutveckling), Agder Fylkes kommune, bidragit med data för det norska pilotprojektet Fagskolen i Agder og Grimstad tannklinikk.

Vi vill rikta ett varmt tack till Tania Sande Beiro och Karin Hedén, White Arkitekter och Jan Henningsson, Akademiska Hus som bidragit med data för kontorshuset, A Working Lab, AWL.

Ett stort tack riktas även till de entreprenörer som vi har intervjuat inom LÅGAN och SBUF-projektet ”Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser”; Faiz Mawlayi, Skanska/Skanska Rental, Jesper Mårtensson, Lambertssons, Joakim Dahlgren, Persson hyrmaskiner, Johan Gustafsson, Wästbygg, Johan Svensson, PEAB, Julia Nyström, Serneke, Kjell-Åke Henriksson, JM, Svante Wijk, NCC Sverige.

Sammanfattning

I föreliggande rapport presenteras en kunskapssammanställning av energianvändning på byggarbetsplatsen, energieffektiva maskiner och utrustning på marknaden och goda exempel kring olika entreprenörers arbete med energieffektiva byggprojekt. Därefter föreslås en vägledning för energiarbetet genom byggprojektets faser, som illustreras nedan.



För varje fas beskrivs identifierade aktiviteter och krav som kan ställas vid upphandling för att upprätta ett energieffektivt byggskede. Det är viktigt att tidigt fastställa ansvarsfördelning för de huvudmoment som ska genomföras för energiuppföljning och energieffektivisering. Som komplement till vägledningen finns en checklista som kan användas för att tydligt fördela ansvar för aktiviteter som behöver genomföras.

Dessutom finns övergripande beskrivning för vilken mätning som behövs för att kunna följa upp energianvändning på byggarbetsplatsen och hur en mätplan kan utformas. I rapporten behandlas även hur det går att planera för återkoppling och kunskapsöverföring som viktiga delar för att driva energiarbetet framåt.

Sist presenteras tre byggprojekt och energianvändningen i byggskedet för att få inblick i hur energianvändningen i byggskedet varierar för olika byggkoncept. Byggprojekten är, förskolan Hoppet, kontorshuset A Working Lab (AWL) båda i Göteborg samt Fagskolen i Agder og Grimstad tannklinikk i Norge.

Primär målgrupp är den offentliga beställarorganisationen för byggprojekt, men kunskapspaketet ska även ge stöd och riktlinjer för energiarbetet ute på byggarbetsplatser.

Rapporten svarar för ett kunskapspaket inom EU projektet Scandinavian Sustainable Circular Construction – S2C som har som mål att höja kunskapsnivån bland offentliga aktörer kring att bygga hållbart och att fler hållbara och energieffektiva byggnader ska uppföras.

Innehåll

Förord	2
Sammanfattning	3
Innehåll	4
1 Inledning	6
1.1 Syfte och mål	6
1.2 Avgränsningar	7
1.3 Genomförande	7
1.3.1 Litteraturstudie	7
1.3.2 Intervjustudie	7
2 Kunskapssammanställning	8
2.1 Byggsektorns energianvändning	8
2.2 Energianvändande funktioner	9
2.2.1 Byggbodar	13
2.2.2 Övriga energikrävande funktioner	17
2.3 Kartläggning av energianvändning på byggarbetsplatser	20
2.3.1 Företagens egna data	20
2.4 Besparingspotential	25
2.5 Energieffektiva maskiner och utrustningar på marknaden	25
2.6 Goda exempel kring energieffektiva byggprojekt	29
3 Energiuppföljning i byggskedet	32
3.1 Byggprojektets olika faser	32
Förstudie	33
Programskede	33
Projektering	34
Uppförande av byggarbetsplats	35
Produktion	36
Identifierade aktiviteter och rekommendationer till krav för att upprätta ett energieffektivt byggskede	38
3.2 Aktörer i byggskedet	42
3.3 Plan för mätning och uppföljning av energidata i byggskedet	43
3.4 Planera för återkoppling och kunskapsöverföring	48
3.5 Energieffektivisering i byggskedet	49
4 Energianvändning i byggskedet	Fel! Bokmärket är inte definierat.
4.1 Fagskolen i Agder og Grimstad tannklinikk	50



4.2 Förskolan Hoppet	54
4.3 A Working Lab	58
Referenser	62
BILAGA 1	67
BILAGA 2	73

1 Inledning

EU projektet Scandinavian Sustainable Circular Construction – S2C har som mål att höja kunskapsnivån bland offentliga aktörer kring att bygga hållbart och att fler hållbara och energieffektiva byggnader ska uppföras. Projektet drivs med medel från Interreg/ÖKS och Västra Götalandsregionen (Energikontor Väst, 2021).

EU-projektet har svenska, danska och norska parter och ett praktikfall (byggprojekt) i varje land. Det svenska pilotprojektet är förskolan Hoppet som byggs av Göteborgs stad. EU-projektet syftar till att skapa en hållningsförändring till byggandet genom att arbeta med beslutande funktioner och beställare på framförallt den offentliga sidan, men också generellt för alla aktörer vid utförande av byggnader.

EU-projektet har i uppdrag att bidra med kunskapsutveckling genom följande kunskapshöjande aktiviteter (S2C, 2021a):

- Experter till byggfaser
- Hållbar byggarbetsplats
- Cirkulärt materialval
- Utbildningar
- Offentlig förankring
- Indikatorer för hållbart byggande
- Pedagogik inom byggnation
- Kommunalt nätverk inom hållbart byggande

Denna rapport svarar för ett sådant kunskapspaket och ingår som en del i området, *Experter till byggfaser* och i den del av byggfasen som i EU projektet kallas *beteende och anläggningar*. Inom dessa områden ska kunskapspaketet utvecklas och kommuniceras med en tydlig koppling till hållbart byggande. Kunskapspaketet ska i förlängningen bidra till att offentliga byggherrar bygger än mer hållbart, energieffektivt och cirkulärt.

1.1 Syfte och mål

Detta projekt syftar till att sammanställa kunskap i ett paket och föreslå en vägledning för energiarbetet genom byggprojektets faser.

1.2 Avgränsningar

Primär målgrupp är den offentliga beställarorganisationen för byggprojekt, men kunskapspaketet ska även ge stöd och riktlinjer för energiarbetet ute på byggarbetsplatser.

Kunskapssammanställningen begränsas till nordiska länder.

1.3 Genomförande

Genomförda aktiviteter beskrivs nedan.

1.3.1 Litteraturstudie

Arbetet har inkluderat en kunskapssammanställning. Fokus har varit dels energianvändningen i byggskedets olika delar och dels energieffektiva maskiner och utrustning som finns på marknaden.

1.3.2 Intervjustudie

Intervjuer har genomförts för att få inblick i vilka energieffektiva maskiner som finns och används på marknaden och i vilken utsträckning entreprenörer arbetar energieffektivt i byggprojekt idag. Intervjuer har även genomförts för att få inblick i hur energianvändningen i byggskedet varierar för olika byggkoncept.

Personer som intervjuats är kopplade till olika byggkoncept och är:

- Hanna Ljungstedt, Miljöingenjör på Lokalförvaltningen Göteborgs stad.
- Hans Fløydstad, Utbygging eiendom (Fastighetsutveckling), Agder Fylkes kommune.
- Jan Henningson, Projektledare, Akademiska hus.

För de fall det varit möjligt att ta del av energidata för byggarbetsplatsen har detta samlats in för att se hur energifördelningen mellan olika skeden i byggfasen ser ut. Mer information och analys av data redovisas under avsnitt 3.

Projektet har även tagit del av den intervjustudie som genomförts i ett pågående LÅGAN och SBUF projekt ”Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser” (Nakos Lantz, H., 2021) och som avslutas december 2021. Där har intervjuer genomförts med representanter från byggföretag; JM, PEAB, NCC, Wästbygg, Serneke och maskinuthyrningsföretag; Lambertssons och Perssons Hyrmaskiner.

Intervjuerna har genomförts för att bland annat fastställa vilka mätare som idag finns tillgängliga på byggarbetsplatser, vilken information från dessa som är tillgänglig och hur den kan förbättras.

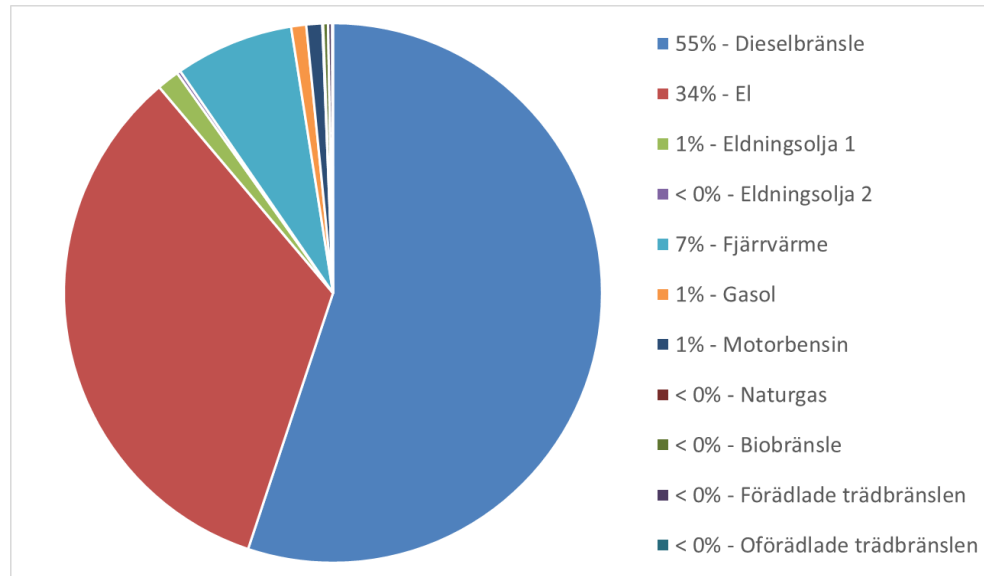
2 Kunskapssammanställning

Under 2020 genomfördes inom LÅGAN förstudien, *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz H., 2020a) där 40 studier och artiklar som finns inom området sammanställdes. Fokus i sammanställningen har varit studier utförda de senaste 10 åren med ett par undantag. Studier som tillkommit efter LÅGANs förstudie hanterar främst frågor kring klimatpåverkan i byggskedet, mellan olika konstruktionsdelar och processer. Under slutet av 2020 publicerades en studie om utsläppsfria bygg och anläggningsplatser (Snraset, L. & Almér, C., 2020). Denna har använts för att komplettera information om energieffektiva maskiner och utrustning på marknaden. Information har även inhämtats från studien *Utslippsfrie byggeplasser* (Mamo Fufa, S. et.al. 2018).

2.1 Byggsektorns energianvändning

Genom statistik från Energimyndigheten för slutlig energianvändning i byggsektorn fördelat på energibärare för år 2017¹ (Energimyndigheten, 2018) illustrerades fördelningen i LÅGAN-studien *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz H., 2020a). De största posterna är dieselbränsle och el, se figur 1. Dieselbränsle som är den största posten, 55%, används till bland annat maskiner, fordon, byggvärme, uttorkning och avfuktare på byggarbetsplatser. El som står för 34% används till bland annat byggbodas, byggvärme, belysning, verktyg, maskiner, uttorkning och avfuktning. Från Energimyndighetens underlag (Energimyndigheten, 2018) går det inte att avläsa i detalj om vilka poster som bidrar till energianvändningen.

¹ "Energianvändningen avser företag i byggsektorn SNI 41–43. Transporter på allmän väg ingår ej. Energianvändningen utgår från två urvalsundersökningar som genomfördes 2005 och 2017. Energianvändningen fram till och med 2016 modellskattas fram baserat på 2005 års undersökning och förändringen i arbetade timmar i byggsektorn. Från och med 2017 används den senaste undersökningen som underlag till statistiken." (Energimyndigheten, 2018)



Figur 1. Slutlig energianvändning i byggsektorn fördelat på energibärare för valt år 2017 (Nakos Lantz H., 2020a).

Under 2019 genomfördes en annan förstudie inom LÅGAN, *Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion* (Karlsson et.al., 2019). I denna gjordes en enkätundersökning som riktade sig till byggherrar och entreprenörer. Utifrån denna enkätundersökning var det tydligt att byggherren betalar för byggprojektens energifakturor i 1/3 av projekten, vilket ger entreprenören sämre incitament för energieffektivisering under byggandet. Byggherren ställer sällan krav på energianvändningen under produktionen.

Från båda LÅGAN-studierna, (Nakos Lantz H., 2020a) (Karlsson et.al., 2019) framgår dessutom att det vanligtvis saknas uppgifter om underentreprenörers energianvändning och hur stor andel den är av den totala energianvändningen på byggarbetsplatsen.

2.2 Energianvändande funktioner

I Lågan-studien *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz H., 2020a) identifierades poster som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatsen enligt följande:

- Personalutrymmen - byggbodrar
- Förvaring av byggmaterial/-komponenter, verktyg och annan utrustning - containrar
- Maskiner (verktyg, kranar, hissar, fordon)
- Uttorkning av byggfukt (betong, trä osv.)
- Uppvärmning av arbetsplatsen av arbetsmiljö-och byggtkniska skäl
- Belysning på arbetsplatsen

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

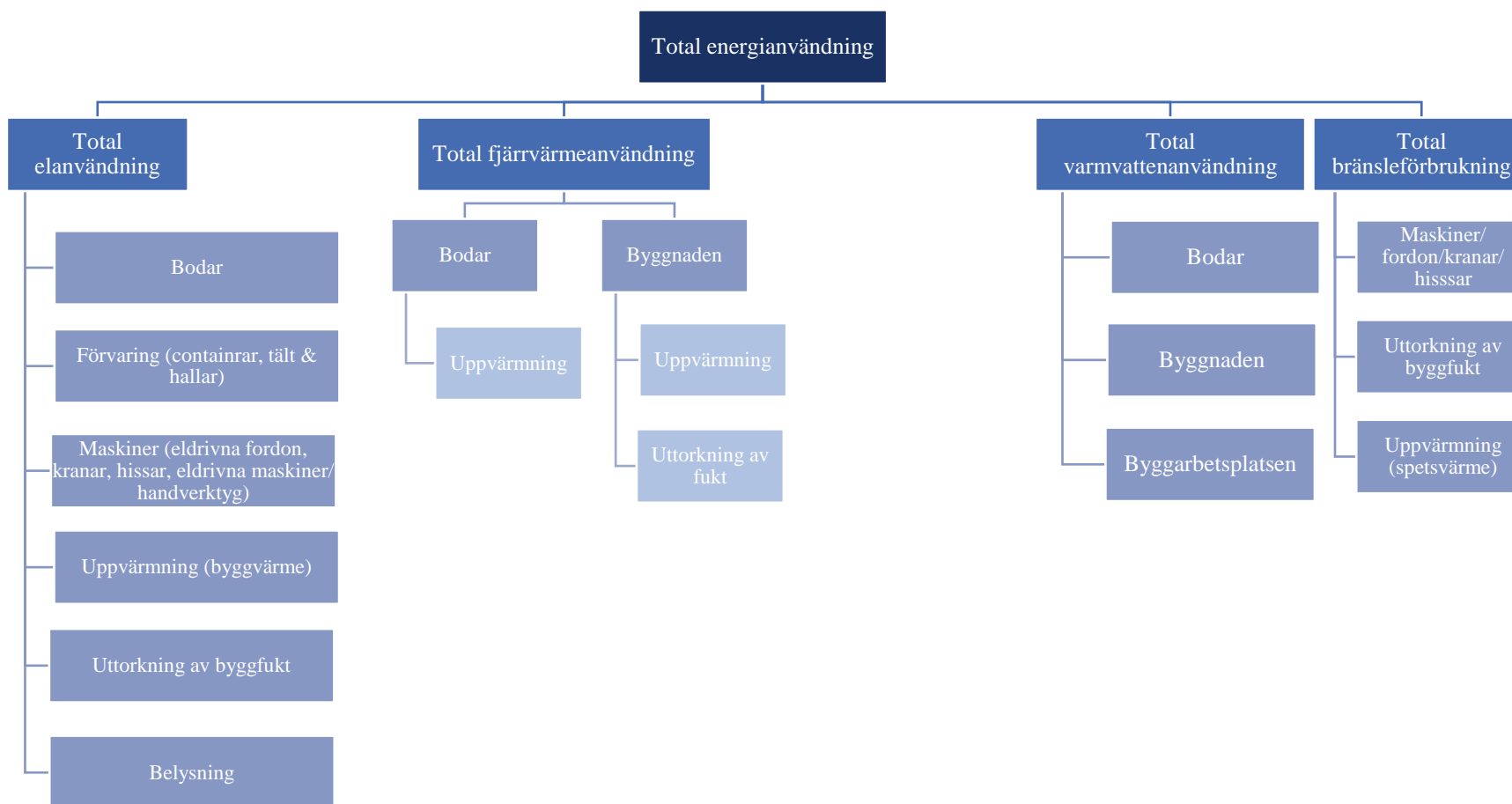
Detta är i linje med energianvändande moment som ingår i LCA beräkningar vid byggproduktion både presenterade i Livscyklusvurdering - bygningens samlede klimapåverkan av Bolig- og planstyrelsen (2021) och Klimatdeklarationens omfattning av Boverket (2021c).

Från litteraturstudien som gjorts för denna kunskapssammanställning kan 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 2 nedan visualiserar identifierade funktioner som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatsen (Nakos Lantz, H., 2020a), (Bolig- og Planstyrelsen, 2021), (Boverket, 2021c).



Figur 2. Energianvändande funktioner på byggarbetsplatsen.

Figur 3 nedan visualiserar 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 kunskapssammanställningen 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 byggbodar, elanvändning (exkl. byggbodar), bränsleanvändning (diesel och gasol), fjärrvärmeanvändning. Energianvändningen skulle även kunna redovisas och delas upp i olika byggfaser. Vid nybyggnad kan byggfaserna beskrivas enligt följande (detta beskrivs och är inkluderat mer utförligt i avsnitt 4.1):

- 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.

