

Energianvändning på byggarbetsplatsen

Sammanställning från några byggprojekt

LÅGAN Rapport

December 2020

Helena N Lantz, CIT Energy Management



Förord

Rapporten har finansierats inom LÅGAN av Energimyndigheten och har genomförts av Helena N Lantz på CIT Energy Management. Jag vill rikta ett varmt tack till alla branschaktörer som bidragit med data:

Kjell-Åke Henriksson JM AB
Nicklas Karlsson, Skanska Sverige AB
Magnus Österbring, NCC AB
Johan Gustafsson, Wästbygg Gruppen

Göteborg, december 2020



LÅGAN (samverkan för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Byggföretagen, Energimyndigheten, Boverket, Västra Götalandsregionen, Formas, byggentreprenörer, byggherrar och konsulter.

LÅGAN stöttar regionala nätverk inom byggande av lågenergibyggnader och skapar gemensamma projekt och studier för att utveckla och driva byggande och renovering av lågenergibyggnader framåt. LÅGAN ska bidra till att Sverige ska nå sina energimål genom att bostads- och lokalsektorn starkt effektiviserar sin energianvändning och ökar byggtakten av lågenergibyggnader.

www.laganbygg.se

Sammanfattning

För att öka kunskapen om hur resurseffektiv energianvändning kan uppnås på byggarbetsplatser behövs kunskap om hur stor energianvändningen är för olika typer av byggarbetsplatser och vilka aktiviteter som har stor energianvändning. En förstudie har genomförts inom LÅGAN, *Kunskapsläget om energianvändningen på byggarbetsplatsen*, där det konstaterades att kunskap kring energianvändningen på byggarbetsplatsen behöver förbättras och det finns ett stort behov av energimätningar från flera byggprojekt och byggarbetsplatser. Föreliggande studie syftar till att sammanställa data från byggföretagen i LÅGAN på energianvändning i några byggprojekt. Sammanställningen avser vara underlag för ett huvudprojekt med mer omfattande mätning.

Energianvändningen från 27 byggprojekt har sammanställts. Det finns en stor spridning i energianvändning mellan de olika projekt. 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. Fördelningen mellan energislag som används är till störst del el och därefter fjärrvärme. I vissa byggprojekt har även diesel och gasol använts. Sammanställt underlag bör kunna fungera som en indikation på energianvändningen på byggarbetsplatsen snarare än värden som kan användas vid till exempel kravställning.

Vidare har klimatpåverkan analyserats för 17 av de 27 byggprojekt för vilka energislagen specificerades. Klimatpåverkan från den totala energianvändningen varierar mellan ca 3-18 kg CO₂-ekv/m² och ca 12- 330 ton CO₂-ekv. I majoriteten av byggprojekten orsakar el det största bidraget till klimatpåverkan.

Från analysen på den sammanställda data finns svårigheter att utvärdera underlaget både vad gäller att validera data och bedöma kvalitén i de presenterade värdena. Detta gör det inte möjligt att kunna ta fram någon form av nyckeltal då fler faktorer påverkar energianvändningen som behöver tas hänsyn till. För fortsatt och djupare analys krävs mer och bättre dokumenterad mätdata för att öka det statistiska underlaget och dess kvalitet. Vilket skulle göra det möjligt att kunna bedöma exempelvis hur stor energianvändning som normalt används och vad det finns för energibesparingspotential.

Denna analys bekräftar att det finns ett stort behov av energimätningar från flera byggprojekt och byggarbetsplatser och mer information om energianvändningen och energibesparingspotentialen för olika poster på byggarbetsplatsen. Vidare behöver även underentreprenörers energianvändning och hur de påverkar byggarbetsplatsen kartläggas.

Innehållsförteckning

Förord	2
1 Sammanfattning	3
Innehållsförteckning	4
1. Inledning	6
1.1 <i>Bakgrund</i>	6
1.2 <i>Syfte och mål</i>	6
1.3 <i>Genomförande</i>	6
1.4 <i>Avgränsningar</i>	6
2 Resultat	7
2.1 <i>Totala energianvändningen på byggarbetsplatsen</i>	8
2.2 <i>Årlig energianvändning på byggarbetsplatsen</i>	12
2.3 <i>Beräkningar av klimatpåverkan</i>	14
3 Diskussion och slutsatser	18
3.1 <i>Förslag till fortsatt arbete</i>	20
Litteraturförteckning	21

1. Inledning

För att öka kunskapen om hur resurseffektiv energianvändning kan uppnås på byggarbetsplatser behövs kunskap om vart specifika energinivåer för byggarbetsplatser ligger och vilka aktiviteter som har stor energianvändning.

1.1 Bakgrund

En förstudie har genomförts inom LÅGAN; *Kunskapsläget om energianvändningen på byggarbetsplatsen*. Där konstaterades det att det finns ett stort behov av energimätningar från flera byggprojekt och byggarbetsplatser och att kunskap kring energianvändningen behöver förbättras. Byggföretag saknar generellt mätning utöver övergripande debiteringsmätare och få har genomfört någon uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatsen. För att se vad som kan tas fram från befintliga mätare och att fastställa hur en mer avancerad mätning kan genomföras och hur den ska dokumenteras behövs en första analys av den information som tillgänglig idag.

1.2 Syfte och mål

Syfte med föreliggande studie är att samla in och analysera data från energianvändning i några projekt från byggföretagen i LÅGAN. Resultatet avser att ge ett underlag för ett huvudprojekt med mer omfattande mätning.

1.3 Genomförande

Byggföretagen i LÅGAN som bidragit med data på energianvändningen på byggarbetsplatser listas nedan.

- JM AB
- Skanska Sverige AB
- NCC AB
- Wästbygg Gruppen

1.4 Avgränsningar

För att data från byggföretagen ska kunna jämföras togs en Excel-mall fram för att underlätta för byggföretagen och säkerställa att data ska vara jämförbar. Data har efterfrågats för 5 byggprojekt vardera och för perioden, *byggstart av fastighet (exklusive markarbete) till slutbesiktning*. Byggföretagen har lämnat in data utefter vad som fanns att tillgå i de olika byggprojekten.

2 Resultat

Resultaten bygger på insamlade data från LÅGANs byggföretag.

