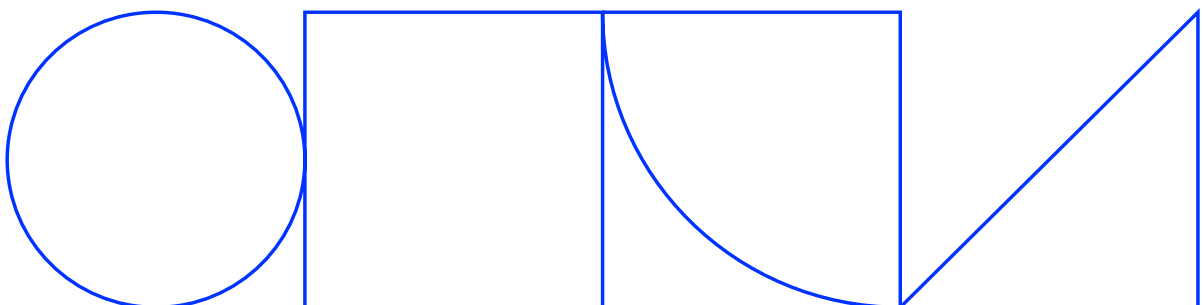


Mätning av energianvändning på byggarbetsplatser

Helena N Lantz
CIT Renergy

2026-01-27



Förord

Projektet är ett stort branschgemensamt samarbete med deltagande både från leverantörer (maskinuthyrare) och beställare (byggföretag, byggherrar). Projektet riktar sig till alla aktörer involverade i byggprocessen och byggbranschen, från beställare, byggherrar, entreprenörer, maskinuthyrare. Alla dessa är representerade i projektets styrgrupp arbetsgrupp och/eller referensgrupp, tillsammans med relevanta branschorganisationer.

Tack till alla som varit inblandade i projektet och bidragit med sina kunskaper och sitt engagemang under projektets gång. Ett stort tack till projektets finansiärer SBUF och Energimyndighetens program E2B2, för möjligheten att genomföra projektet.

Ett varmt tack också till representanter från Bravida, Cramo, Installatörsföretagen, Ramirent och Skanska som bidragit med sin tid och gett värdefull input via referensgruppen. Stort tack också till LÅGAN och FoU-Väst som gett värdefull input genom att agera som sekundära referensgrupper.

Stort tack också till Peab som är projektägare samt JM, NCC, Serneke och Skanska Rental som förutom nedlagd tid också bidragit med byggprojekt för mätning av energianvändning på byggarbetsplatser.

Styrgrupp

Christine Olofsson, Byggföretagen
Veronica Yverås, Peab Sverige AB
Åsa Wahlström, CIT Renergy/LÅGAN

Arbetsgrupp

Anna Larsson, Wästbygg
Christine Olofsson, Byggföretagen
Elif Wahlund, Skanska Rental
Eva Grill, NCC Sverige AB
Helena N Lantz, CIT Renergy
Jesper Mårtensson, Lambertsson
Jimmy Olandersson, Lambertssons
Joakim Dahlgren, Perssons Hyrmaskiner
Johan Gustafsson, Wästbygg
Johan Lindroth, Lambertssons
Johan Svensson, Peab Sverige AB
Julia Nyström, Serneke
Kalle Fröidh, Cramo
Kjell-Åke Henriksson, JM
Pontus Nordin, Skanska Rental
Svante Wijk, NCC Sverige AB
Åsa Wahlström, CIT Renergy

Referensgrupp

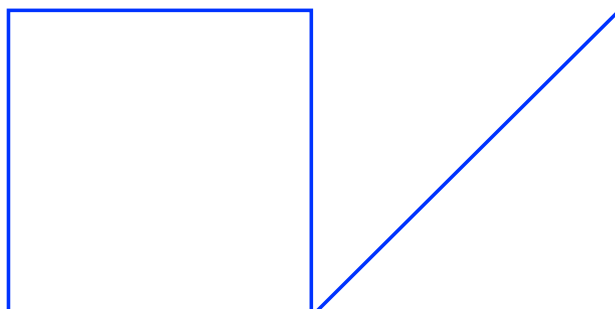
Daniel Sillén, Skanska
Ebba Arvidsson, Bravida
Fredrik Levau, Ramirent
Hans Söderström, Installatörsföretagen
Lars Forssmed, Bravida
Åke Svensson, Cramo

Göteborg, januari 2026
Helena Nakos Lantz
CIT Renergy

Definitioner

Definitioner nedan baseras på termer och definitioner som återges hos, Boverket [1] [2], Energiklassning av byggbodar [3].

Markarbete	Innefattar följande moment: beredningsarbete av marken inför grundläggningsarbetet och landskapsarbete. Markarbete delas in i följande två faser: markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad, vilket innefattar beredningsarbete av marken inför grundläggningsarbetet och markarbete efter påbörjad konstruktion av byggnad som innefattar landskapsarbete.
Grundläggningsarbete	Arbete för grundkonstruktion och innefattar följande moment: vägg mot mark, pågjutningar och uppreplat undergolv, isolering under grund.
Byggproduktionsskede	Bygg- och installationsprocessen. Innefattar följande moment: markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad, landskapsarbete, förvaring av produkter, transporter inom byggarbetsplatsen, resning av byggnad. I detta dokument exkluderas transport till byggarbetsplatsen.
A_{temp}	Tempererad area, A_{temp} , är summan av alla våningsplan, vindsplan, källarplan för temperaturreglerade utrymmen, avsedda att värmas till mer än 10 °C, som begränsas av klimatskärmens insida. Area som upptas av innerväggar, öppningar för trappa, schakt och dylikt, inräknas. Area för garage, inom byggnaden i bostadshus eller annan lokalbyggnad än garage, inräknas inte.
BTA	Bruttoarea, BTA, är summan av alla våningsplans yta och begränsas av de omslutande byggnadsdelarnas utsida. Beräknades enligt svensk standard SS 21054:2020.



Sammanfattning

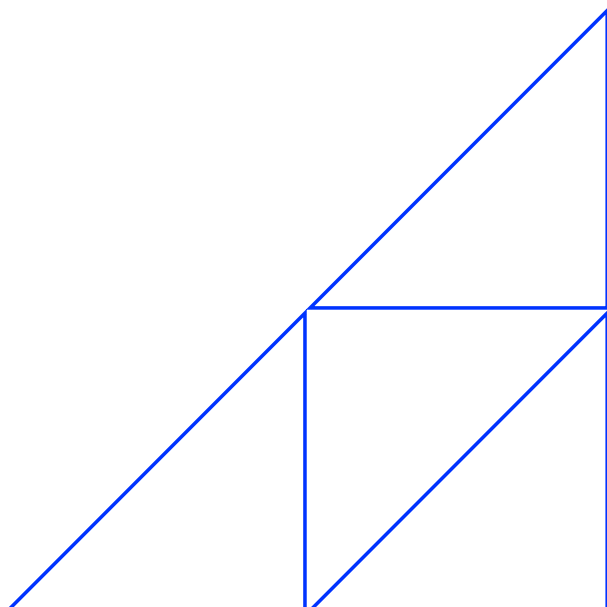
För att driva energieffektivisering på byggarbetsplatser krävs ökad kunskap om vad som påverkar energianvändningen på byggarbetsplatsen. Tidigare studier inom LÅGAN har visat att kunskapen är begränsad och behöver förbättras.

Föreliggande projektet har genomförts för att öka kunskapen om energianvändning och klimatpåverkan på byggarbetsplatser. Genom mätningar på 12 byggprojekt har detaljerad data samlats in om energianvändning och energislag för olika poster och byggfaser. Resultaten visar att:

- Totala energianvändning per kvadratmeter varierar mellan 65–212 kWh/m² BTA och klimatpåverkan per kvadratmeter varierar mellan 4–18 kg CO₂-ekv/m² BTA.
- Bränslen står för den största andelen av klimatpåverkan följt av fjärrvärme och el. Det finns en stor potential att minska klimatpåverkan genom att se över bränsleval på byggarbetsplatser.
- Bodetableringar och containrar står för en betydande andel av elanvändningen där containrar utmärker sig med en hög energianvändning i förhållande till sin yta.
- Eldrivna kranar står för en låg andel av energianvändningen, 1–2 %. Generellt är energianvändningen för kranar som drivs med HVO eller diesel något högre än för eldrivna kranar.
- Fjärrvärme används främst för uppvärmning av byggnaden under byggkonstruktionsfasen och står i flera projekt för 26–58 % av energianvändningen.
- Byggkonstruktionsfasen står för den största andelen av energianvändningen medan faserna kopplade till markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad och grundläggning står för en mindre andel. Detta kan dock variera mellan projekt.

Följande områden har identifierats som centrala för att uppnå en resurs- och energieffektiv byggarbetsplats:

- Kontinuerlig mätning och övervakning av energianvändningen
- Energieffektiva lösningar
- Effektiv uppvärmning
- Bränsleval
- Beteendeförändring



Innehåll

1 Inledning	6
1.1 Bakgrund	6
1.2 Syfte	7
1.3 Förutsättningar	8
1.3 Metodik	9
2 Resultat	11
Byggprojektsinformation	11
Energianvändning	13
Årlig energianvändning	17
Energianvändning inklusive markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad	20
Bodar	22
Containrar	29
Kranar	31
Vattenanvändning	34
Energianvändning per energislag och post	36
Energianvändning per byggfas	37
Jämförelse mellan konstruktionsval och energianvändning	39
Klimatpåverkan	39
Klimatpåverkan inklusive markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad	43
Klimatpåverkan per energislag och post	43
Klimatpåverkan per byggfas	45
Klimatpåverkan – Nordisk elmix	46
3 Vidareutveckling av Mätplan	50
4 Slutsatser	51
Att arbeta mot en mer resurs- och energieffektiv byggarbetsplats	53
Förslag på fortsatt arbete	55
Bilaga 1 – Detaljerad resultatredovisning	56
Bilaga 2 – Checklista	66
Referenser	68

1 Inledning

Sverige har antagit ett mål om att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2045. Det innebär att alla sektorer, även bygg- och fastighetssektorn, behöver bidra för att klimatmålet ska nås, samtidigt som behovet av bostäder ökar. Boverket konstaterar att bygg- och fastighetssektorns miljöpåverkan står för en betydande del av samhällets miljöpåverkan. Miljöindikatorer för energianvändning framtagna av Boverket visar att bygg- och fastighetssektorn står för en inhemsk energianvändning på cirka 34 procent av Sveriges totala energianvändning 2022 och sektorns andel av de totala klimatutsläppen i Sverige ligger på ca 22% [4].

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

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

1.1 Bakgrund

Under 2020 genomfördes inom LÅGAN förstudien, *Kunskapsläget om energianvändningen på byggarbetsplatsen* [5] där 40 studier och artiklar som finns inom området sammanställdes. Under hösten 2020 genomfördes en kompletterande analys, *Energianvändning på byggarbetsplatsen - Sammanställning från några byggprojekt* [6], där energianvändningen från 27 byggprojekt sammanställdes. I båda studierna konstaterades att kunskap kring energianvändning på byggarbetsplatser behöver förbättras och att det finns ett stort behov av energimätningar från flera byggprojekt och byggarbetsplatser för att bygga upp en ökad kunskap. Underlaget behövs för att förbättra kunskap om hur stor energianvändningen är för olika typer av byggarbetsplatser och vilka poster som har stor energianvändning. Men även för att förbättra kunskap om vad som kan betraktas som effektiva energinivåer och för att framgent kunna arbeta effektivt med energieffektivisering och utveckla åtgärder för att minska energianvändningen på byggarbetsplatsen.

De två studierna visade att det generellt saknades en mätplan för att veta vad som ska mätas och hur det kan komplettera den mätning som sker från de övergripande debiteringsmätarna. Dessutom var det få som genomfört någon mer noggrann uppföljning av energianvändning på byggarbetsplatsen. Det saknades även ofta uppgifter om underentreprenörers energianvändning och hur stor andel den är av den totala energianvändningen. För att få helhetliga kunskapsunderlag och fatta beslut som bidrar till en hållbar energi- och resurseffektiv byggd miljö är det nödvändigt att byggbranschen ställer om och minskar energianvändningen på byggarbetsplatser. Med mer och bättre dokumenterade mätdata kan bedömningar göras om vart specifika energinivåer bör ligga för olika delar av byggprocessen. På så sätt kan kvalitativa och praktiska beslutsunderlag tas fram som gör det möjligt för beställare att ställa krav på energi- och resurseffektiva byggprojekt. Det är också ett viktigt underlag för ett

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

Under 2021 genomfördes LÅGAN- och SBUF-studien *Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser* [7]. I projektet togs en generell mätplan fram som redovisar vilken mätning som behövs för att kunna följa upp energianvändningen på byggarbetsplatsen. Genom att tillämpa framtagna mätplan på ett antal byggarbetsplatser kan det fastställas hur stor energianvändningen är för olika byggarbetsplatser och vilka poster som har stor energianvändning. Dessutom möjliggör projektet att kravspecifikationen på mätplan utvärderas och utvecklas för att bli en kommande standard. Standardiseringen är särskilt viktig för att branschen ska kunna skapa ett effektivt sätt att samla in information om bränsleanvändning från underleverantörer och underentreprenörer, vilket idag är mycket svårt. Om det kan redovisas på samma sätt på fakturor oavsett beställare kan utförare skapa automatiserade redovisningsrutiner.

Vidare konstaterades i LÅGAN och SBUF projektet [7] en ökad efterfrågan av utsläppsfria arbetsmaskiner, men sortiment med utsläppsfria arbetsmaskiner är begränsat. Dock förutses sortimentet öka de närmsta åren, framför allt vad gäller eldrivna maskiner. Ett hinder som framkommit är att effektbrist kan uppstå om alla maskiner byts till eldrivna. Problematiken med effektbrist och kapacitetsbrist i elnäten har de senaste åren blivit alltmer aktuellt. Framför allt är detta ett lokalt eller regionalt problem som innebär att elnäten inte har tillräcklig kapacitet att ansluta nya kunder eller leverera den mängd el som efterfrågas. Det kan därmed finnas anledningar att behöva begränsa effekten och styra användningen eller efterfrågan från nätet.

Bättre kunskap om energiflöden på byggarbetsplatsen skulle innebära bättre förutsättningar för entreprenörer och installatörer att driva utvecklingsarbete. Detta kan resultera i gynnsammare förutsättningar för innovationer och teknikutveckling som långsiktigt bidrar till en hållbar tillväxt inom byggsektorn genom en mer resurs- och energieffektiv byggarbetsplats. Dessutom får entreprenörer verktyg för att på ett bättre sätt planera och hantera arbetsmaskiner för att minska risken för el- och effektbrist.

1.2 Syfte

Projektets syftar till att ta fram detaljerad kunskap om energianvändning på 12 byggarbetsplatser. Projektets övergripande mål är att öka kunskapen om vad som påverkar energianvändningen för olika poster på byggarbetsplatser och faser i byggprocessen. Dessutom avser projektet att fastställa nyckeltal som kan användas för bland annat upphandlingsunderlag, klimatdeklarationer, framtida energihushållning och utveckla åtgärder för att minska energianvändningen på byggarbetsplatsen och arbeta effektivt med energieffektivisering.

Ytterligare syfte med projektet är att kravspecifikationen på mätplan framtagen i LÅGAN och SBUF studien, *Kravspecifikationer och checklistor inför mätning på byggarbetsplatsen* (2021) [7] utvärderas och utvecklas.

1.3 Förutsättningar

Mätning har genomförts för att mäta energianvändningen av all den energi som går åt genom hela byggprocessen innanför byggarbetsplatsens grindar. I projektet har energianvändningen mätts separat för följande poster,

- Total elanvändning och elanvändning uppdelad på följande funktioner
 - Byggbodar
 - Kranar
 - Containerar
 - Byggnad efter tätt hus
- Total fjärrvärmeanvändning
- Total vattenanvändning
- Total bränsleförbrukning

Mätning och uppföljning har skett enligt framtagen mätplan i LÅGAN och SBUF projektet som genomfördes under 2021 [7]. Mätningar genomfördes för nyproduktion och i första hand på byggprojekt för flerbostadshus, men då det också är önskvärt att få några mätningar för lokalfastigheter har mätningar även genomförts för ett antal skolor/större förskolor. Ambitionen har varit att byggkonstruktionen för byggprojekten som väljs ska vara likvärdiga storleksmässigt och utgå från framtagen beskrivning i LÅGAN och SBUF projektet (2021) [7]. Där preciserades lämpliga mätobjekt och underlaget har legat till grund för entreprenörer vid urval av byggprojekt för att säkerställa att likvärdiga projekt väljs. Då genomförbarheten för studien påverkas av vilka byggprojekt som är planerade att starta och genomföras under projektiden (faktorer som är utanför studiens kontroll), har val av byggprojekt behövt anpassas till sådana som kan realiseras under den satta tidsramen. Därtill genomfördes i första hand mätning från grundläggning till överlämning vid slutbesiktning, exklusive markarbete. Alla byggprojekt har inte mätts under samma kalendertid med utomhusklimat.

När det kommer till klimatberäkning av elanvändning förekom diskussioner om en nordisk systemgräns är mer relevant då elmarknaden är integrerad. Tidigare har en nordisk elmix använts och rekommenderats i Naturvårdsverkets rapport om beräkning av utsläppsminskning för klimatklivet [8], men i Boverkets databas för klimatberäkningar är nu en svensk elmix standard. I projektet har vi därför valt att använda samma schablonvärde. För att belysa skillnaden har beräkningar på klimatpåverkan från energianvändningen även genomförts med värden för nordisk elmix.

Projektet delades upp i två etapper. Etapp 1 motsvarar arbete för år 2022 med projektnummer 14074 och Etapp 2 motsvarar arbete för år 2023 till 2025 med projektnummer 14196. Denna rapport omfattar båda etapperna.

1.3 Metodik

I projektet har den mätplan med kravspecifikationer och checklistor som tagits fram i LÅGAN och SBUF projektet (2021) [7] tillämpats och utvärderats på 12 byggarbetsplatser. Totalt har 24 aktörer från 14 olika organisationer medverkat i projektet. En fullständig lista över samtliga aktörer återfinns i förordet.

Fem entreprenörer, Peab, JM, NCC, Serneke och Skanska Rental, har bistått med lämpliga byggarbetsplatser för vilka mätningar genomförts.

Arbetet har delats upp enligt följande moment:

- **Planering för mätning av energianvändning på byggarbetsplatsen**
Projektet har använt det underlag som togs fram i LÅGAN och SBUF projektet, *Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser* (2021) [7]. En specifik mätplan togs fram per byggprojekt som preciserade antalet mätare, innehåller uppgifter om bland annat mätare, mätpunkter, mätarnas placering och hur avläsning och uppföljning av byggarbetsplatsens energianvändning sker samt annan nödvändig insamling av data. Framtagandet av mätplan gjordes i samverkan mellan entreprenörer och projektgenomförare.
- **Mätning av energianvändning på byggarbetsplatsen**
Mätning sker enligt anvisningar för mätning av energianvändning på byggarbetsplatsen enligt LÅGAN och SBUF projektet (2021) [7]. Medverkande entreprenörer ansvarade för att samla in data på respektive byggarbetsplats och månadsvis leverera mätdata med notering av eventuella händelser, till projektgruppen för utvärdering.
- **Utvärdering av energianvändning på byggarbetsplatsen**
Mätvärden för energianvändningen på respektive byggarbetsplats sammanställdes och utvärderades med avseende på totala energianvändning, energianvändning för olika poster och för olika byggfaser.
- **Utvärdering och utveckling av mätplan för mätning av energianvändning på byggarbetsplatsen**
Kravspecifikation på mätplanen från LÅGAN och SBUF projektet (2021) [7] utvärderades och utvecklades genom tillämpning i dessa byggprojekt.

Klimatberäkningar

Klimatpåverkan från energianvändningen är beräknad utifrån Boverkets databas 2025 [9]. Tabell 1 nedan redovisar ansatta schabloner som använts. Reduktionsplikten för diesel har justerats sedan projektet startade men i denna utvärdering används samma värde som för 2023.

Tabell 1 Ansatta schabloner för beräkning av klimatpåverkan från energi och bränslen. Källa: Boverkets databas 2025 [9].

Energi och bränsle	Energislagets klimatpåverkan	Enhet
Diesel	0,0695	Kg CO _{2e} /MJ
Bensin	0,083	Kg CO _{2e} /MJ
HVO100	0,0164	Kg CO _{2e} /MJ
Gasol	0,072	Kg CO _{2e} /MJ
Pellets	0,0052	Kg CO _{2e} /MJ
Fjärrvärme	0,056	kg CO _{2e} /kWh
El (svensk elmix)	0,037	kg CO _{2e} /kWh

Klimatpåverkan för nordisk elmix är hämtad från Naturvårdsverkets rapport om beräkning av utsläppsminskning för klimatklivet [8]. Det använda värdet är 0,09 kg CO₂-ekv/KWh.

2 Resultat

I detta avsnitt beskrivs projektets resultat. Detaljerade tabeller över den sammanställning som ingår återfinns i Bilaga 1.

Byggprojektsinformation

Projektinformation samlades med hjälp av en checklista som entreprenörerna fått fylla i för varje byggprojekt. Denna har använts för att studera olika faktorer som kan ha en påverkan på energianvändningen. Checklistan presenteras i Bilaga 2. I Tabell 2 redovisas en övergripande sammanställning av de 12 byggprojekten.

Det ska understrykas att det finns osäkerheter i delar av underlaget som beror på projektspecifika förutsättningar men även händelser som varit utanför projektets kontroll.

- Projekt 10: Kabelstöld medförde bortfall av viss mätdata vilket innebär att den faktiska elanvändningen är högre än den redovisade.
- Projekt 11: Mätare togs ner i förtid vilket resulterade i att mätvärden för de tre sista månaderna saknas. Dessutom har uppgifter om fjärrvärme inte kunnat erhållas då beställaren stod för kostnaden och data inte var tillgängliga.
- Projekt 12: Kabelstöld medförde bortfall av viss mätdata vilket innebär att den faktiska elanvändningen är högre än den redovisade.

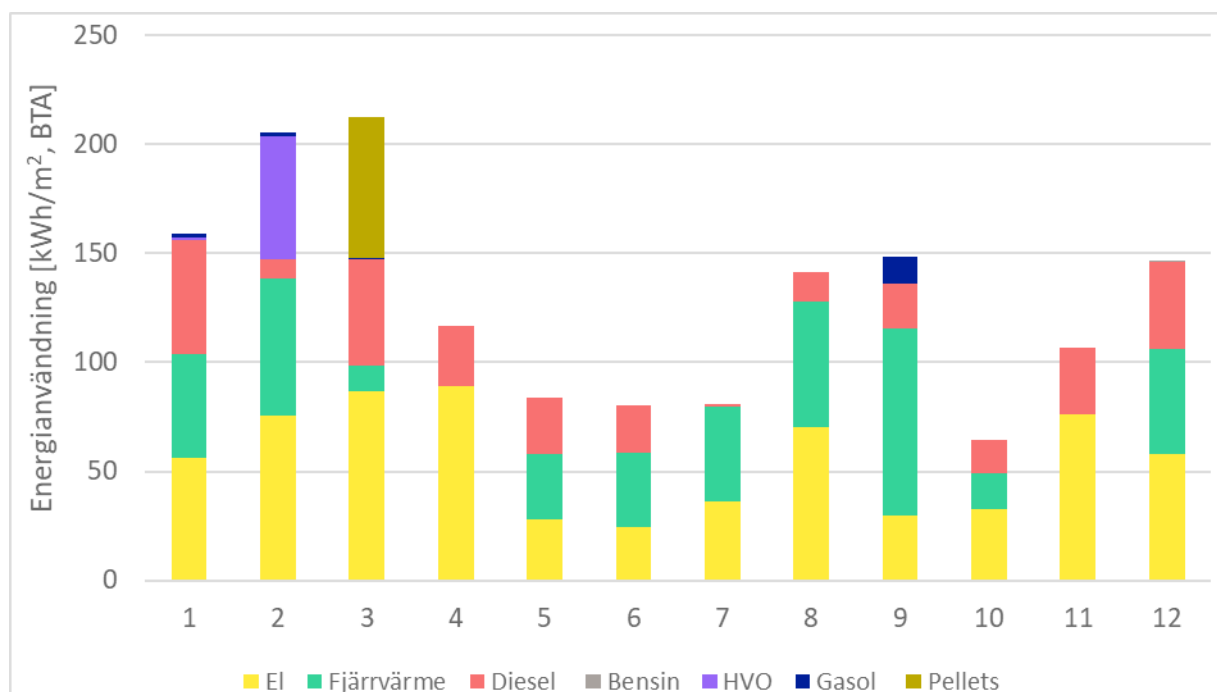
Tabell 2 Övergripande sammanställning av de 12 byggprojekten.