2.2.1 Byggbodar

Många studier har gjorts specifikt på byggbodar och i flera av den finns detaljerad information. Kartläggningen inom LÅGANS tidigare förstudie *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a) resulterade i en sammanställning av 13 studier som behandlade total energianvändning, energiprestanda och potential för energieffektivisering i byggbodar. En representation av energianvändningen och energiprestanda visas i Tabell 1. *En mer utförlig tabell finns i rapporten Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a).


Tabell 1. Total energianvändning och energiprestanda i byggbodar, information från tidigare studier (Nakos Lantz, H., 2020a).

Gamla och icke energieffektiva bodar		Nya och bättre bodar		Energibodar och lågenergibodar	
Energi-användning kWh/bod, år	Energi-prestanda kWh/m ²	Energi-användning kWh	Energi-prestanda kWh/m ²	Energi-användning kWh	Energi-prestanda kWh/m ²
7000–7500	320–350	4000–4500	180–200	1600–2500	70–110

Energianvändningen för gamla och icke energieffektiva bodar baserat på ovanstående sammanställning är ca 7000–7500 kWh per år och bod (320–350 kWh/m²) och för nya och energieffektiva bodar ca 4 000 - 4500 kWh per år och bod (180–200 kWh/m²), med en energieffektiviseringspotential i intervallet 40–50 %. Därefter finns det bodar som bland annat benämns energibodar och lågenergibodar som kommer ner i en energianvändning på ca 1600–2500 kWh per år och bod (70–110 kWh/m²). Dessa siffror är i samma storleksordning som det som presenterades i studien *Energiklassning av byggbodar* (Eriksson, et al., 2019). Studien bedömde att den identifierade energiprestandan skulle kunna användas för att ställa krav vid upphandling. Studien resulterade i 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. Kriterierna och reglerna är i skrivande stund ute på remiss. Detta klassningssystem avser att kunna användas för att ställa krav vid upphandling (LÅGAN, 2021).

I studien *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a) identifierades åtgärder för att minska energianvändningen för bodar och hinder till varför identifierade åtgärder inte anammas i större utsträckning. En översiktlig sammanställning av detta presenteras i Tabell 2 nedan.

Tabell 2 Övergripande sammanställning från studie *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a) av identifierade åtgärder för att minska energianvändningen för byggbodas och hinder för att anamma åtgärderna.

Energikrävande funktion	Identifierade åtgärder för att minska energianvändningen	Identifierade hinder
 <p>Personalutrymmen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ersätt luftspalter mot mark mellan plan och i skarvar mellan moduler med isoleringsmaterial (Isolering mellan golv och mark, Isolering mellan bodplan, isolering skarvar) • Tilläggsisolering av bodar • Använd kjolar på bodar • Minimera värmeförluster genom att optimera placering av bodar i vertikal- och horisontalled • Använd reglersystem för behovsanpassad temperaturreglering • Använd energieffektiv belysning • Använd 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 • Fuktstyrda torkskåp 	<p>Ekonomiska hinder</p> <p>Bodar med mycket låg energianvändning har ofta en hög investeringskostnad. Nya åtgärder på befintliga bodar kan vara svåra att motivera ekonomiskt. t.ex. solceller eller nya fönster och dörrar.</p> <p>Avsaknaden av incitament och energikrav</p> <p>Ett incitamentshinder är till exempel att investera i energieffektiva byggbodas när de är uppkopplade mot uppdragsgivarens elnät och entreprenören står därmed inte själv för elkostnaden.</p> <p>Hinner ej renovera innan de hyrs ut</p> <p>Byggbranschens rådande högkonjunktur ökar efterfrågan på byggbodas vilket kan vara en anledning till att alla bodar inte hinner renoveras innan de hyrs ut igen.</p> <p>Beteende</p> <p>Genom beteendeförändring finns stor potential till att minska energianvändningen men är svårt att lyckas implementera på byggarbetsplatser.</p> <p>Flexibilitet på byggarbetsplatsen</p> <p>Att utföra en energieffektiv bodetablering (bl.a. att isolera och täta mellan och under bodarna, använda kjolar på bodarna) tycks inte användas i någon större utsträckning vilket skulle kunna bero på att det inte anses vara lönsamt eller att arbetsresurser saknas. En annan anledning kan vara att man vill kunna förändra bodetableringen enkelt genom att ta bort och lägga till bodar under byggtiden.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Torkrum istället för torkskåp utrustat med ventilationsaggregat med värmeåtervinning samt energieffektivare avfuktare. • Installation av alternativa värmekällor, ex. värmepump, fjärrvärme • Installation av solceller • Införa ICT och IoT-tjänster via insamling av stora datamängder som kan analysera och nyttjas för att skapa energi- och resurseffektiviseringskoncept • Införandet av ett energiklassningssystem för bodar och för bodetableringen för att främja efterfrågan och framtagande av mer effektiva byggetableringar. En enhetlig klassning underlättar för beställare att välja energieffektiva produkter. 	<p>Tekniska svårigheter</p> <p>Tilläggsisolering: Att tilläggsisolera invändigt ger problem med att användbar yta minskar i boden. Att tilläggsisolera utvändigt medför svårigheter som exempelvis att kunder efterfrågar bodar som passar att etablera med gamla bodar. Ett annat exempel är att det är svårt att ändra yttermått då bodar ska få plats att transporteras på normala vägar. Detta lämnar lite marginal för att förbättra klimatskärmen med tilläggsisolering.</p> <p>Värmepump: Luftkvalitet på byggarbetsplatsen innehåller ofta mycket damm och partiklar vilket ger en hög belastning på filter som då behöver bytas ofta. Utedelen utsätts och havererar ofta vid transport och montering av boden. Det är svårt att garantera bra inomhustemperatur i bodar med flera rum eftersom det kräver en bra luftspridning.</p> <p>Fjärrvärme: Fjärrvärme kräver vattenburet värmesystem i bodarna och att dessa har möjlighet att ansluta sig till fjärrvärmenätet, men endast en bråkdel har vattenburen värme och det finns inte alltid ett fjärrvärmenät i anslutning till byggarbetsplatsen.</p> <p>Nattsänkning: Nattsänkning har ibland resulterat i att arbetarnas kläder varit fuktiga på morgonen, vilket gör att denna åtgärd inte är omtyckt.</p> <p>Torkrum: används endast till viss del, majoriteten föredrar torkskåp då arbetare föredrar varma arbetskläder och inte enbart torra.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.2.2 Övriga energikrävande funktioner

När det kommer till energianvändning för containrar, maskiner, uttorkning och belysning finns väsentligt färre data att tillgå i jämförelse med byggbodan.

LÅGAN-studien *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a) visar att de krav som går att ställa i dagsläget för att minska energianvändningen på byggarbetsplatser främst är krav på energieffektiva byggbodan. Krav går även att ställa på den el som används (till exempel miljömärkt). Utöver detta handlar det snarare om allmänna råd som kan ställas om att använda energieffektiva produkter och energikällor. Det som bland annat identifierats i de olika studierna är (Nakos Lantz, H., 2020a):



- Containrar bedöms i äldre studier (2007 respektive 2013) stå för ca 13% av den totala energianvändningen. Frågan man kan ställa sig är hur utvecklingen sett ut sedan studierna utfördes. Några av besparingsåtgärderna som identifierats är bland annat att använda isolerade containrar, ha automatisk dörrstängning inkl. sluss, eller närvarostyrd belysning samt timer- och termostatsstyrning.
- Identifierad energianvändning som krävs för uttorkning, klimathållning och avfuktning, varierar mellan 1,7 – 100 kWh/BTA; flest projekt använder ca 50 kWh/m² (Karlsson, N., Larsson, C. & Burke, S., 2019). Det framgår även att information om energianvändning som krävs för uttorkning och avfuktning och besparingspotentialen inom denna post är begränsad och mätinsamling från fler byggprojekt skulle behövas för att kunna användas vid kravställning.


Besparingspotentialen av att byta till energieffektivare belysningskällor bedöms uppgå till 60% av energianvändningen för belysning vilket är siffror från 2016. Utvecklingen inom belysning har kommit långt sedan dess och det är mer troligt att det i dagsläget används relativt energieffektiv belysning. Det framgår dock inte i studier som gjorts de senaste åren vilken den vanligaste belysningskällan är eller hur stor energianvändningen är. I rapporten (Mamo Fufa, S. et.al. 2018) uppskattas att genom användning av rörelsesensorer på byggarbetsplatsen kan energianvändningen för belysning minska med 66 %. Där uppskattas att behovet av belysning minskar till 8 timmar dagligen istället för 24 timmar.

Information kring energieffektiva maskiner och utrustning på marknaden behandlas i avsnitt 4.1.

I studien *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a) identifierades åtgärder för att minska energianvändningen när det kommer till containrar, uttorkning, klimathållning och avfuktning och belysning och utmaningar kopplade till dessa. En översiktlig sammanställning av detta presenteras i Tabell 3 nedan.

Tabell 3 Övergripande sammanställning från studie *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a) av identifierade åtgärder för att minska energianvändningen när det kommer till förvaring, uttorkning, uppvärmning och belysning på byggarbetsplatsen och identifierade utmaningar.

Energikrävande funktion	Identifierade åtgärder för att minska energianvändningen	Identifierade utmaningar
 <p>Förvaring</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Klimatskärm och isolering: använd isolerade containrar, försedda med luftsluss och självstängande dörrar. Om oisolerade containrar ändå används bör isoleringsväggar byggas. Alternativ till containern bör också undersökas, exempelvis använda oinredd bod. • Närvarostyrd belysning samt timer- och termostatstyrning: Belysning i containrar kan närvarostyras och uppvärmning av containrar kan styras via timer- och termostatsystem. 	<p>Containrarna har vanligtvis dåligt anpassade portar som står öppna under arbetstiden och värms dygnet runt. Energianvändningen gick från underhållsvärme under nätterna till att ligga på maximal energianvändning när arbetarna kom på morgonen fram tills dess att de slutar för dagen, då portar står öppna. Arbetare använder utrymmet för att värma sig och stänger inte alltid av värmen trots tillräckliga temperaturer utomhus.</p>
 <p>Uttorkning/ Uppvärmning</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Byggmetoder: Optimera byggmetoder och säkerställ väderskydd, eller att byggnaden tätas temporärt innan uttorkning och uppvärmning påbörjas. Genom bättre och noggrannare mätning av temperaturer och fuktnivåer kan arbetet med uttorkning underlättas. • Fjärrvärme och utrustning: anslut byggnationen till fjärrvärme (som även används till uttorkning). • Planering: optimera planering för bland annat tid för när olika arbetsmoment sker, exempelvis att uttorkning inte inträffar under vinterperiod. 	<p>Fjärrvärme och utrustning: 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 de flesta fall är det utrustningsuthyrarens och platsorganisationens kompetens som avgör hur effektiv klimathållnings- och avfuktningensprocessen blir och att det kan finnas potential i utbildningsinsatser för att höja kompetensen hos dessa.</p>

 <p>Belysning</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Byte till mer energieffektivare belysning och närvarostyrda produkter. 	<p>Stor del av all belysning står tänd dygnet runt på byggarbetsplatser vilket bland annat beror på att det behöver säkerställas att ingen obehörig kan ta sig in vid en helt avstängd byggarbetsplats eller skadar sig vid en obelyst arbetsplats.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.3 Kartläggning av energianvändning på byggarbetsplatser

Utifrån tidigare genomförd förstudie inom LÅGAN *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz H., 2020a) framgår att flertalet studier har gjorts för att utvärdera energianvändningen på byggarbetsplatsen. Via fem studier gick det att sammanställa data från totalt 31 olika byggprojekt. Sexton av dessa presenterats dock som ett sammanställt medel.

LÅGAN-studien (Nakos Lantz H., 2020a) konstaterar att det finns en stor spridning i energianvändning mellan olika projekt. Energinvändningen varierar mellan 8–300 kWh/BTA varav 62% ligger mellan 50–150 kWh/BTA (bruttototalarea). Vidare konstaterades att det fanns svårigheter med att utvärdera underlaget och få fram någon form av nyckeltal som skulle kunna användas för kravställning. Detta då flera faktorer som påverkar energianvändningen inte tydligt framgick i de olika studierna men som behöver beaktas vid en analys. För att utvärdera underlaget krävs information om period för uppförandet av byggnaden, klimat under uppförandet, tid för produktionen, byggprojektets storlek, byggnadens geografiska läge, metoder och utrustningen som använts. Förutom att det är svårt att dra slutsatser om data och påverkansfaktorer mellan de olika objekten, är det även svårt att validera data och bedöma kvalitén i de rapporterade värdena. Studien konstaterar att det krävs mer mätdata med bättre dokumentation för att öka det statistiska underlaget och dess kvalitet.

Vidare är det i LÅGAN-studien (Nakos Lantz H., 2020a) svårt att avgöra hur stor energianvändningen är för olika arbetsmoment och poster som exempelvis bodar, belysning osv. Detta gör det svårt att avgöra vilka de energikrävande funktionerna på arbetsplatsen är. Tidigare studier konstaterar att byggbodas är en av de mest energikrävande posterna tillsammans med belysning och uttorkning. Men de gäller byggprojekt som genomfördes innan 2012 och teknikutvecklingen både vad gäller digitalisering, produkter, bodar, och belysning bör ha varit stor sedan de tidiga studierna utfördes. Detta innebär att fördelningen mellan olika poster säkerligen har ändrats. I tillkommande litteratur konstateras att uppvärmning av byggarbetsplatsen under de kallaste månaderna står för störst energianvändning på byggarbetsplatsen.

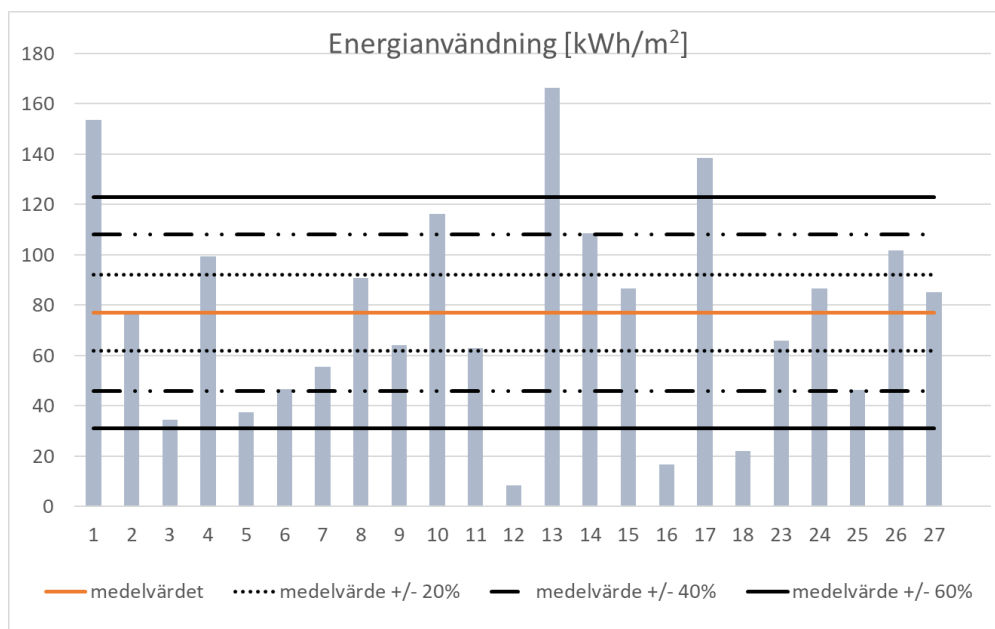
2.3.1 Företagens egna data

Utifrån den intervjustudie som genomförts i ett pågående LÅGAN och SBUF projekt ”Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser” framgår det tydligt att det finns begränsat med information om energianvändning i

byggskedet och hur det ser ut i olika byggkoncept. Normalt finns värden för den energianvändning som entreprenörer debiteras för. Ibland finns värden för den totala energianvändningen, i bästa fall uppdelat i energislag, för bodar och övriga poster.

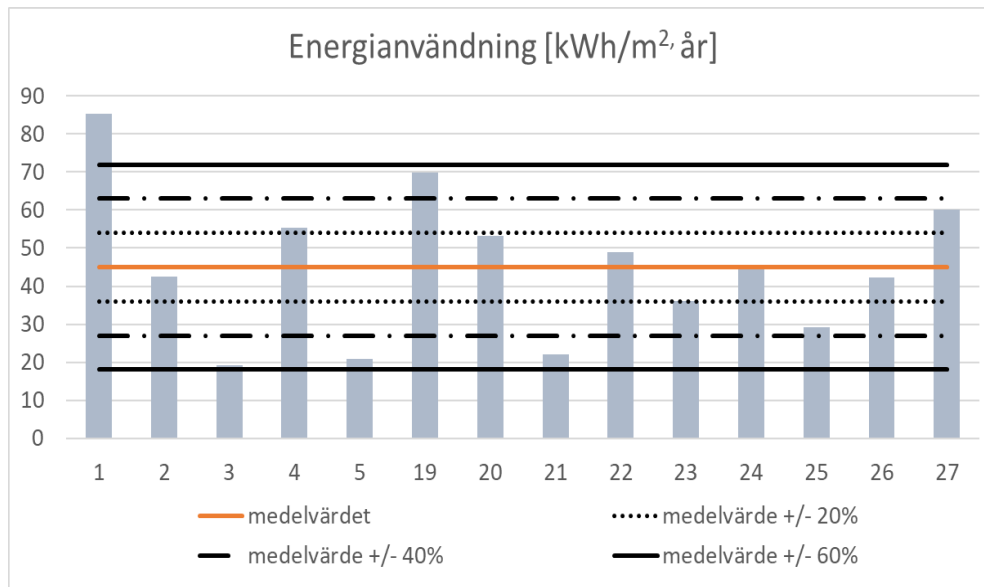
Under hösten 2020 genomfördes en annan analys, *Energianvändning på byggarbetsplatsen - Sammanställning från några byggprojekt* (Nakos Lantz, H., 2020b), där energianvändningen från 27 byggprojekt samlades in från entreprenörer och sammanställdes. För 23 byggprojekt gick det att analysera den totala energianvändningen och för 14 byggprojekt gick det att analysera den årliga energianvändningen. För 17 byggprojekt specificerades energislagen.²

Det finns en stor spridning i energianvändning mellan de olika projekten. Genom Figur 4 och 5 visas att variationen från medelvärdet är stort. Energianvändningen varierar mellan 8 – 166 kWh/m², BTA, där ca 60 % ligger mellan 46 – 108 kWh/m², BTA. Den årliga energianvändningen varierar mellan 19–85 kWh/m², år.