Förutsättningar

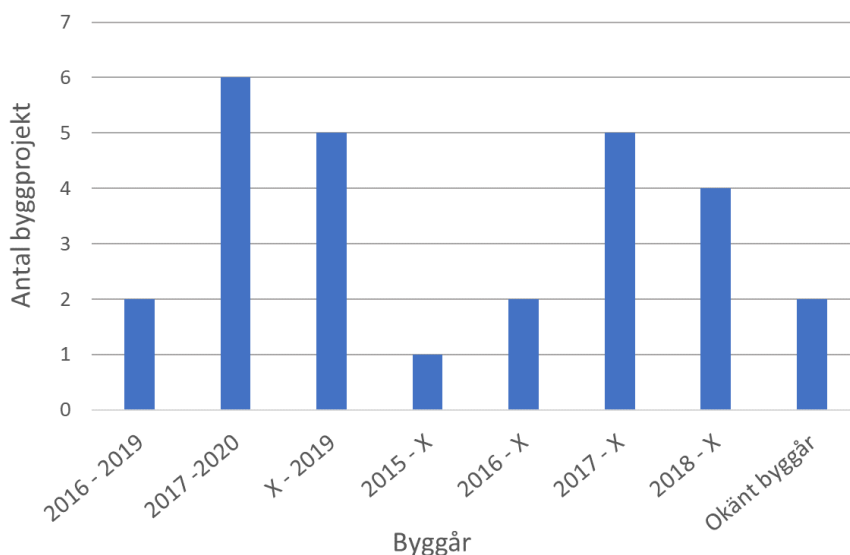
- Tillhandahållna data är exklusive underentreprenörers energianvändning och exklusive markarbeten.
- Total el- och fjärrvärmeanvändning, diesel- och gasolförbrukning för olika byggprojekt har angivits.
 - Data per månad har inte angivits.
- För 14 byggprojekt specificerades antalet månader byggprojekten pågick och för 13 byggprojekt är detta okänt.
- För 4 byggprojekt angavs data för 1 eller 2 kalenderår som inte motsvarar byggprojektens byggår. För dessa saknas även information om antal månader som byggprojekten totalt pågick.

Detta har resulterat i att data har delats upp i två analyser:

- Den totala energianvändningen på byggarbetsplatsen
 - Denna analys inkluderar 23 byggprojekt av 27
- Den årliga energianvändningen på byggarbetsplatsen
 - Denna analys inkluderar 14 byggprojekt av 27

Varje byggprojekt har fått ett eget ID. Detta ID är genomgående samma i alla figurer som presenteras i denna rapport. Exempelvis ID 4 i figur 1 är samma byggprojekt med ID 4 i figur 10.

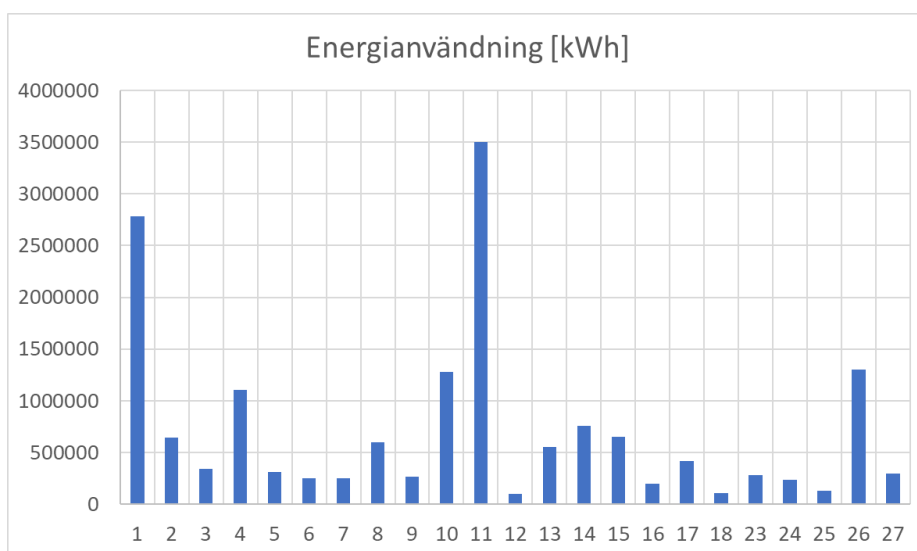
Majoriteten av byggprojekten har genomförts under samma period. Figur 1 nedan visar fördelningen över byggprojektens byggår, där "X" indikerar okänt år för start och avslut.



Figur 1 Antal byggprojekt för olika byggårsperioder. X betyder okänd start eller avslut av projektet.

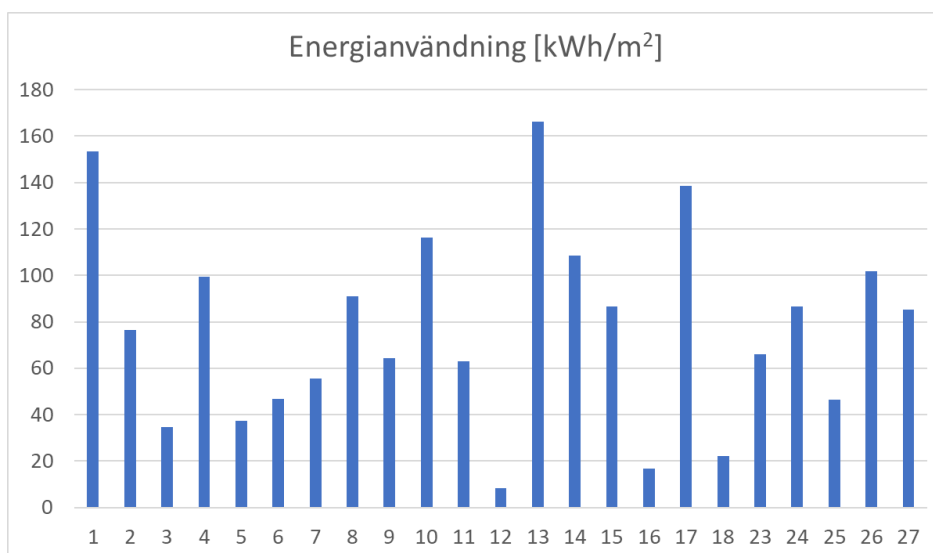
2.1 Totala energianvändningen på byggarbetsplatsen

Resultat från 23 byggprojekt presenteras nedan. För projekt ID 19-22 angavs den årliga energianvändningen men utan information om antal månader som byggprojektet pågick och därmed exkluderas dessa från analysen i detta avsnitt. Figur 2 visar den totala energianvändningen för 23 byggprojekt. Den totala energianvändningen varierar mellan ca 100 – 3500 MWh.