Projekt ID	Län	Typ av fastighet	Byggtid [månader]	BTA [m ²]	A _{temp} [m ²]	Antal byggnader	Antal lägenheter	Konstruktion (Stommval, prefabricerade byggelement, Fasad)	Källare	Garage	Komplement byggnad
1	Västernorrlands län	Flerbostadshus	19	4148	3746	2	54	Betongstomme, lätt utfackningsvägg	Nej	Nej	Ja
2	Västmanlands län	Skola	22	4350	4092	1	-	Betongstomme, bjälklag (HDF), SW ¹ med färdig fasad	Nej	Nej	-
3	Skåne län	Skola	17	3447	3208	1	-	Betongstomme, tung utfackningsvägg, fasad: trä och tegel	Nej	Nej	-
4	Stockholms län	Flerbostadshus	22	18673	16806	4	217	Betongstomme, lätt utfackningsvägg	Nej	Nej	Ja
5	Skåne län	Flerbostadshus	15	4274	3931	3	48	Betongstomme, SW med färdig fasad	Nej	Nej	Ja
6	Västra Götalands län	Flerbostadshus	11	7958	5383	3	60	Betongstomme, SW med färdig fasad, fasad: SW med skärmtegel	Ja	Ja	-
7	Skåne län	Flerbostadshus	22	5630	4930	1	58	Plattbjälklag med stålpelare, lätt utfackningsvägg	Ja	Nej	-
8	Örebro län	Flerbostadshus	25	13818	12436	5	130	Betongstomme, lätt utfackningsvägg, Prefabricerade element (Bjälklag, källare), fasad: utfackningsvägg med utv skivor	Ja	Nej	Ja
9	Stockholms län	Flerbostadshus	22	7835	5597	1	48	Betongstomme, bjälklag (HDF) och VI-väggar (lättelement tak - prefabricerade sektioner av trätak)	Nej	Ja	-
10	Västra Götalands län	Flerbostadshus	19	5088	4218	1	44	Stomme: kombinerat betong och trä - 10% tung utfackningsvägg 90% lätt utfackningsvägg, fasad: skärmtegel	Ja	Ja	Ja
11	Skåne län	Större förskola	12	1336	1202	1	-	Stålstomme, platta och bjälklag i betong, takstolar i trä, lätt utfackningsvägg, prefabricerade element: utfackningsväggarna, fasad: tegel	Nej	Nej	Ja
12	Dalarnas län	Större förskola	13	1336	1202	1	-	Stålstomme, lätt utfackningsvägg, fasad: trä	Nej	Nej	Ja

¹ Sandwichyttervägg, SW.

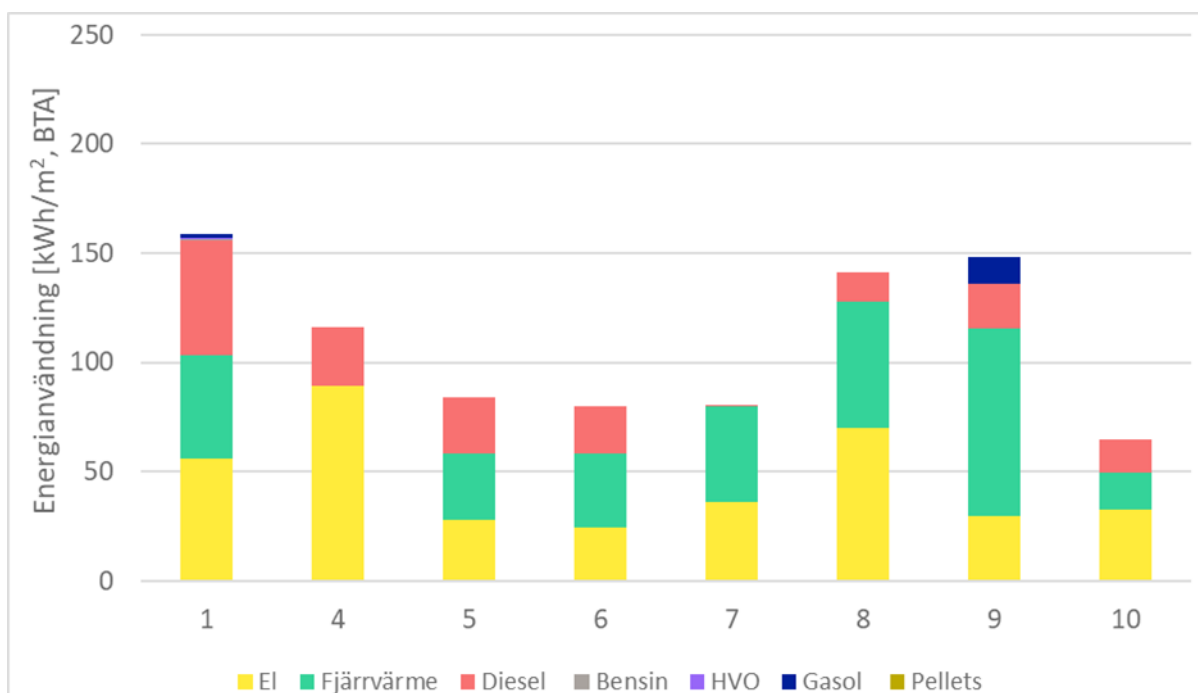
Energianvändning

Eftersom alla byggprojekt inte kunnat inkludera energianvändningen från markarbetet som sker före påbörjad konstruktion av byggnad, exkluderas den delen i resultaten som visas till och med Figur 10. Energianvändning inklusive markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad redovisas separat i Figur 11. Figur 1 visar energianvändningen per kvadratmeter uppdelat per energislag för de 12 projekten. Energianvändning för projekten ligger mellan 65 och 212 kWh/m², BTA. Fördelningen mellan energislag som används är huvudsakligen el, fjärrvärme och diesel.



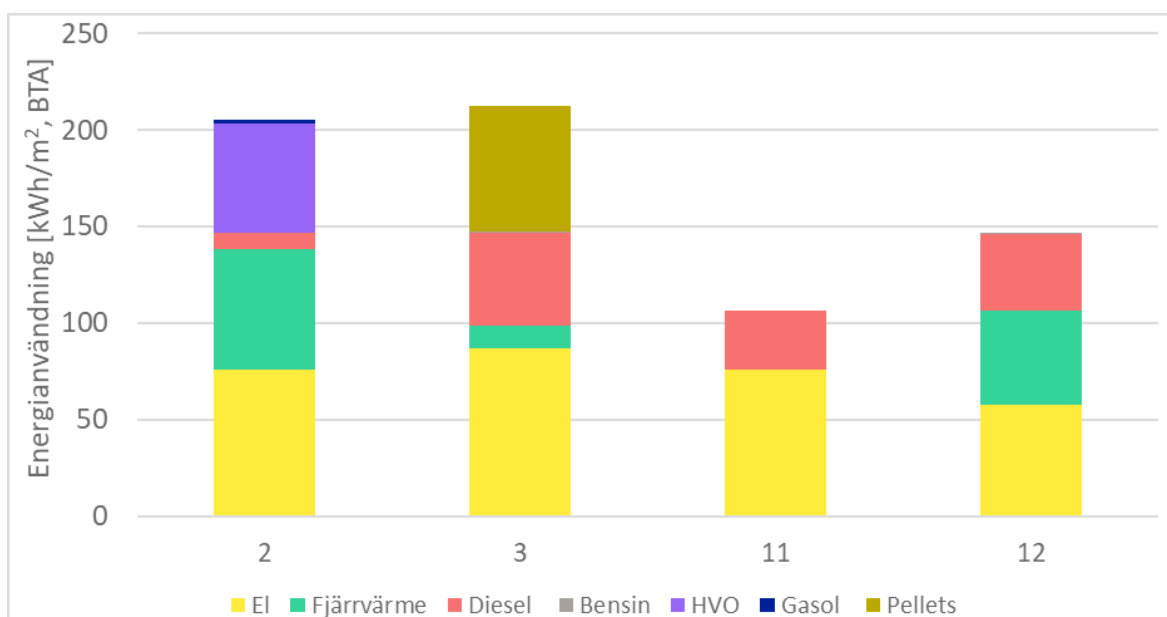
Figur 1 Energianvändning per kvadratmeter uppdelat per energislag. Y-axeln visar energianvändning i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 2 visar energianvändning per kvadratmeter uppdelat per energislag för de 8 flerbostadshusprojekten. Energianvändningen ligger mellan 65 och 159 kWh/m², BTA.



Figur 2 Energianvändning per kvadratmeter uppdelat per energislag för flerbostadshusprojekten. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 3 visar energianvändning per kvadratmeter uppdelat per energislag för de 4 projekten där skola/större förskola byggdes. Energianvändningen ligger mellan 107 och 212 kWh/m², BTA.



Figur 3 Energianvändning per kvadratmeter uppdelat per energislag för projekten där skola/större förskola byggdes. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

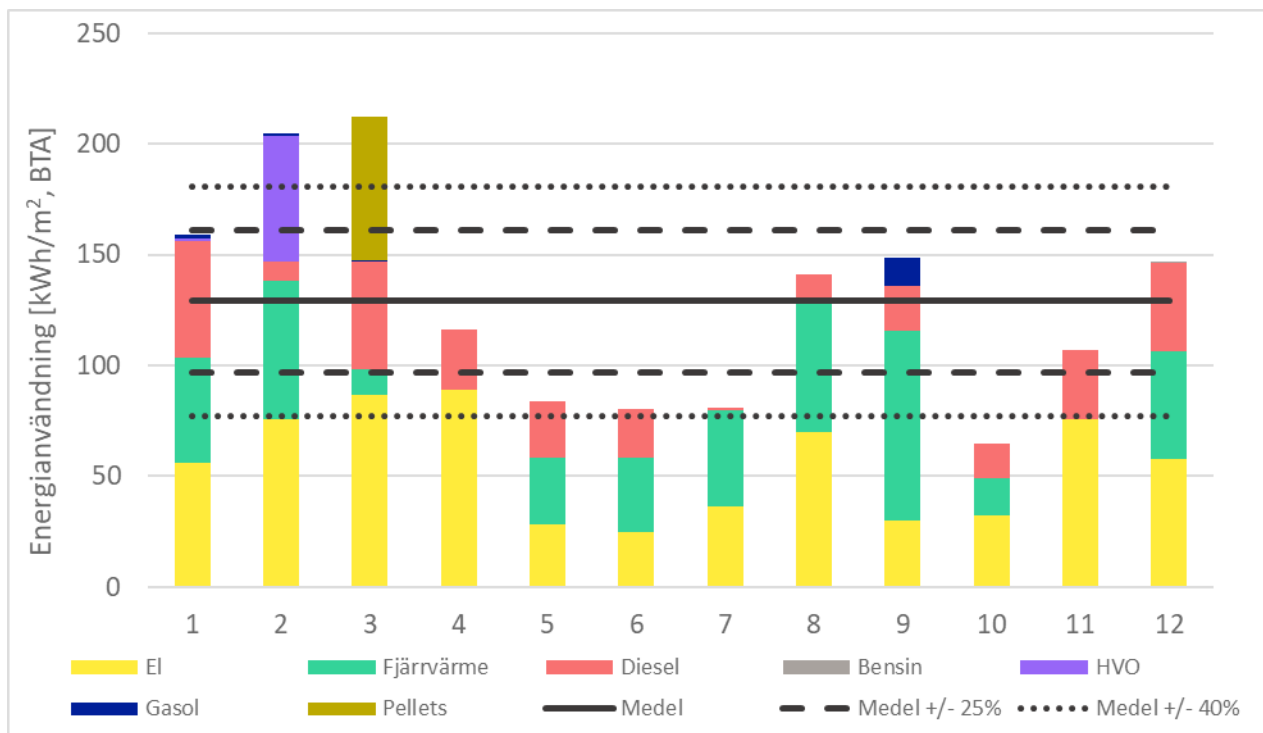
Resultaten för energianvändningen per kvadratmeter är något större för projekten där skola/större förskola byggdes jämfört med projekten för flerbostadshusen.

Tabell 3 visar medelvärden för byggprojekten, uppdelat för flerbostadshusen, skola/större förskola samt medelvärde för alla 12 byggprojekten. I tabellen redovisas även medelvärdet separat för skolorna och för de större förskolorna. Medelvärdet på energianvändningen mellan de olika projekttyperna har stor spridning. Ser man till den årliga energianvändningen ligger skolor och större förskolor nära varandra och högre än flerbostadshus. Medelvärden per energislag bekräftar mönstret där elanvändning och bränsleanvändning är högre för skolor/större förskolor jämfört med flerbostadshusen, medan fjärrvärmeanvändningen ligger relativt likt.

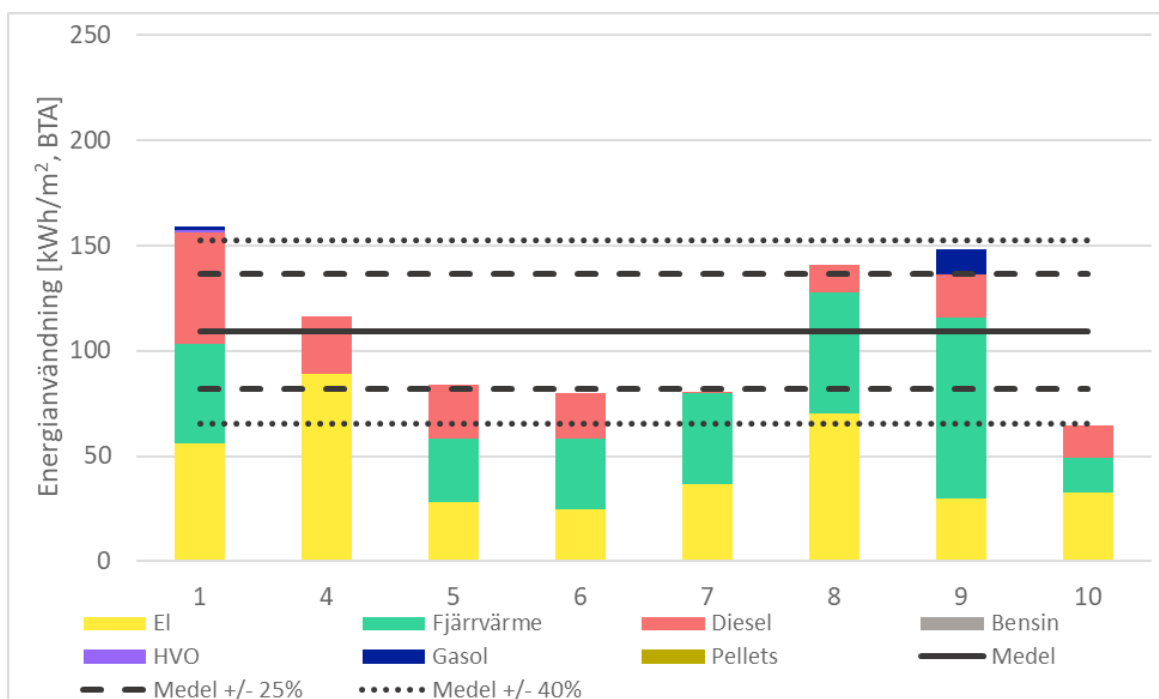
Tabell 3 Sammanställning medelvärde av energianvändning (kWh/m², BTA), dels per projekttyp och dels omräknat till årlig energianvändning.

	Energianvändning [kWh/m ² , BTA]	Årlig energianvändning [kWh/m ² , BTA, år]
Medel Alla	129	88
Medel Flerbostadshus	109	69
Medel Skola/ större förskola	168	126
Medel Skolor	209	131
Medel Större förskolor	127	121

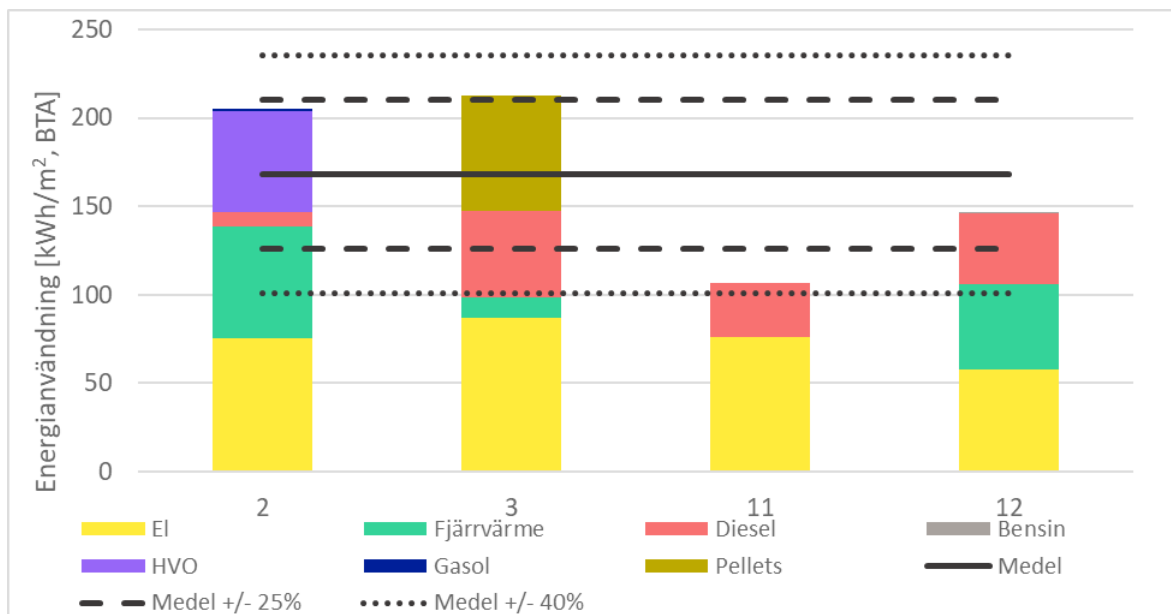
Variationen från medelvärdet för alla projekt, visas i Figur 4 inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Figur 5 och Figur 6 visar variationen från medelvärdet för flerbostadshusprojekten respektive projekten där skolor/större förskolor byggdes.



Figur 4 Energianvändning per kvadratmeter och medelvärde för de 12 projekten inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



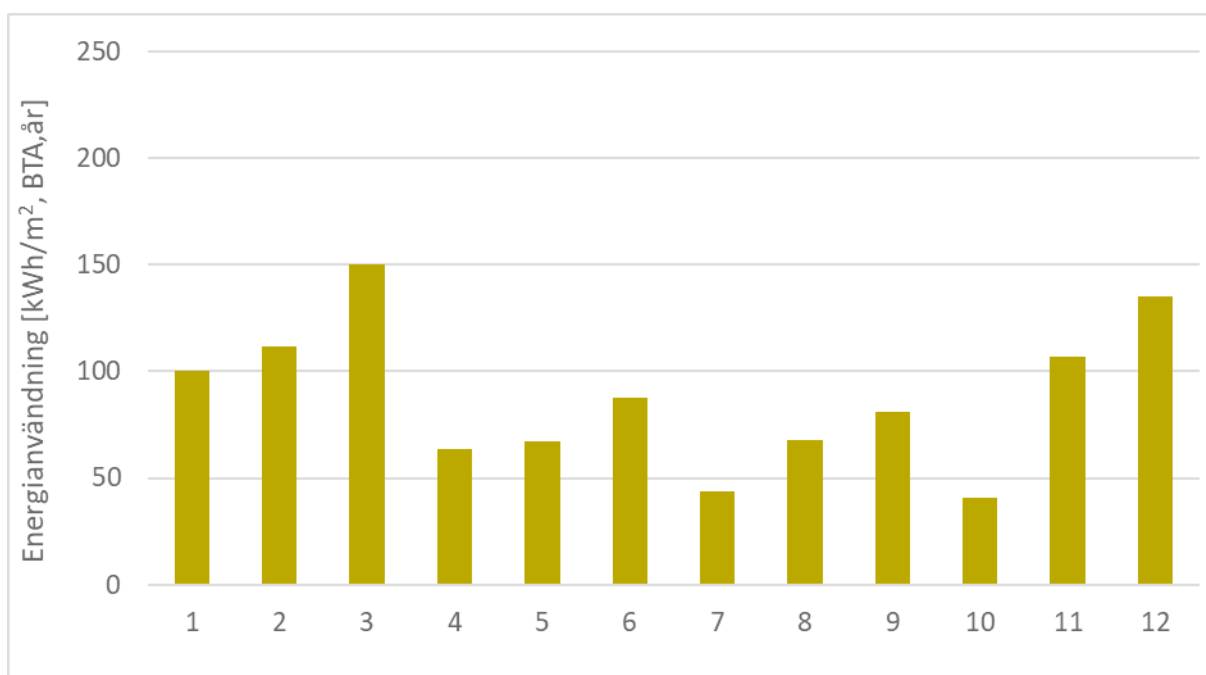
Figur 5 Energianvändning per kvadratmeter och medelvärde för flerbostadshusprojekten inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



Figur 6 Energianvändning per kvadratmeter och medelvärde för projekt där skolor/större förskolor byggdes inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

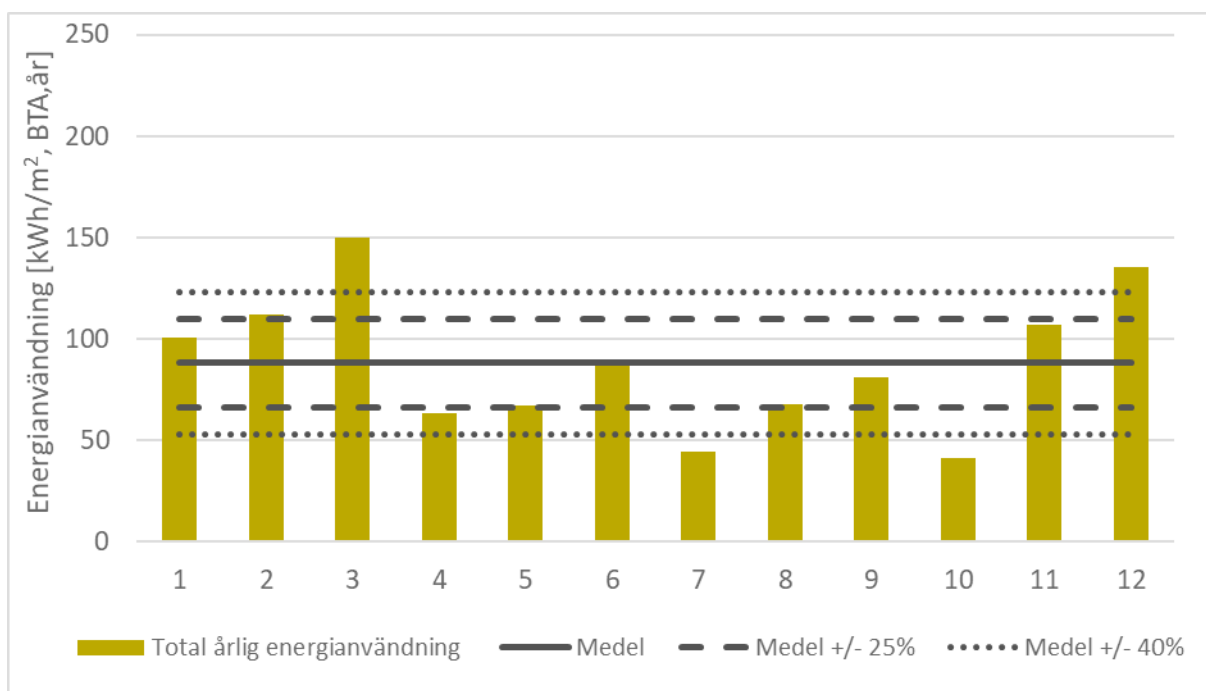
Årlig energianvändning

Figur 7 visar den årliga energianvändningen per kvadratmeter för de 12 byggprojekten. Energianvändningen varierar mellan 41 och 150 kWh/m², BTA.