Figur 4. Total energianvändning per kvm för 23 byggprojekt samt medelvärdet för dessa inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m² och X-axeln visar byggprojekt ID (Nakos Lantz, H. 2020b).

² Sammanställningen i projektet, *Energianvändning på byggarbetsplatsen - Sammanställning från några byggprojekt* (Nakos Lantz, H., 2020b) inkluderar 15 stycken byggprojekt som även ingår i sammanställning för projektet, *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz H., 2020a).

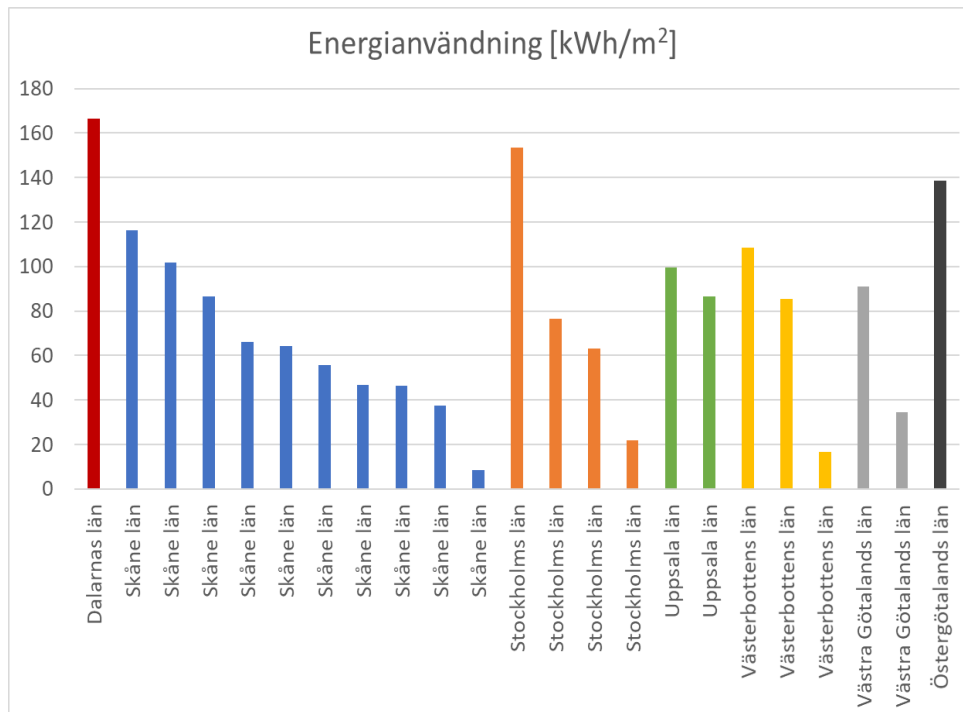


Figur 5. Årlig energianvändning per kvm för 14 byggprojekt och medelvärde inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², år och X-axeln visar byggprojekt ID (Nakos Lantz, H. 2020b).

Den årliga energianvändningen har räknats genom att dividera den totala energianvändningen med antalet månader som projektet pågått och därefter multiplicera värdet med 12, (dvs. projektets totala energianvändning fördelat på ett år). Figur 4 och 5 visar svårigheten med att avgöra vad för nyckeltal som ska användas då energianvändningen beror på olika faktorer som bl.a. ett byggprojekts längd över tid. Detta visar tydligt att resultat varierar beroende på vad för nyckeltal som väljs. Exempelvis, projekt ID 26 har en högre total energianvändning än projekt ID 27 (figur 4) men då projekt ID 26 genomfördes under en längre tid blir dess energianvändning lägre per år än projekt ID 27 (figur 5).

Från analysen som genomfördes hösten 2020 gick det inte heller att se tydliga samband mellan energianvändningen och vart i landet byggprojekten uppfördes då underlaget var för litet.

I Figur 6 visas energianvändningen per kvadratmeter för de 23 byggprojekten och för vilket län som respektive byggprojekt uppfördes i. Det framgår inget tydligt samband mellan län och energianvändning för de olika byggprojekten.



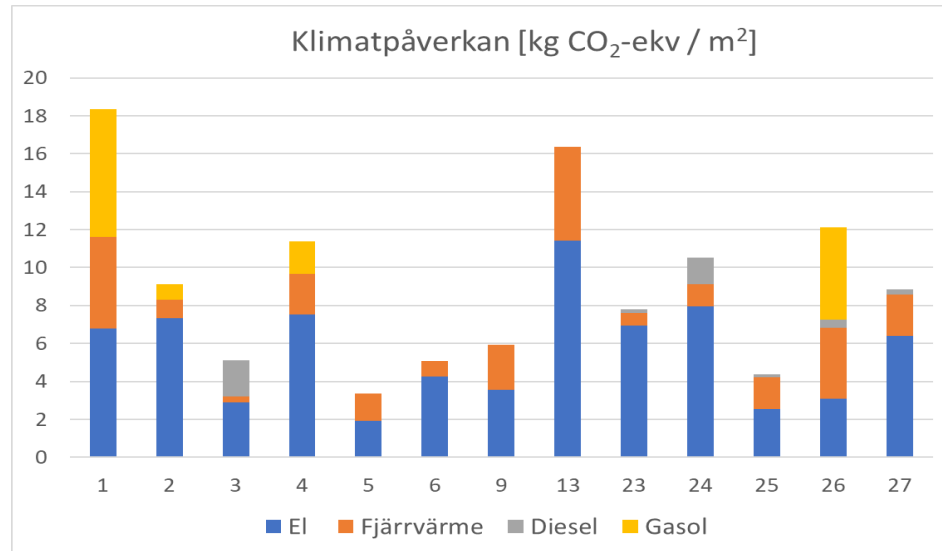
Figur 6. Total energianvändning per kvm för 23 byggprojekt och respektive län som de uppförs i. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m² och X-axeln visar län i Sverige (Nakos Lantz H., 2020b).

2.3.1.1 Energianvändning - Klimatpåverkan

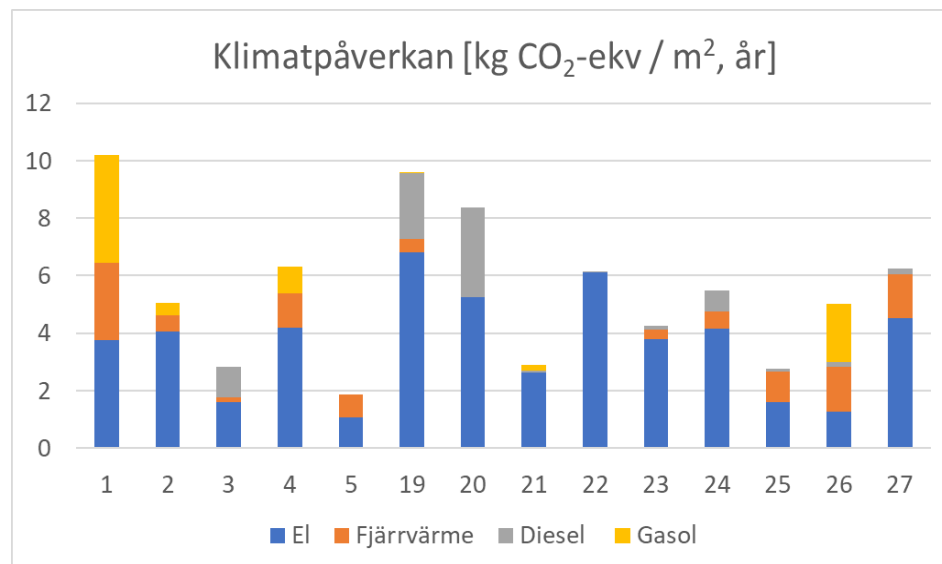
I studien *Energianvändning på byggarbetsplatsen - Sammanställning från några byggprojekt* (Nakos Lantz, H., 2020b) analyserades även fördelningen mellan energislag som används i byggprojekten. Denna är till störst del el och därefter fjärrvärme. I vissa byggprojekt har även diesel och gasol använts.

Utsläppssiffror som använts för beräkningarna baseras på Naturvårdverkets rapport *Klimatklivet – Beräkna utsläppsminskning, 2020* (Naturvårdsverket, 2020).

Klimatpåverkan från energianvändningen per kvadratmeter, visas i Figur 7, varierar mellan ca 3–18 kg CO₂-ekv/m² och klimatpåverkan från den totala energianvändningen varierar mellan ca 12–330 ton CO₂-ekv. Klimatpåverkan från den årliga energianvändningen per kvadratmeter, visas i Figur 8, varierar mellan ca 2–10 kg CO₂-ekv/m², år och klimatpåverkan från den totala årliga energianvändningen ca 8–185 ton CO₂-ekv/år (Nakos Lantz, H., 2020b). Även här har siffror valts att presenteras genom två olika nyckeltal för att visa på att resultaten varierar och ser olika ut beroende på vad som väljs för nyckeltal.



Figur 7. Klimatpåverkan för 13 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i kg CO₂-ekv/m² och X-axeln visar byggprojekt ID. (Nakos Lantz H., 2020b).



Figur 8. Årliga klimatpåverkan för 14 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i kg CO₂-ekv/m², år och X-axeln visar byggprojekt ID. (Nakos Lantz H., 2020b).

För majoriteten av byggprojekt som ingått i analysen, (Nakos Lantz, H., 2020b), orsakar el det största bidraget till klimatpåverkan. I studien var det även tydligt att en liten användning av diesel eller gasol får stort genomslag på klimatpåverkan och att det fanns byggprojekt som trots lägre energianvändning per kvadratmeter hade högre klimatpåverkan per kvadratmeter på grund av huruvida de använt diesel eller gasol.

2.4 Besparingspotential

När det kommer till energibesparingspotentialen på byggarbetsplatsen redovisas siffror för detta endast i ett fåtal studier. Det bedöms att elanvändningen kan minska med ca 20–30% och den totala energianvändningen skulle kunna minska med ca 45% (Nakos Lantz H., 2020a). Energieffektiviseringspotentialen uppnås genom att införa åtgärder för bodar, belysning, energieffektiva maskiner, verktyg och produkter. Dessa åtgärder har majoriteten av studierna identifierat oavsett storleken på besparingspotentialen (Nakos Lantz H., 2020a).

Ser man till den identifierade besparingspotentialen och generaliserar siffrorna och använder dessa på Statistik från Energimyndigheten för slutlig energianvändning i byggsektorn, skulle det teoretiskt vara möjligt att minska elanvändningen i byggsektorn med 200–400 GWh eller den totala energianvändningen med 1,8 TWh (Nakos Lantz H., 2020a).

2.5 Energieffektiva maskiner och utrustningar på marknaden

Under 2020 gjordes en kartläggning om *Utsläppsfria bygg och anläggningsplatser* (Snarset, L. & Almér C., 2020). 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) beskrivs tillgången på utsläppsfria maskiner vara begränsad vilket bl.a. beror på högre kostnader och lägre drifttider då batteridrivna maskiner behöver laddas. Flera tillverkare beskriver dock att de planerar att utöka sitt sortiment med utsläppsfria arbetsmaskiner, både vad gäller el- och vätgasdrivna. Endast de som drivs med el eller vätgas är utsläppsfria. Fossilfria byggarbetsplatser kan också ha sådana som drivs av biodrivmedel såsom HVO (Göteborgs stad, 2020a). I rapporten (Mamo Fufa, S. et.al. 2018) beskrivs att fossilfri byggarbetsplats i studien definieras som användning av fossilfria energikällor som t.ex. biobaserat bränsle, biodiesel eller biogas som inte ger utsläpp av CO_{2e}. I rapporten nämns även att utsläppsfri byggarbetsplats har definierats i en annan studie enligt följande; ”användning av energikällor som inte leder till utsläpp av CO_{2e} eller NO_x på själva byggarbetsplatsen, t.ex. el och fjärrvärme. Av vad som framkommit finns idag endast tillgång till eldrivna arbetsmaskiner på marknaden som är helt utsläppsfria.

I rapporten (Mamo Fufa, S. et.al. 2018) beskrivs fossilfria eller utsläppsfria energibärare kunna delas in i följande fem kategorier;

- **Anläggningsmaskiner drivna på biodiesel.**
Detta är ett fossilfritt alternativ och beskrivs i rapporten vara en tillfällig lösning som stöder övergången från dieseldrivna maskiner till utsläppsfria alternativ. Här ingår byggmaskiner som kan köras på biodiesel, där det inte finns elektriska alternativ.
- **Hybrid-anläggningsmaskiner**
Hybrid-anläggningsmaskiner har en diesel och elhybrid-lösning.
- **Elanslutna maskiner**
Dessa maskiner har en strömkabel och är därmed relativt fixerade på en plats eller flyttas inom ett begränsat område. Idag körs de flesta byggkranar och mindre maskiner på el. Det finns en oro kring säkerheten på byggarbetsplatser till följd av kablage hos maskinerna som begränsar flexibiliteten. Det finns också begränsad kapacitet på elnätet. Utmaningarna blir större då fler maskiner används samtidigt.
- **Batteridrivna maskiner**
Dessa maskiner kan röra sig fritt, vilket innebär att användningen endast är begränsad av batterikapacitet.
- **Elektriska maskiner med plug-in vätgas**
I rapporten lyfts att denna teknik idag inte finns på marknaden. I föreliggande projekt gjordes en marknadsöversikt vilket stärker slutsatsen att lösningen ännu inte finns att tillgå. Tekniken skulle kunna användas till att täcka topplaster, vilket ger en lösning till effektproblematiken.

På hemsidan till Klima Østfold beskrivs att tröskeln troligtvis fortfarande är ganska hög för vissa aktörer när det gäller att i stor skala investera i fossilfria lösningar. För att underlätta detta hyr de därför kostnadsfritt, upp till fyra veckor, ut ett antal maskiner till användare i kommuner som tillhör Oslofjordregionen. På detta sätt är tanken att aktörer ska kunna testa och ta reda på om maskinen är lämplig för användningsområdet, innan investering görs (Klima Østfold, 2019).

Potentialen för eldrivna arbetsmaskiner är störst i städer, där det finns tillgång till en kapacitetsstark elinfrastruktur då de ofta kräver relativt höga effekter. Samtidigt är vinsterna också störst i just städer, då eldrivna maskiner, förutom att minska klimatpåverkan, även minskar utsläppen av andra hälsoskadliga ämnen (kvävedioxid, partiklar m.m.) samt minskar bullernivåerna.


Detta stämmer väl med den information som framkommit i intervjuerna med entreprenörer och maskinuthyrare. En ytterligare 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. Men 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. Det beskrevs även att det varit effektproblematik med hissar och kranar men att uthyrarna där tagit in frekvensstyrda maskiner så att de kan anpassa effektuttag efter behov istället för många start och stopp på maximal effekt. 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 sjunker.

Genom intervjuerna framkom även att efterfrågan på energieffektiva maskiner inte är vanligt förekommande, det handlar snarare om utsläppsfria/fossulfria maskiner. 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 det bidrar till minskat buller.

I studien *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser* (Nakos Lantz, H., 2020a) identifierades åtgärder för att minska energianvändningen när det kommer till maskiner och utmaningar kopplade till dessa. En översiktlig sammanställning av detta presenteras i Tabell 4 nedan som även kompletterats med information från *Utslippsfrie byggeplatser – State of the art – Veiledar for innovative anskaffelsesprocesser*. (Mamo Fufa, S. et.al., 2018).

Tabell 4 Övergripande sammanställning från studien Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser (Nakos Lantz, H., 2020a) samt Utslippsfria byggeplasser – State of the art – Veileder for innovative anskaffelsesprosesser (Mamo Fufa, S. et.al., 2018) av identifierade åtgärder för att minska energianvändningen när det kommer till maskiner på byggarbetsplatsen och identifierade utmaningar.

Energikrävande funktion	Identifierade åtgärder för att minska energianvändningen	Identifierade utmaningar
 <p>Maskiner</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Val av maskiner: Välja så energieffektiva maskiner som möjligt och med kapacitet som är anpassat efter behov. Alternativ för kranar och hissar är att använda frekvensstyrda sådana. Bensin- och dieseldrivna maskiner bör ersättas med eldrivna maskiner och/eller bytas till alternativ som minimerar utsläppen genom att exempelvis använda förnybara bränslen. Använd utsläppsfria/fossilfria maskiner. • Visualisering/mätning/IoT: Genom mätning och övervakning av vilka maskiner som är på och hur länge kan information om energianvändningen erhållas, vilket därmed ger underlag till energibesparande åtgärder men även bättre planeringsunderlag. Övervakningen kan även kopplas till ett driftlarm så att rätt mottagare får information om något gått fel eller behöver åtgärdas (för att minska eventuellt slitage eller onödig energianvändning). • Beteende: Möjligheten att mäta energianvändningen påverkar ansvar, attityder och beteende. Genom att förmedla information om energianvändningen kommer allt färre belysningsarmaturer, fläktar och maskiner stå på i onödan. 	<p>Personal på arbetsplatser stänger sällan av utrustning helt vid dagens slut utan lämnar dem i standby-läge.</p> <p>Detsamma gäller fossildrivna maskiner under dagtid som kan stå på tomgång även då de inte direkt nyttjas. Dessa delar är möjliga att överkomma genom beteendeförändring och ökad medvetenhet för energianvändningen på byggarbetsplatsen.</p> <p>Större elektrifiering av byggarbetsplatsmaskiner ställer krav på elförsörjning och kan skapa en effektproblematik. Ett sätt att förhindra detta är att planera för att elektriska maskiner inte körs samtidigt. Batterilagring är också en potentiell lösning. Det finns också batteridrivna maskiner som kan laddas under exempelvis natten, dock innebär det lägre drifttider då de behöver laddas. Dessutom är priset på utsläppsfria maskiner ganska högt.</p>

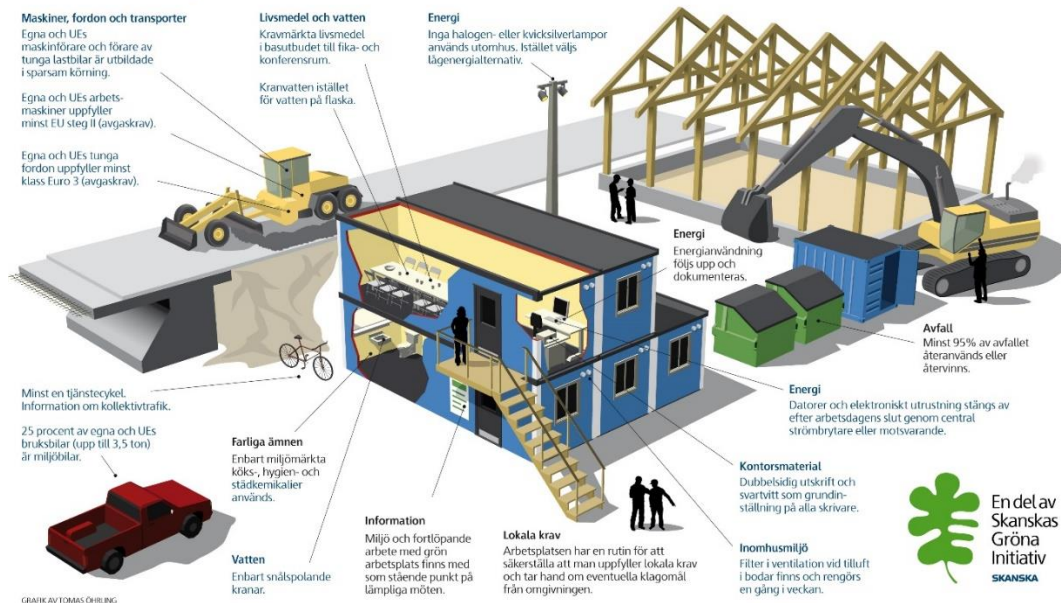
2.6 Goda exempel kring energieffektiva byggprojekt

I detta avsnitt beskrivs några goda exempel kring hur man arbetar energieffektivt i byggprojektets olika skeden. Informationen baseras på projekt från intervjuer inom projektet SBUF (Nakos Lantz, H., 2021) och webbsidor.