Figur 2 Total energianvändning för 23 byggprojekt. Y-axeln visar energianvändningen i kWh och X-axeln visar byggprojektet ID.

I Figur 3 visas den totala energianvändningen per kvadratmeter, BTA. Den varierar mellan 8-166 kWh/m².

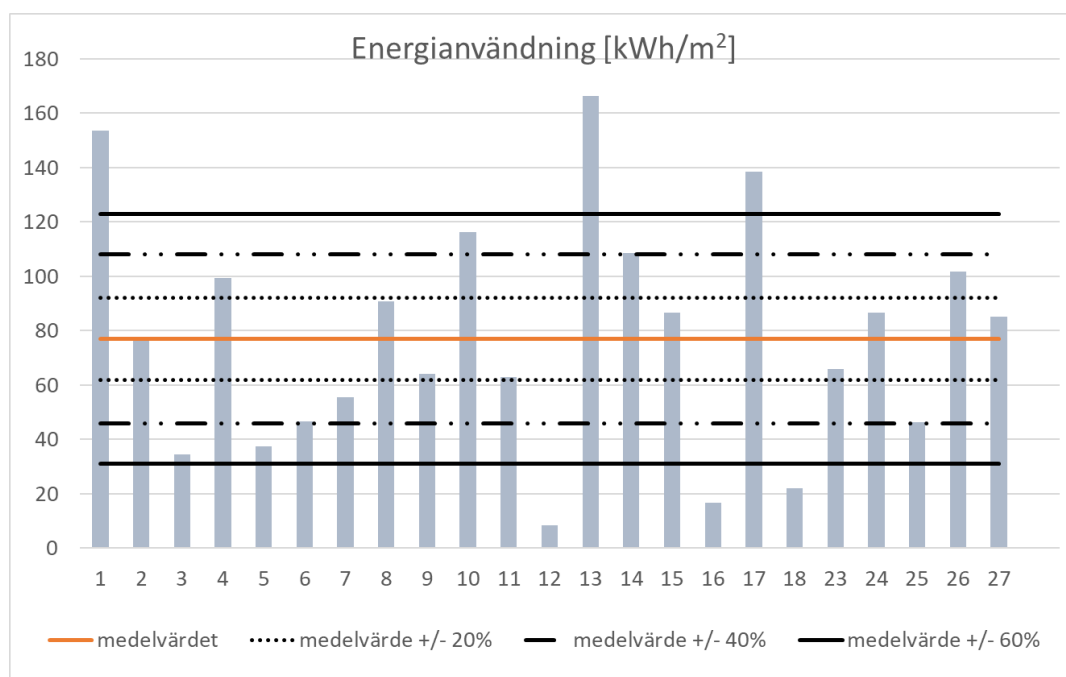


Figur 3 Total energianvändning per kvm för 23 byggprojekt. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m² och X-axeln visar byggprojektet ID.

Medelvärdet för projekten ligger på 77 kWh/m², men variationen från medelvärdet är stor vilket framgår i Figur 4 och Tabell 1.

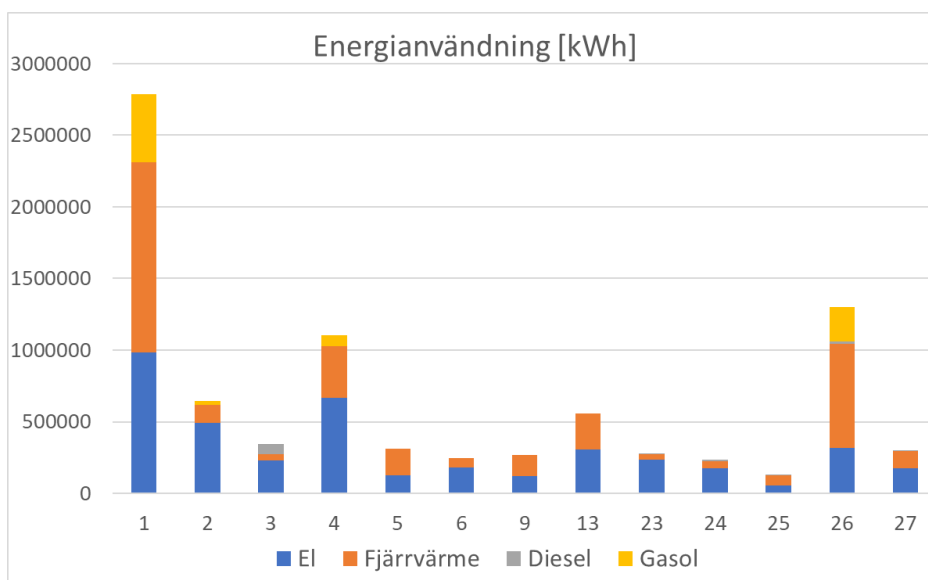
Tabell 1 Andel byggprojekt och avvikelse från medelvärdet

Andel byggprojekt	Avvikelse från medelvärdet	Motsvarande variation på energianvändningen
74 %	± 60%	31-123 kWh/m ²
61 %	± 40%	46-108 kWh/m ²
35 %	± 20%	62-92 kWh/m ²