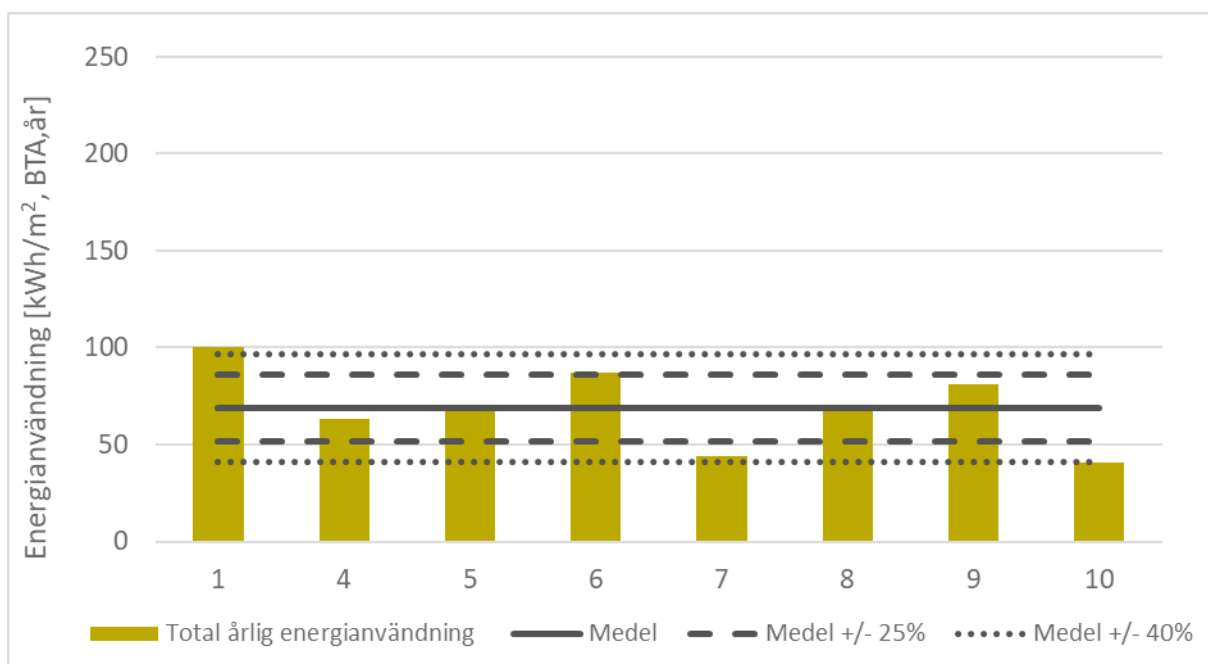


Figur 7 Årlig energianvändningen per kvadratmeter. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

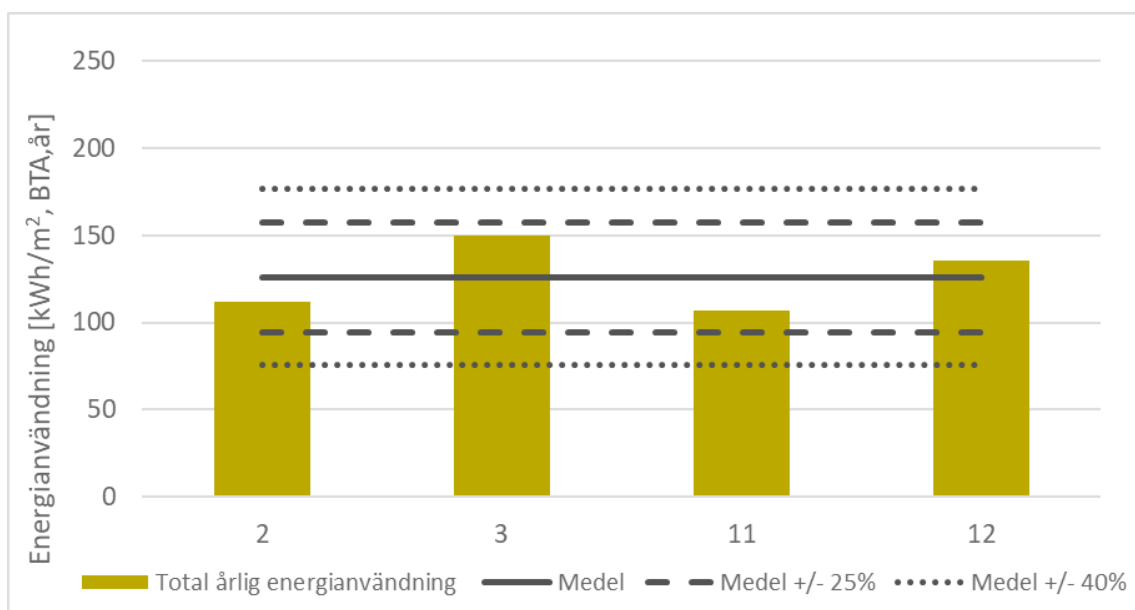
Variationen av den årliga energianvändningen från medelvärdet för alla projekt, visas i Figur 8 inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Figur 9 och Figur 10 visar variationen från medelvärdet för flerbostadshusprojekten respektive projekten där skolor/större förskolor byggdes. Variationen av den årliga energianvändningen per kvadratmeter blir inte lika stor som variationen av den totala energianvändningen per kvadratmeter. Resultaten för den årliga energianvändningen per kvadratmeter är konsekvent något större för projekten där skola/större förskola byggdes jämfört med projekten för flerbostadshusen.



Figur 8 Årlig energianvändning per kvadratmeter och medelvärde för de 12 projekten inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



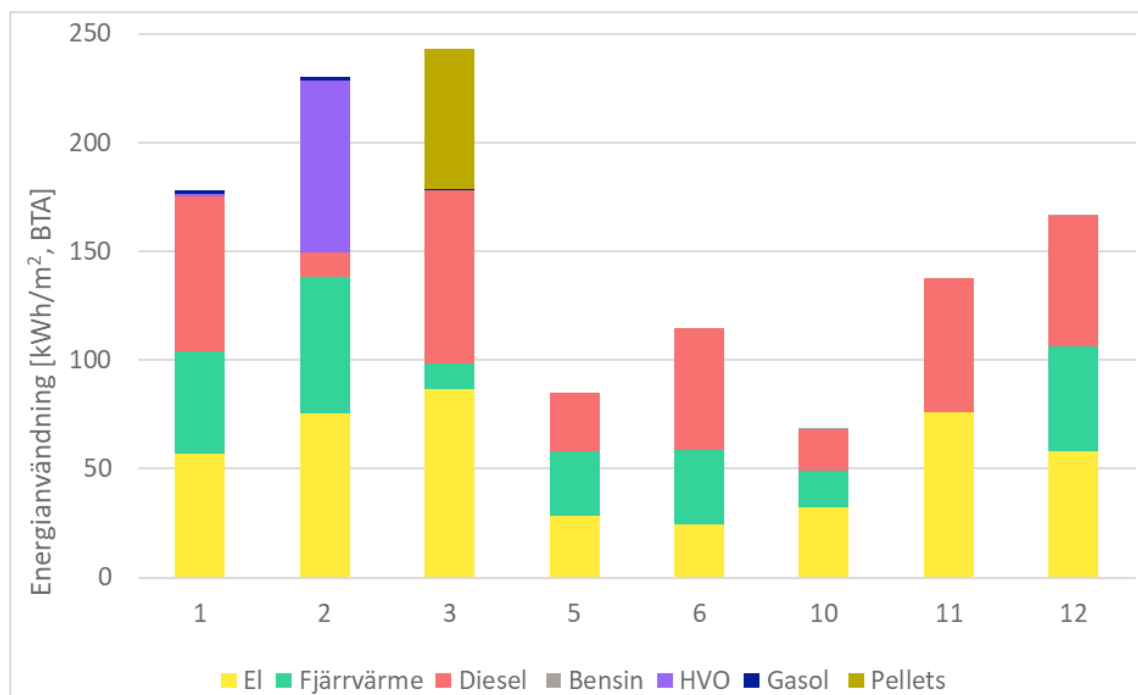
Figur 9 Årlig energianvändning per kvadratmeter och medelvärde för flerbostadshusprojekten inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



Figur 10 Årlig energianvändning per kvadratmeter och medelvärde för projekt där skolor/större förskolor byggdes inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Energianvändning inklusive markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad

I åtta projekt har data samlats in inklusive markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad. Figur 11 visar energianvändningen per kvadratmeter uppdelat per energislag för dessa projekt som varierar mellan 68 och 243 kWh/m², BTA.



Figur 11 Energianvändning per kvadratmeter uppdelat per energislag inklusive energianvändning för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Geografisk spridning

Figur 12 och Figur 13 nedan visar den årliga respektive den totala energianvändningen per kvadratmeter för byggprojekten och för vilket län som byggprojektet uppfördes i. Det finns inga tydliga samband mellan län och energianvändning från de byggprojekt som finns med i denna analys. Illustration 1 nedan har lagts in för att vidare illustrera spridningen över Sverige.

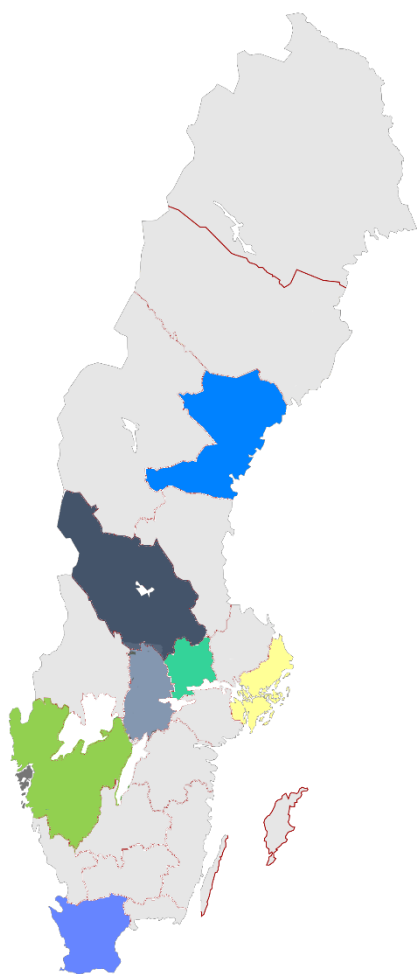
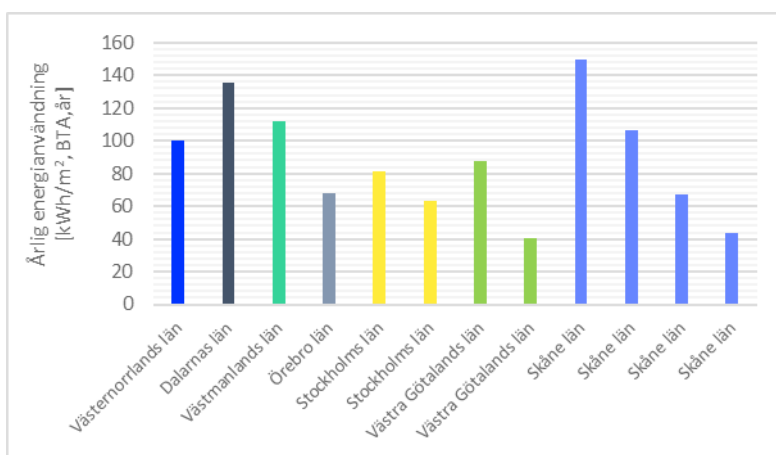
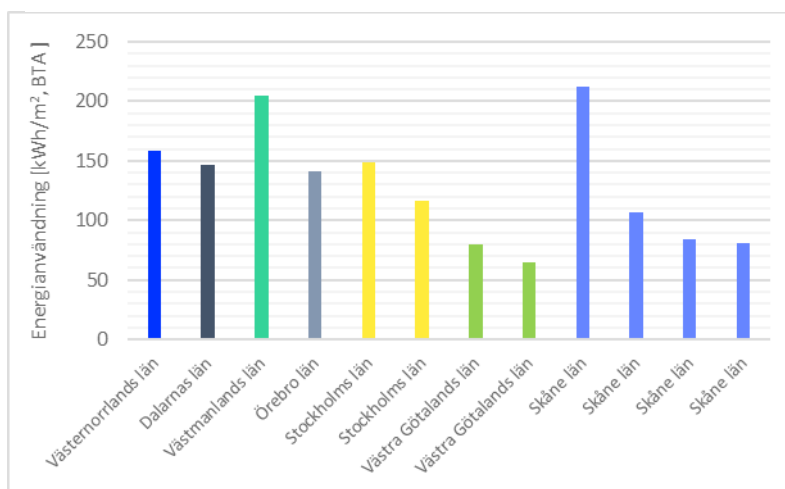


Illustration 1



Figur 12 Årlig energianvändning per kvm byggprojekten och respektive län som de uppförts i. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA, år och X-axeln visar län i Sverige



Figur 13 Total energianvändning per kvm byggprojekten och respektive län som de uppförts i. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar län i Sverige

Bodar

Att redovisa nyckeltal för byggbodarna är delvist komplext, främst eftersom antalet och typ av byggbod förändras över tid. I ett projekt har dessutom närliggande lokaler använts som komplement till byggbodarna. Energianvändningen för dessa lokaler är inte inkluderad i den redovisade energianvändningen för byggbodarna. Tabell 4 visar en sammanställning av byggbodarna och visar det genomsnittliga antalet byggbodarna som funnits på plats under byggtiden. Inget av projekten har använt system för komfortkyla i byggbodarna, enligt tillgänglig information.

Tabell 4 Sammanställning bodar.

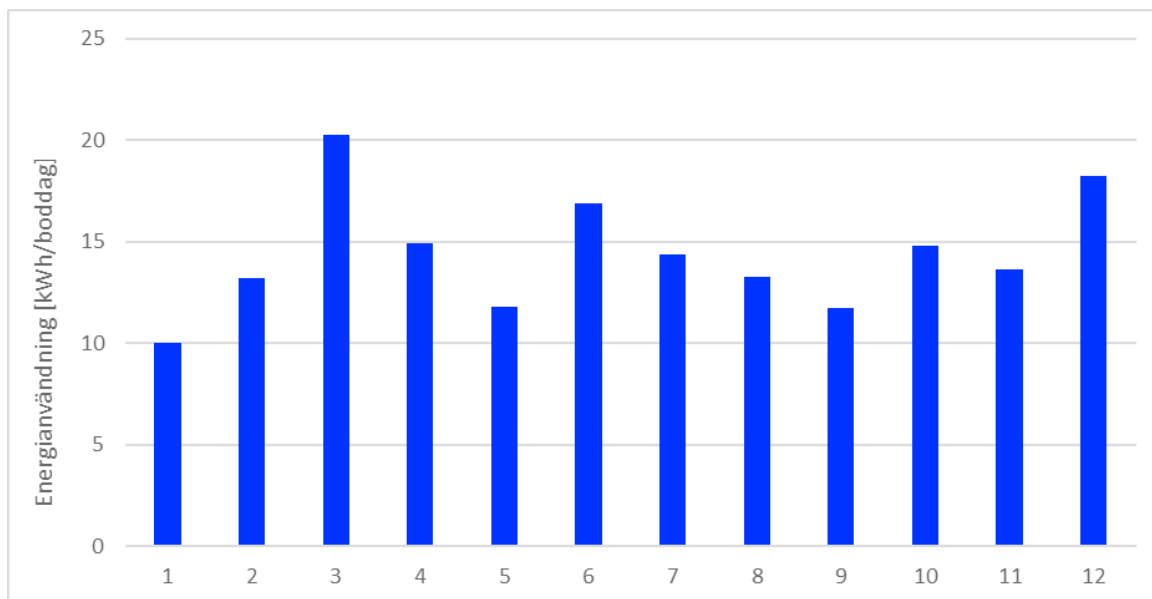
Projekt ID	Genomsnitt av antal bodar som varit på plats under byggtiden	Genomsnittlig area för bodar A_{temp} [m ²]
1	11	231
2	16	336
3	11	249
4	27	675
5	9	181
6	13	310
7	13	278
8	21	552
9	10	229
10	12	253
11	8	165
12	6	122

Nyckeltal för bodar redovisas oftast som energianvändning per kvadratmeter A_{temp} för boden (kWh/ A_{temp}) samt energianvändning per bod. Som nämnts förändras antal bodar och därmed A_{temp} över tid, därför har det i projektet även tittats på ett annat nyckeltal, kWh/bod multiplicerat med dagar. Framgent kallas nyckeltalet för energianvändning per boddag. I Tabell 5 visas exempel på hur beräkningen görs.

Tabell 5 Exempel: Beräkning av boddagar

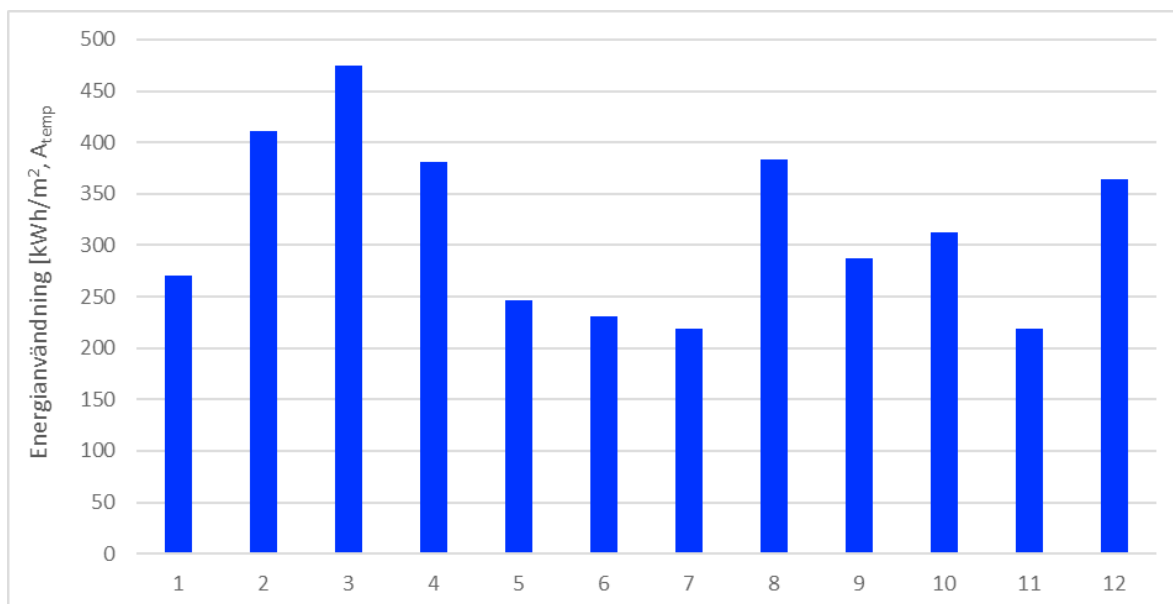
	Antal bodar	Dagar	Boddagar
jan	10	31	310
feb	10	28	280
mar	15	31	465
apr	20	30	600
maj	20	31	620
jun	20	30	600
jul	15	31	465
aug	10	31	310
sep	10	30	300
okt	10	31	310
nov	10	30	300
dec	10	31	310
Summa			4870

Figur 14 visar bodarnas energianvändning per boddag som varierar mellan 10 och 20 kWh/boddag med ett medelvärde på 14 kWh/boddag.



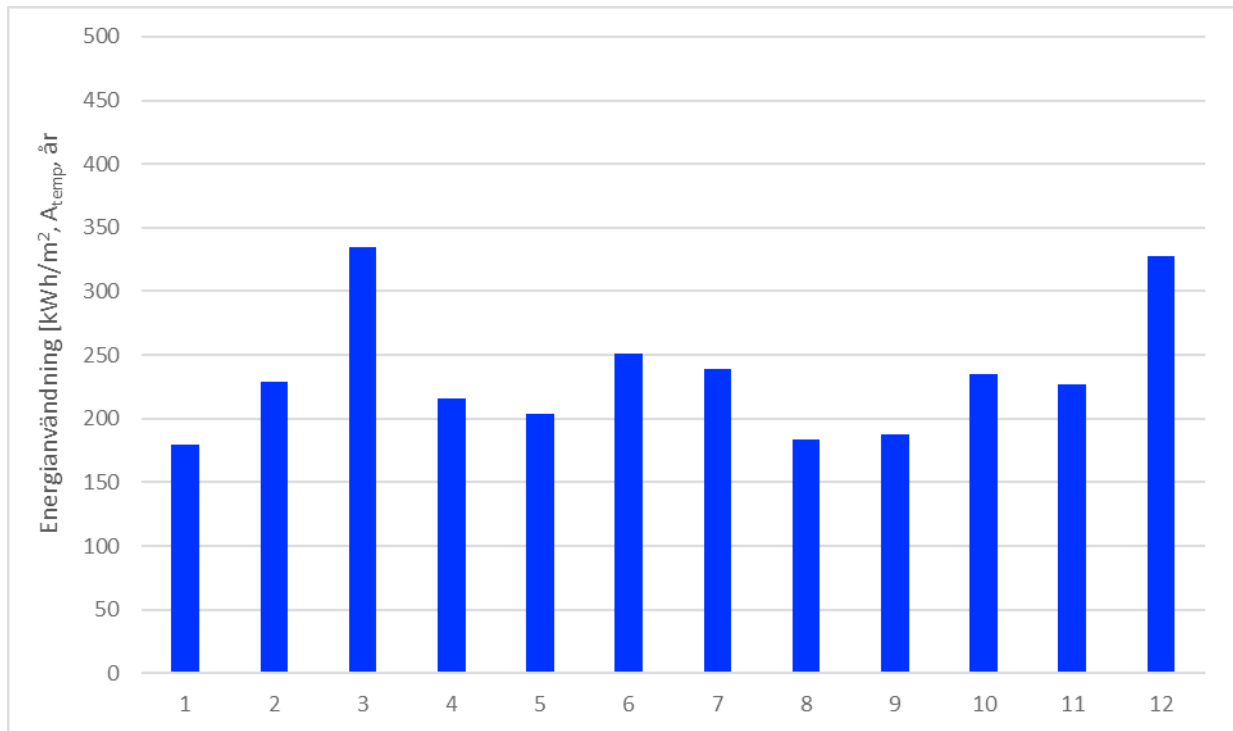
Figur 14 Energianvändning per boddag för projekten. Y-axeln visar energianvändning i kWh/boddag och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 15 visar bodarnas energianvändning per kvadratmeter A_{temp} som varierar mellan 219 och 475 kWh/m², A_{temp} med ett medelvärde på 317 kWh/m², A_{temp} .



Figur 15 Energianvändning för bodar uttryckt per bodarea A_{temp} för projekten. Y-axeln visar energianvändning i kWh/m², A_{temp} och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 16 visar bodarnas årliga energianvändning per kvadratmeter A_{temp} som varierar mellan 180 och 335 kWh/m², A_{temp} , år med ett medelvärde på 234 kWh/m², A_{temp} , år.



Figur 16 Årlig energianvändning för bodar uttryckt per bodarea A_{temp} för projekten. Y-axeln visar energianvändning i kWh/m², A_{temp} , år och X-axeln visar byggprojekt ID.