Ett exempel är Skanska som tagit fram kriterier för s.k. Grön byggarbetsplats. Kriterierna för Skanskas Gröna byggarbetsplats består av ett antal obligatoriska åtgärder och några poängsatta åtgärder. Arbetsplatserna får poäng för åtgärder i ett viktat system. För att en arbetsplats ska kategoriseras som en Grön byggarbetsplats ska samtliga obligatoriska åtgärder vara uppfyllda och arbetsplatsen ska uppnå en viss poäng. Man kan uppnå nivån brons, silver eller guld. Det är den totala poängen som avgör vilken nivå arbetsplatsen hamnar på. I Figur 9 visas exempel på obligatoriska och poängsatta åtgärder för att uppnå en grön byggarbetsplats, det bör dock noteras att denna illustration är från 2010, och nyare information saknas. Skanska har också en tydlig strategi för grönt byggande som fokuserar mer på själva byggnaden snarare än byggarbetsplatsen. För nivån mörkgrön (den tuffaste nivån) är de viktigaste kriterierna (Skanska, 2020b):

- Byggnaden bidrar till lika mycket energi som den förbrukar
- Byggmaterialen är hållbara
- Inga farliga ämnen finns i kemikalier
- 100 % av allt avfall återanvänds eller återvinns

Grön arbetsplats – exempel på obligatoriska och poängsatta åtgärder för en byggarbetsplats



Figur 9. Grön arbetsplats (Cision, 2010a).

Nyligen har Skanska även tagit fram Fossilfri Grön arbetsplats, för att minska användningen av fossila energislag och bränslen. På Skanskas hemsida står “*sedan 2020 har vi även lyckats med våra första Fossilfri Grön arbetsplats. Dessa har lyckats att till minst 90 procent använda fossilfria energislag och bränslen för maskiner och fordon samt för leverans av vissa typer av material, De har fossilfria energislag till uppvärmning av etableringen och byggelen ska vara el märkt med Bra miljöval (Skanska, 2021).*

Skanska har även en egen tävling som kallas Klimatjakten (Skanska, 2021). Denna syftar till att motivera och utmana deras byggprojekt i att minska klimatutsläppen. Klimatjakten är i form av en app där alla i Skanska kan se vilka projekt som deltar, vilka åtgärder som genomförts och deras placering i tävlingen. I Skanskas egen kortfilm om Klimatjakten (Skanska, 2019) nämns bl.a. följande; ”Vårt högt uppsatta klimatmål blev något konkret i det dagliga arbetet. Och jag började tänka på hur det vi jobbar med påverkar klimatet. Hur vi löser logistiken och transporter. Vilka material vi bygger in. De energisnåla bodarna. Och hur vi minskar avfallet.” I kortfilmen beskrivs även att tävlingsmomentet ger lite extra motivation. Varje år utses det projekt som reducerat utsläppen mest samt den region med störst engagemang och flest projekt i tävlingen.

2010 lanserade NCC Grönt byggande i Sverige. Det innebär bland annat att arbetsplatserna energieffektiviseras med energisnåla byggbodarna, miljömärkt el, behovsstyrd belysning samt miljöanpassade fordon och maskiner (Cision, 2010b). I NCC:s senaste årsredovisning (NCC, 2020) nämns dock ingenting om Grönt

byggande. Där nämns istället ”hållbar arbetsplats”. En hållbar arbetsplats innebär flera krav och inkluderar områden så som, hälsa och säkerhet, social inkludering, material och avfall, klimat och energi, etik och compliance. Inom delen för klimat och energi ingår det att minska koldioxidavtryck. Beräkningar görs på energianvändningen på arbetsplatsen för att ta reda på vad som kan göras för att reducera den (NCC, 2021).

Även Wästbygg har ett koncept som de kallar ”klimatsmart byggarbetsplats”. Det är ett internt certifieringssystem för att nå deras målsättning om en fossilfri byggarbetsplats 2030. Genom Klimatsmart byggarbetsplats har de etablerat en miniminivå som alla projekt ska klara idag (brons) samt två ytterligare nivåer (silver och guld) för att ytterligare kravställa och skynda på omställningen. Regionchef och arbetschef bestämmer gemensamt vilken nivå ett specifikt projekt ska uppnå, då det inte finns uttalade krav från beställaren. Beslutet baseras på vilken hållbarhetsambition beställaren har för projektet samt vilka förutsättningar som finns att uppfylla kraven. Deras mål är att successivt öka andelen guldetableringar till 100 procent år 2030 (Wästbygg, u.å.a.).

Verktyget omfattar bland annat områden som bodetablering, materialtransporter, avfall, innovationer, förnybar el och provisorisk byggvärme. I Figur 10 illustreras områden som omfattas för att uppnå klimatsmart byggarbetsplats. I Wästbyggs års- och hållbarhetsredovisning för 2019 nämns att nivå guld bl.a. innebär att transporter av byggmaterial och provisorisk byggvärme är fossilfria. Dessutom kravställs att de maskiner som utför markarbeten drivs med biodrivmedel (Wästbygg, 2019). För att uppnå till nivån brons krävs till exempel att 90 procent av avfallet på byggarbetsplatsen sorteras (Wästbygg, u.å.b.).



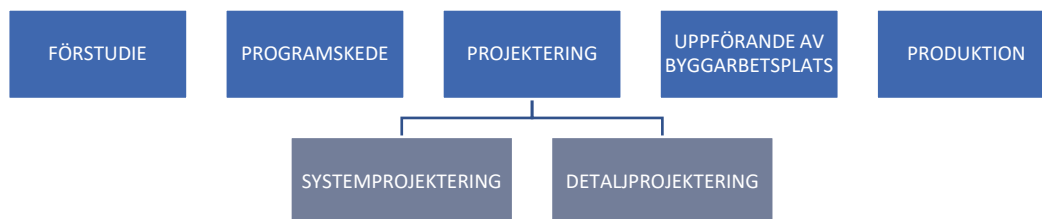
Figur 10. Klimatsmart byggarbetsplats (Wästbygg, u.å.c).

3 Energiuppföljning i byggskedet

3.1 Byggprojektets olika faser

Följande beskrivningar baseras på dokument och beskrivningar från Boverket (2021a, 2021b), Sveby (2012) och aktörer som i olika former är involverade i byggprojekt (Higab (2014), Akademiska hus (2020b), Stockholms byggmästareförening (u.å)). Det baseras även på information från Alvunger, P.-O.; Gyllenbäck C. & Jonsson J. (2012) och Larsson, J. (2013).

Ett byggprojekt kan delas in i de skeden som beskrivs nedan i detta avsnitt och illustreras i Figur 11 nedan.



Figur 11. Schema över ett byggprojekts olika faser.

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 solel. Likaså tillgången på biodiesel samt biogas i området.

Detaljprojektering

Bygglov söks vanligtvis efter systemprojektering. Med utgångspunkt i systemhandlingarna arbetas bygghandlingar fram, vilka är de utförandeansvisningar som entreprenörerna använder för att ta fram anbudspris. Då byggherren valt att

använda utförandeentreprenad 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, byggbodas, 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 anlåtande 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.

Verktogscontainrar 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:

- Arbetsbodas till personalen

- Vatten och avlopp till toaletter och arbetsbodarna
- Containrar 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 solel. På ritningen ska placering av personalutrymmen och kontor framgå. Behov av antal byggbodas 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 bodar och containrar 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.

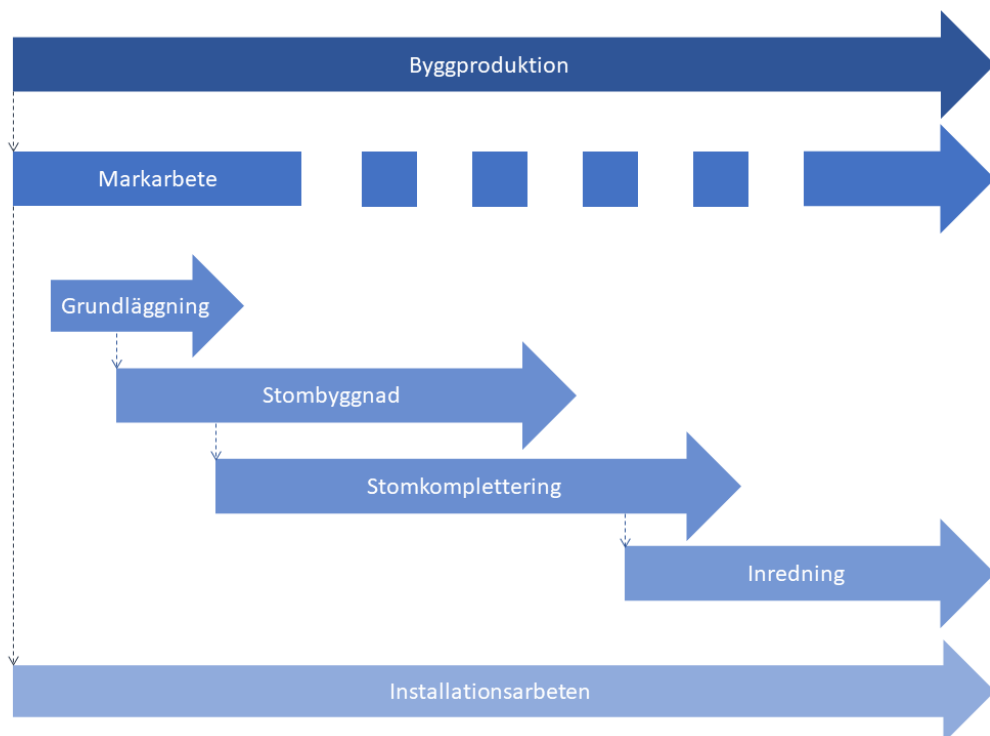
Etablering av tillfällig el till maskiner och belysning planeras så att effektuttag och energianvändning under dygnet kan minimeras. Där det behövs placeras belysning med timer eller närvarostyrning.

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:

- Markarbeten
- Grundläggning
- Stombyggnad

- Stomkomplettering
- Inredning
- Installationsarbeten



Figur 12. Generell illustration över moment vid byggproduktionen, fritt omarbetad (Nordstrand, U., (2008), Larsson, J. (2013)).

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 (Nakos Lantz, H., Merl K., Andersson S. (2018)), 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.

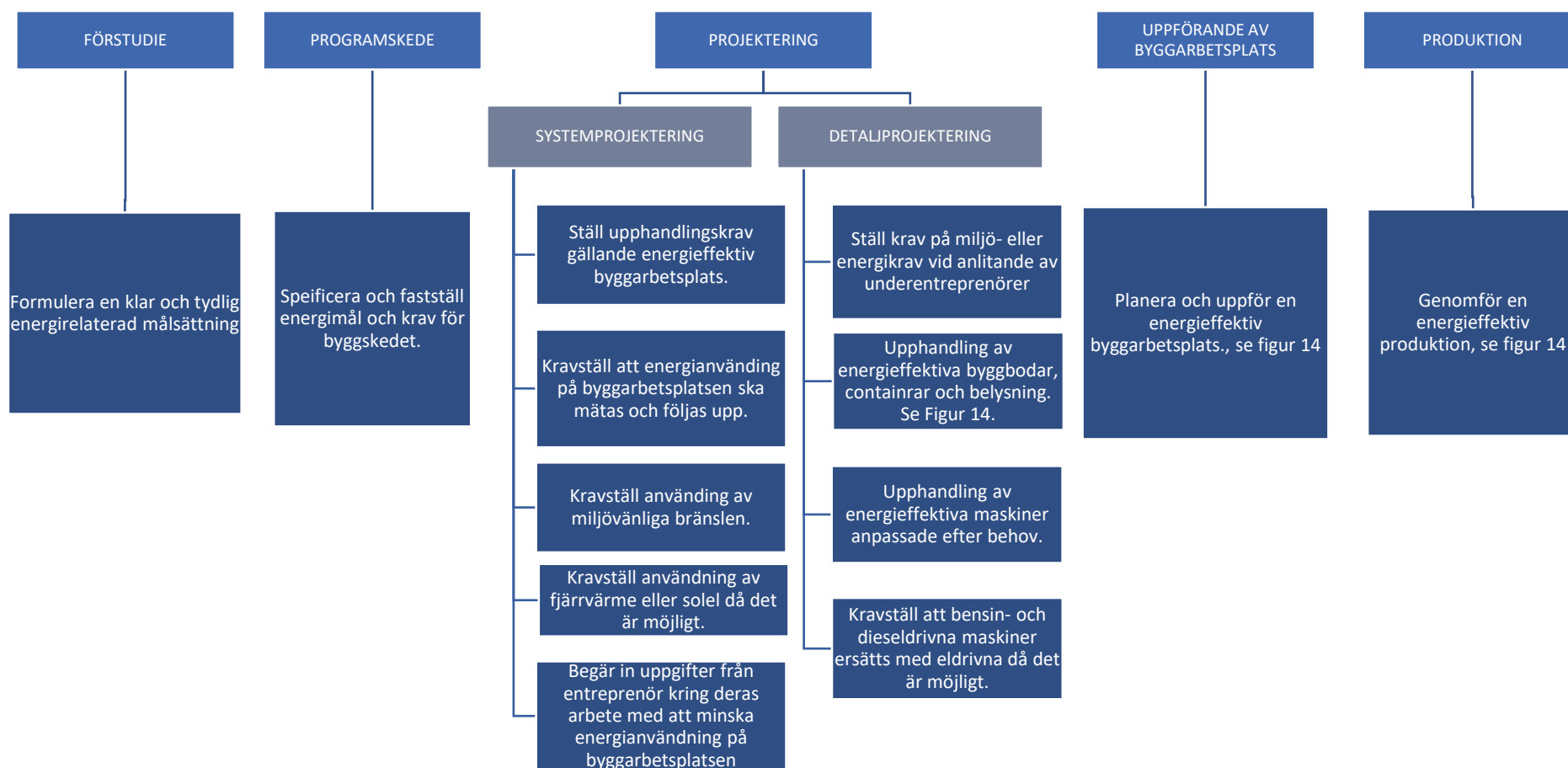
Arbetsmetoder och verktyg för att minska energianvändningen av beteenderelaterade aktiviteter bör användas, exempelvis genom att installera snålspolande vattenkranar eller dörrstängare.