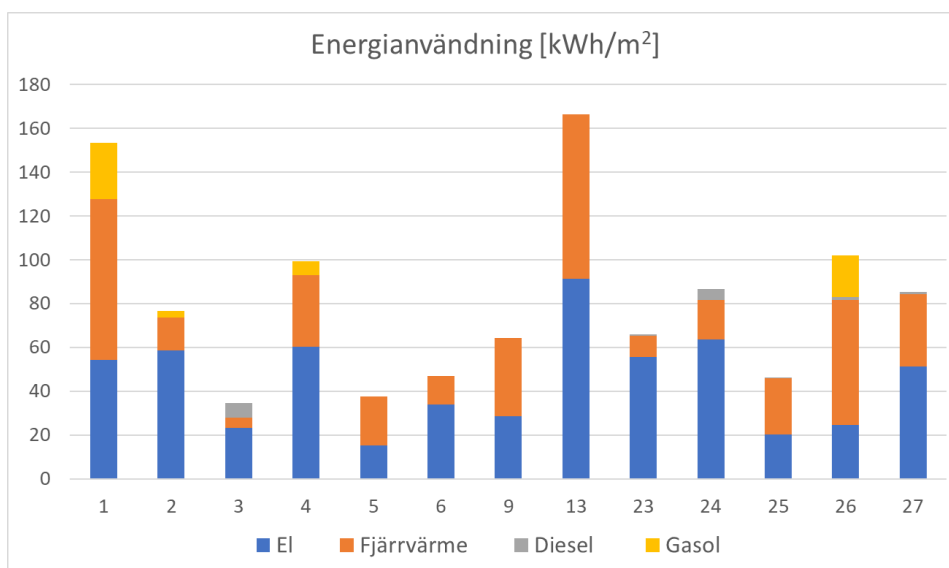


Figur 4 Total energianvändning per kvm för 23 byggprojekt och medelvärdet för dessa inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m² och X-axeln visar byggprojekt ID.

Av 23 projekt specificerade 13 projekt energianvändningen per energislag. Vilket visas i Figur 5. Den totala energianvändningen per kvadratmeter för de 13 projekt som specificerade energianvändningen per energislag visas i Figur 6. Fördelningen mellan energislag som används är till störst del el och därefter fjärrvärme. I vissa byggprojekt har även diesel och gasol använts. Förhållandet mellan de olika energislag, exempelvis mellan el- och fjärrvärme påverkas av bland annat möjligheten till att koppla upp sig till fjärrvärmenätet och när i byggprocessen möjligheten fanns. Variationen kan dock inte analyseras då information om när exempelvis fjärrvärme kopplades in saknas i underlaget.

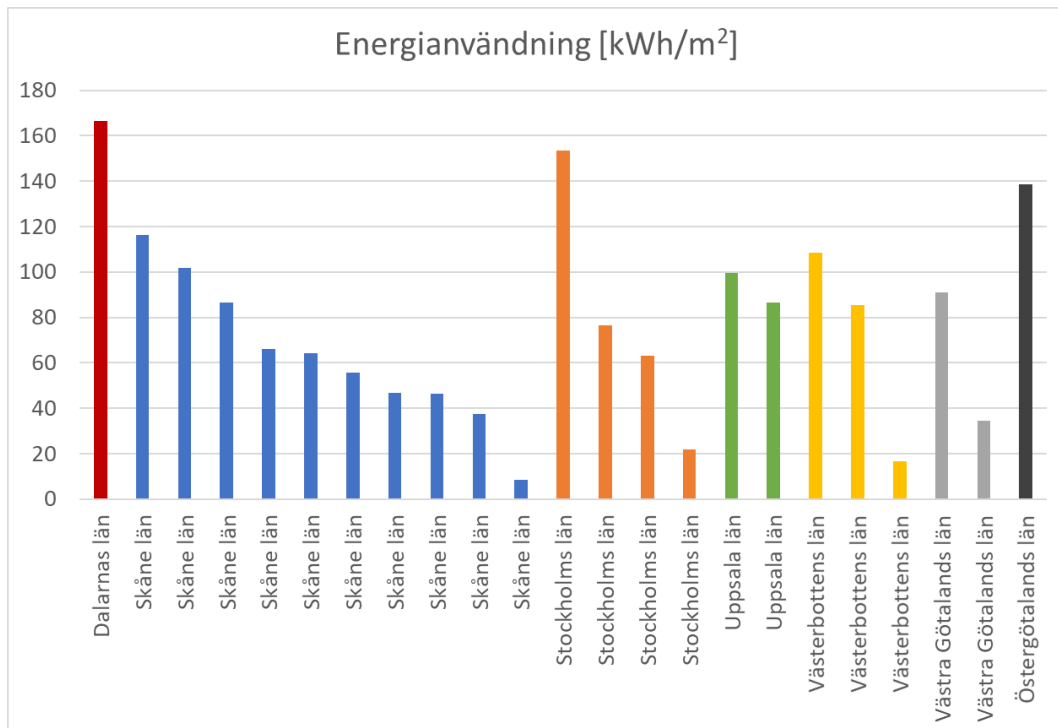


Figur 5 Total energianvändning för 13 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i kWh och X-axeln visar byggprojektet ID.

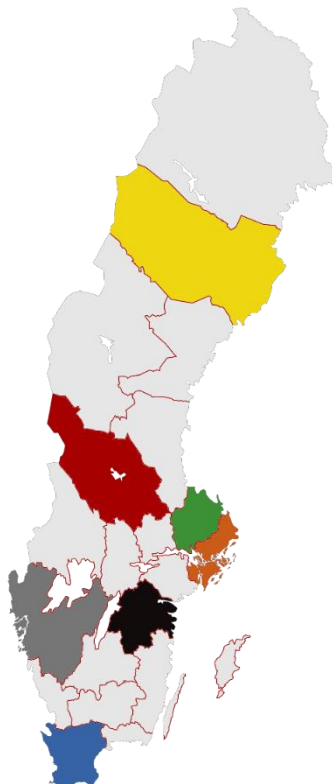


Figur 6 Total energianvändning per kvm för 13 byggprojekt uppdelat per energislagsanvändning. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m² och X-axeln visar byggprojektet ID.

Figur 7 nedan visar energianvändningen per kvadratmeter för 23 byggprojekt och för vilket län som byggprojektet uppfördes i. Tydliga samband mellan län och energianvändning framgår inte från de byggprojekt som finns med i denna analys då underlaget är begränsat. Figur 8 har lagts in för att vidare illustrera spridningen över Sverige.



Figur 7 Total energianvändning per kvm för 23 byggprojekt och respektive län som de uppförts i. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m² och X-axeln visar län i Sverige.