Tabell 6 visar medelvärde för bodarnas energianvändning uppdelat per boddag, per kvadratmeter A_{temp} och den årliga energianvändningen per kvadratmeter A_{temp} .

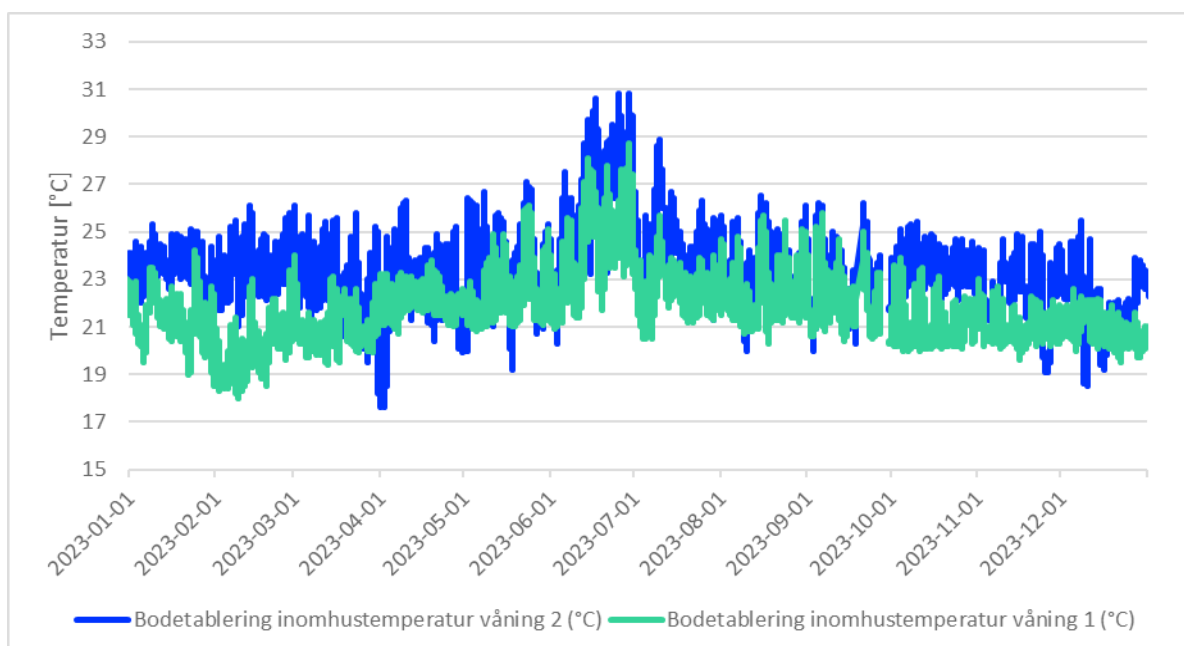
Tabell 6 Medel energianvändning för bodar uppdelat per boddag och per kvadratmeter A_{temp} samt årlig energianvändning per kvadratmeter A_{temp} .

	Energianvändning per boddag	Energianvändning per kvadratmeter A_{temp}	Årlig energianvändning per kvadratmeter A_{temp}
	[kWh/boddag]	[kWh/m ² , A_{temp}]	[kWh/m ² , A_{temp} , år]
Medel	14	317	234

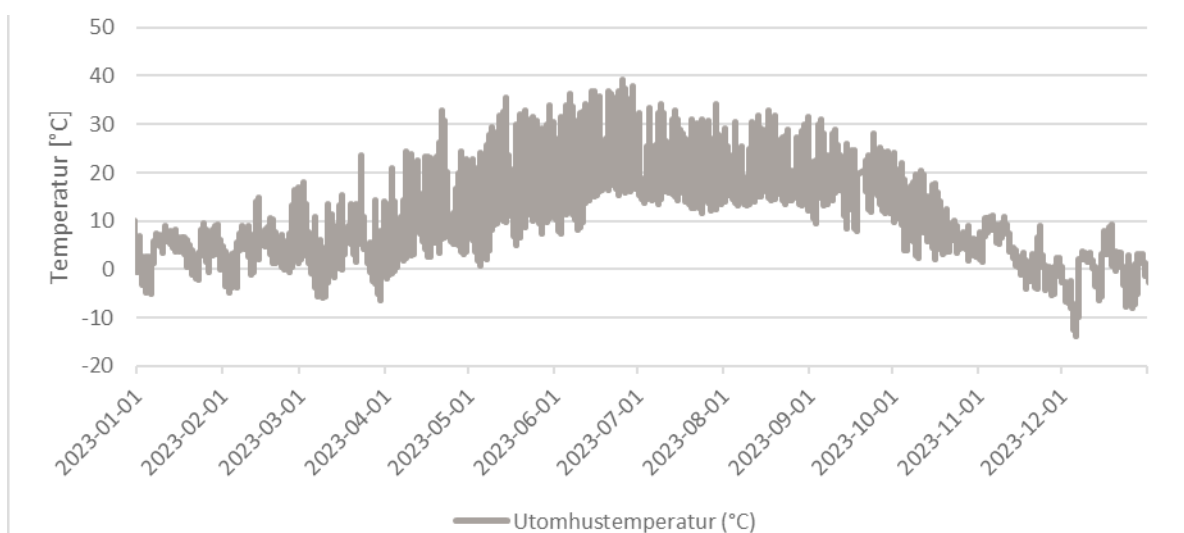
I flera projekt har även inomhustemperaturen i bodetableringen mätts, men dessa mätningar påbörjades vid olika tidpunkter. För de flesta projekt finns därför ingen komplett mätning av inomhustemperaturerna från projektstart till -slut. Utöver inomhustemperaturerna finns mätning på utomhustemperaturen. Figur 17 till Figur 19 samt Tabell 7 visar temperaturerna och energianvändningen i ett av projekten (Projekt 2) där bodetableringen bestod av två våningar och hade kontinuerlig mätning under hela byggtiden. De redovisade värdena avser ett år i mitten av byggperioden, vilket innebär att data inte är hämtade från perioder i direkt anslutning till uppsättning eller avveckling av bodarna.

Tabell 7 Temperaturer i bodetableringen i projekt 2 samt utomhustemperaturer, medel, min och max per månad.

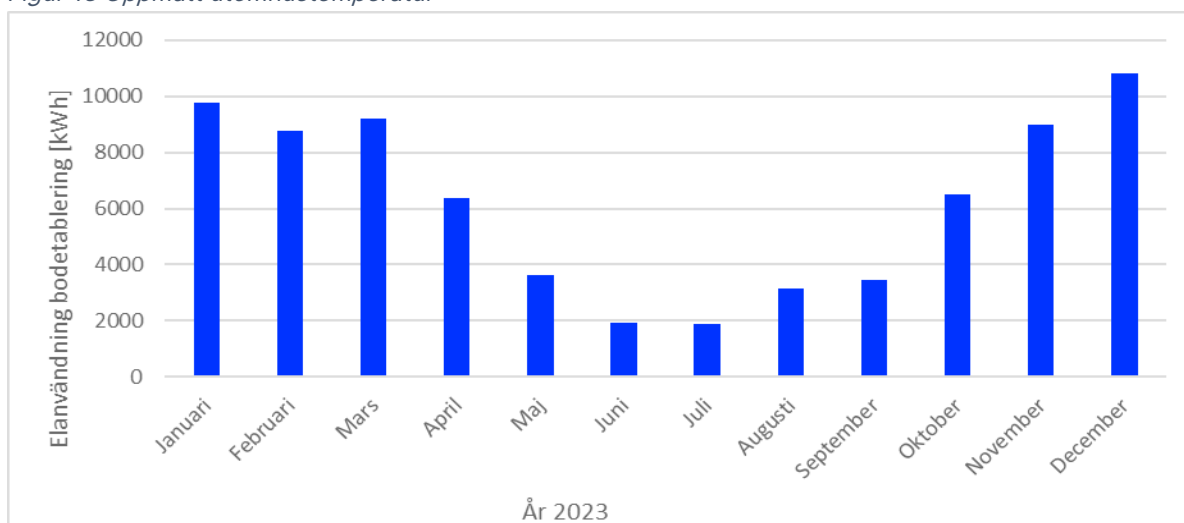
	Medel			Min			Max		
	Våning 1	Våning 2	Ute	Våning 1	Våning 2	Ute	Våning 1	Våning 2	Ute
Januari	21,4	23,6	4,7	18,5	21,3	-4,8	24,2	25,3	9,6
Februari	20,0	23,4	4,1	18,0	21,0	-4,8	23,4	26,1	16,9
Mars	21,0	22,8	4,3	19,4	18,2	-6,3	24,0	26,1	23,6
April	22,1	22,7	9,6	20,7	17,6	-1,9	23,8	26,3	32,9
Maj	22,5	23,6	15,7	20,8	19,2	0,8	26,1	27,1	35,4
Juni	24,4	26,1	21,3	20,9	20,3	7,3	28,7	30,8	39,1
Juli	22,6	24,3	19,0	20,5	20,7	11,6	25,7	28,9	34,2
Augusti	22,5	23,5	18,5	20,3	20,0	12,1	25,7	26,5	32,9
September	22,0	23,0	17,2	19,7	20,0	8,0	25,8	26,2	30,9
Oktober	21,0	23,4	8,7	20,0	21,8	1,8	23,9	25,4	24,0
November	21,0	22,5	3,4	19,6	19,1	-5,3	23,0	25,0	11,0
December	20,9	22,0	-0,3	19,5	18,5	-13,9	22,6	25,5	9,2



Figur 17 Inomhustemperaturer i bodetableringen i projekt 2 under 2023.



Figur 18 Uppmätt utomhustemperatur

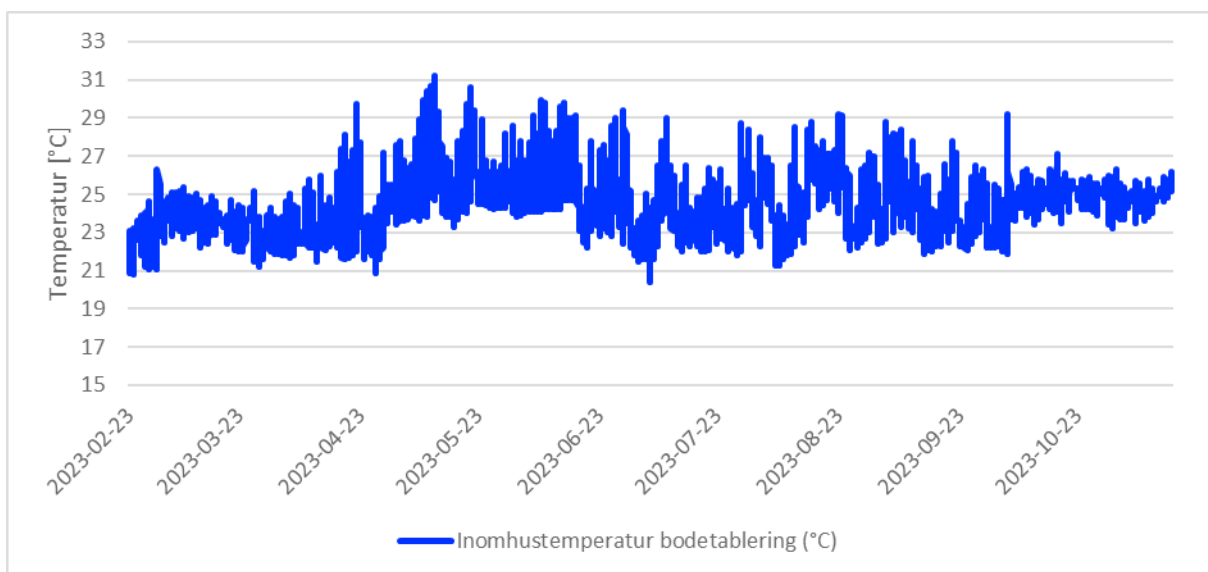


Figur 19 Energianvändning för bodetableringen i projekt 2.

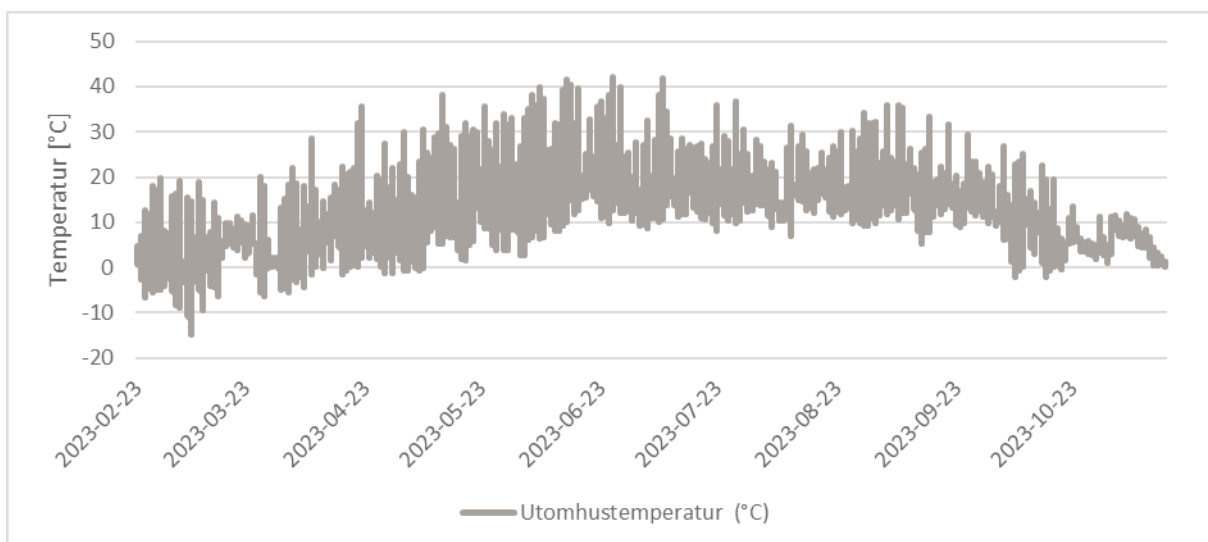
På samma sätt som för föregående projekt visar Figur 20 till Figur 22 samt Tabell 8 temperaturerna och energianvändningen för ett ytterligare projekt (Projekt 10). I detta fall bestod bodetableringen av en våning. Mätningar saknas från bodetableringens start, vilket innebär att det inte finns data för att kunna redovisa ett helt år. De redovisade värdena omfattar perioden fram till avvecklingen av bodarna i november.

Tabell 8 Temperaturer för bodetableringen i projekt 10 samt utomhustemperatur. Medel, min och max.

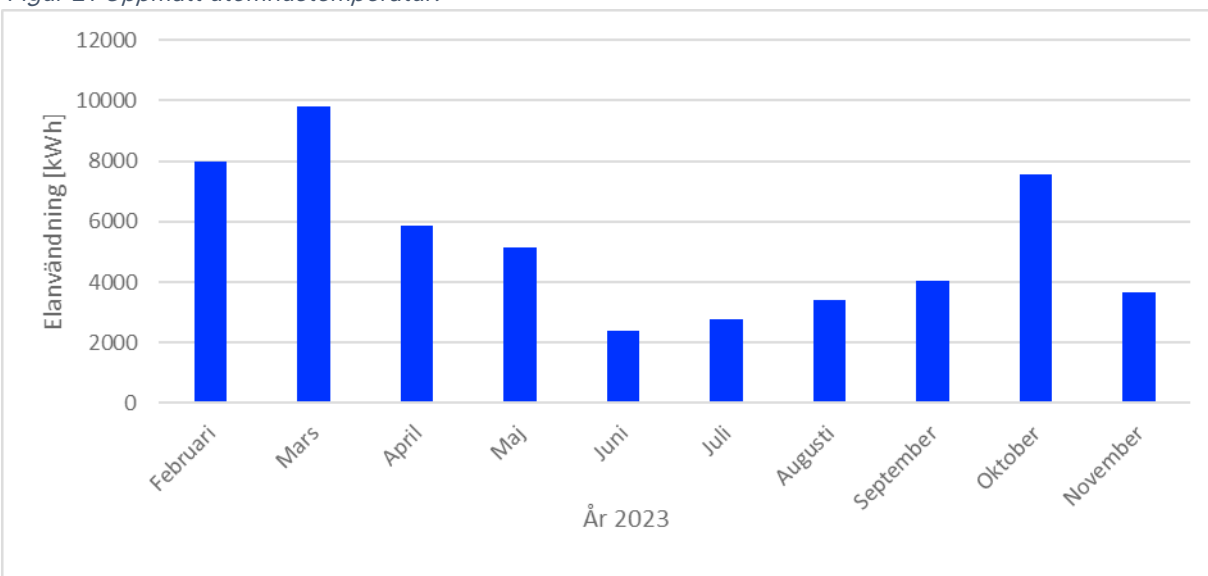
	Medel		Min		Max	
	Inomhus	Ute	Inomhus	Ute	Inomhus	Ute
Februari	22,7	1,2	20,8	-6,6	24,6	18,1
Mars	23,6	2,7	21,1	-14,9	26,3	19,9
April	23,5	8,4	20,9	-5,6	29,7	35,6
Maj	25,8	14,9	23,3	-0,6	31,2	38,1
Juni	25,6	20,5	22,2	2,6	29,9	42,0
Juli	23,9	17,8	20,4	8,2	29,0	41,7
Augusti	25,2	17,8	22,1	9,1	29,2	34,1
September	24,4	16,7	21,9	5,4	28,8	35,9
Oktober	24,7	8,0	21,9	-2,2	29,2	26,8
November	24,8	5,9	23,2	0,1	26,3	11,7



Figur 20 Inomhustemperaturer i bodetableringen i projekt 10 från februari-november 2023.



Figur 21 Uppmätt utomhustemperatur.



Figur 22 Energianvändning för bodetableringen i projekt 10.

Liknande trender, med periodvis förekommande övertemperaturer, ses i övriga projekt under de månader där mätdata har funnits tillgängliga.

Containrar

Under projektets gång övertogs mätningar från ett planerat byggprojekt som inte blev av. Eftersom mätning på containrar i detta projekt saknades, kompletterades mätdata med mätningar från ett annat byggprojekt, benämnt Projekt 7b. Utöver detta uteblev mätning av containrar i Projekt 9. Likt bodar förändras uppsättningen av containrar under byggtiden vilket gör redovisningen av nyckeltal mer komplext. Antal containrar förändras över tid. I vissa projekt har arbetet som utförs vanligtvis i containrar flyttats till den färdiga byggnaden när en del av den blivit klar som exempelvis garage. Dessutom förekommer en blandning av isolerade och oisolerade containrar. Tabell 9 nedan visar en sammanställning över containrar och visar det genomsnittliga antalet som funnits på plats under byggtiden.

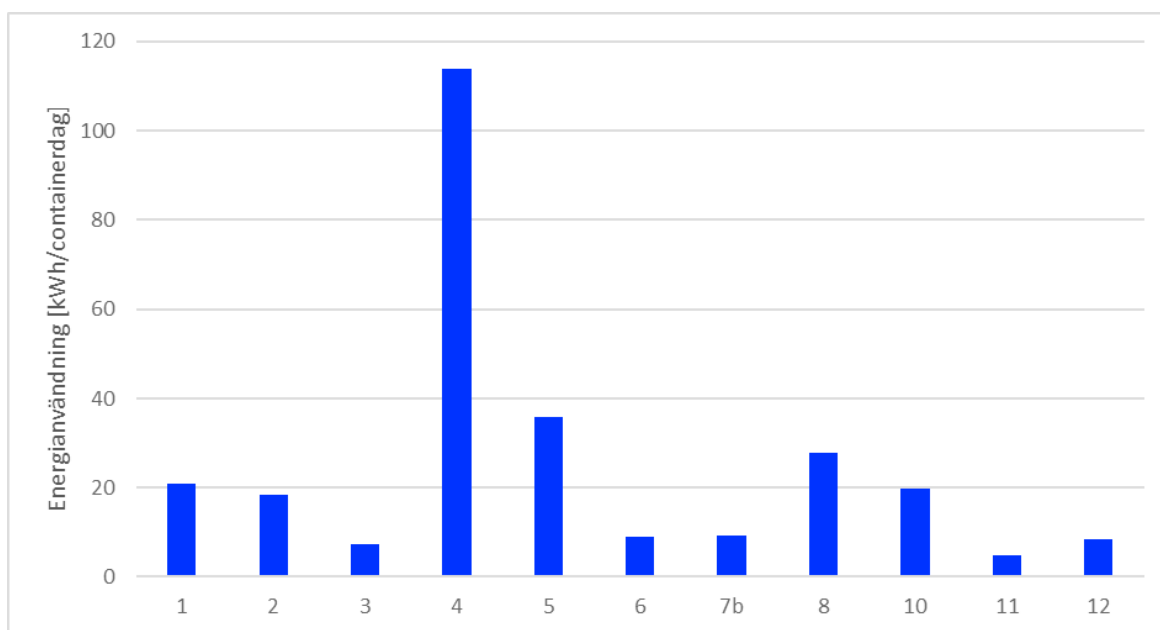
Tabell 9 Sammanställning genomsnitt av antal containrar och genomsnittlig area för dessa.

Projekt ID	Genomsnitt av antal containrar som varit på plats under byggtiden	Genomsnittlig area för containrar [m ²]
1	5	71
2	6	87
3	10	119
4	5	77
5	2	22
6	3	19*
7b	3	41
8	6	55
10	5	64
11	3	44
12	1	15

*Flytt av arbete till del av färdigbyggnad när garage stod klart.

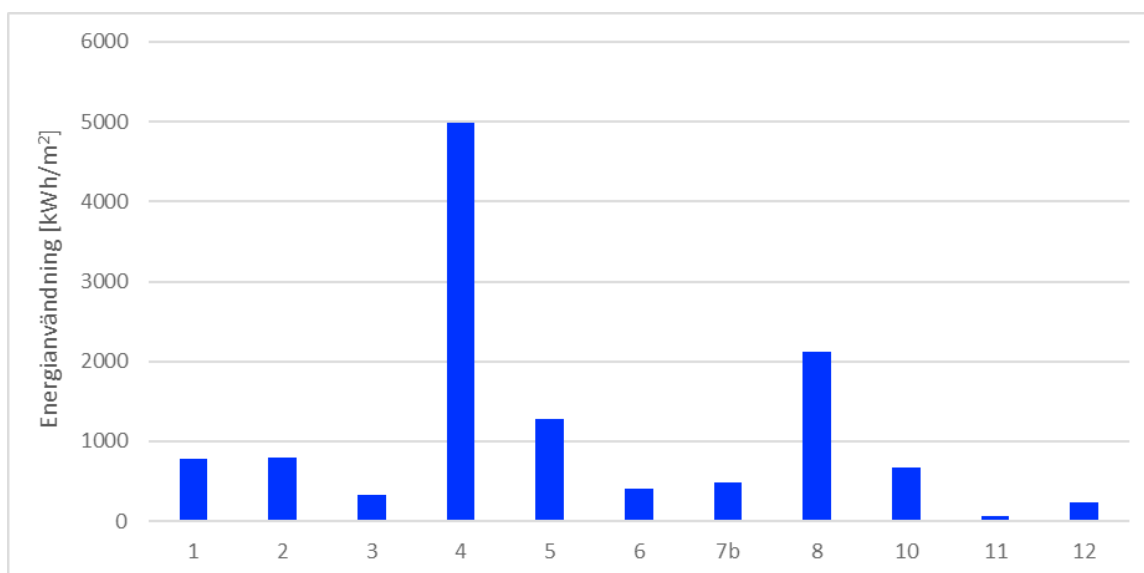
Likt bodarna har det även för containrarna räknats fram ett nyckeltal av energianvändningen per containerdag dvs. kWh/container multiplicerat med dagar.

Figur 23 visar containrarnas energianvändning per containerdag som varierar mellan 5-114 kWh/containerdag med ett medelvärde på 25 kWh/containerdag. I Projekt 4 som utmärker sig, genomfördes en kontroll vid rondering där det upptäcktes att värmefläktar stod på full effekt med dörrarna öppna. Exklusive Projekt 4 varierar energianvändningen mellan 5-36 kWh/containerdag med ett medelvärde på 16 kWh/containerdag.