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

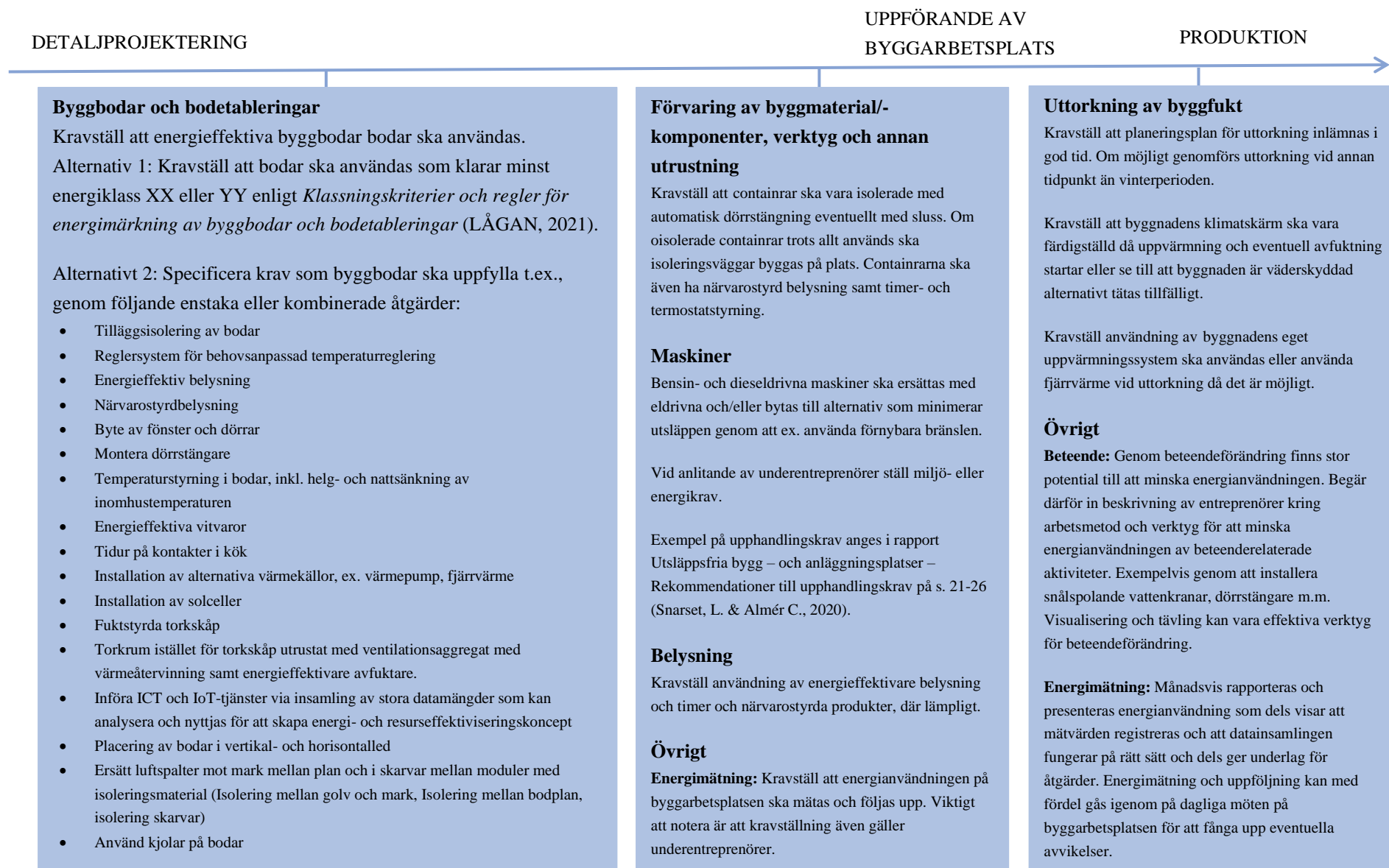
Föregående avsnitts identifierade aktiviteter och rekommendationer till krav för att upprätta ett energieffektivt byggskede presenteras i figur 13 och 14 nedan. Underlaget kan användas vid upphandling av bygg- och anläggningsprojekt. Vid upphandling kan åtgärder som minskar energianvändningen och klimatpåverkan 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.

Under 2020–2021 gav regeringen Upphandlingsmyndigheten och Boverket i uppdrag att utveckla och komplettera Upphandlingsmyndighetens hållbarhetskrav och annat stöd för att på ett kostnadseffektivt sätt främja en minskad klimatpåverkan under hela livscykeln inom bygg-, anläggnings- och fastighetsområdet vid offentlig upphandling. (Regeringskansliet, 2020) Upphandlingsmyndighetens leverans som sker under hösten 2021 består bland annat av, modell för byggupphandling, stöd för byggleverantörer enligt inköpsprocessen, klimatkrav och hållbarhetskriterier för husbyggnad och anläggning, modell för att följa effekter och underlag för referensvärden för klimatpåverkan vid nybyggnation. (Patrick Amofah, Upphandlingsmyndigheten, -seminarium Belok, 2021) Dessa är i skrivande stund inte lanserade (planerat till 1 november 2021) och ingår därmed inte i identifierade aktiviteter och rekommendationer till krav som presenteras, men bör beaktas framgent för att ställa krav vid upphandling.



Figur 13 Rekommendationer till krav och aktiviteter för att upprätta ett energieffektivt byggskede



Figur 14. Summering av identifierade aktiviteter och rekommendationer till krav för att upprätta ett energieffektivt byggskede under faserna "detaljprojektering" till "uppförande av byggarbetsplats" till "produktion"

3.2 Aktörer i byggskedet

Följande beskrivningar baseras på dokument och beskrivningar från Boverket (2020) och Sveby (2012) och aktörer som i olika former är involverade i byggprojekt (Peab, u.å., TL Bygg (u.å)). Det baseras även på information sammanställd i annan studie inom området (Linnskog, P. & Tanskanen S. (2018)).

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. 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. 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 (LÅGAN, 2011)* 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 att lägga på energifrågor. Vidare föreslogs att lämpliga arbetsuppgifter för en energiansvarig skulle inkludera, planeringsfrågor rörande energieffektivitet, mätning, kontroller och uppföljning av energieffektiviseringsåtgärder m.m. Dessa arbetsuppgifter ser man finns även behov av i andra projekt som pågår inom LÅGAN, exempelvis Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser (Nakos Lantz, H., 2021).

3.3 Plan för mätning och uppföljning av energidata i byggskedet

För att få helhetliga kunskapsunderlag och fatta beslut som bidrar till ett hållbart, -energi-och resurseffektivt byggskede krävs information kring energianvändning på byggarbetsplatser. Detta är av stor betydelse för att komma längre med energieffektiviseringsarbetet. Dels för att identifiera åtgärder eller behov av mer energieffektiv teknik och dels för en löpande uppföljning med åtgärdsplaner för att förbättringar faktiskt ska implementeras och utföras.

För inhämtning och sammanställning av energidata i byggskedet bör en mätplan tas fram. Denna underlättar uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatsen och kan framgent användas för att kunna ta fram åtgärder för att minska

energianvändningen. 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.

Genom initiativ inom LÅGAN pågår just nu ett projekt finansierat av SBUF och Energimyndigheten, *Kravspecifikationer och checklistor inför mätning på byggarbetsplatsen* (Nakos Lantz, H., 2021). Projektet, som ska vara klar under hösten 2021, syftar till att bland annat ta fram en generell mätplan med kravspecifikationer som ska underlätta uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatsen. Denna kommer redovisa vilken mätning som behövs för att kunna följa upp energianvändningen och beskrivning av hur en mätplan kan utformas. 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. Följande information baseras på denna studie (Nakos Lantz, H., 2021).

Viktigt att poängtera är att det i dagsläget krävs mer och bättre dokumenterade mätdata för att ge underlag för en bedömning om hur energi används idag på byggarbetsplatser och hur den kan effektiviseras. Därmed är det viktigt att i ett första skede ställa krav i upphandlingar på att mätning av energianvändning på byggarbetsplatser ska ske. Den mätplan som tas fram i LÅGAN och SBUF projektet (Nakos Lantz, H., 2021) kan sedan med fördel användas i upphandlingsunderlag. 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. På längre sikt kan stora energiposter identifieras, nyckeltal fastställas med lämpliga kravnivåer. Dessa kan sedan kan användas som underlag vid upphandling för framtida energihushållning på byggarbetsplatser.

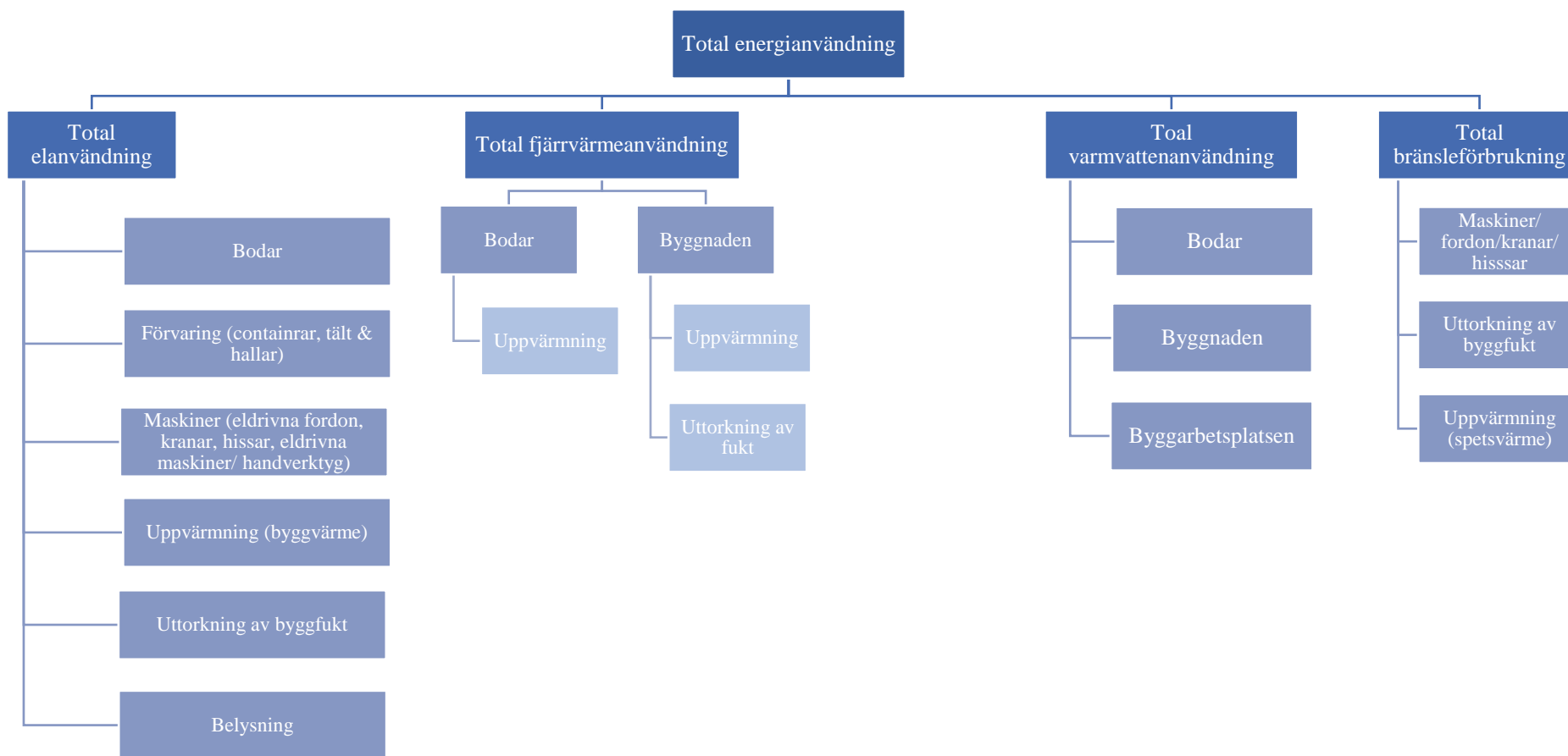
Plan för mätning

Mätning av energianvändning på byggarbetsplatsen kan avgränsas till att ske från markarbete till överlämning vid slutbesiktning (innanför byggarbetsplatsens grindar). Lämplig aktör att ansvara för att verifiera tillämpning av mätplan, idrifttagning av mätare och uppföljning bör beslutas inför varje projekt. Lämpligt är att ansvaret ligger hos den aktör som ansvarar och samordnar mätning, exempelvis entreprenören eller maskinuthyraren. I en mätplan är det viktigt att ansvarsfördelningen framgår.

Beroende av byggprojektets storlek och komplexitet anpassas omfattningen av mätare som ska användas. För att kunna följa upp energianvändningen på byggarbetsplatsen bör energianvändningen kunna mätas separat för följande poster:

- Total elanvändning
- Total fjärrvärmeanvändning
- Total vattenanvändning
- Total bränsleförbrukning där även underentreprenörer ska redovisa deras bränsleförbrukning för de maskiner och utrustning som används på byggarbetsplatsen

I de fall energianvändningen består av flera energibärare behöver även dessa kunna följas upp separat. Mätplanen kan med fördel utökas till att separera funktionsnivåer för att kunna följa upp användning på energiposter som påverkar byggarbetsplatsens energianvändning så som byggbodas, utrustning och maskiner. Mätning ska ske med antingen ordinarie debiteringsmätare för el, fjärrvärme och vatten eller egen mätare i serie med debiteringsmätaren. Figur 15 illustrerar poster uppdelade på systemnivå vars energianvändning bör mätas.



Figur 15. Poster samt uppdelning av dessa på systemnivå vars energianvändning bör mätas.

I mätplanen ska det beskrivas hur mätning av energianvändning sker.

- Mätplanen ska innehålla information om byggprojektet så som projektnamn / ID, ort, byggår, kort övergripande beskrivning om projektet där följande kan ingå; typ av konstruktion, utformning (garage, källare m.m.), BTA, antal byggnader, antal våningar, antal lägenheter.
- Mätplanen ska innehålla kontaktinformation och ansvarsfördelning för involverade personer för mätning- och uppföljning.
- Mätplanen ska innehålla uppgifter om vad som ska mätas, planerade mätpunkter, själva mätarna som installerats / använts för att mäta energianvändningen på byggarbetsplatsen.
- Mätperiod och mätintervall för registrering av mätdata
- Tidsupplösning
- Mätartyp (energi, flöde eller temperatur)
- Mätenhet
- Betjäningsområde
- System för mätning
- Eventuella anmärkningar
- Mätplanen ska innehålla beskrivning på mätarnas placering. Detta kan visas i ett principschema eller flödesschema där relationen mellan mätare framgår samt att nödvändiga placeringsregler tagits i beaktande för mätarna; exempelvis att lämpliga raksträckor har beaktats. Med fördel kan mätplanen innehålla en visualisering av hur mätsystemet hänger ihop.

Vid idrifttagning av mätning verifieras mätplanen och funktionen hos mätarna kontrolleras. För mätare som läses av automatiskt kontrolleras att uppmätta värden överförs korrekt till insamlingssystemet. Mätvärden som avläses manuellt eller samlas in via andra system, exempelvis fakturor via energileverantörer läggs in manuellt i framtagen databas / insamlingssystem. Vidare ska export av mätvärden för vidare bearbetning vara möjlig.

Att datainsamlingen fungerar på rätt sätt och att mätvärden registreras enligt framtagen mätplan behöver kontrolleras tidigt i mätperioden så att inga avvikelser förekommer. För energi- och tappvattenanvändningen är det lämpligt att varje månad göra en kontroll om värdena verkar rimliga, och loggningen fungerar. Rutiner för hantering av avvikelser kan utformas och anpassas efter varje projekts förutsättningar. Samtliga avvikelser, ändringar och åtgärder skall dokumenteras.

I mätplanen ska det framgå hur resultat ska redovisas och följas upp både internt och till tredje part. Det ska framgå vad som ska ingå i rapporteringen, när rapporten ska levereras samt roller och ansvar för att dokumentation blir utförd.

Energimätning och uppföljning ska gås igenom, lämpligen på dagliga möten på byggarbetsplatsen för att fånga upp eventuella avvikelser. Ett minsta intervall på månadsrapporter ska tas fram som visar att mätvärden registreras och att datainsamlingen fungerar på rätt sätt och skapas ur databas/insamlingssystemet. Rapportering kan därefter ske kvartalsvis och där redovisas följande:

- Månadsvis sammanställning av mätvärden
- Noterade avvikelser, planerade åtgärder och genomförda åtgärder för att åtgärda avvikelser

3.4 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, vilket behandlas i avsnitt 4.3. 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.

3.5 Energieffektivisering i byggskedet

Vid energieffektivisering i byggskedet finns ett antal händelser och aktiviteter som behöver utföras. En schematisk överblick av aktiviteter presenteras i Bilaga 1. För varje aktivitet beskrivs vad som behöver utföras och vilka aktörer som är inblandade.

Checklista för energiuppföljning och energieffektivisering

Det är viktigt att tidigt fastställa ansvarsfördelning för de huvudmoment som ska genomföras för energiuppföljning och energieffektivisering. Ett exempel på checklista där ansvarsfördelning och typ av aktiviteter tydligt framgår visas i Bilaga 2. Det bör noteras att det i tabellen i Bilaga 2 endast ges exempel på ansvarsfördelning. Beroende på projektets omfattning och entreprenadform kan behovet och ansvarsfördelningen för uppföljning variera.

4 Fallstudier

I detta kapitel beskrivs fallstudier av hur olika projekt har arbetat med att följa upp energianvändning i byggskedet. Beskrivningarna bygger på intervjuer med tre personer kopplade till tre olika byggkoncept och från information från webbsidor. Följande tre byggkoncept presenteras:

- Hoppet – ett innovationsprojekt för fossilfri byggnation. Lokalförvaltningen i Göteborgs stad bygger en fossilfri förskola som ska stå klar 2021. Inom innovationsprogrammet utforskas fossilfria metoder och material för att ställa om mot en fossilfri framtid (Göteborgs Stad, u.å.).
- Fagskolen i Agder og Grimstad tannklinikk – i Norge. Detta är ett spjutspetsprojekt där krav ställs på klimat och miljö. Exempelvis ställs krav på en fossilfri byggarbetsplats och att bl.a. fysiska / tekniska lösningar som minskar behovet av att torka byggnaden används (S2C, 2021b). Vid intervju framkom att utbudet av elektriska maskiner inte är så stor i denna del av landet. Det har dock framkommit att utbudet blivit bättre sedan kontraktet ingicks. Då det ska vara en fossilfri byggarbetsplats är kravet som ställts att biodiesel är acceptabel minsta lösning.
- A Working Lab (AWL) - ett kontorshus där Akademiska Hus varit byggherre. Kontorshuset färdigställdes under hösten 2019. Detta har byggts med trästomme. Byggnaden har varit arena för innovation med miljömål om att minska klimatpåverkan i byggskedet så väl som under drift. Exempelvis på ett projekt som drevs har varit att använda likström från solceller med batterilagring (Akademiska hus 2018, 2020).

Projektansvariga för ytterligare byggprojekt, som varit innovationsprojekt i framkant, kontaktades för att se om data fanns att tillgå. Det framgick dock att inget utöver det ”vanliga” gjorts och de hade därmed inte mer att bidra med.

4.1 Fagskolen i Agder og Grimstad tannklinikk

Yrkesskolan i Agder och Grimstad tandklinik planeras att vara färdigbyggt i augusti 2022. Yrkesskolan är tänkt att inrymma 550 elever och 50 lärare medan tandkliniken kommer att innefatta 13 behandlingsrum och 23 anställda. Yrkesskolan kommer att vara cirka 6500 m² BTA medan tandkliniken väntas vara cirka 770 m² (Agder fylkeskommune, 2021).