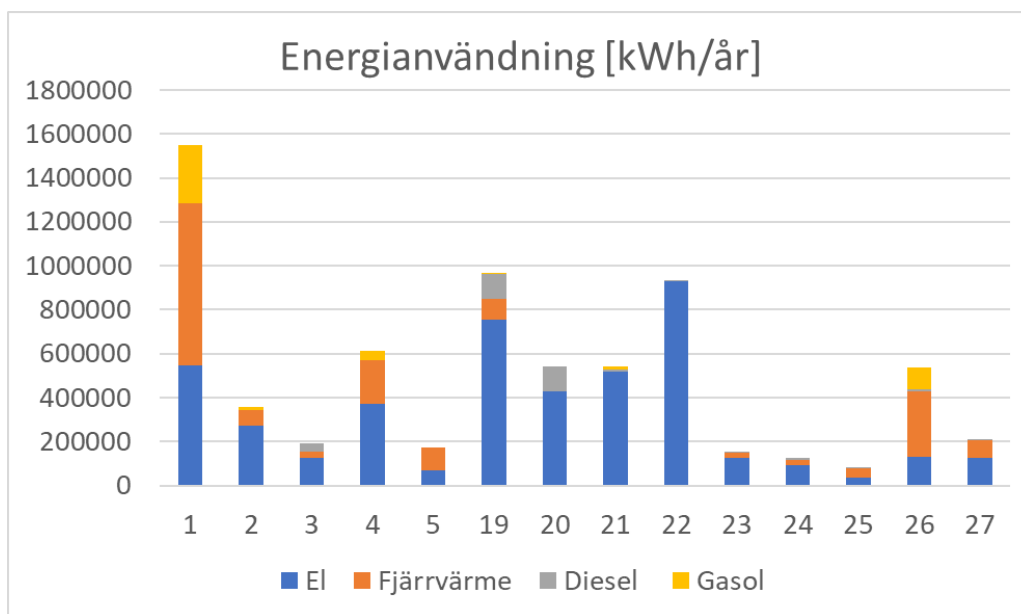


Figur 8 Illustration över län som byggprojekt uppförts i

2.2 Årlig energianvändning på byggarbetsplatsen

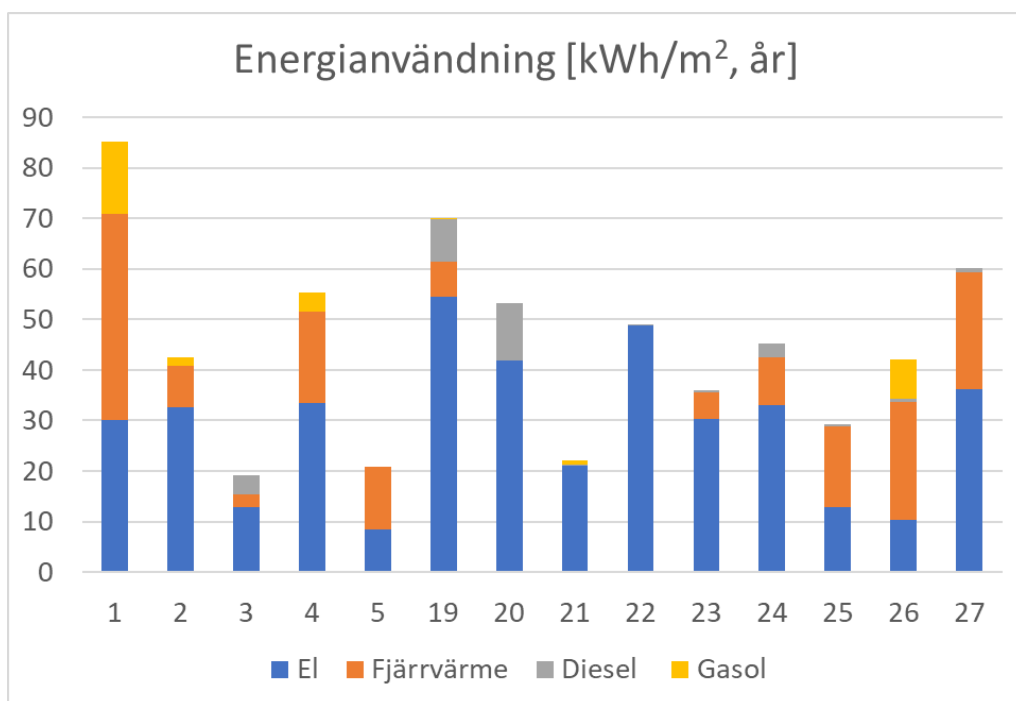
Resultat från 14 byggprojekt presenteras i analysen i detta avsnitt. För byggprojekt ID 6 - 18 kunde inte den årliga energianvändningen tas fram och exkluderas därför från analysen i detta avsnitt.

Figur 9 visar den årliga energianvändningen för 14 byggprojekt uppdelat per energislag. Den årliga energianvändningen varierar mellan ca 80-1550 MWh/år.



Figur 9 Årlig energianvändning för 14 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/år och X-axeln visar byggprojekt ID.

Variationen på den årliga energianvändningen per kvadratmeter visas i Figur 10 och ligger mellan 19-85 kWh/m², år.

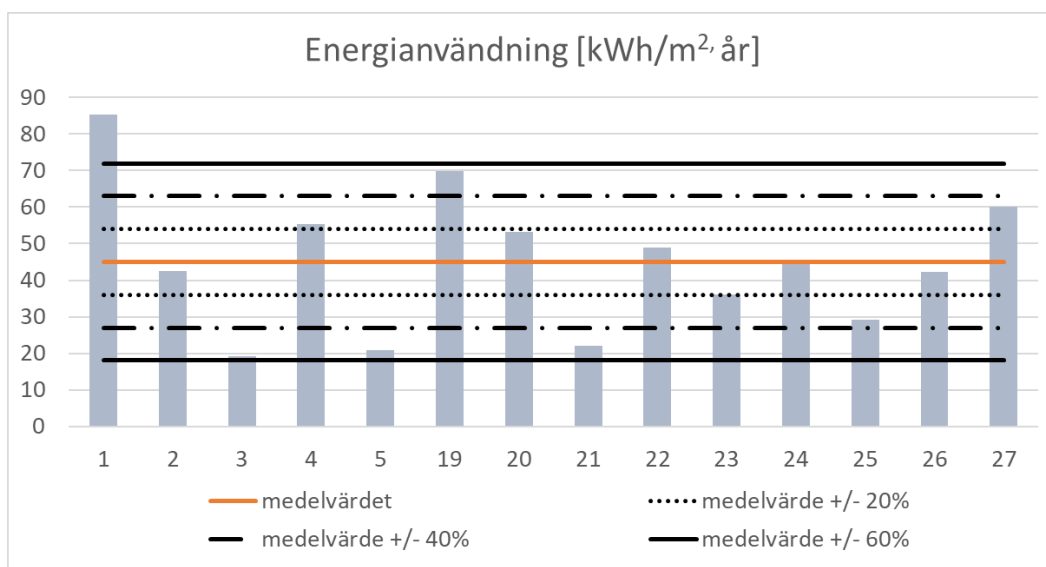


Figur 10 Årligt energianvändning per kvm för 14 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², år och X-axeln visar byggprojekt ID.