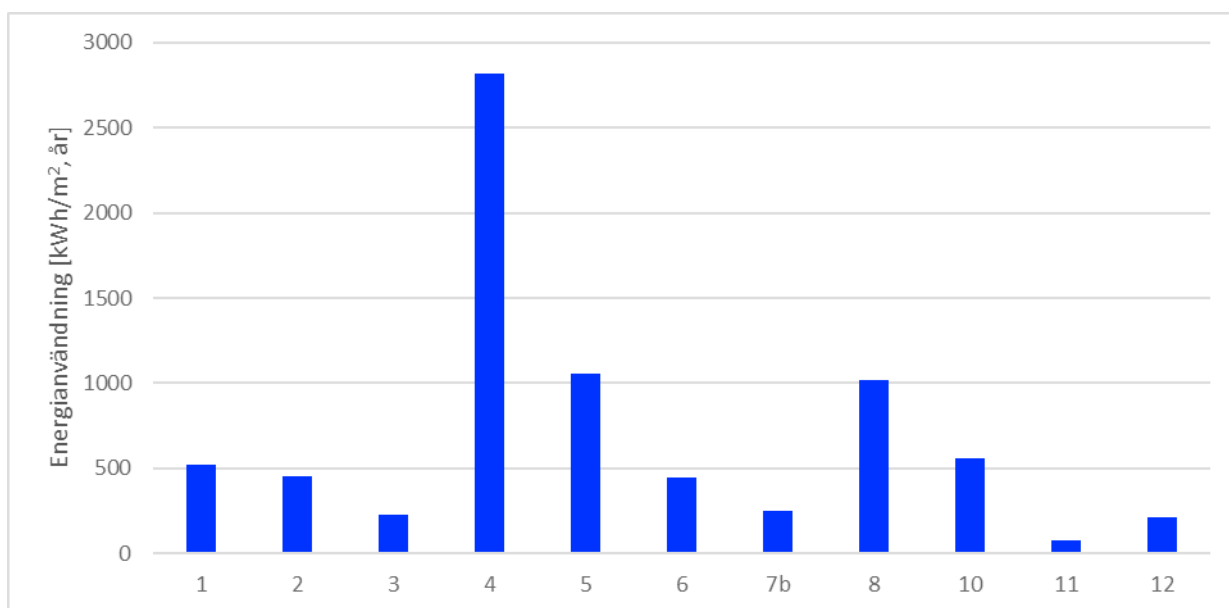
Figur 23 Energianvändning per containerdag. Y-axeln visar energianvändning i kWh/containerdag och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 24 visar containrarnas energianvändning per kvadratmeter container under byggprojektiden som varierar mellan 61-4982 kWh/m² med ett medelvärde på 1104 kWh/m². Exklusive Projekt 4 varierar energianvändningen mellan 61-2118 kWh/m² med ett medelvärde på 716 kWh/m².



Figur 24 Energianvändning per kvadratmeter container. Y-axeln visar energianvändning i kWh/m² och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 25 visar containrarnas årliga energianvändning per kvadratmeter som varierar mellan 77-2815 kWh/m², år med ett medelvärde på 694 kWh/m², år. Exklusive Projekt 4 varierar den årliga energianvändningen mellan 77-1057 kWh/m², år med ett medelvärde på 482 kWh/m², år.



Figur 25 Årlig energianvändning per kvadratmeter container. Y-axeln visar energianvändning i kWh/m², år och X-axeln visar byggprojekt ID.

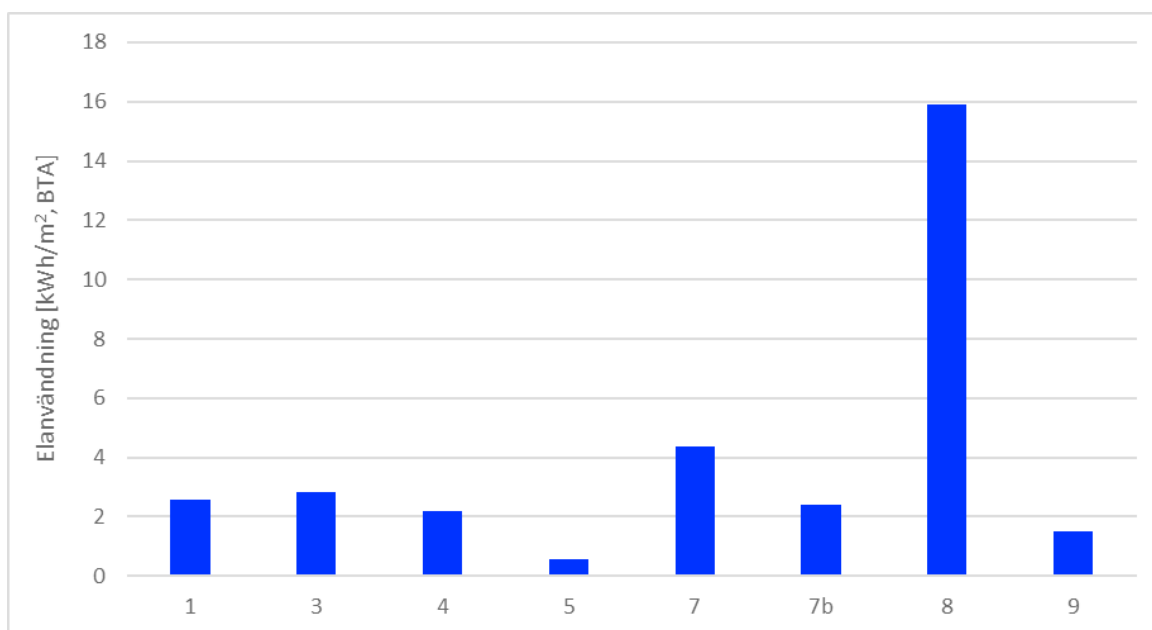
Tabell 10 visar medelvärde för containrarnas energianvändning uppdelat per containerdag, per kvadratmeter container under byggprojektiden och den årliga energianvändningen. Då projekt 4 utmärker sig presenteras även medelvärdet exklusive detta.

Tabell 10 Medelenergianvändning för containrar uppdelat per containerdag och per kvadratmeter container samt årlig energianvändning per kvadratmeter container.

	Energianvändning per Containerdag [kWh/containerdag]	Energianvändning per kvadratmeter [kWh/m²]	Årlig energianvändning per kvadratmeter [kWh/m², år]
Medel	25	1104	694
Medel exkl. Projekt ID 4	16	716	482

Kranar

I åtta av projekten användes eldrivna kranar. Figur 26 visar kranarnas elanvändning per projekt och per kvadratmeter BTA för respektive byggnad. Elanvändningen varierar mellan 1-16 kWh/m², BTA. Exklusive Projekt 8 varierar energianvändningen mellan 1-4 kWh/m², BTA. Ingen tydlig orsak till den utmärkande elanvändningen i Projekt 8 har kunnat härledas. För att analysera orsaken krävs detaljerad information kring händelser som inte tillhandahållits.



Figur 26 Elanvändning per kvadratmeter BTA från eldrivna kranar. Y-axeln visar elanvändning i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

De projekt som inte har använt eldrivna kranar har istället använt kranar som drivs med diesel eller HVO. Sammanställningen av bränsleanvändningen är dock svår att tolka eftersom redovisningen varierar mellan projekten. I vissa fall anges en totalsumma för en bränslesort kompletterad med specifikationer per maskintyp. I andra fall redovisas bränslemängden endast per maskintyp eller endast som en totalsumma.

För att kunna jämföra samma arbete mellan eldrivna kranar och kranar som drivs med HVO eller diesel krävs en mer detaljerad uppföljning. Det innebär att det måste finnas specifikationer för det utförda arbetet inklusive bränsleanvändningen per maskintyp samt en uppdelning av bränsleanvändningen per arbetsmoment som motsvarar elkranarnas insatser.

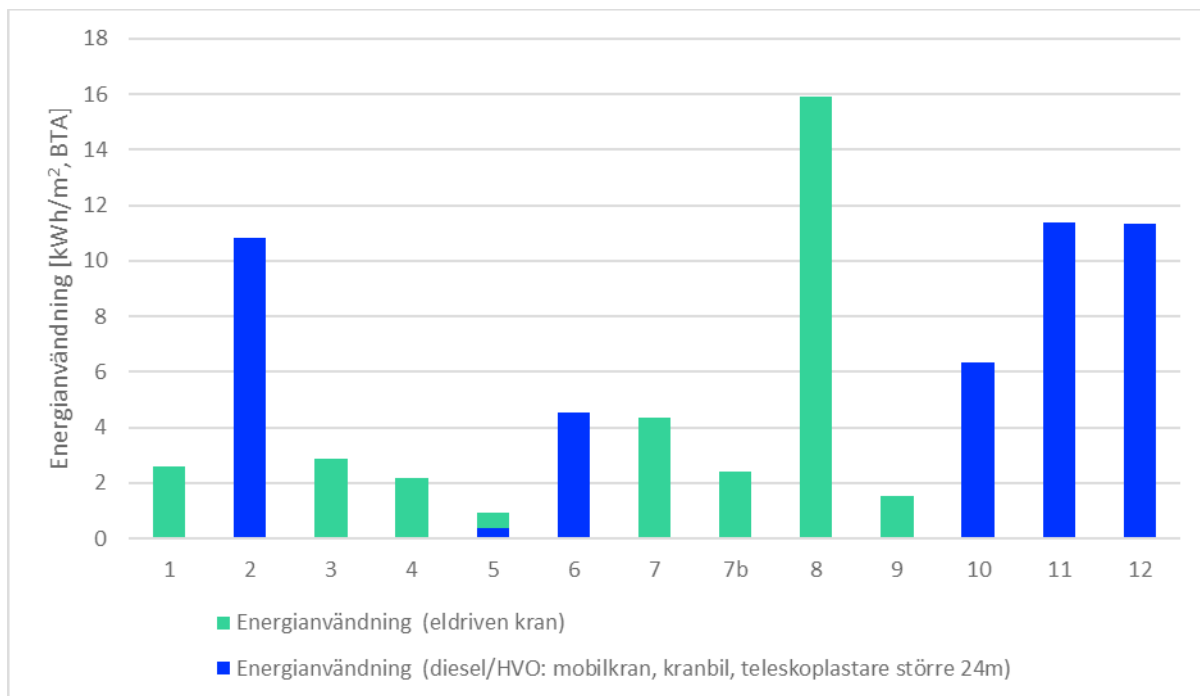
Generellt bedömer entreprenörerna att dessa arbeten motsvarar det som utförs med eldrivna kranar. Tornkranar och mindre elkranar används oftare för lyft som sker direkt på plats, men valet av kran påverkas även av prefableverantörens lösningar. Byggnadens höjd är en avgörande faktor, exempelvis används tornkranar vid höga hus. För kompletteringar på tak exempelvis installation av ett aggregat används däremot mobilkran och inte elkran.

Figur 27 nedan visar samtliga projekt med den andel bränsleanvändning som har rapporterats. I Tabell 11 visas en sammanställning över de maskintyper som ingår i redovisningen och representerar lyft- och monteringsarbete oavsett om det sker med el eller bränsle. Teleskopslastare används främst för att lyfta in material snarare än stora betongelement, men större modeller (över 24) har bedömts relevanta att inkludera.

Energianvändningen för kranar som drivs med HVO eller diesel varierar mellan 0,4 och 11 kWh/m², BTA. Projekt 5 som ligger på 0,4 kWh/m², BTA har även använt eldrivna

kranar där de dieseldrivna kranarna endast använts som ett komplement. Exklusive Projekt 5 varierar energianvändningen mellan 5-11 kWh/m², BTA.

Generellt är energianvändningen för kranar som drivs med HVO eller diesel något högre än för eldrivna kranar. Detta kan bero på att elmotorer i regel har en betydligt högre verkningsgrad än förbränningsmotorer [10].



Figur 27 Energianvändning per kvadratmeter BTA för eldrivna kranar samt kranar som drivs med HVO eller diesel (mobilkranar, kranbil, teleskoplastare modell större, över 24 m). Y-axeln visar energianvändning i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Tabell 11 Sammanställning av kranar som drivs med HVO eller diesel

Projekt ID	Kommentar	Bränsletyp
2	Mobilkran, larvkran, teleskoplastare större	Diesel (Larvkran) HVO (mobilkran och teleskoplastare)
5	Kranbil	Diesel
6	Kranbil	Diesel
10	Mobilkran	Diesel
11	Mobilkran, kranbil, teleskoplastare större (över 24m)	Diesel
12	Mobilkran	Diesel

Vattenanvändning

Projektet avsåg mäta vattenanvändningen i byggprojekten och minst kunna redovisa den totala vattenanvändningen, men även särskilja vattenanvändning för bodetableringarna. Under projektets gång uppstod flera utmaningar kopplade till vattenmätningen. För flera projekt saknas komplett vattenanvändningsdata på grund av fördröjd installation av mätare eller administrativa missar. Tabellen nedan sammanfattar mätningarna och kommentarer kring vattenanvändningen.

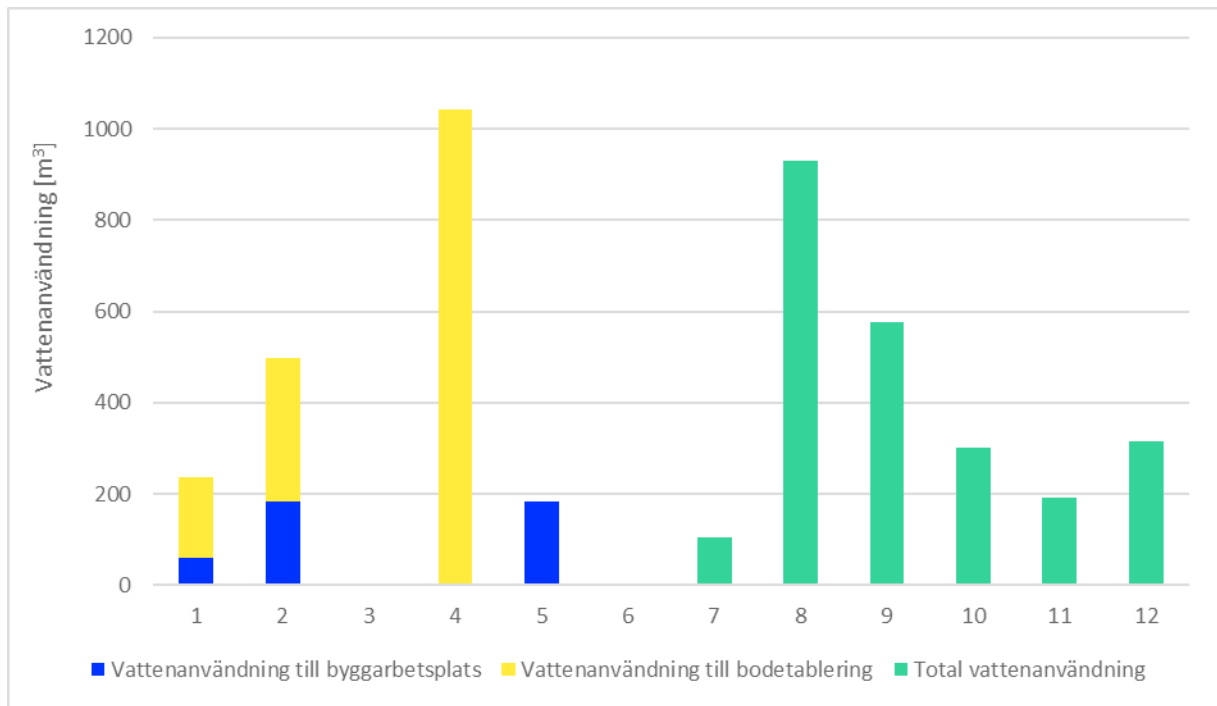
Tabell 12 Kommentarer kring mätning av vattenanvändning.

Projekt ID	Mätning	kommentar
1	Mätning av vattenanvändning till bodetablering och mätning av vattenanvändning till bygget (huset)	
2	Mätning av vattenanvändning till bodetablering och mätning av vattenanvändning till bygget (huset)	
3	-	Mätare som skulle installeras fördröjdes och kom aldrig på plats.
4	Vattenanvändning till bodetableringen	Vattenanvändningen är hög. Entreprenören och maskinuthyrare har kontrollerat mätarna. 2 likadana mätare jämfördes och visade korrekta värden. Kontroll gjordes även för att se på användningen nattetid som var 0, dvs inget läckage. Möjlig hög användning kan bero på att vatten används till något annat än bodar.
5	Vattenanvändning till bygget (huset)	
6	-	Ingen vattenanvändning registrerad. Kommunen missade att godkänna blanketten. Inga fakturor har inkommit från vattenleverantör.
7	Total vattenanvändning	
8	Total vattenanvändning	
9	Total vattenanvändning	Saknas siffror för de fem sista månaderna. Personalbyte hos entreprenören försvårade rapporteringen.
10	Total vattenanvändning	
11	Total vattenanvändning	Data för de tre sista månaderna saknas.
12	Total vattenanvändning	

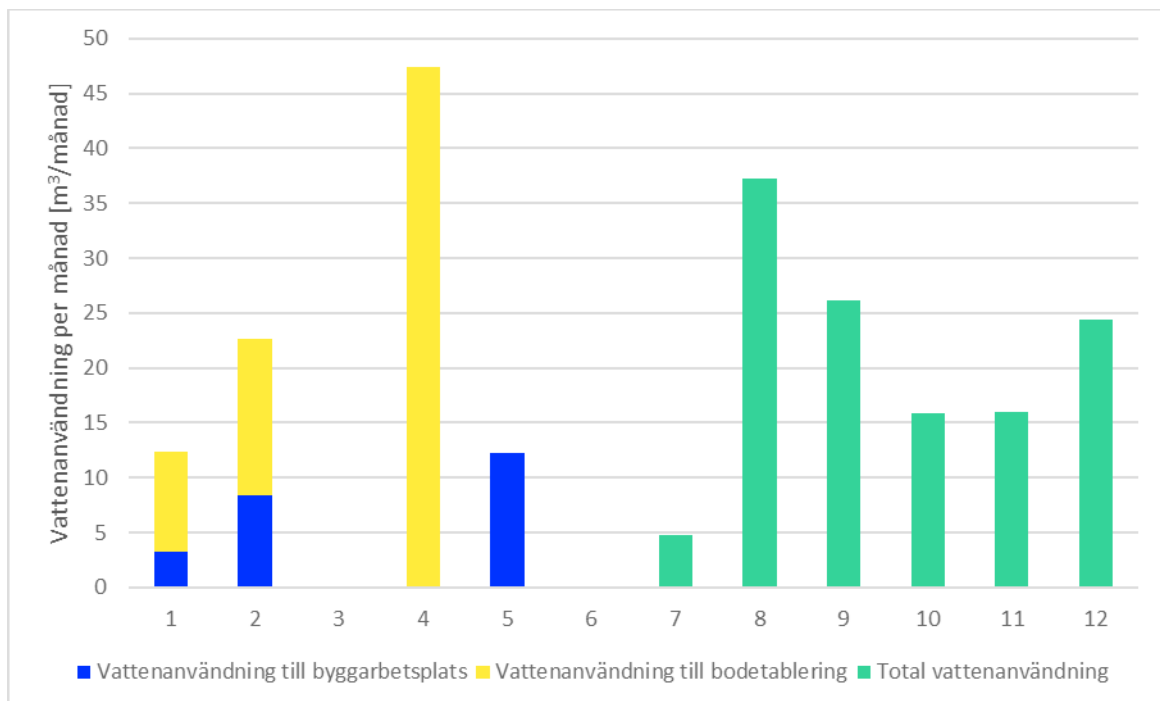
Figur 28 visar den totala vattenanvändningen för de 12 byggprojekten medan Figur 29 visar användningen per månad. Under projektiden har det funnits önskemål om att ansvarig på byggarbetsplatsen ska fylla i en händelselogg. Vad som fyllts i varierar mellan projekten. Endast ett projekt har lämnat en kommentar som direkt kopplar en händelse till vattenanvändningen. I projekt 10 noterades exempelvis, spackling av golv pågick en viss månad. Spackel blandades på plats och vattenslang kopplades in vilket resulterade i en vattenanvändning som var nästan fem gånger högre än övriga månader. Detta visar tydligt hur enskilda aktiviteter kan påverka vattenanvändningen.

Att systematiskt följa upp moment kopplade till vattenanvändning på detaljnivå är dock mycket svårt. Större händelser eller moment skulle kunna noteras, men det svårt att avgöra om användningen beror på ineffektivitet eller slöseri. Det hade varit önskvärt

att fånga upp vattenanvändning kopplad till specifika moment även i övriga projekt. I praktiken har det visat sig svårt att i efterhand, dvs. när en hög vattenanvändning identifierats i mätdata, gå tillbaka och få bekräftat om ett särskilt moment pågick vid den tidpunkten.



Figur 28 Vattenanvändning för de 12 byggprojekten. Y-axeln visar Vattenanvändning m^3 och X-axeln visar byggprojekt ID.

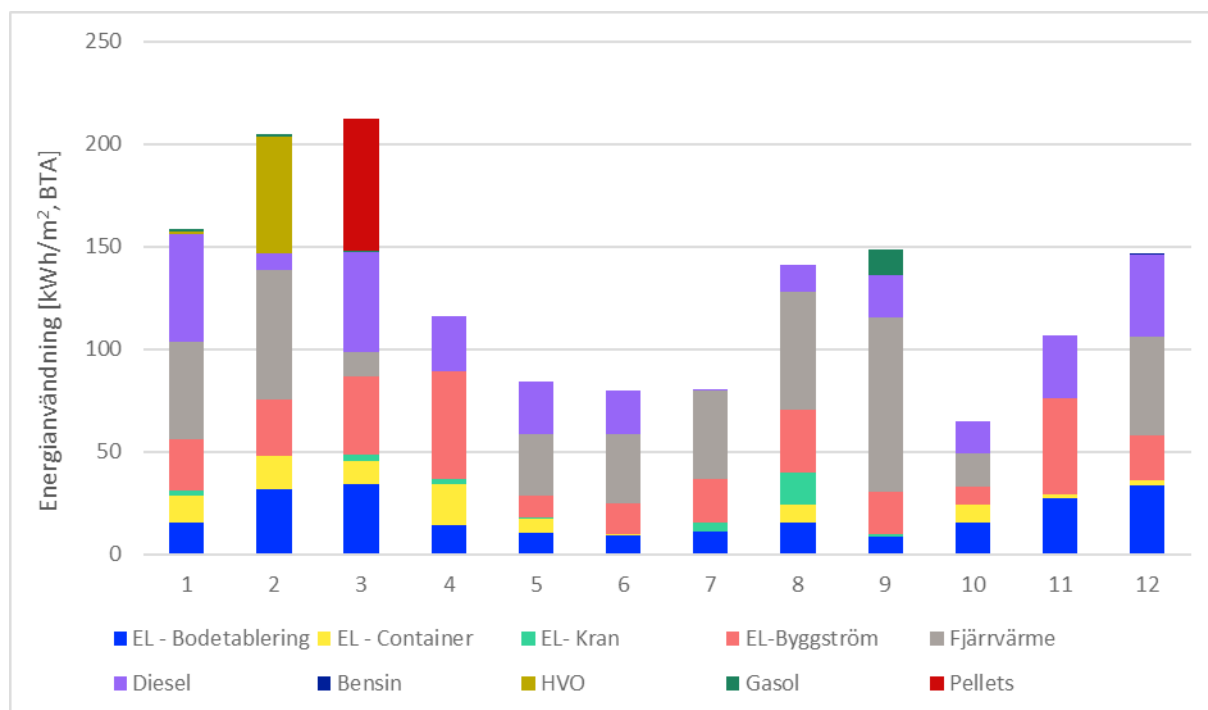


Figur 29 Genomsnittlig vattenanvändning per månad för de 12 byggprojekten. Y-axeln visar Vattenanvändning m^3 /månad och X-axeln visar byggprojekt ID.