Byggnaden byggs enligt passivhusstandarden med energiproduktion för att bli ett plushus. Detta innebär att byggnaden kommer att producera mer energi än den förväntas använda. (Agder fylkeskommune, 2021)

Yrkesskolan byggs till stor del i betong. Den är uppförd i 4 våningar med teknikrum placerat på byggnadens tak. Byggnaden är uppförd på berg, med betonggrund. Ytterväggar under marknivå samt invändiga trappor och hisschakt i byggnaden är utförda med platsgjutna betongväggar. Den bärande konstruktionen består huvudsakligen av betongpelare, betongbalkar, betongschaktväggar och

håltäckningar. I delar av byggnaden har limträpelare använts istället för betongpelare. Ytterväggar över marknivå är konstruktionsväggar utförda enligt passivhusstandard, med impregnerad beklädnad på utsidan och treskiktsskivor används invändigt. Innerväggar är en kombination av stål och tre strukturer och trä-/gipsbaserade skivor används på innerväggar.

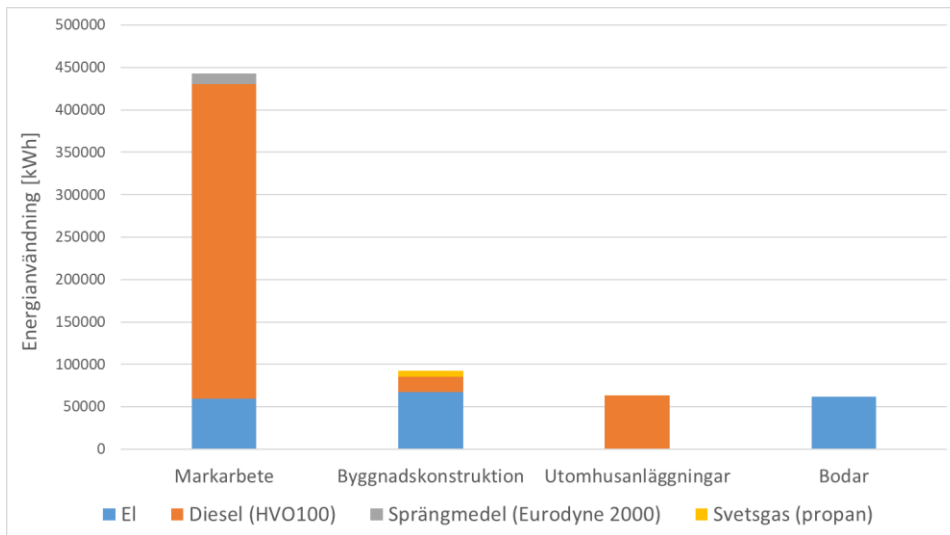
Tandkliniken byggs som en ren träbyggnad i en våning ovanpå en parkeringskällare i betong. I projektet ställs även krav på materialanvändning. Endast lågkolhaltig betong klass A får användas, tillsammans med 100 % återvunnet armeringsstål. I bärande och icke-bärande konstruktioner används även trä.

För byggprojektet i Norge finns det data för markarbetet men de har inte kommit så långt i byggskedet ännu. Därmed är det svårt att redogöra energianvändningen för byggskedets alla faser. I Figur 16 visas hur långt byggprojektet kommit den 14 september 2021.



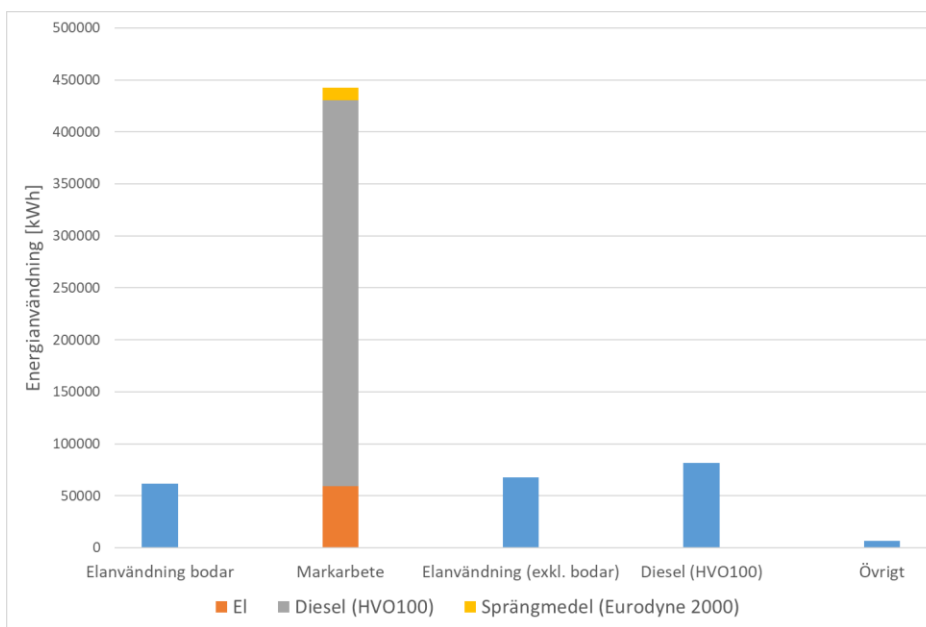
Figur 16. Byggprojektet av Fagelskolen i Agder og Grimstad tannklinik i Norge, bilden är tagen med live-kamera den 14 september 2021 (Agder Fylleskommune, 2021).

Uppmätta energidata för byggprojektet finns att tillgå från oktober 2020 till och med augusti 2021. I Figur 17 redovisas energianvändning hittills för olika faser.



Figur 17. Generell översikt av energianvändning för olika byggfaser

I Figur 18 visas generell översikt av energianvändning för byggprojektet i Norge. Energinvändningen är uppdelat i elanvändning för bodar respektive exklusive bodar, markarbete, diesel (HVO100) samt övrigt (inkluderar svetsgas).



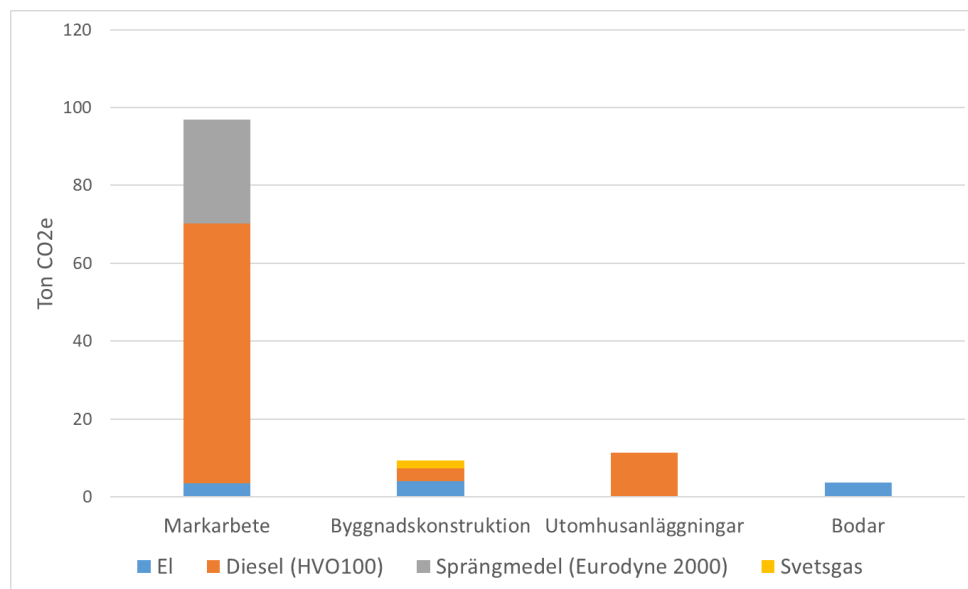
Figur 18. Energinvändning [kWh] för olika funktioner och energikällor på byggarbetsplatsen.

Genom Figur 17 och 18 framgår att för denna mätperiod (oktober 2020 till och med augusti 2021) står markarbete för stor del av energianvändningen. Övriga moment såsom uppförande av byggnadskonstruktionen är dock ännu inte slutfört. Markarbetet i detta byggprojekt var mycket omfattande med mycket sprängning, förflyttning av massor och betongarbete. Detta innebär hög energianvändning av biodiesel (HVO). Siffrorna inkluderar energianvändning till följd av nyttjande av

sprängmedel. Elanvändning utgör cirka 13 % av den totala energianvändningen vid markarbetet medan diesel utgör cirka 84 %.

I Figur 19 visas en översikt av klimatpåverkan under byggskedets olika faser. Även denna data baseras på mätperioden oktober 2020 till och med augusti 2021.

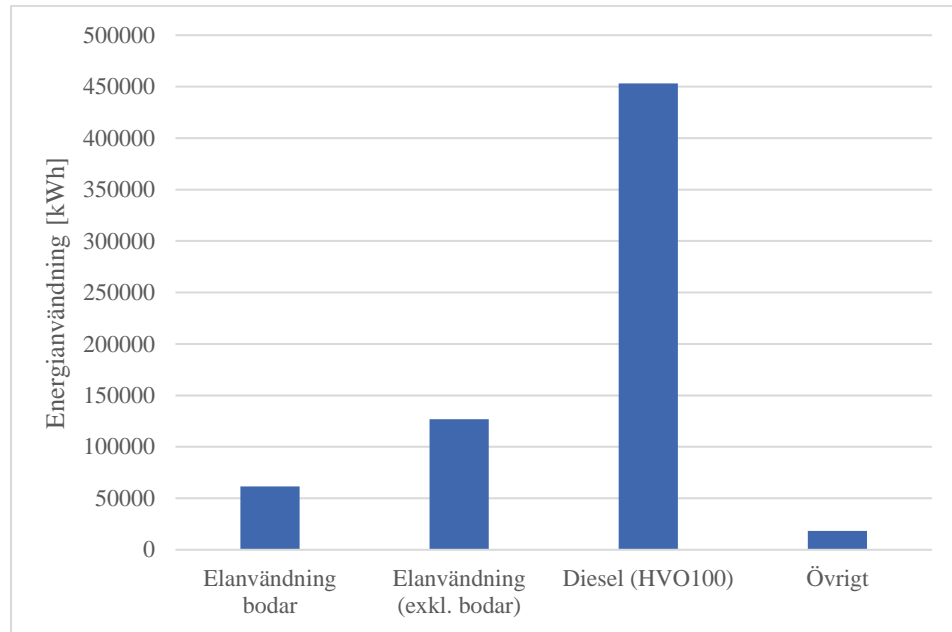
Utsläppssiffror som beräkningarna gjorts med är enligt NS-EN 16258:2012, där biodiesel beräknas enligt principen "well to wheel", dvs. från utvinning av bränslet till förbränning i fordonet.



Figur 19. Generell översikt av klimatpåverkan hittills under byggskedet .

I Figur 19 visas att för denna mätperiod (oktober 2020 till och med augusti 2021) står markarbete för stor del av klimatpåverkan. Även här bör dock påpekas att övriga moment såsom uppförande av byggnadskonstruktion ännu inte är slutfört. Elanvändning utgör cirka 4 % av den totala klimatpåverkan vid markarbetet medan diesel utgör cirka 70 %. Det visas även att sprängmedel utgör en betydande del av klimatpåverkan.

I Figur 20 visas generell översikt av energianvändning för byggprojektet i Norge. Energinvändningen är uppdelat i bodar, övrig elanvändning, diesel och övrigt (inkluderar sprängmedel och svetsgas).



Figur 20. Elanvändning hittills för bodar respektive övrigt, diesel och övrigt.

I Tabell 5 nedan presenteras fördelning av energianvändningen för projektet med avseende på identifierade funktioner från Figur 2.

Tabell 5 Fördelning av energianvändningen hittills på olika poster för projektet med avseende på identifierade funktioner från Figur 2.

Elanvändning bodar	Övrig elanvändning	Diesel	Övrigt*
9%	19%	69%	3%

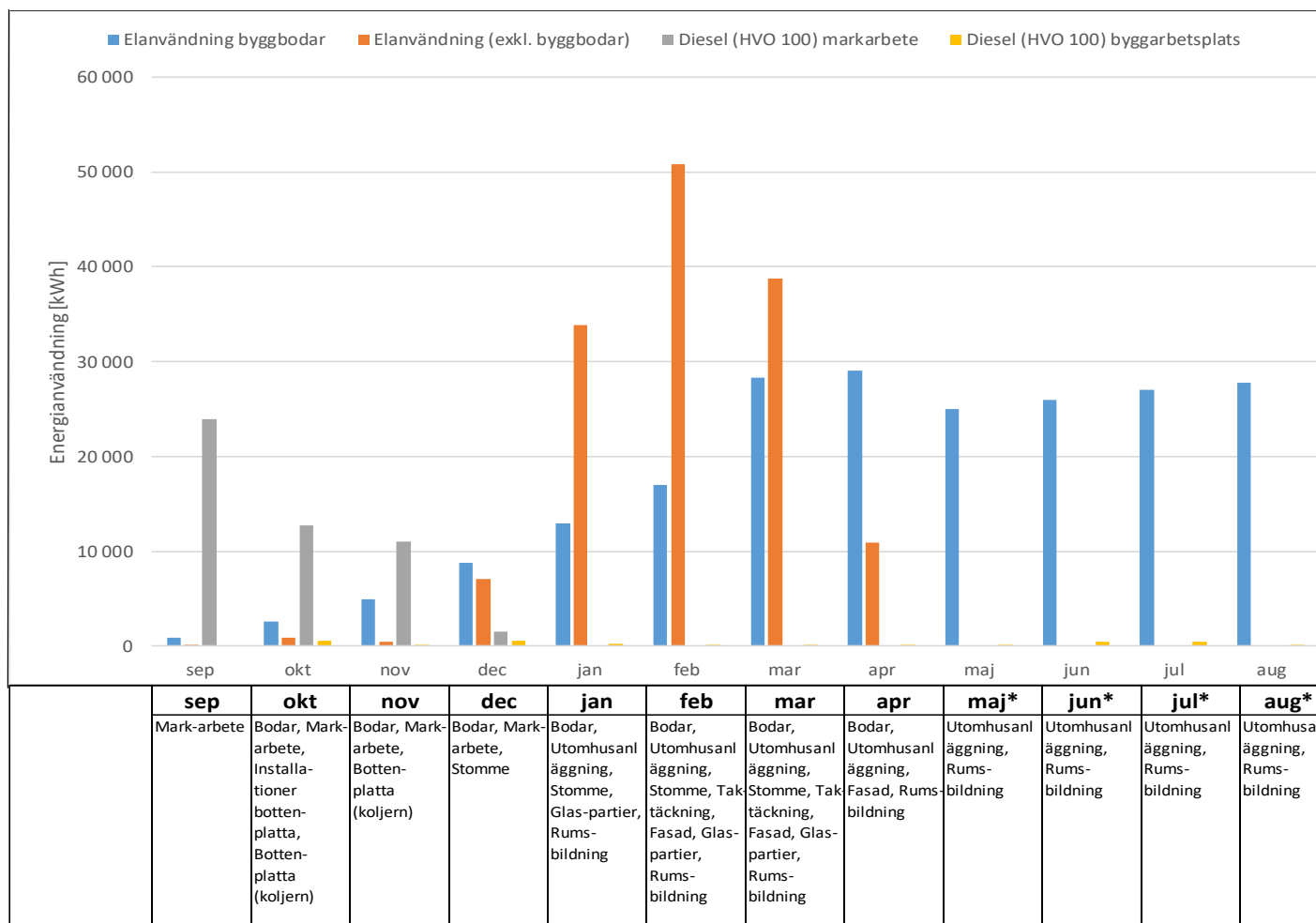
*energianvändning under markarbete för svetsning och sprängning

4.2 Förskolan Hoppet

Förskolan Hoppet planeras vara färdigbyggt i slutet av 2021. Förskolan byggs på Backa kyrkogata i Göteborg och består av åtta avdelningar med plats för 144 barn (Göteborgs stad, 2020b).

Det är ett innovationsprogram där avsikten är att skynda på omställningen till en fossilfri byggbransch. Målet är att bygga så fossilfritt som möjligt, både avseende material och metoder. Förskolan byggs till stor del i trä, dessutom används Koljerngrund i foamglas istället för betonggrund. Det är ett isoleringsmaterial som är gjort av hög andel återvunnet glas. Under skolans storkök har gjutning genomförts med betong. Vidare har många prefabricerade element använts. Innerväggar och bjälklag är prefabricerade element med svenskt korslimmat trä, så kallat KL-trä. Ytterväggar är prefabricerade regelväggar. Regelväggarna på ena sidan är dock platsbyggda till följd av bl.a. brandkrav. Takkonstruktionen är i trä där takläggning gjorts med sedumtak. (Göteborgs stad, 2020b) (Intervju, Hanna Ljungstedt, Miljöingenjör på Lokalförvaltningen Göteborgs stad)

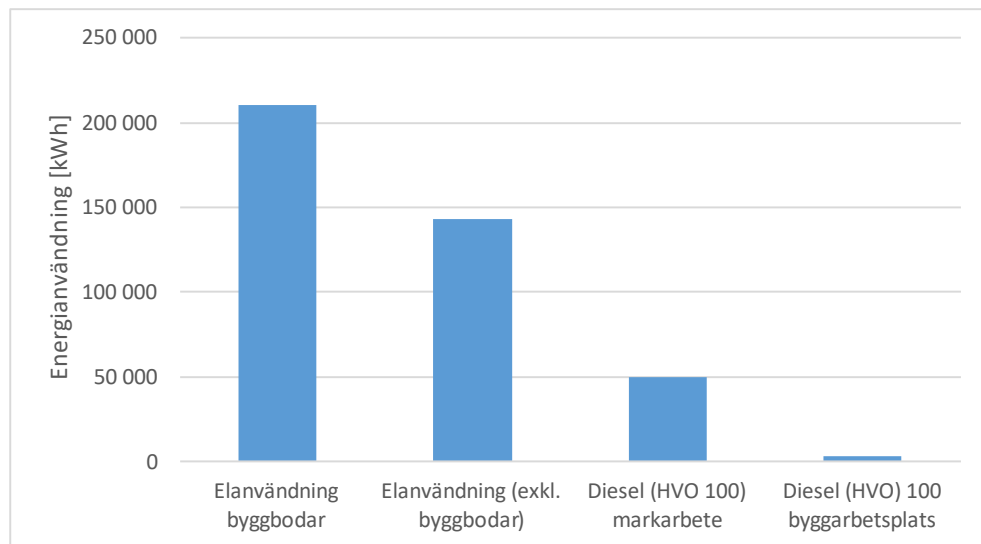
Vid byggskedet av förskolan Hoppet har data insamlats för byggbodas respektive byggarbetsplatsen. Denna data har inhämtats månadsvis $\pm 1-4$ dagar, dvs. energianvändningen är inte uppmätt vid exakt samma tidpunkt varje månad. I Figur 21 visas generell översikt av månadsvis energianvändning vid byggskedet av Förskolan Hoppet. I Figuren har månadsvis energianvändning kombinerats med projektplanering där olika byggfaser framgår.