Medelvärdet för energianvändningen per kvadratmeter ligger på 45 kWh/m², år. Variationen från medelvärdet för den årliga energianvändningen per kvadratmeter är inte lika stort som variationen för den totala energianvändningen per kvadratmeter. Detta skulle kunna indikera att energianvändningen per kvadratmeter och år (kWh/m², år) för byggarbetsplatsen skulle kunna vara ett bättre nyckeltal att använda vid en kravställning än den totala energianvändningen per kvadratmeter (kWh/m²). Figur 11 och Tabell 2 visar variationen från medelvärdet.

Tabell 2 Andel byggprojekt och avvikelse från medelvärdet

Andel byggprojekt	Avvikelse från medelvärdet	Motsvarande variation på den årliga energianvändningen
93 %	± 60%	18-72 kWh/m ² , år
64 %	± 40%	27-63 kWh/m ² , år
43 %	± 20%	36-54 kWh/m ² , år



Figur 11 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.

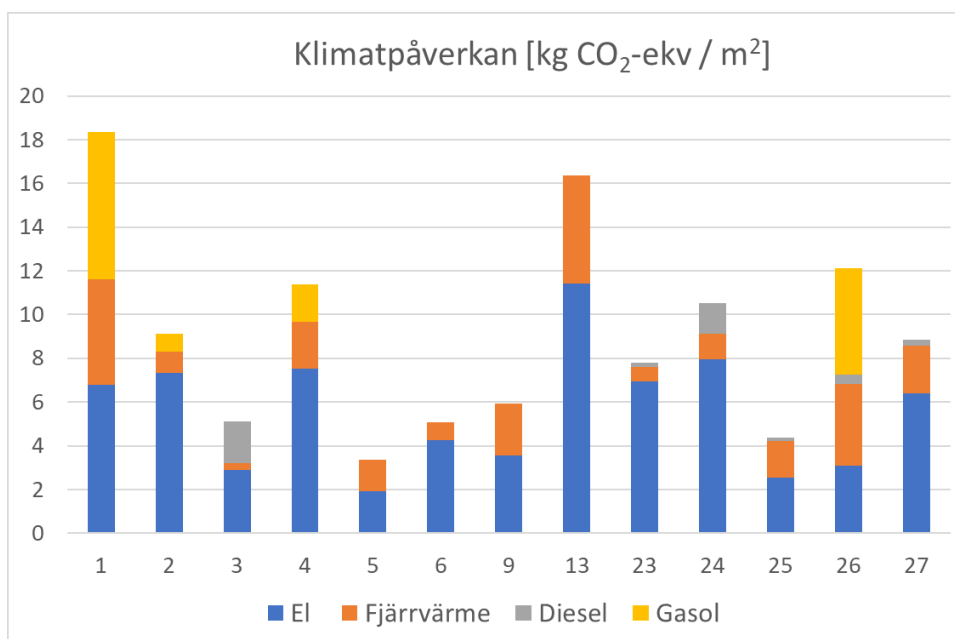
2.3 Beräkningar av klimatpåverkan

Utsläppsfaktorer som använts för att beräkna klimatpåverkan från energianvändningen på byggarbetsplatsen har hämtats från Naturvårdverkets rapport *Klimatklivet – Beräkna utsläppsmining, 2020* [2] och presenteras i Tabell 3 nedan.

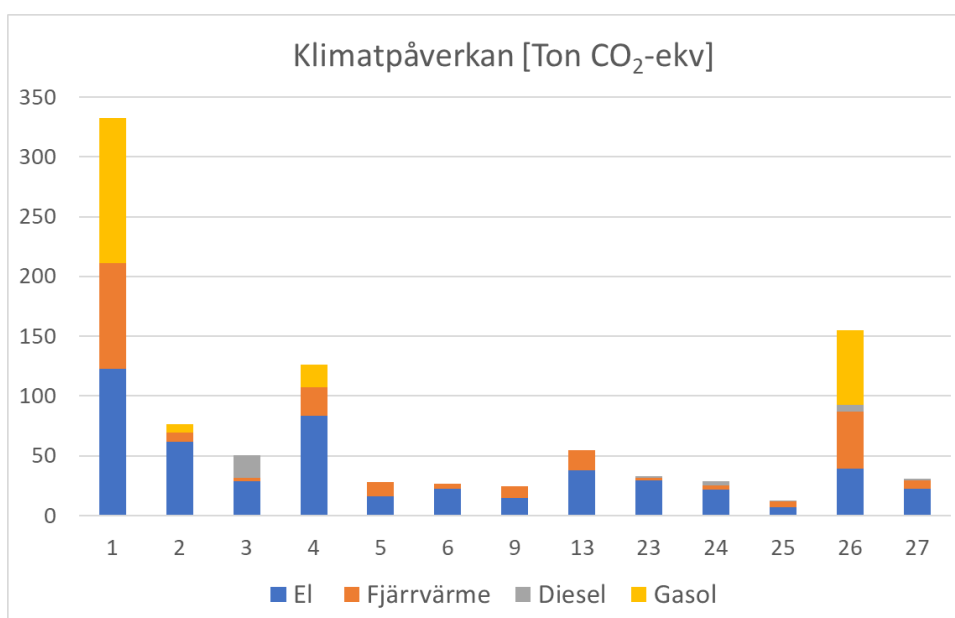
Tabell 3 Utsläppsfaktorer för olika energislag

ENERGISLAG	KG CO ₂ -EKV/KWH
NORDISK ELMIX	0,125
FJÄRRVÄRME, RIKSSNITT	0,066
DIESEL	0,278
GASOL	0,259

Figur 12 och 13 visar klimatpåverkan från energianvändningen för 13 projekt och figur 14 och 15 klimatpåverkan från den årlig energianvändningen för 14 projekt.