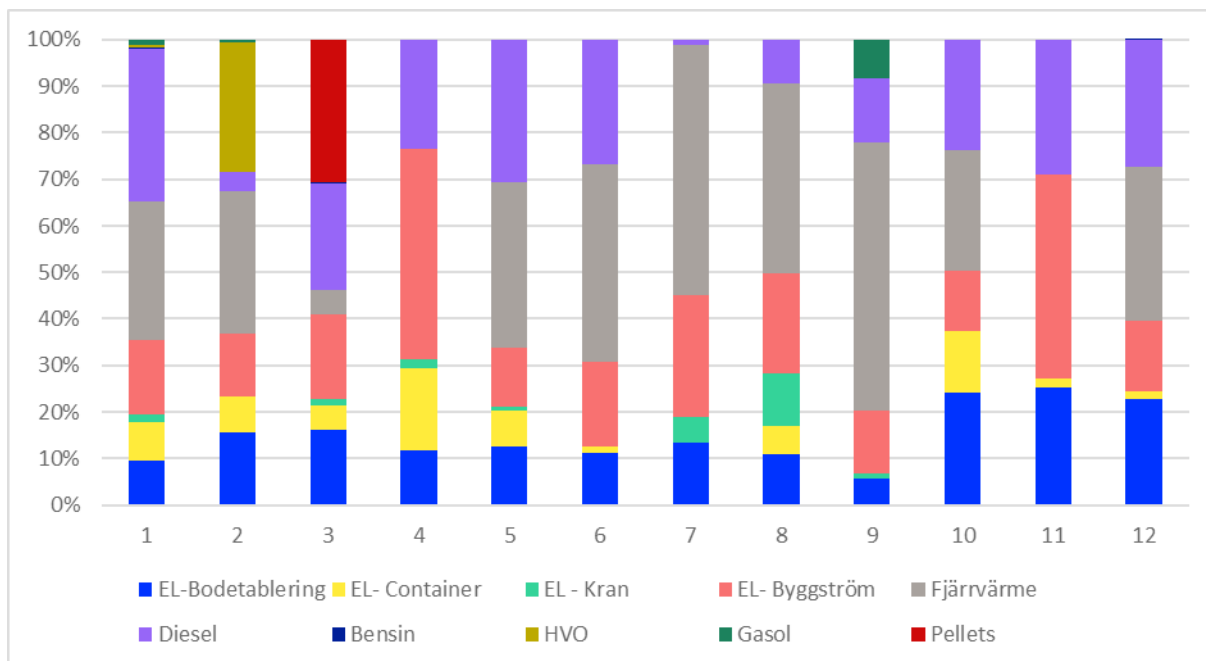
Energianvändning per energislag och post

Figur 30 visar energianvändningen fördelad per energislag och poster för de 12 byggprojekten och Figur 31 visar fördelningen i procent.

- Bränslen utgör i majoriteten av projekten en betydande del av energianvändningen. I tio projekt står bränslen för 22-54% av den totala energianvändningen.
- Fjärrvärme som används för uppvärmning i byggnaden under byggkonstruktionsfasen utgör också en stor del av den totala energianvändningen. I ett projekt uppgår fjärrvärme till 5 % medan andelen i övriga projekt är högre där den står för 26-58 % av den totala energianvändningen.
- Eldrivna kranar står för en relativt liten del av energianvändningen, i fem av sju projekt står kranarna för ca 1-2 % av den totala energianvändningen.
- Bodetablering står för mellan 6-25 % av energianvändningen.
- Containerar uppvisar störst variation mellan projekten. I fyra projekt står containerar för 1-5 % av energianvändningen. I ett av projekten flyttades arbetet från containerar till byggnaden när garaget var klart i byggnaden. I fem projekt ligger andelen på 6-13 % och generellt var antal containerar i genomsnitt något fler i dessa fall. I ett projekt stod containerarna för 18% av energianvändningen där rondering visade att värmebläktar stod på med öppna dörrar och sannolikt har det pågått under en lång period.
- Resterande elanvändning (byggström), som används framförallt till byggnaden står för mellan 13-45 % av energianvändningen.



Figur 30 Projektens energianvändning uppdelat per energislag och poster. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

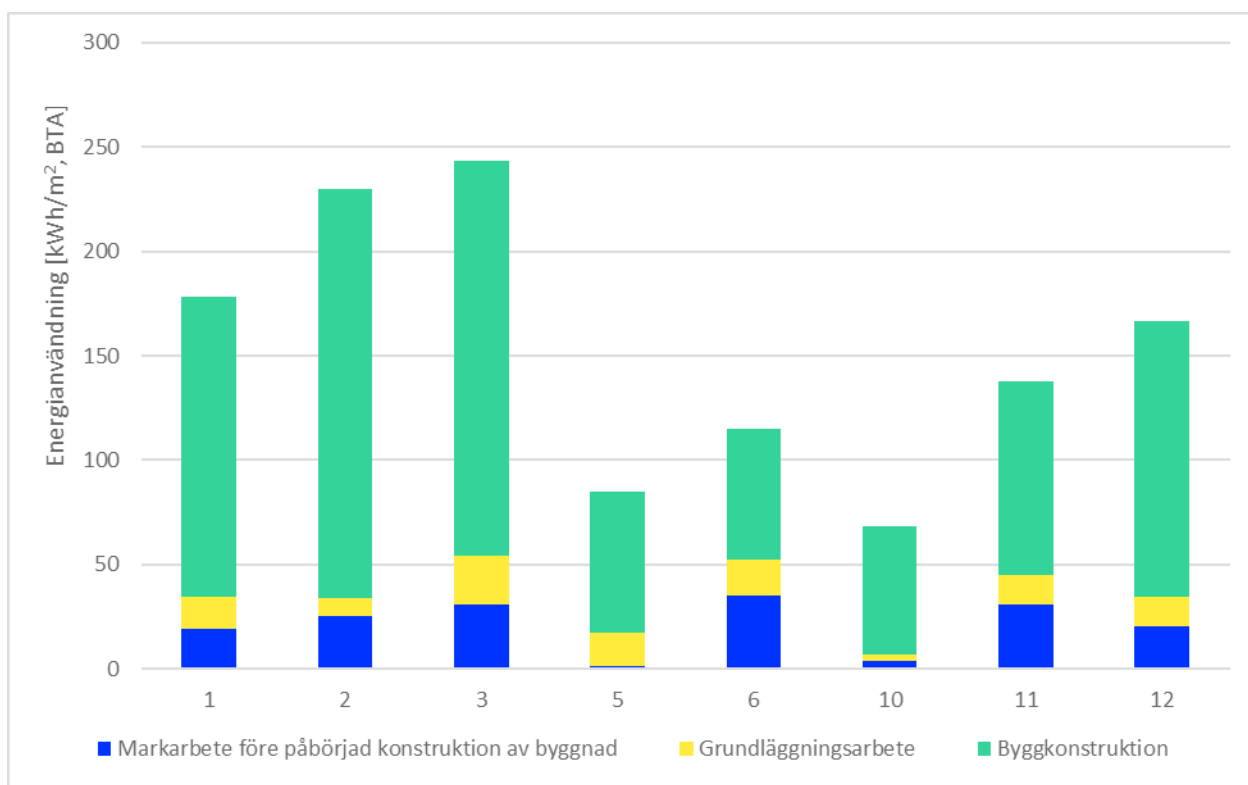


Figur 31 Fördelning mellan olika energislag och poster för de 12 byggprojekten. X-axeln visar byggprojekt ID.

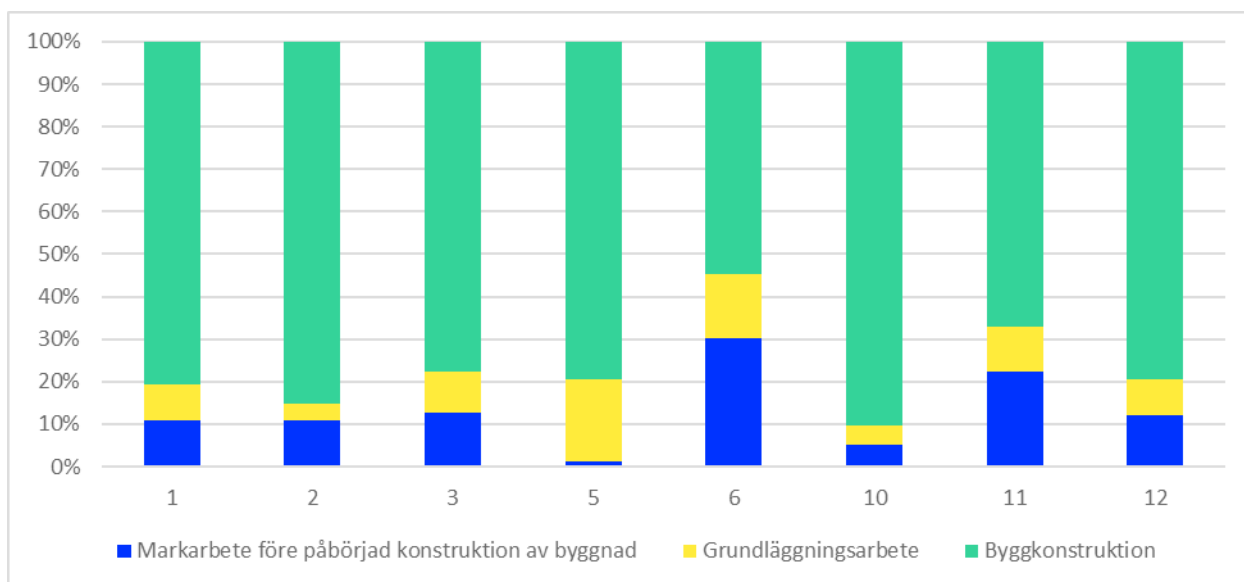
Energianvändning per byggfas

Energianvändningen i relation till byggprocessens olika faser har analyserats utgående från projektens tidsplaner. Här understryks att denna uppskattning är förenad med viss osäkerhet. Framförallt då det finns moment som sker parallellt och överlappar mellan faserna, vilket gör en exakt uppdelning svår då det inte varit möjligt att särskilja moment på den detaljnivån.

Figur 32 visar energianvändningen fördelad per byggfas för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad och Figur 33 visar fördelningen i procent. Byggkonstruktionsfasen utgör den största delen av energianvändningen med en andel på 55-90 % av den totala energianvändningen. Faserna för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad och grundläggning varierar men utgör typiskt mindre andelar av energianvändningen.



Figur 32 Energianvändning per kvadratmeter fördelad per byggfas för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad. Y-axeln visar energianvändningen i kWh/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



Figur 33 Fördelning mellan byggfaser för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad. X-axeln visar byggprojekt ID.

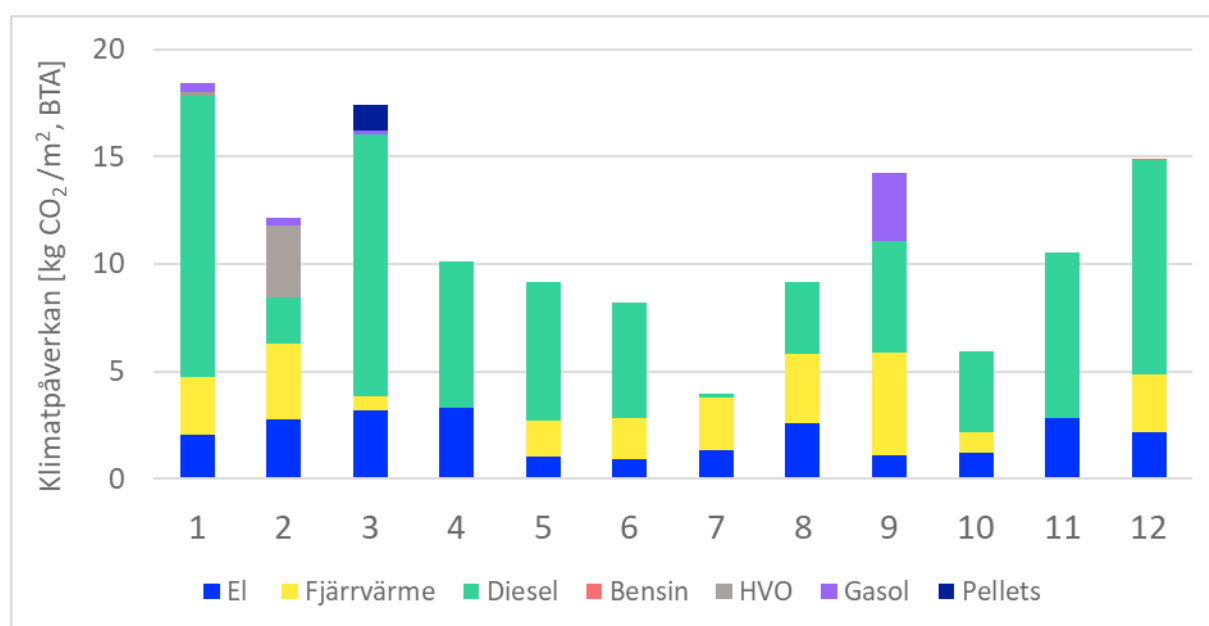
Jämförelse mellan konstruktionsval och energianvändning

Samband mellan konstruktionsval och energianvändning bör tolkas med försiktighet. Urvalet omfattar endast 12 byggprojekt och dessutom saknas data på energianvändning från markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad i några projekt. För att kunna dra säkra slutsatser krävs ett större urval av byggprojekt och jämförelser inom samma byggnadstyp. Data indikerar följande trender,

- Projekt med lätta utfackningsväggar har i genomsnitt lägre energianvändning per kvadratmeter än med tunga utfackningsväggar.
- Projekt med betongstomme uppvisar högre energianvändning i genomsnitt per kvadratmeter än projekt med stålstomme. Samtidigt har Projekt 10, med kombinerad stomme, den lägsta nivån. Detta kan dock inte generaliseras utifrån ett enskilt projekt särskilt då databortfall förekom. Notera även att skolor som använder betongstomme och tung utfackningsvägg ligger högre i energianvändning per kvadratmeter.
- Projekt med källare och/eller garage har i genomsnitt lägre energianvändning per kvadratmeter än projekt utan. Här ingår Projekt 10 där databortfall förekom. Flera av dessa projekt exkluderar dessutom energianvändning från markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad, vilket sannolikt omfattar förberedelser av mark för källare och garage.
- Effekten av prefabricerade element kan inte bedömas med säkerhet inom detta urval.

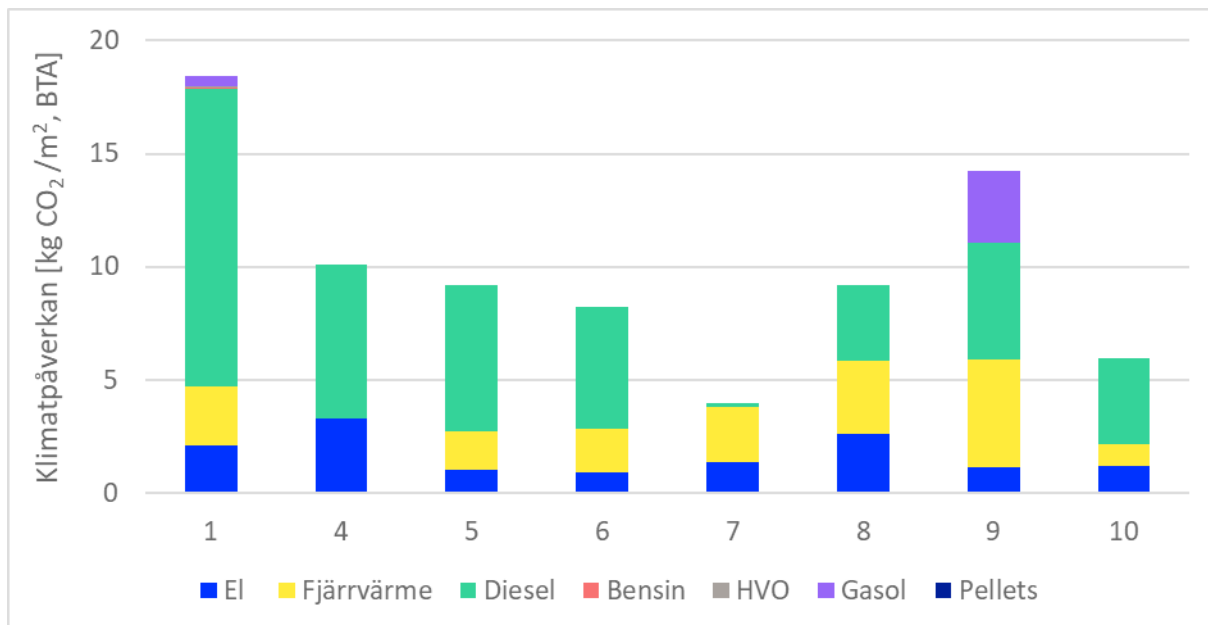
Klimatpåverkan

Figur 34 visar klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag för de 12 projekten. Den varierar mellan 4 och 18 kg CO₂-ekv/m², BTA.



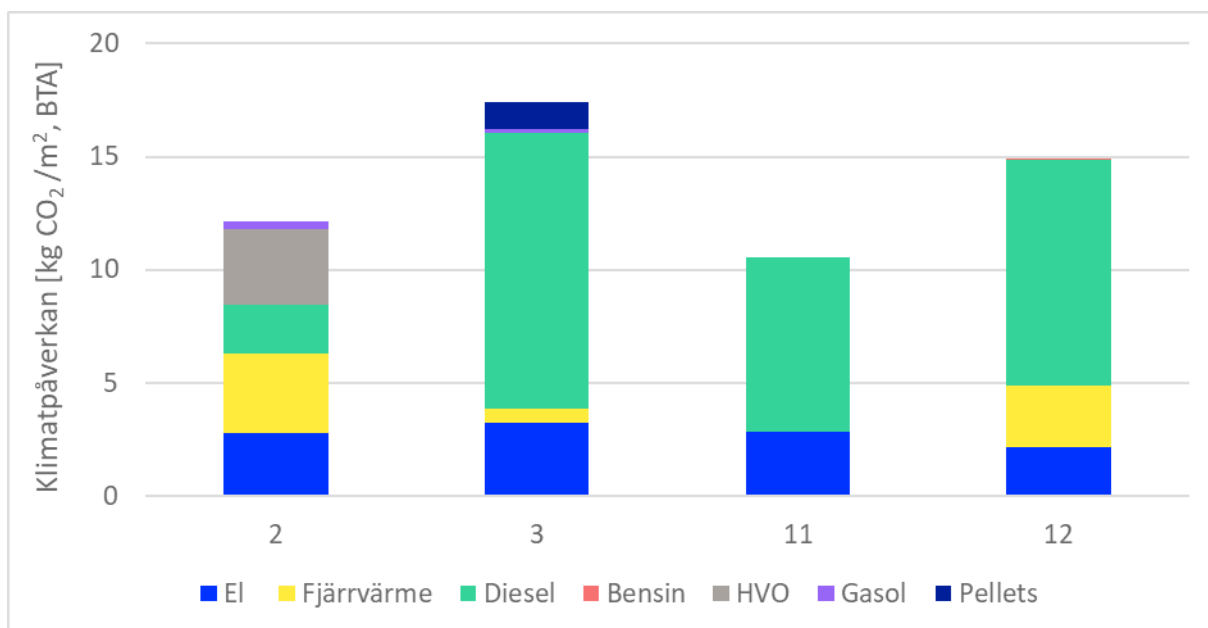
Figur 34 Klimatpåverkan uppdelat per energislag. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 35 visar klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag för de 8 flerbostadshusprojekten. Den varierar mellan 4 och 18 kg CO₂-ekv/m², BTA.



Figur 35 Klimatpåverkan uppdelat per energislag för flerbostadshusprojekten. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 36 visar klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag för de 4 projekten där skola/större förskola byggdes. Den varierar mellan 11 och 17 kg CO₂-ekv/m², BTA.



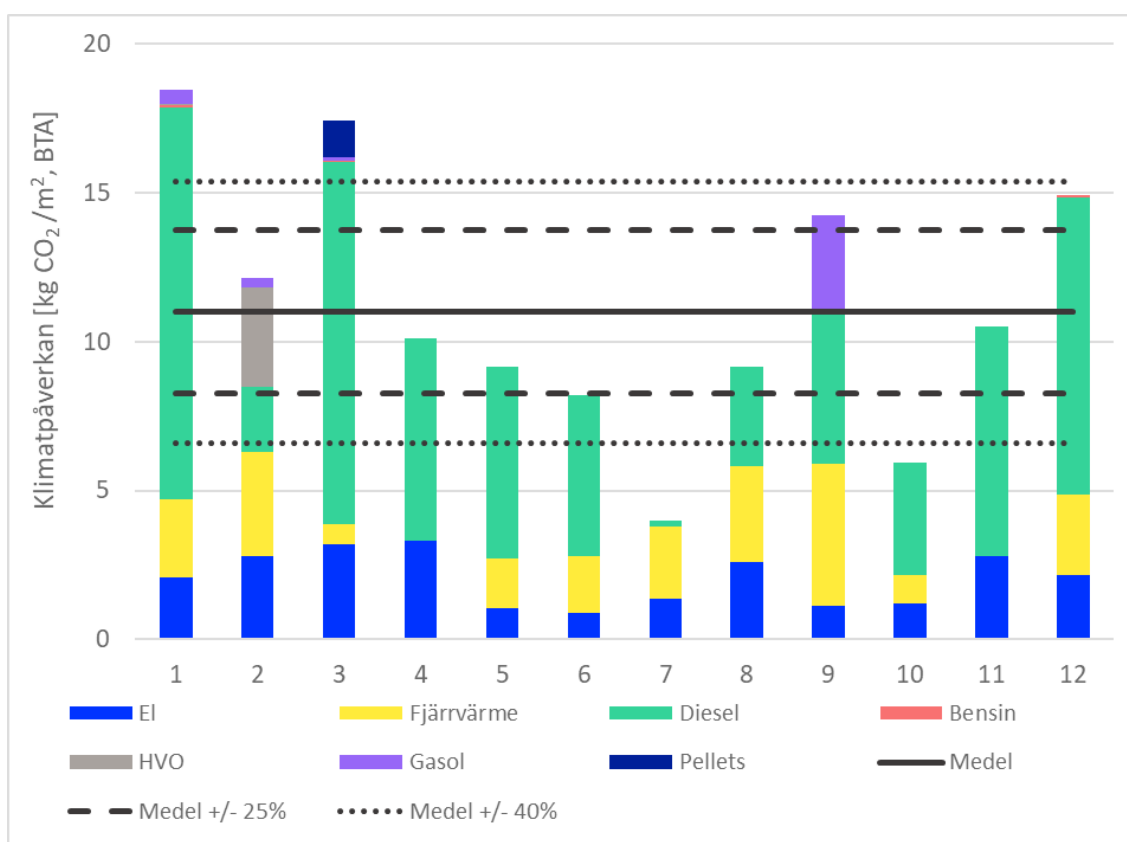
Figur 36 Klimatpåverkan uppdelat per energislag för projekten där skola/större förskola byggdes. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Resultaten för klimatpåverkan per kvadratmeter är något större för projekten där skola/större förskola byggdes jämfört med värdena för flerbostadshusen. Tabell 13 visar medelvärden för byggprojekten, uppdelat för flerbostadshusen, skola/större förskola samt medelvärde för alla 12 byggprojekten. I tabellen redovisas även medelvärdet separat för skolorna och för de större förskolorna. Tabellerna visar att medelvärdet för klimatpåverkan mellan olika projekttyper inte har någon större spridning.