Figur 21. Generell översikt av månadsvis energianvändning för olika faser på byggarbetsplatsen och genomförda moment. * Data för el på byggarbetsplatsen saknas för maj-augusti 2021.

Dock saknas data för elanvändning på byggarbetsplatsen för maj-augusti 2021, samt att byggprojektet ej är färdigställt ännu.

I Figur 22 visas generell översikt av energianvändningen. Energinvändningen är uppdelat i bodar, elanvändning, diesel för markarbete och diesel som använts på byggarbetsplatsen. Då byggprojektet ej är färdigställt ännu är det dock svårt att avgöra hur fördelningen ser ut för den totala energianvändningen i byggprojektet.



Figur 22. Energinvändning för olika funktioner och energibärare hittills på byggarbetsplatsen. Data för el på byggarbetsplatsen saknas för maj-aug 2021.

I Tabell 6 nedan presenteras fördelning av energianvändningen för projektet med avseende på identifierade funktioner från Figur 2.

Tabell 6 Fördelning av energianvändningen hittills på olika poster för projektet med avseende på identifierade funktioner från Figur 2.

 Elanvändning bodar	 Övrig elanvändning*	 Diesel
52%	35%	12%

* Data för el på byggarbetsplatsen saknas för maj-aug 2021

4.3 A Working Lab

Akademiska Hus har uppfört A Working Lab, AWL, på campus Johanneberg vid Chalmers Göteborg och som färdigställdes hösten 2019. AWL är ett kontorshus och en innovationsarena där idé- och kunskapsutbyten mellan akademi, näringsliv och samhällsaktörer ska kunna uppstå. Byggnaden är på 11 171 m² (A_{temp})³ och består av sju våningar ovan mark, med ca 900 arbetsplatser och källare under del av huset. (Hedén, K., Sande Beiro, T. (2019))

Byggnaden är pålad och uppbyggd som en träbyggnad, med korslimmat trä från Österrike, KL-trä, och träbjälklag. Träelementen mellan våningarna bärs på balkar av stål, hattprofiler, samt pelare av limträ. Detta minimerade våningshöjden och resulterade i att byggnaden kunde få en extra våning än vad som var projekterat (dvs. utan att påverka byggnadens projekterade höjd). Byggnadens höjd medför dock stora vindlaster och som följd har källarvåningar utförts med klimatförbättrad betong och trapphusen byggts av prefabricerade betongelement för att få tyngd i byggnaden. Även plan 1, entréplan, har betongelement såsom, betonghåldäck över källaren och är platsgjutet för delar mot mark. Ytterväggen är en *curtain wall* bestående av glas med täta isolerade partier och takkonstruktionen har bärande trapetsprofilerad plåt, trp-plåt, med isolering och papptäckning.

Under projekteringen genomfördes flera workshops om att bygga i trä på bästa sätt vilket också kombinerades med att ta fram och titta på olika EPD:er⁴ av grund, fasad och stomme.

Under byggprocessen för AWL har olika innovationsprojekt med tydligt klimat- och hållbarhetsfokus implementerats. Innovationsprojekten som använt byggnaden som testbädd har på olika sätt bidragit till att huset uppnått satta hållbarhetsmål. Byggnaden har exempelvis utrustats med energismarta lösningar så som PCM-teknik för lagring av kyla, DC-teknik med batterilagring och solceller. Solcellerna användes även under produktionsskedet och bidrog därmed till bygget. (Akademiska hus, 2019)

Hållbarhetsmål som Akademiska Hus haft för projektet, innefattar att klara hållbarhetskraven som gäller för Miljöbyggnad nivå Guld, att energianvändningen ska vara lägre än 35 kWh/m²,år, specifik energianvändning enligt BBR och att projektet ska minimera miljö och klimatpåverkan från material, dvs. minimera CO₂-utsläppen. Detta möjliggjordes genom materialval såsom stomme av

³ A_{temp} är summan av invändig area för respektive våningsplan, vindsplan och källarplan som värms till mer än 10 °C. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa och dyligt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden, i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.

⁴ Miljövarudeklaration för en byggprodukt (EPD) beskriver produktens miljöpåverkan ur hela dess livscykel.

korslimmat trä och användning av miljövänligare betong samt att färgen på fasaden har anpassats till en färg utan kadmium och som är nedbrytningsbar.

Akademiska Hus utförde omfattande fuktmätningar samt provtagningar för att säkerställa att fuktvärden i träkonstruktionen inte var förhöjda. På våningsplanen användes flytspackel på bjälklagen som torkade ut snabbt medan det i källaren och bottenplattan användes klimatbetong med längre uttorkningstid.

White arkitekter har utfört klimatberäkningar från grund, stomme och klimatskal under byggproduktionen (Hedén, K., Sande Beiro, T. (2019)). Analysen visade att för byggprojektet stod byggproduktionen för 1% och transporter för 10% av klimatpåverkan uppströms⁵. Den låga andelen av klimatpåverkan för byggprocessen förklaras i studien bero på att miljömärkt el, energi med lågt GWP användes i analysen. I studien redovisas även klimatpåverkan uppdelad på mark, leveranser, byggel, byggbodas, drivmedel samt uppvärmning. Projektgruppen har fått tillgång till energidata som ligger till grund för beräkningarna genomförda av White arkitekter. Nedan presenteras energianvändningen för dessa skeden.

Energianvändning Mark

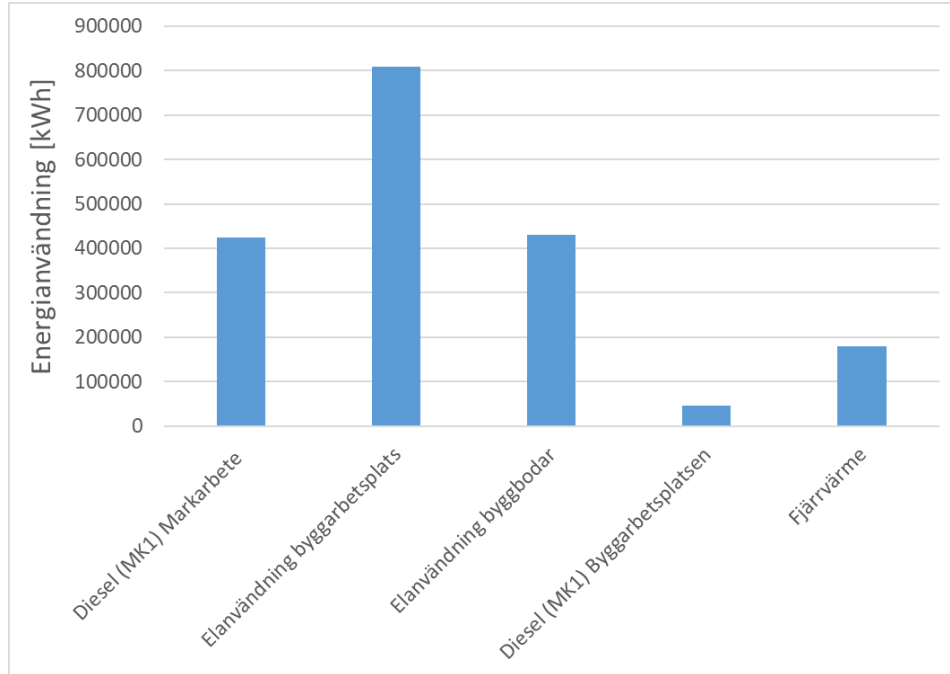
Mark omfattar arbetsmaskiner och fordon för markentreprenaden. Transporterna gjordes med dieseldrivna fordon. För produktion av källare och sanering av mark krävdes uppgrävning och borttransport av ca 6000 m³ massor. Energianvändningen till följd av detta uppgår till 424 MWh, motsvarande 38 kWh/m², A_{temp}.

Energianvändning byggproduktion

Energianvändning under byggproduktion omfattar byggel, el för bodas, drivmedel för arbetsmaskiner och el och fjärrvärme för uppvärmning av byggnaden under byggskedet. Uppvärmningen av byggnaden har kompletterats med dieseldrivet kockoverk under den kallaste perioden vintern 2018.

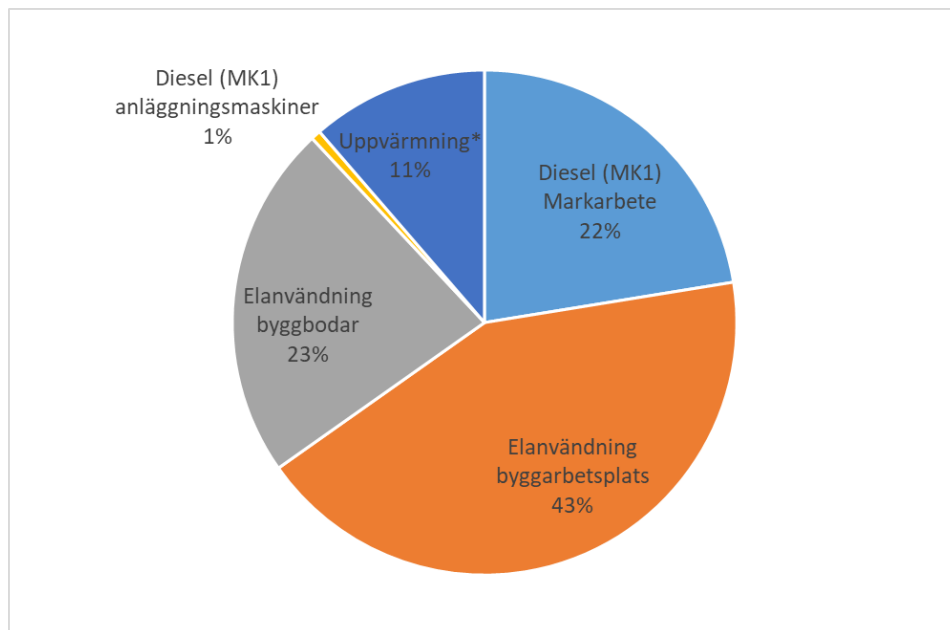
I Figur 23 visas generell översikt av energianvändning vid byggproduktion av AWL uppdelat i elanvändning på byggarbetsplatsen (exklusive byggbodas), elanvändning för byggbodas, dieselanvändningen för markarbete respektive byggarbetsplatsen (både för anläggningsmaskiner och för uppvärmning) och fjärrvärmeanvändningen i kWh.

⁵ Klimatpåverkan uppströms är uppdelat i produktskede (byggmaterialproduktionen: råmaterial, transport och tillverkning) och byggskedet (transport, byggproduktion).



Figur 23 Energianvändning för olika funktioner och energibärare på byggarbetsplatsen

Den totala energianvändningen uppgår till ca. 1,9 GWh. Figur 24 nedan visar fördelningen mellan olika poster vid byggproduktion.







Figur 24 Fördelning av energianvändning mellan olika poster på byggarbetsplatsen. * Uppvärmning: 9% kommer från fjärrvärme och 3% diesel.

Elanvändning på byggarbetsplatsen (exklusive byggbodar) står för 43% av den totala energianvändningen under byggproduktion, följt av byggbodar på 23%. Markarbetet står för 22%, uppvärmning står för 11%, vilket motsvarar 215 MWh

varav det dieseldrivna koverket står för 34 MWh. Dieselanvändningen som gått till drivmedel för anläggningsmaskiner på byggarbetsplatsen står för 1% av den totala energianvändningen under byggproduktion. Här ingår inte eldrivna arbetsmaskiner, exempelvis byggkranar, dessa är inkluderade under posten för byggel. De maskiner som inkluderats är drivmedel för lastning/lossning på byggarbetsplatsen och larvgående kran för hjälp av stommontage.

I Tabell 7 nedan presenteras fördelning av energianvändningen för projektet med avseende på identifierade funktioner från Figur 2.

Tabell 7 Fördelning av energianvändningen för projektet på olika funktioner med avseende på identifierade funktioner från Figur 2.

 <p>Elanvändning bodar</p>	 <p>Fjärrvärmeanvändning</p>	 <p>Övrig elanvändning</p>	 <p>Diesel</p>
23%	9%	43%	25%

Referenser

Addima (2018). *RACI modellen för framgångsrika projekt*.

<https://www.addima.se/raci/> [2021-09-09]

Agder fylkeskommune (2021). Fagskolen i Agder og Grimstad tannklinikk.

<https://agderfk.no/vare-tjenester/utbygging/eiendom-og-skolebygg/fagskolen-i-agder-og-grimstad-tannklinikk/> [2021-10-14]

Akademiska hus (2018). *Bygget A Working Lab ökar kunskapen om akustik i stora träbyggnader*. <https://www.akademiskahus.se/aktuellt/nyheter/2018/5/bygget-av-a-working-lab-okar-kunskapen-om-akustik-i-stora-trabyggnader/> [2021-09-13]

Akademiska hus (2020a). *A Working Lab*. <https://www.akademiskahus.se/vara-kunskapsmiljoer/vara-byggnader/a-working-lab/> [2021-09-13]

Akademiska hus (2020b). *Hur går byggprocessen till?*.

<https://www.akademiskahus.se/om-oss/vanliga-fragor/hur-gar-byggprocessen-till/> [2021-09-09]

Akademiska hus (2019). *A Working Lab i Göteborg uppnår Guld*.

<https://www.akademiskahus.se/aktuellt/nyheter/2019/09/a-working-lab-i-goteborg-uppnar-guld/> [2021-10-04]

Alvunger, P.-O.; Gyllenbäck C. & Jonsson J. (2012). *Byggnadsarbete*. 1. uppl. Stockholm: Liber

Bolig- og Planstyrelsen (2021). *Livscyklusvurdering - bygningens samlede klimapåvirkning*.

<https://baeredygtighedsklasse.dk/5-Krav-og-vejledning/Livscyklusvurdering---bygningens-samlede-klimapaavirkning#> [2021-10-07]

Boverket (2020). *Byggherrens ansvar*. <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/lov--byggande/byggprocessen/byggherrens-ansvar/> [2021-09-09]

Boverket (2021a). *I förstudien sätts mål*. https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/metod_byggande/forstudie/ [2021-09-09]

Boverket (2021b). *Olika skeden i byggandet*. https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/metod_byggande/skeden/ [2021-09-09]

- Boverket (2021c). *Klimatdeklarationens omfattning*.
<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/omfattning/> [2021-10-07]
- Cision (2010a). *Grön arbetsplats*. <https://news.cision.com/se/skanska-sverige/i/gron-arbetsplats.c81615> [2021-09-08]
- Cision (2010b). *NCC lanserar Grönt byggande i Sverige*.
<https://news.cision.com/se/ncc/r/ncc-lanserar-gront-byggande-i-sverige.c523586>
[2021-09-08]
- Energikontor Väst (2021). *Scandinavian Sustainable Circular Construction – S2C*
<https://www.energikontorvast.se/energieffektivisering/s2c/> [2021-09-09]
- Energimyndigheten (2018) *Energianvändningen inom byggsektorn*.
<http://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/energianvandningen-inom-byggsektorn/?currentTab=3#mainheading> [2021-09-03]
- Eriksson, H., Termens, J. & Wahlström, Å. (2019). *Energiklassning av byggbodar*. Göteborg: LÅGAN.
- Göteborgs Stad (u.å.). *Om Hoppet*.
<https://goteborg.se/wps/portal/enhetssida/hoppet-fossilfri-byggnation/Om-Hoppet>
[2021-09-13]
- Göteborgs Stad (2020a). *Göteborgs Stad inför tuffare miljökrav på arbetsmaskiner*.
<https://stadsutveckling.goteborg.se/resande-och-infrastruktur/nyheter/goteborgs-stad-infor-tuffare-miljokrav-pa-arbetsmaskiner/> [2021-09-16]
- Göteborgs stad (2020b). *Nu startar bygget av förskolan Hoppet - så fossilfri som möjligt*. <https://www.mynewsdesk.com/se/goteborgsstad/pressreleases/nu-startar-bygget-av-foerskolan-hoppet-saa-fossilfri-som-moejligt-3031118> [2021-10-14]
- Hedén, K., Sande Beiro, T. (2019). *Klimatberäkning under byggskedet. A Working Lab*.
- Higab (2014). *Det här är vår byggprocess*. Göteborg: Higab
https://www.higab.se/wp-content/uploads/Byggprocessen_2014.pdf
- Karlsson, N., Larsson, C. & Burke, S. (2019). *Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion*. Förstudie. LÅGAN.
- Klima Østfold (2019). *Fossilfrie arbeidsmaskiner og kjøretøy*.
<https://klimaostfold.no/fossilfrie-arbeidsmaskiner-og-kjoretoy/> [2021-10-05]

Larsson, J. (2013). *Effektiva flöden på byggarbetsplatsen – Planering och styrning av produktions-, material- och informationsflöden*. Examensarbete, Institutionen för ekonomi, teknik och samhälle. Luleå: Luleå tekniska universitet.