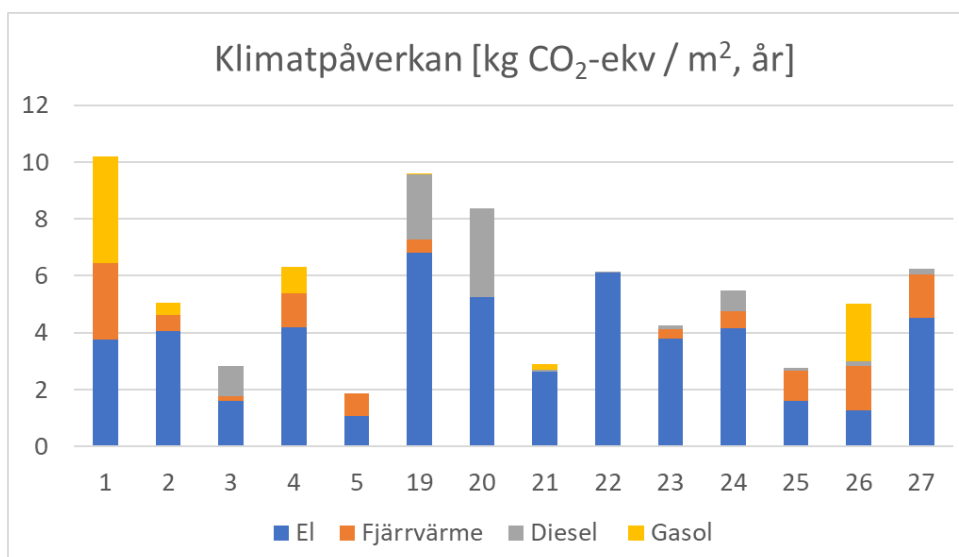


Figur 12 Klimatpåverkan för 13 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i kg CO₂-ekv/m² och X-axeln visar byggprojekt ID.

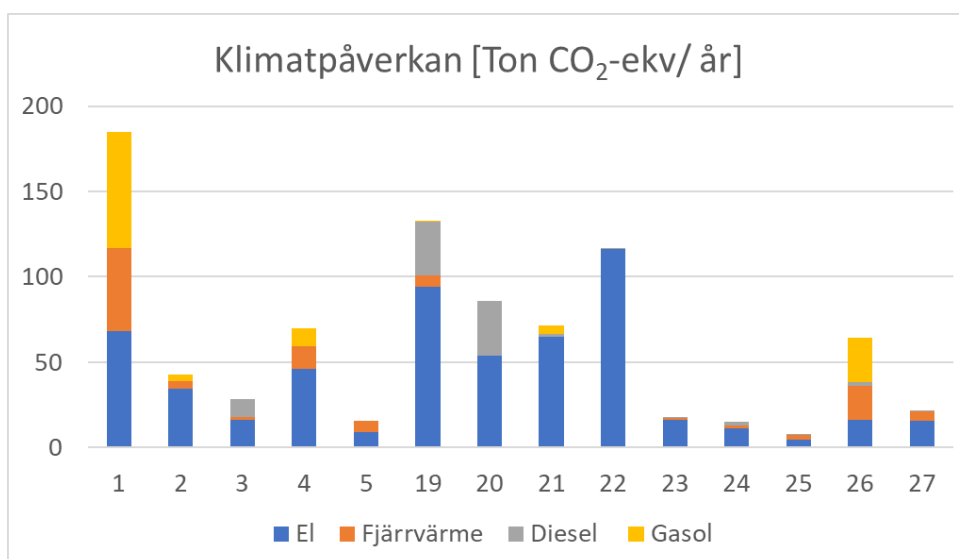


Figur 13 Klimatpåverkan för 13 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i ton CO₂-ekv och X-axeln visar byggprojekt ID.

Klimatpåverkan från energianvändningen per kvadratmeter 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 varierar mellan ca 2-10 kg CO₂-ekv/m²,år och klimatpåverkan från den totala årliga energianvändningen ca 8- 185 ton CO₂-ekv/år.



Figur 14 Årliga klimatpåverkan för 14 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i kg CO₂-ekv/m², år och X-axeln visar byggprojekt ID.



Figur 15 Årliga klimatpåverkan för 14 byggprojekt uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändningen i ton CO₂-ekv/ år och X-axeln visar byggprojekt ID.

IVL har i tidigare studier [3] visat på att klimatpåverkan från byggproduktion kan uppgå till ca 478 ton CO₂-ekv för ett byggprojekt vilket i detta fall motsvarade 43 kg CO₂-ekv/m² A_{temp}. Att jämföra klimatpåverkan från föreliggande analys med resultat från IVL är inte möjligt då resultatet påverkas till stor del på antaganden som görs vid LCA beräkningar. Exempelvis baseras beräkningarna mellan denna analys och IVLs på olika areatyper (A_{temp} respektive BTA). Resultat varierar också beroende på antaganden om utsläppsfaktorer på olika energislag. Men skillnader i storleksordning mellan denna analys och IVLs siffror kan vara en indikator på avsaknaden av energianvändning i den data som tillhandahållits från byggföretagen för flera olika aktiviteter, utrustning m.m. I siffrorna beräknade från IVL inkluderas byggarbetsplatsens produktion (markarbeten, lagring av

material, maskiner, bodar osv), transporter och avfalls- hantering av det material som blir till spill på själva byggarbetsplatsen samt energi- och dieselanvändning på byggplatsen.

I nästintill alla byggprojekt som ingått i analysen orsakar el det största bidraget till klimatpåverkan. Det finns byggprojekt som trots lägre energianvändning per kvadratmeter har högre klimatpåverkan per kvadratmeter på grund av huruvida de använt diesel eller gasol. Exempelvis projekt ID 13 har 8 % högre energianvändning (kWh/m²) jämfört med projekt ID 1 men projekt ID 1 har 11 % större klimatpåverkan (kg CO₂-ekv/m²) på grund av gasolanvändningen.