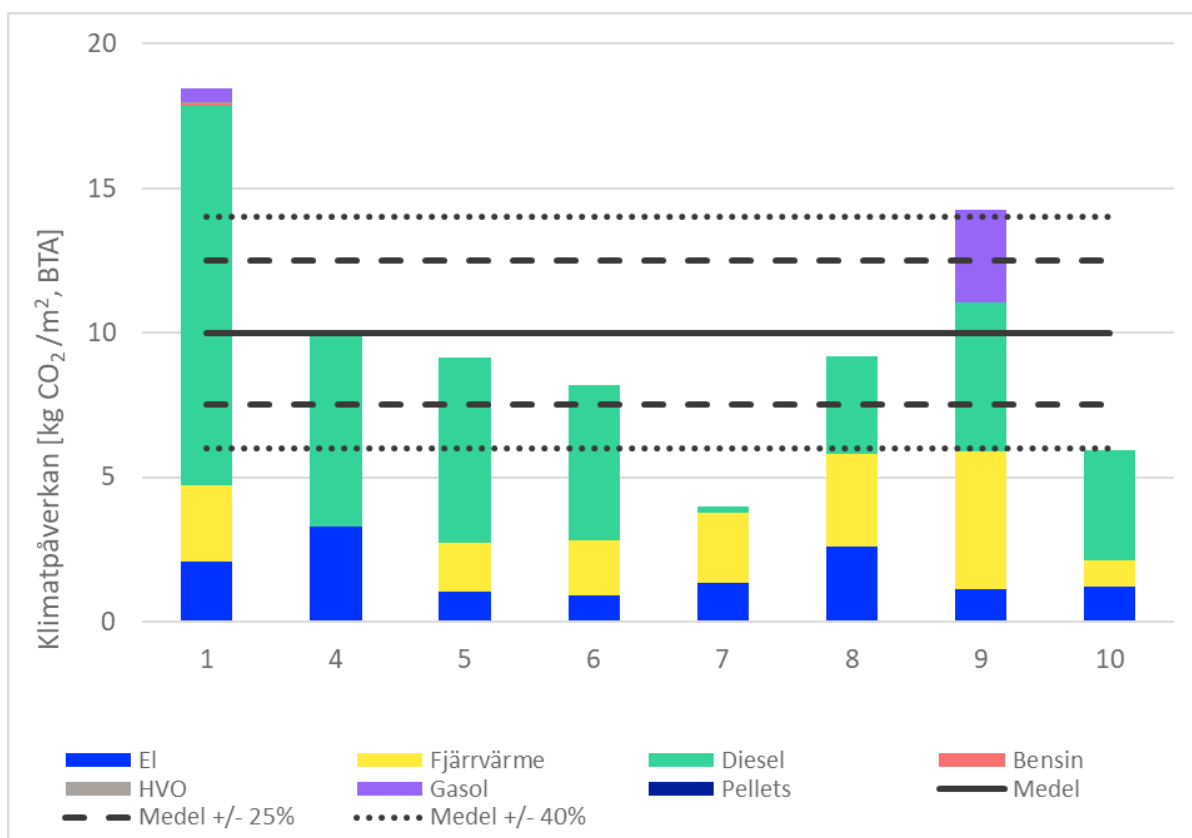
Tabell 13 Sammanställning medelvärde av klimatpåverkan från energianvändningen (kg CO₂-ekv/m², BTA).

	Klimatpåverkan [kg CO ₂ -ekv/m ² , BTA]
Medel Alla	11
Medel Flerbostadshus	10
Medel Skola/ större förskola	14
Medel Skolor	15
Medel Större förskolor	13

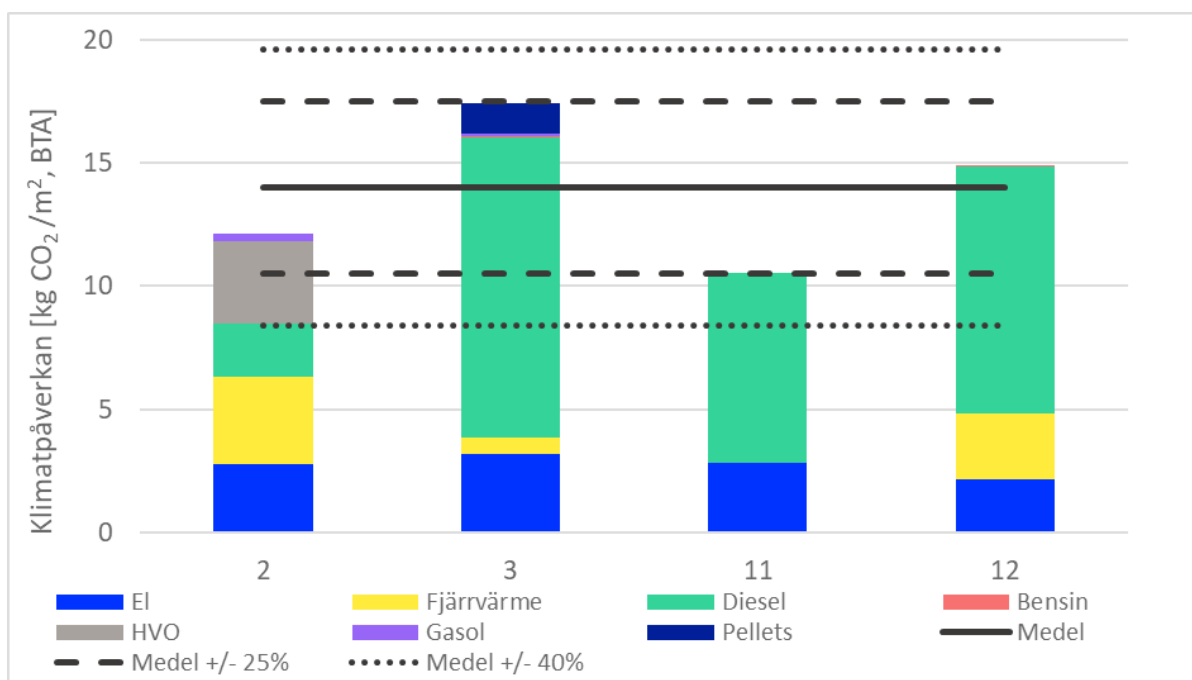
Variationen från medelvärdet för alla projekt, visas i Figur 37 inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Figur 38 och Figur 39 visar variationen från medelvärdet för flerbostadshusprojekten respektive projekten där skolor/större förskolor byggdes.



Figur 37 Klimatpåverkan per kvadratmeter och medelvärde för de 12 projekten inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



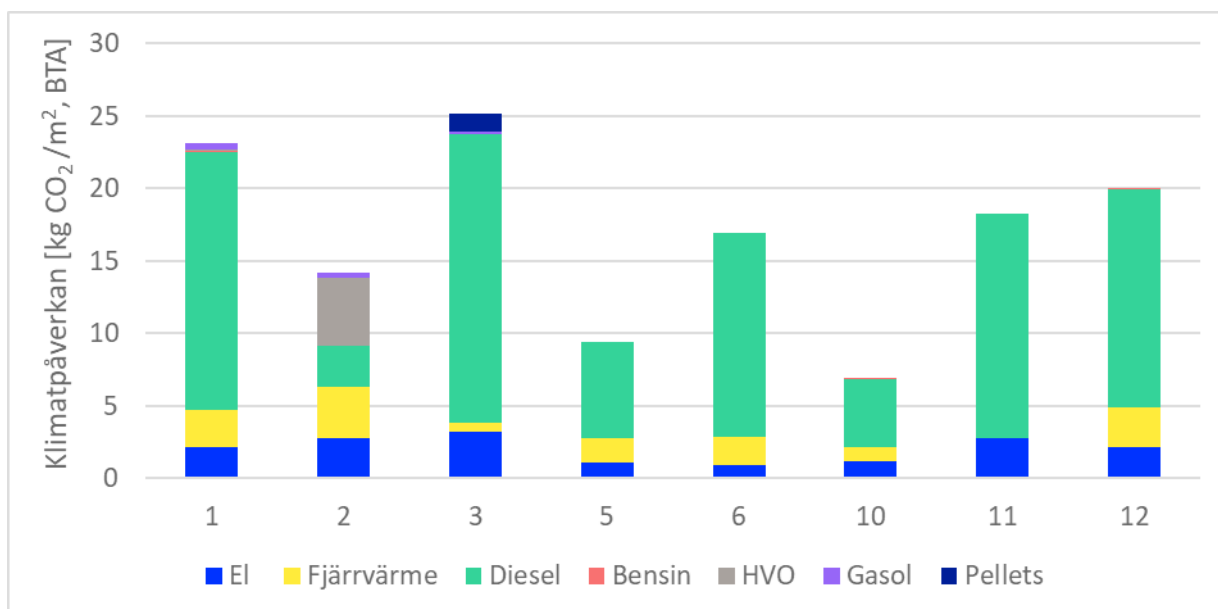
Figur 38 Klimatpåverkan per kvadratmeter och medelvärde för flerbostadshusprojekten inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



Figur 39 Klimatpåverkan per kvadratmeter och medelvärde för de projekt där skolor/större förskolor byggdes inklusive procentuella avvikelser från medelvärdet. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Klimatpåverkan inklusive markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad

I åtta projekt har data samlats in inklusive markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad. Figur 40 visar klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag för dessa projekt. Den varierar mellan 7-25 kg CO₂-ekv/m², BTA. I dessa projekt står klimatpåverkan från bränslen för 55-85 % av den totala klimatpåverkan.

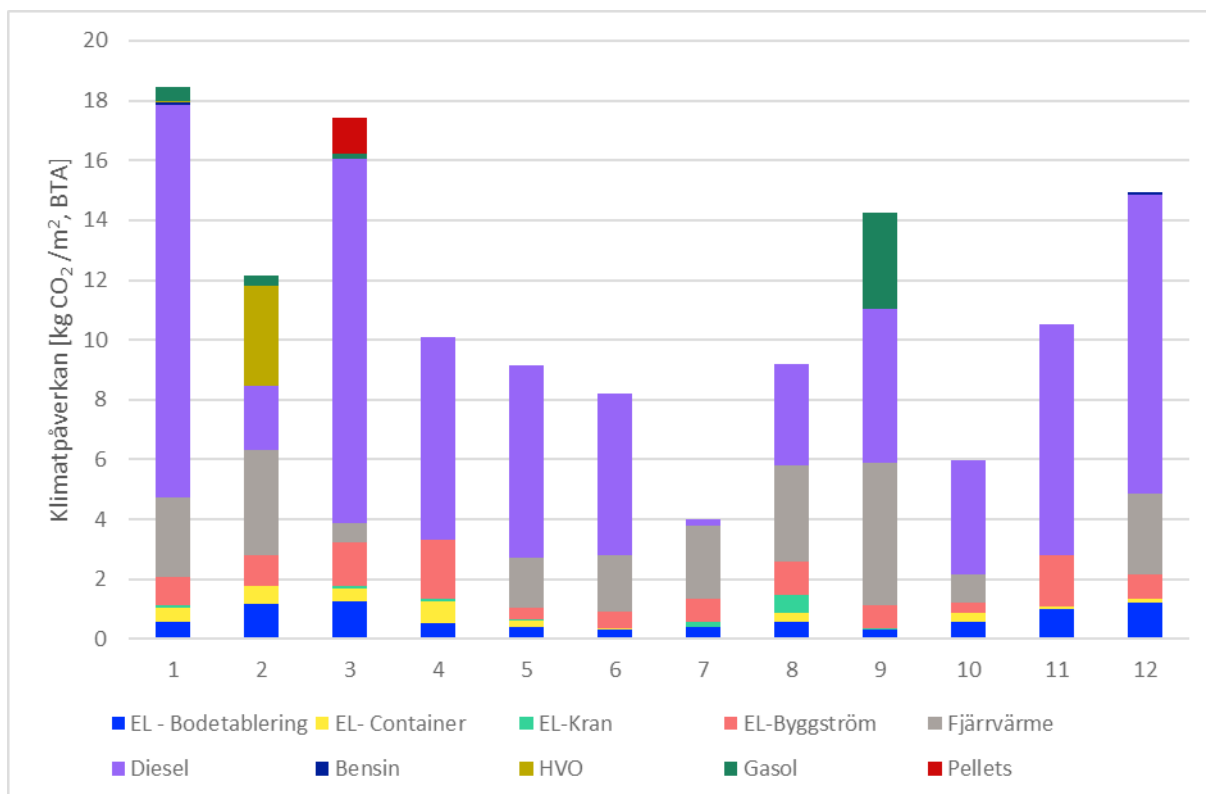


Figur 40 Klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag inklusive klimatpåverkan från energianvändning för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

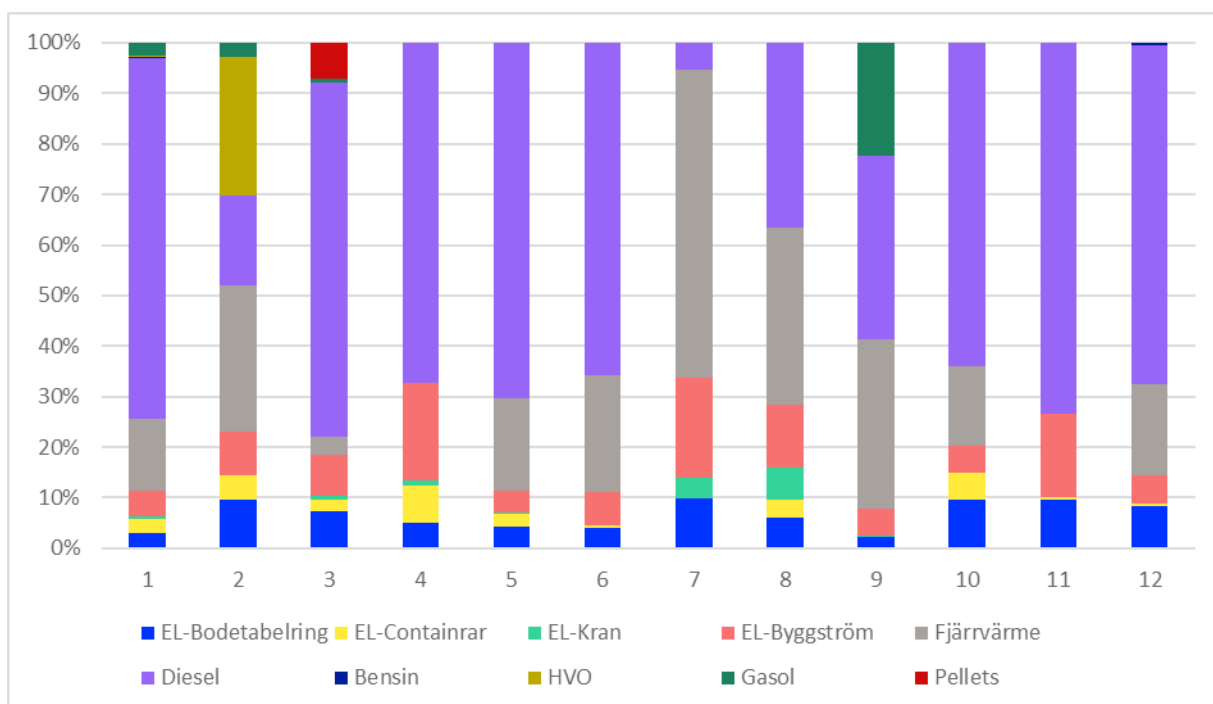
Klimatpåverkan per energislag och post

Figur 41 visar klimatpåverkan fördelad per energislag och post för de 12 byggprojekten och Figur 42 visar fördelningen i procent.

- Bränslen utgör i majoriteten av projekten en betydande del av klimatpåverkan. I elva projekt står bränslen för ca 48-74 % av den totala energianvändningen.
- Fjärrvärme som används för tillfällig uppvärmning i byggnaden står i sju av nio projekt för 16-35 % av den totala klimatpåverkan.
- Klimatpåverkan från elanvändningen står för 8-34 % av den totala klimatpåverkan.



Figur 41 Klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag och poster. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

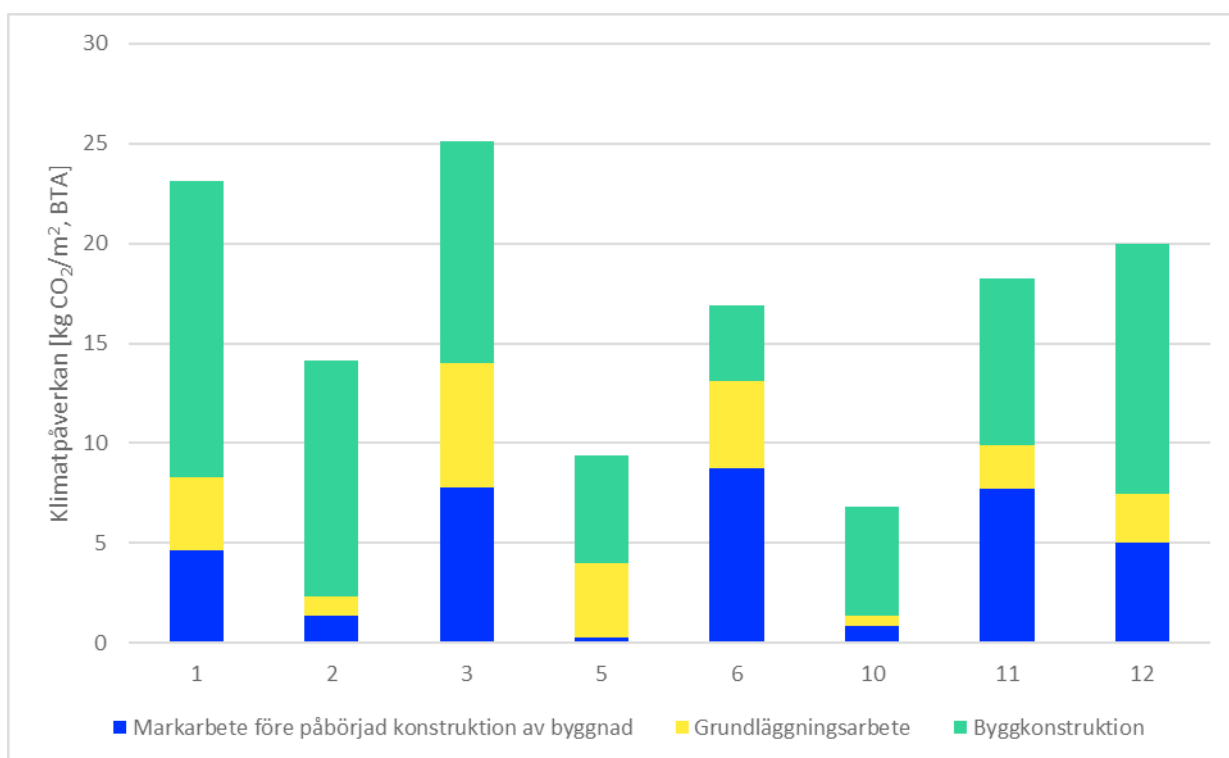


Figur 42 Fördelning mellan olika energislag och poster för de 12 byggprojekten. X-axeln visar byggprojekt ID.

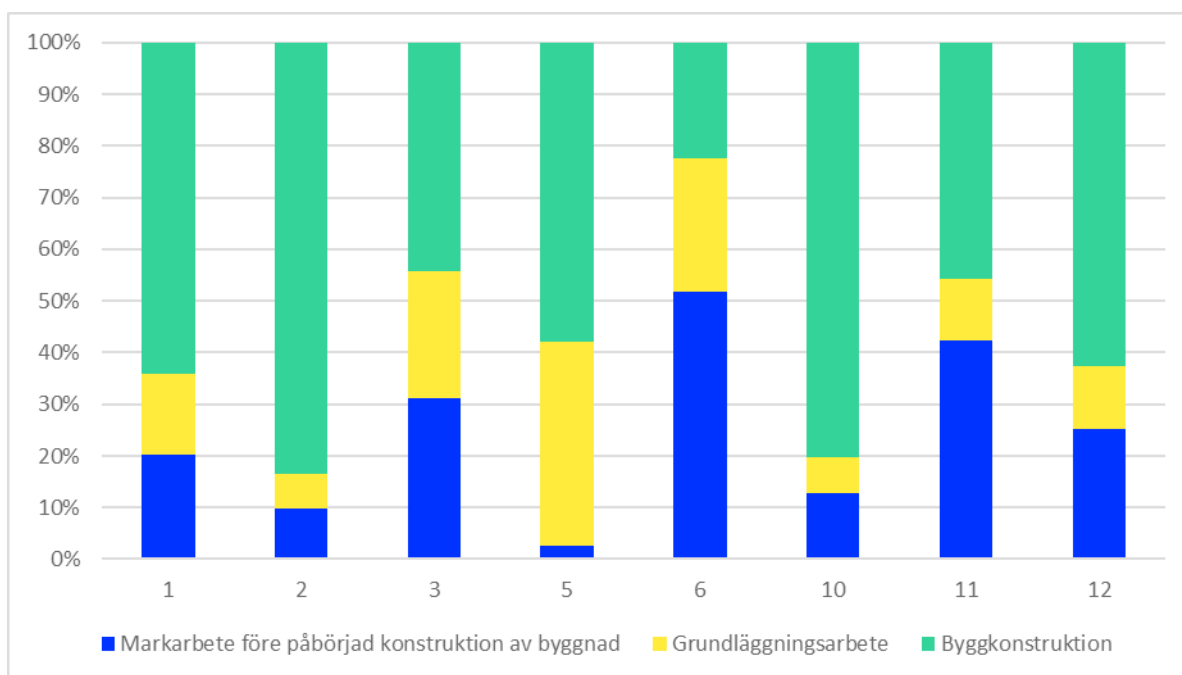
Klimatpåverkan per byggfas

Som tidigare nämnts i avsnittet om *Energianvändning per byggfas* har det gjorts en grov uppskattning på energifördelningen mellan byggfaserna utifrån tillgänglig information. På samma sätt har klimatpåverkan analyserats.

Figur 43 visar klimatpåverkan fördelad per byggfas för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad. Figur 44 visar fördelningen i procent. Byggkonstruktionsfasen står för den största andelen av klimatpåverkan i de flesta projekt. Klimatpåverkan kopplat till markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad och grundläggning har en stor variation mellan projekten.



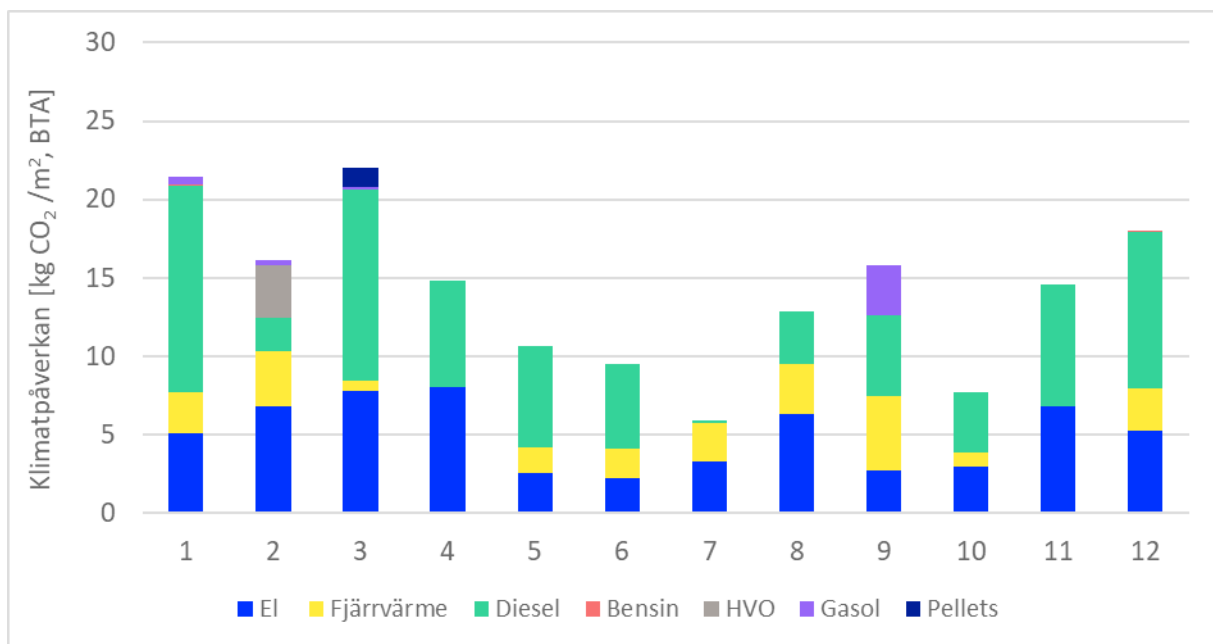
Figur 43 Klimatpåverkan per kvadratmeter fördelad per byggfas för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.