<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1026554/FULLTEXT02>

Linnskog, P. & Tanskanen S. (2018). *Kvalitet-, miljö- och arbetsmiljö i produktion*. Examensarbete. Akademin för ekonomi, samhälle och teknik. Västerås: Mälardalens högskola

LÅGAN (2011). *Energieffektiv byggarbetsplats*. Göteborg: LÅGAN, Tidermans hyrmaskiner AB, IMCG Sweden AB

http://www.laganbygg.se/UserFiles/Projekt/Energieffektiv_byggarbetsplats_slutrapport.pdf

LÅGAN (2021). *Energibod 1.0 - Energiklassningsystem för byggbodar och bodetableringar – Kriterier- och regler*. Remissdokument. Göteborg: LÅGAN

http://www.laganbygg.se/UserFiles/Blanketter/Energibod_1.0_remiss.pdf

Mamo Fufa, S.; Mellegård, S.; Kjendseth Wiik, M.; Flyen, C.; Hasle, G.; Bach, L.; Gonzalez, P.; Salberg Løe, E. & Idsøe, F. (2018). *Utslippsfrie byggeplasser – State of the art – Veileder for innovative anskaffelsesprosesser*. Oslo: SINTEF

Byggforsk. [https://sintef.brage.unit.no/sintef-](https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2572024/SINITEF%2bFag%2b49%2b%25281%2529.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

[xmlui/bitstream/handle/11250/2572024/SINITEF%2bFag%2b49%2b%25281%2529.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/bitstream/handle/11250/2572024/SINITEF%2bFag%2b49%2b%25281%2529.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Nakos Lantz, H. (2020a). *Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser*. Göteborg: LÅGAN, CIT Energy Management.

http://www.laganbygg.se/UserFiles/Projekt/LAGAN_Energianvandning_pa_byggarbetsplatser_201027.pdf

Nakos Lantz, H. (2020b). *Energianvändning på byggarbetsplatsen*. Göteborg: LÅGAN, CIT Energy Management

http://www.laganbygg.se/UserFiles/Projekt/RAPPORT_LAGAN_Sammanställning_av_energianvandning_byggprojekt.pdf

Nakos Lantz, H. (2021). *Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser*. Rapport färdigställs och publiceras under året

Nakos Lantz, H., Merl K., Andersson S. (2018). *Visualisering av energianvändning i lokaler*. [https://belok.se/download/Rapport_Visualisering-av-](https://belok.se/download/Rapport_Visualisering-av-energianvandning-i-lokaler.pdf)

[energianvandning-i-lokaler.pdf](https://belok.se/download/Rapport_Visualisering-av-energianvandning-i-lokaler.pdf) [2021-09-03]

Naturvårdsverket, 2020. *Klimatklivet – Vägledning om beräkning av utsläppsminskning*.

- NCC (2020). *Årsredovisning 2020*. Stockholm: NCC.
<https://www.ncc.se/siteassets/investor-relations/arsredovisning/nccarsredovisning2020.pdf> [2021-09-03]
- NCC (2021). *NCC Hållbar arbetsplats*. <https://www.ncc.se/hallbarhet/hallbar-arbetsplats/> [2021-09-08]
- Nordstrand, Uno (2008). *Byggprocessen*. 4., [rev.] uppl. Stockholm: Liber
- Patrick Amofah, Upphandlingsmyndigheten - seminarium Belok (2021). *Seminarium och workshop om klimatpåverkan*. Presentation, Patrick Amofah, Upphandlingsmyndigheten: *Regeringsuppdraget: Främja minskad klimatpåverkan inom byggsektorn*. <http://belok.se/seminarium-och-workshop-om-klimatpaverkan/> [2021-10-04]
- Peab (u.å.). *Exempel på vad du kan jobba med*. <https://peab.se/jobba-och-utvecklas/jobba-i-peab/vara-medarbetare-berattar/exempel-pa-yrkesroller/> [2021-09-09]
- Regeringskansliet (2020). *Uppdrag att främja minskad klimatpåverkan vid offentlig upphandling av bygg-, anläggnings- och fastighetsentreprenader*. <https://www.regeringen.se/regeringsuppdrag/2020/03/uppdrag-att-framja-minskad-klimatpaverkan-vid-offentlig-upphandling-av-bygg--anlaggnings--och-fastighetsentreprenader/> [2021-10-04]
- S2C (2021a). *Scandinavian Sustainable Circular Construction* <https://www.s2c-eu.com/om-s2c/> [2021-09-08]
- S2C (2021b). *Fagskolen Grimstad*. <https://www.s2c-eu.com/fagskolen-grimstad/> [2021-09-13]
- Skanska (2019). *Gå med i klimatjakten*. https://play.skanska.com/media/G%C3%A5+med+i+klimatjakten+-+Textad/0_5nmvqfsi/90542862 [2021-09-08]
- Skanska (2020a). *Års- och hållbarhetsredovisning 2020*. Stockholm: Skanska
<https://group.skanska.com/4a195e/siteassets/investors/reports-publications/annual-reports/2020/ars-och-hallbarhetsredovisning-2020.pdf> [2021-09-03]
- Skanska (2020b). *Vad innebär det att bygga mörkgrönt?*.
https://play.skanska.com/media/Vad+inneb%C3%A4r+det+att+bygga+m%C3%B6rkrgr%C3%B6ntF/1_7t13xh6h [2021-09-08]
- Skanska (2021). *Så arbetar vi med klimatneutralitet*. <https://www.skanska.se/om-skanska/hallbarhet/klimatneutralitet/sa-arbetar-vi-med-klimatneutralitet/> [2021-09-08]

Snarset, L. & Almér C. (2020). *Utsläppsfria bygg och anläggningsplatser – Rekommendationer till upphandlingskrav*. Göteborg: WSP.

<https://goteborg.se/wps/wcm/connect/f951b9df-65ca-4dae-825a-124af6af8faf/Slutrapport+Utsl%C3%A4ppsfria+bygg-+och+anl%C3%A4ggningsplatser.pdf?MOD=AJPERES> [2021-09-03]

Stockholms byggmästareförening (u.å). *Ett hus blir till - Genomförandeskede*.

<https://stockholmsbf.se/etthusblirtill/genomforandeskede/> [2021-09-09]

Sveby (2012). *Energiverifikat - uppföljning av energikrav under byggprocessen*.

Stockholm: Sveby. http://www.sveby.org/wp-content/uploads/2012/10/Sveby_Energiverifikat_version_1.0.pdf [2021-09-03]

TL Bygg (u.å.). *Elina, KMA-samordnaren*. <https://www.tlbygg.se/jobba-hoss/mot-vara-medarbetare/elina-kma-samordnare/> [2021-09-09]

Wästbygg (u.å.a.). *Klimatsmart byggarbetsplats*.

<https://group.wastbygg.se/sv/hallbarhet/klimatsmart-byggarbetsplats-2370/> [2021-09-08]

Wästbygg (u.å.b.). *Hållbarhetsarbete leder till konkurrenskraft*.

<https://group.wastbygg.se/sv/release/hallbarhetsarbete-leder-till-konkurrenskraft/> [2021-09-08]

Wästbygg (u.å.c.). *Fossilfritt 2030 – Klimat och Energi*.

<https://group.wastbygg.se/sv/hallbarhet/fossilfritt-2030-klimat-och-energi-4792/> [2021-09-03]

Wästbygg (2019). *Års- och hållbarhetsredovisning*.

<https://group.wastbygg.se/sv/wp-content/uploads/sites/3/2020/03/wb-a-r-2019-final-200402.pdf> [2021-09-03]

BILAGA 1

Tabell 8. Tabell över aktiviteter som bör genomföras vid energieffektivisering i byggskedet.

Skede	Aktör	Innehåll	Aktiviteter för energieffektivisering	Krav/att tänka på vid upphandling*
Förstudie				
	Byggherre	Projektet preciseras och vision samt mål för byggprojektet formuleras.	Under förstudieskedet formuleras en klar och tydlig energirelaterad målsättning för själva byggskedet. Exempelvis kan en vision vara "en fossilfri byggarbetsplats".	
Programskede				
	Byggherre	Mål och krav som byggnaden skall uppfylla fastställs.	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.	Energimål och krav vid byggskedet ska inkluderas i upphandlingskrav.
Projektering				
Systemprojektering	Byggherre Projektledare Entreprenör	Tekniska underlag för upphandling av entreprenadarbeten tas fram.	Här ställer byggherren upphandlingskrav gällande energieffektiv byggarbetsplats. I samband med offert kan byggherren begära in uppgifter från entreprenör kring deras arbete med energianvändning på byggarbetsplats samt hur de avser att mål ska uppnås. Entreprenören	Ställ upphandlingskrav gällande energieffektiv byggarbetsplats. Detta kan exempelvis göras genom att vid upphandlingskrav begära in beskrivning av entreprenörer kring arbetsmetod

		<p>Förfrågningsunderlag tas fram för upphandling av det fortsatta byggprojektet.</p>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 solel. Likaså tillgången på biodiesel samt biogas i området.</p>	<p>och verktyg för att bidra till att samtliga i projektet såsom underentreprenörer m.fl. bidrar till uppfyllande av målet/målen. Kravställ att energianvändningen på byggarbetsplatsen ska mätas och följas upp. Mätplan, rutiner och hantering av mätvärden ska beskrivas. Begär redovisning av metoder för att mäta energianvändningen på byggarbetsplatsen och reducera energianvändningen.</p> <p>Notera är att kravställning även gäller underentreprenörer. Både entreprenörer och underentreprenörer ska redovisa bränsleuppgifter (exempelvis bränsleförbrukning för maskiner).</p> <p>Kravställ användning av fjärrvärme, solel, biodiesel samt biogas då det är möjligt.</p>
<p>Detaljprojektering</p>	<p>Byggherre Entreprenör</p>	<p>Bygghandlingar arbetas fram i detalj.</p> <p>Resurser som behövs för att uppföra huset handlas upp.</p>	<p>Här handlas de resurser upp som behövs för att uppföra byggnaden. Maskiner, byggbodas, containrar och belysning väljs efter krav ställda på energieffektivitet.</p> <p>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 anlåtande av underentreprenörer.</p> <p>Vid inköp av bodas specificeras antingen vilken energiklass boden ska vara märkt med eller så specificeras olika energieffektiviserande åtgärder som till exempel dörrstängare för att reducera värmeläckage vid in- och utpassage,</p>	<p>Upphandla energieffektiva byggbodas och containrar (utförlig beskrivning gällande krav återfinns längre ner under, Arbetsbodas och Verktogscontainrar)</p> <p>Upphandla energieffektiva maskiner och belysning anpassade efter behov och kravställ att bensin- och dieseldrivna maskiner ersätts med eldrivna då det är möjligt. Exempel på upphandlingskrav anges i rapport Utsläppsfria bygg – och anläggningsplatser – Rekommendationer till upphandlingskrav på s. 21-26 (Snarset, L. & Almér C., 2020).</p>

			<p>energieffektivare vitvaror, timer på alla kontakter i kök, fuktstyrda torkskåp, helg- och nattsänkning av temperaturen m.m.</p> <p>Verktägscontainrar 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.</p> <p>Belysning ska vara energieffektiva och där det är lämpligt bör de vara försedda med timer eller närvarostyrning.</p>	<p>Se till att miljö- och/eller energikrav ställs vid anlitande av underentreprenörer.</p>
Etablering av byggarbetsplatsen				
	Byggherre Entreprenör	För att byggarbetsplatsen ska organiseras optimalt tas APD-plan fram.	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 solel. På ritningen ska placering av personalutrymmen och kontor framgå. Behov av antal byggbodas 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.	Kravställ användning av fjärrvärme, solel, biodiesel samt biogas då det är möjligt.
Arbetsbodas	Maskin- leverantör Entreprenör Byggherre	Arbetsbodas hyrs in och etableras.	Vid etablering av bodas kontrolleras att dessa levererats enligt specifikation på energieffektiviserande åtgärder. Bodatableringen 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.	<p>Kravställ att energieffektiva byggbodas bodas ska användas.</p> <p>Alternativ 1: Kravställ att bodas ska användas som klarar minst energiklass XX enligt Klassningskriterier och regler för energimärkning av byggbodas (LÅGAN, 2021).</p>

				<p>Alternativt 2: Specificera krav som byggbodan ska uppfylla t.ex., genom följande enstaka eller kombinerade åtgärder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ersätt luftspalter mot mark mellan plan och i skarvar mellan moduler med isoleringsmaterial (Isolering mellan golv och mark, Isolering mellan bodplan, isolering skarvar) • Tilläggsisolering av bodar • Använd kjolar på bodar • Placering av bodar i vertikal- och horisontalled • 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.
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				<ul style="list-style-type: none"> Införa ICT och IoT-tjänster via insamling av stora datamängder som kan analysera och nyttjas för att skapa energi- och resurseffektiviseringskoncept
Tillfällig el till maskiner	Energi-leverantör Maskin-leverantör Entreprenör		Etablering av tillfällig el till maskiner planeras så att effektuttag och energianvändning under dygnet kan minimeras.	<p>Bensin- och dieseldrivna maskiner ska ersättas med eldrivna och/eller bytas till alternativ som minimerar utsläppen genom att ex. använda förnybara bränslen.</p> <p>Miljö- och/eller energikrav ska ställas vid anlåtande av underentreprenörer.</p> <p>Exempel på upphandlingskrav anges i rapport Utsläppsfria bygg – och anläggningsplatser – Rekommendationer till upphandlingskrav på s. 21-26 (Snarset, L. & Almér C., 2020).</p>
Belysning på arbetsplatsen	Entreprenör		Använd energieffektiv belysning och närvarostyrda produkter. Detta för att undvika att belysning står tänd dygnet runt.	Kravställ använd av energieffektivare belysning och närvarostyrda produkter.
Verktögs-containrar	Entreprenör		Vid etablering av containrar kontrolleras att dessa levererats enligt specifikation på energieffektiviserande åtgärder.	Kravställ att containrar ska vara isolerade med automatisk dörrstängning eventuellt med sluss. Containrarna ska även ha närvarostyrd belysning samt timer- och termostattstyrning.
Produktion				
	Entreprenör Maskin-leverantör Under-entreprenör	Byggproduktionen genomförs.	<p>I produktionskedet lämnar entreprenörer uppgifter om energianvändning på byggarbetsplatsen till byggherren under arbetets gång med minst månadsvis rapportering.</p> <p>Uthyrningsföretag har här stor potential att tillhandahålla tjänster som rör övervakning av energianvändning på byggarbetsplatsen. Om</p>	<p>Beteende: Genom beteendeförändring finns stor potential till att minska energianvändningen. Begära därför in beskrivning av entreprenörer kring arbetsmetod och verktyg för att minska energianvändningen av beteenderelaterade</p>

	KMA-samordnare		<p>uthyrningsföretag har anlåtts blir de ansvariga till att lämna månadsvis uppföljning både till byggherre och entreprenör.</p> <p>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.</p> <p>Arbetsmetoder och verktyg för att minska energianvändningen av beteenderelaterade aktiviteter bör användas, exempelvis genom att installera snålspolande vattenkranar eller dörrstängare</p>	<p>aktiviteter. Exempelvis genom att installera snålspolande vattenkranar, dörrstängare m.m. Visualisering och tävling kan vara effektiva verktyg för beteendeförändring.</p> <p>Energimätning: Kravställ att energianvändningen på byggarbetsplatsen ska mätas och följas upp. Viktigt att notera är att kravställning även gäller underentreprenörer. 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.</p>
Uttorkning av byggfukt (betong, trä osv.)	Entreprenör		<p>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.</p>	<p>Kravställ att planeringsplan för uttorkning inlämnas i god tid.</p> <p>Kravställ att byggnadens klimatskärm ska vara färdigställd då uppvärmning och eventuell avfuktning startar eller se till att byggnaden tätas tillfälligt.</p> <p>Kravställ användning av fjärrvärme vid uttorkning då det är möjligt.</p>

BILAGA 2

Tabell 8. Checklista för ansvarsfördelning vid energiuppföljning och energieffektivisering på byggarbetsplatsen.

Aktiviteter	Ansvar (exempel)*					Kommentar
	B	PL	E	KMA	...	
Förstudie						
1. Klar och tydlig målsättning för projektet/byggskedet formuleras.	X					
Programskede						
2. Energimål och krav vid byggskedet specificeras och fastställs.	X					
Projektering						
3. Upphandlingskrav ställs gällande energieffektiv byggarbetsplats.	X					
4. Effektbehov till byggarbetsplatsen ses över och om det finns ex. fjärrvärme tillgängligt eller möjlighet att nyttja sol.						
5. Nödvändiga energimätare och mätsystem på byggarbetsplatsen planeras och inkluderas.			X			
6. Beskrivning tas fram kring hur en energieffektiv byggarbetsplats ska uppnås och hur samarbete sker med energileverantörer och ev. underentreprenörer för att skapa en energieffektiv arbetssituation.			X			

7. Checklista för ansvarsfördelning vid energiuppföljning i byggskedet fylls i.						
Inköp av resurser						
8. Energieffektiva maskiner köps/hyrs in.			X			
9. Miljö- och/eller energikrav ställs vid anlitande av underentreprenörer.			X			
Tillfälliga anordningar byggs						
10. APD-plan tas fram. Möjlighet att ansluta till fjärrvärme och solel ses över. Vid planering bör även antalet byggbodas hållas nere för att minska energianvändningen.			X			
11. Arbetsbodas hyrs in och etableras. Det är då viktigt att främja användningen av energieffektiva byggbodas samt uppmuntra energieffektivt beteende.			X			
12. Vid val av tillfällig el och maskiner nyttjas solel då det är möjligt samt energieffektiva maskiner.			X			
13. Energieffektiv belysning och närvarostyrda produkter används.			X			
14. Energianvändning för verktygscontainrar minimeras genom att ex. vara isolerade och försedda med luftsluss och självstängande dörrar.			X			
Produktion						
15. Uppgifter om energianvändning på byggarbetsplatsen lämnas till byggherren, exempelvis månadsvis.			X			
16. Åtgärder genomförs (så som att väderskydd säkerställs etc.) för att			X			

minimera energianvändning vid uttorkning av byggfukt.						
-------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

* Förkortningar

B Byggherre

PL Projektledare

E Entreprenör

KMA KMA-samordnare

Det är även viktigt att notera att alla som är involverade i byggprojektet måste motiveras och involveras i arbetet med att energieffektivisera. För att mer specifikt fördela roller och ansvar i ett projekt kan den s.k. RACI-modellen användas. RACI står för “Responsible”, “Accounted”, “Consulted” och “Informed”. Genom RACI-matrisen (se Tabell 8), kan ansvarsfördelningen därmed tydliggöras ytterligare genom att det utöver huvudansvarig även framgår vem som exempelvis bör konsulteras och informeras (Addima, 2018).

Tabell 9. Exempel på RACI-matris, fritt omarbetad (Addima, 2018).

	Roll 1	Roll 2	Roll 3	Roll 4
Aktivitet 1	C	A/R	C	
Aktivitet 2		I	R	C
Aktivitet 3	A	C	A	R
Aktivitet 4	I	R	I	
Aktivitet 5		R	C	I