3 Diskussion och slutsatser

Energianvändningen, från de olika byggprojekten, 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. Variationen från medelvärdet på energianvändningen för den årliga energianvändningen per kvadratmeter är inte lika stort som variationen för den totala energianvändningen per kvadratmeter. Detta skulle kunna indikera att energianvändningen per kvadratmeter och år (kWh/m², år) för byggarbetsplatsen skulle kunna vara ett bättre nyckeltal att använda vid en kravställning än den totala energianvändningen per kvadratmeter (kWh/m²).

I förstudien *Kunskapsläget om energianvändningen på byggarbetsplatsen* [1] identifierades funktioner, aktiviteter m.m. som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatser och som var:

- Personalutrymmen
- Förvaring av byggmaterial/-komponenter, verktyg och annan utrustning
- Maskiner
- Uttorkning av byggfukt (betong, trä osv)
- Uppvärmning av arbetsplatsen av arbetsmiljö-, bygg- och montagetekniska skäl
- Belysning på arbetsplatsen

Energianvändningen för ovanstående punkter påverkas i sin tur av:

- Byggprojektets storlek
- Byggprojektets geografiska läge
- Metoder och utrustning som används, material- och konstruktionsval
- Rådande klimat under byggproduktionen
- Tid för byggnationen (både total tid som krävs för byggproduktionen, när på året byggproduktionen startar, avslutas och olika moment sker)
- Beteende på byggarbetsplatsen

Från analysen på den sammanställda data finns inte information om flertalet av ovanstående punkter och därmed framgår inte tydliga kopplingar mellan energianvändningen och dessa. Därmed går det inte att få fram någon form av nyckeltal. Svårigheter finns för att kunna bedöma,

- Vad spridning i energianvändning mellan olika projekt beror på.
- Hur stor energianvändningen är uppdelat på olika moment och poster såsom, bodar, belysning osv.

- Fördelningen mellan energislag som används är till störst del el och därefter fjärrvärme. I vissa byggprojekt har även diesel och gasol använts. Förhållandet mellan de olika energislag, exempelvis mellan el- och fjärrvärme påverkas av bland annat möjligheten till att koppla upp sig till fjärrvärmenätet och när i byggprocessen möjligheten fanns. Variationen kan dock inte analyseras då information om när fjärrvärme, eller de andra energislagen, kopplades in saknas i underlaget (och, om möjligheten fanns).
- Att byggprojektets geografiska läge påverkar energianvändningen framgår inte heller tydligt i denna analys. För att utvärdera underlaget krävs mer detaljerad information exempelvis om exakta perioder, energianvändningen per månad, information om metoder och utrustning som använts. Vidare krävs att ett större underlag per län kan utvärderas för att det ska vara möjligt att se eventuella samband.

Förutom att kunna dra slutsatser om data och fördelningen mellan de olika projekten, är det även svårt att validera data och bedöma kvalitén i de presenterade värdena. Där några har mätt energianvändningen och några har tagit underlag från fakturor, i vissa fall har mätningar och fakturor kompletterats med uppskattningar.

I förstudien *Kunskapsläget om energianvändningen på byggarbetsplatsen* [1] framgick även att det finns flera underentreprenörer vars energianvändning är okänd. Dessa underentreprenörers energianvändning missas ofta i rapporterade data och därmed är det sannolikt att energianvändningen är högre. Sammanställda data i föreliggande rapport är exklusive underentreprenörers energianvändning. Dessa behöver identifieras vid fortsatta mätningar och ingå i en bedömning om byggarbetsplatsens energianvändning.

Klimatpåverkan från den totala energianvändningen varierar mellan ca 3-18 kg CO₂-ekv/m² och ca 12- 330 ton CO₂-ekv. Klimatpåverkan från den årliga energianvändningen varierar mellan ca 2-10 kg CO₂-ekv/m²,år och ca 8- 185 ton CO₂-ekv/år. Vid jämförelse med IVLs studie för klimatpåverkan för byggproduktion kan skillnaderna vara en indikation på att data som tillhandahållits från byggföretagen inte inkluderar alla aktiviteter och utrustning som finns på byggarbetsplatser. I majoriteten av byggprojekt som ingått i analysen orsakar el det största bidraget till klimatpåverkan. Vidare framgår att även liten användning av diesel eller gasol får stort genomslag på klimatpåverkan. För fortsatta analyser av klimatpåverkan på byggarbetsplatser behövs bättre kunskap om energianvändningen; storlek, fördelning mellan olika aktiviteter och sort.

Det behövs ytterligare underlag, mer och bättre dokumenterad mätdata för att öka det statistiska underlaget och dess kvalitet för att exempelvis kunna bedöma vart specifika energinivåer bör ligga och vad det finns för energibesparingspotential. Sammanställt underlag bör betraktas som en

indikation på energianvändningen på byggarbetsplatsen snarare än värden som kan användas till kravställning.

3.1 Förslag till fortsatt arbete

För ett huvudprojekt med mer omfattande mätning bör energimätningar på byggarbetsplatsen inkludera,

- Energianvändningen som påverkar byggarbetsplatsen och orsakas av underentreprenörer
- Energianvändningen för olika poster på byggarbetsplatsen
- Metoder och utrustning som används, material- och konstruktionsval
- Rådande utomhusklimat under byggproduktionen
- Tid för byggproduktion (både total tid som krävs för byggproduktionen, när på året byggproduktionen startar, avslutas och när olika moment sker.)

Litteraturförteckning

[1] Lantz, H. N., 2020. *Kunskapsläge om energianvändningen på byggarbetsplatser*, Göteborg, LÅGAN rapport.

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

[3] Liljenström, C. o.a., 2015. *Byggandets klimatpåverkan – Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong.*, u.o.: IVL.

[4] Karlsson, N., Larsson, C. & Burke, S., 2019. *Energianvändning vid klimathållning och avfuktning under byggproduktion – Förstudie*, LÅGAN rapport.



LÅGAN (program för byggnader med mycket LÅG energiANvändning) är ett samarbete mellan Energimyndigheten, Boverket, Byggföretagen, Västra Götalandsregionen, Formas, byggherrar, entreprenörer och konsulter med syfte att öka byggtakten av lågenergibygnader.

www.laganbygg.se