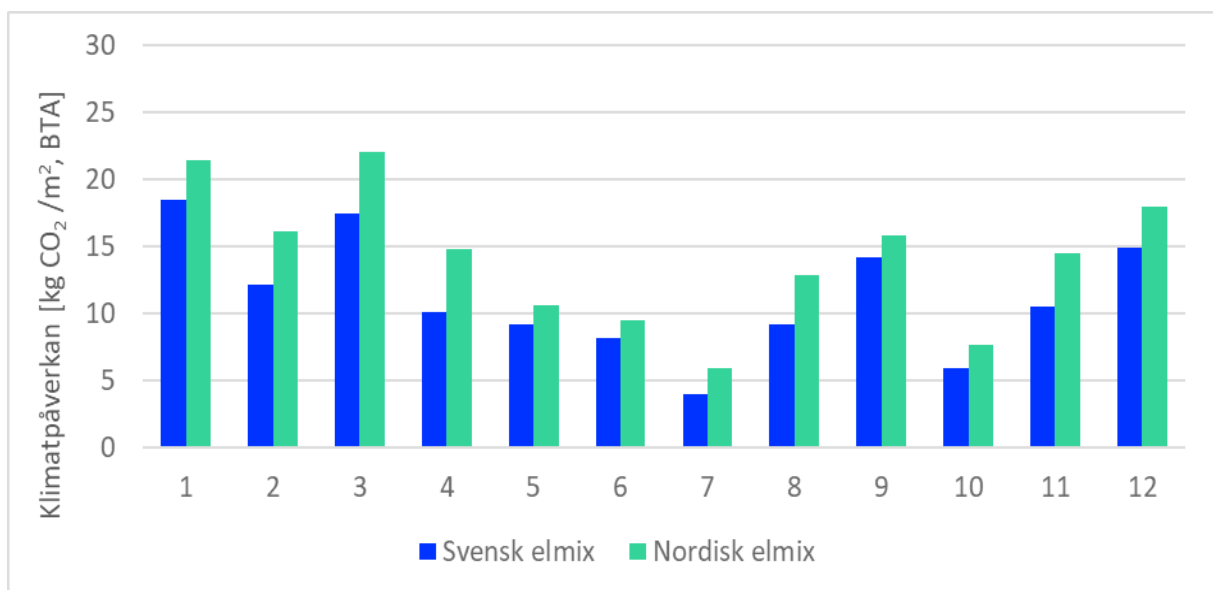
Figur 44 Fördelning mellan byggfaser för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad. X-axeln visar byggprojekt ID.

Klimatpåverkan – Nordisk elmix

Som nämnts förekommer diskussioner när det kommer till klimatberäkning av elanvändning om en nordisk systemgräns är mer relevant då elmarknaden är integrerad. I detta projekt användes Boverkets schablonvärde på svensk elmix. För att belysa skillnaden redovisas i detta avsnitt även beräkningar med värden för nordisk elmix. Klimatpåverkan per kvadratmeter för de 12 projekten visas i Figur 45 och varierar mellan ca 6-22 kg CO₂-ekv/m², BTA. Skillnaden på klimatpåverkan för byggprojekten beräknad med nordisk elmix jämfört med svensk elmix visas i Figur 46.



Figur 45 Klimatpåverkan uppdelat per energislag beräknad med nordisk elmix. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

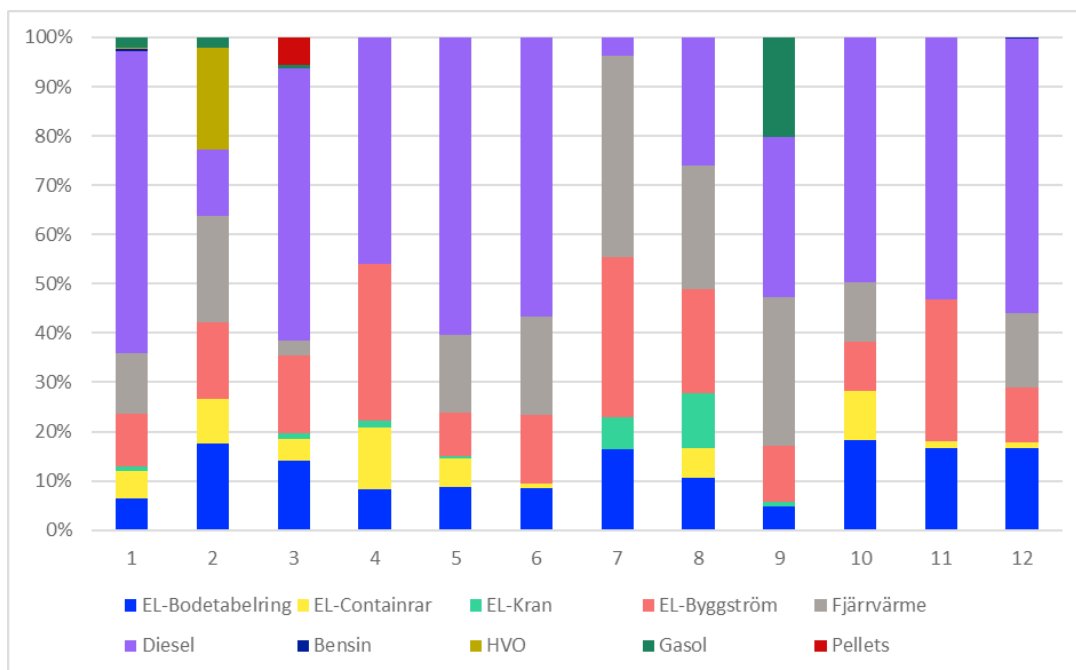


Figur 46 Klimatpåverkan per byggprojekt beräknat med svensk elmix och nordisk elmix. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

Figur 47 visar fördelningen i procent på klimatpåverkan fördelad per energislag och post för de 12 byggprojekten.

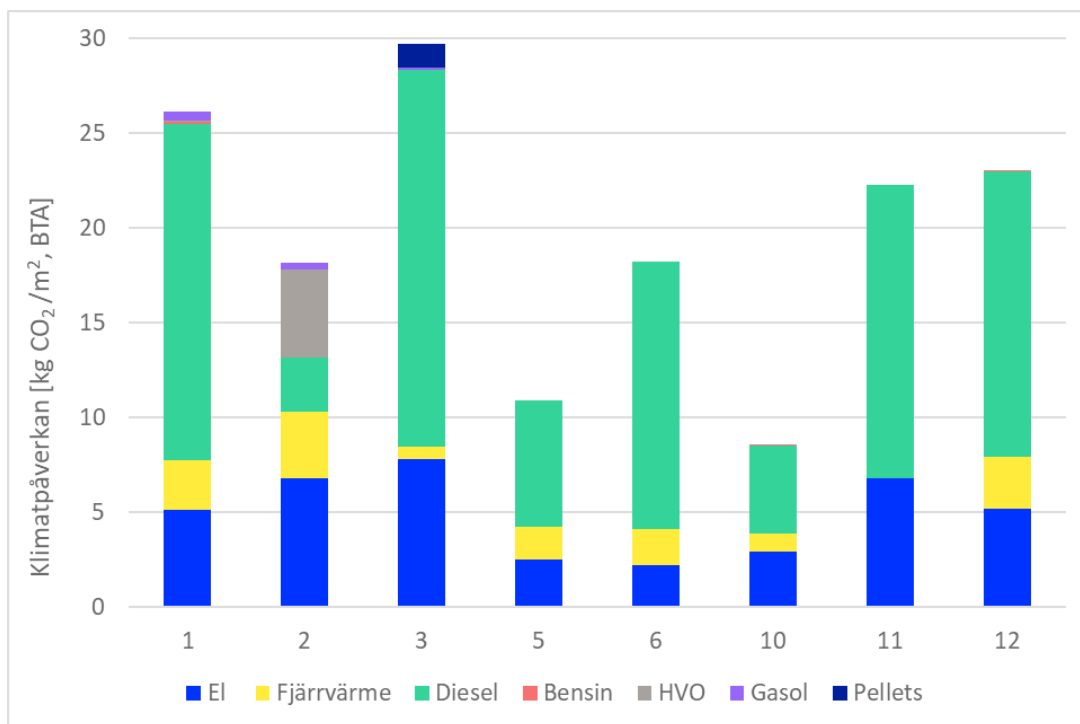
- Bränslen utgör i majoriteten av projekten en betydande del av klimatpåverkan även när nordisk elmix används. I elva projekt står bränslen för 26-64 % av den totala energianvändningen.
- Fjärrvärme som används för tillfällig uppvärmning i byggnaden står i nio av tio projekt för 12-41 % av den totala klimatpåverkan.

- Klimatpåverkan från elanvändningen står för 17-55 % av den totala klimatpåverkan.



Figur 47 Klimatpåverkan. Fördelning mellan olika energislag för de 12 byggprojekten beräknat med nordisk elmix. X-axeln visar byggprojekt ID.

I Figur 48 visas klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag för de åtta projekt som även inkluderar energianvändning från markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad. Klimatpåverkan varierar mellan ca 6-30 kg CO₂/m², BTA. Klimatpåverkan från bänslen står för 43-77 % av den totala klimatpåverkan.



Figur 48 Klimatpåverkan per kvadratmeter uppdelat per energislag inklusive klimatpåverkan från energianvändning för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad. Y-axeln visar klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA och X-axeln visar byggprojekt ID.

3 Vidareutveckling av Mätplan

För att vidareutveckla mätplanen har synpunkter samlats in under projektets gång. Baserat på dessa har mätplanen utvecklats. En uppdaterad version återfinns i separat rapport. Nedan presenteras en sammanfattning av inkomna synpunkter tillsammans med beslut och kommentarer:

Kommentar	Beslut
Krav på MID-godkända mätare: Det uppstod oklarheter kring formuleringen "mätare enligt MID" jämfört med "MID-godkänd". Om kravet är att mätarna ska vara MID-godkända innebär detta en fördyring, särskilt för vattenflödesmätare. Synpunkten är att kravet bör tydliggöras i mätplanen så att alla arbetar utifrån samma förutsättningar.	Behandlad Förtydligande har införts i mätplanen.
Mätosäkerhet: Nuvarande standardutrustning för fjärrvärmemätning har en osäkerhet på 10 %. För att nå 3 % krävs antingen avläsning av fjärrvärmeleverantörens mätare/fakturor eller komplettering med noggrannare mätare i sekundärsystemet, vilket medför kostnadsökningar. Förslag: rekommendera användning av fjärrvärmeleverantörens mätdata som grund.	Behandlad Förtydligande har införts i mätplanen.
Andra värmekällor: Om tillfällig uppvärmning sker med andra energislag än fjärrvärme, exempelvis el, pellets eller diesel hamnar detta under andra rubriker. Synpunkten är att det är oklart om mätosäkerhetskrav gäller även för dessa energislag och hur energianvändningen för uppvärmning ska specificeras vid elvärme. Synpunkten är att kravet bör tydliggöras i mätplanen så att alla arbetar utifrån samma förutsättningar.	Behandlad Förtydligande har införts i mätplanen.
Begreppsförtydligande: Under rubriken "Total elanvändning" står att mätning på bodetableringen kan delas upp i "fastighetsenergi" och "verksamhetsenergi". Synpunkten är att dessa begrepp behöver definieras tydligare.	Behandlad Ändring har införts i mätplanen
Särredovisning av elanvändning: Det framgår att totala elanvändningen ska mätas och delmätningar göras. Skillnaden mellan totalen och summan av delmätningar bör motsvara byggproduktionen. Synpunkten är att det är oklart om denna skillnad ska särredovisas.	Behandlad Förtydligande har införts i mätplanen.
Effektfaktor (Cos ϕ): Tabell 1 anger att effektfaktor ska mätas. Synpunkten är att detta inte ger praktisk nytta i nuvarande mätplan eftersom åtgärder inte kan vidtas baserat på värdet. Förslag: ta bort kravet eller ange särskilda skäl för att behålla det. Eventuellt kan detta införas i en framtida utveckling av mätplanen.	Behandlad Ändring har införts i mätplanen
Elanvändning för kranar: Synpunkten är att momentan ström (A) bör mätas eftersom startströmmar kan påverka elanläggningens dimensionering.	Behandlad Ändring har införts i mätplanen
Det framgår att momentan ström ska mätas på total elanvändning, men i praktiken lagras data och skickas med intervall (oftast var 15:e minut), vilket gör att momentana värden inte kan följas i realtid.	Ingen åtgärd genomförd.

4 Slutsatser

Den totala energianvändningen per kvadratmeter varierar mellan projekten och ligger i intervallet 65–212 kWh/m² BTA. Skolor/större förskolor uppvisar generellt högre värden jämfört med flerbostadshus. Klimatpåverkan per kvadratmeter varierar mellan 4–18 kg CO₂-ekv/m² BTA.

För projekt som inkluderat energianvändningen från markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad ligger energianvändningen mellan, 68–243 kWh/ m², BTA och klimatpåverkan mellan 7–25 kg CO₂-ekv/m² BTA.

Den årliga energianvändningen per kvadratmeter uppvisar mindre variation mellan projekten jämfört med den totala energianvändningen per kvadratmeter.

El används främst för bodar, byggström och containrar. Bodetableringar och containrar står för en betydande andel av elanvändningen där containrar utmärker sig med en hög energianvändning i förhållande till sin yta, särskilt vid felaktig användning. Temperaturmätningar i bodetableringarna visar att övertemperaturer förekommer vilket indikerar potential för energieffektivisering. Dessutom ger rätt temperatur i bodetableringen också behagligare inomhusmiljö för arbetarna.

Eldrivna kranar står för en låg andel av energianvändningen, 1–2 %. De drar lite energi i förhållande till de andra delarna. Generellt är energianvändningen för kranar som drivs med HVO eller diesel något högre än för eldrivna kranar.

Fjärrvärme används främst för uppvärmning av byggnaden under byggproduktionsfasen och står i flera projekt för 26–58 % av energianvändningen. Denna uppvärmning kräver stora mängder energi och sker under en relativt kort tidsperiod vilket innebär en hög energianvändning på kort tid jämfört med elanvändningen.

Byggfaserna kopplade till markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad samt grundläggning står för en mindre andel av energianvändningen, men variationen mellan vissa projekt är stor. Den största andelen av energianvändningen tillhör byggkonstruktionsfasen.

Bränslen utgör en stor del av energianvändningen i majoriteten av projekten och står för den största andelen av klimatpåverkan följt av fjärrvärme och el. Det finns en stor potential att minska klimatpåverkan genom att se över bränsleval på byggarbetsplatser.

Som tidigare nämnts lyfts elektrifiering av arbetsmaskiner ofta fram som ett verktyg i klimatomställningen. En annan åtgärd som kan ge stora miljövinster är att se över bränsleval. Resultaten visar exempelvis att Projekt 2, som har högre energianvändning än andra projekt, ändå uppvisar lägre klimatpåverkan eftersom HVO har använts istället för diesel.

När nordisk elmix används ökar klimatpåverkan från elanvändningen, vilket också förändrar fördelningen mellan energislagen. Med nordisk elmix står bränslen för en ännu högre klimatpåverkan och klimatpåverkan från elanvändningen blir bara något

längre än från fjärrvärmeanvändningen. Val av emissionsfaktor för el påverkar fördelningsbilden men förändrar inte slutsatsen att bränslen ofta står för det största bidraget till klimatpåverkan.

Analysen av vattenanvändning försvåras av bristande mätning och avsaknad av händelselogg.

Resultatet ger ett indikativt samband mellan konstruktionsval och energianvändning men för att kunna dra några slutsatser krävs ett betydligt större urval av byggprojekt och jämförelser inom samma byggnadstyp.

Att arbeta mot en mer resurs- och energieffektiv byggarbetsplats

För att arbeta mot en mer resurs- och energieffektiv byggarbetsplats har följande punkter identifierats:

- **Kontinuerlig mätning och övervakning av energianvändningen**

Det är avgörande att följa upp energianvändningen genom kontinuerlig mätning och övervakning. Erfarenheter från projekten visar att mycket kan upptäckas enbart genom regelbundna uppföljningar och energironder. Dessa är viktiga för att identifiera lämpliga åtgärder och minska energianvändningen. Exempel från avstämningsmöten inkluderar läckande vattenledningar, containrar som värms med öppna dörrar samt avvikande elanvändning i en elkran, där klimatanläggningen var aktiv trots att den inte borde ha varit det. För att detta ska fungera krävs ett systematiserat arbetssätt och täta uppföljningar.

Kontinuerlig mätning av energianvändningen ger även andra möjligheter, exempelvis för framtida planering av byggarbetsplatser med fler eldrivna fordon. Detta kan användas för att planera och hantera kapacitetsbegränsningar eller för att optimera kostnader kopplade till eleffekt.

- **Energieffektiva lösningar**

Det är viktigt att efterfråga energieffektiva lösningar för byggarbetsplatsen. Både på Lågans [11] och Byggföretagens [12] webbplatser finnas material kring energieffektiv byggarbetsplats. Säkerställ eller se över energiklassning av byggbodar. Täta byggbodarna för att reducera luftläckage och därmed förbättra energieffektiviteten. Överväg att ställa krav på underentreprenörer, exempelvis att värme inte tillåts i oisolerade containrar.

- **Effektiv uppvärmning**

Effektiv uppvärmning är en viktig del i att minska energianvändningen. Viktiga aspekter är att se över temperaturer i byggbodar. Temperaturmätningar visar att övertemperaturer förekommer både på vintern och sommaren, vilket indikerar potential för energieffektivisering och förbättrad komfort för arbetarna. Även uppvärmning till byggnaden under byggproduktionsfasen behöver vara effektiv, säkerställ tätt hus innan uppvärmning påbörjas.

- **Bränsleval**

Kravställ bränsletyp vid markarbete, speciellt vid energiintensiva arbetsmoment så som schaktning och vid användning av mobilkran, exempelvis vid stommontage. Valet av bränsle har stor påverkan på klimatalkylen och är en avgörande faktor för byggarbetsplatsens totala klimatpåverkan.

- **Beteendeförändring**

Det är lika viktigt att arbeta med beteenden som med tekniska lösningar för att minska energianvändningen. Mycket av det som har upptäckts i projekten beror på rutiner och vanor, exempelvis utrustning som står i drift utan hänsyn till energieffektivitet. Därför är det avgörande att engagera och utbilda personalen i frågor som rör energieffektivitet och skapa förståelse för dess betydelse.

Kommunicera resultat från mätningar för att synliggöra energianvändningen och motivera förändring. När mätdata delas regelbundet blir det lättare att identifiera avvikelser och diskutera förbättringsåtgärder. Införa systematiska rutiner för energironder och uppföljning, så att beteendeförändringar blir en naturlig del av arbetet.

Förslag på fortsatt arbete

Genom projektet har följande behov identifierats

- Utveckla en checklista för energironder och implementera tätare uppföljning av energianvändning.
- Koppla energidata till specifika arbetsmoment för att identifiera energikrävande aktiviteter, exempelvis schaktning, gjutning, uttorkning osv.
- För att bättre identifiera samband mellan konstruktionsval och energianvändning krävs mätningar på ett större urval av byggprojekt och jämförelser inom samma byggnadstyp.
- Förbättra energiuppföljningssystem för mätning av energianvändning på byggarbetsplatser. Parallellt med detta projekt har det utvecklats ett uppföljningssystem för energianvändning, klimatpåverkan och klimathållning under byggproduktion som till viss del uppfyller detta krav [13].
- Standardisering av insamling av bränsle per maskintyp och moment samt händelselogg kopplat till energi behöver utvecklas. Kanske går det att utgå från Trafikverkets digitala miljödatarapportering som de tillsammans med byggbranschen har utvecklat för att digitalt följa upp klimatpåverkande utsläpp inom upphandlade entreprenader [14]. Detta kan även skapa förutsättningar för jämförelse mellan olika maskiner och de arbetsmoment som utförs av dessa; som exempelvis eldrivna kranar och kranar som drivs med HVO eller diesel.

Bilaga 1 – Detaljerad resultatredovisning

Energianvändning

Tabell 14 Sammanställning energianvändning per kvadratmeter (BTA och A_{temp}) samt årlig energianvändning per kvadratmeter (BTA och A_{temp})

Projekt ID		Energianvändning per kvadratmeter BTA [kWh/m ² , BTA]	Årlig energianvändning per kvadratmeter BTA [kWh/m ² , BTA, år]	Energianvändning per kvadratmeter A_{temp} [kWh/m ² , A_{temp}]	Årlig energianvändning per kvadratmeter A_{temp} [kWh/m ² , A_{temp} , år]
1	Flerbostadshus	159	100	176	111
2	Skola	205	112	218	119
3	Skola	212	150	228	161
4	Flerbostadshus	116	63	129	71
5	Flerbostadshus	84	67	91	73
6	Flerbostadshus	80	87	118	129
7	Flerbostadshus	81	44	92	50
8	Flerbostadshus	141	68	157	75
9	Flerbostadshus	148	81	208	113
10	Flerbostadshus	65	41	78	49
11	Större förskola	107	107	119	119
12	Större förskola	146	135	163	150

Tabell 15 Sammanställning energianvändning inklusive energianvändning för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad

Projekt ID		Energianvändning per kvadratmeter BTA [kWh/m ² , BTA]	Årlig energianvändning per kvadratmeter BTA [kWh/m ² , BTA, år]	Energianvändning per kvadratmeter A_{temp} [kWh/m ² , A_{temp}]	Årlig energianvändning per kvadratmeter A_{temp} [kWh/m ² , A_{temp} , år]
1	Flerbostadshus	178	113	197	125
2	Skola	230	125	245	133
3	Skola	243	172	261	184
5	Flerbostadshus	85	68	92	74
6	Flerbostadshus	115	125	170	185
10	Flerbostadshus	68	43	82	52
11	Större förskola	138	138	153	153
12	Större förskola	167	154	185	171

Tabell 16 Sammanställning energianvändning per kvadratmeter (BTA och A_{temp}) och lägenhet, samt årlig energianvändning per kvadratmeter (BTA och A_{temp}) för flerbostadsprojekten

Projekt ID		kWh/m ² , BTA, lgh	kWh/m ² , BTA, lgh, år	kWh/m ² , A_{temp} , lgh	kWh/m ² , A_{temp} , lgh, år
1	Flerbostadshus	2,9	1,9	3,3	2,1
4	Flerbostadshus	0,5	0,3	0,6	0,3
5	Flerbostadshus	1,7	1,4	1,9	1,5
6	Flerbostadshus	1,3	1,5	2,0	2,2
7	Flerbostadshus	1,4	0,8	1,6	0,9
8	Flerbostadshus	1,1	0,5	1,2	0,6
9	Flerbostadshus	3,1	1,7	4,3	2,4
10	Flerbostadshus	1,5	0,9	1,8	1,1

Tabell 17 Energianvändning uppdelat per energislag (kWh/m², BTA)

Projekt ID	El	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	56	47	53	0,3	1	2	-
2	76	63	9	-	57	1	-
3	87	11	49	0,04	-	1	65
4	89	-	27	-	-	-	-
5	28	30	26	-	-	-	-
6	25	34	22	-	-	-	-
7	36	43	1	-	-	-	-
8	70	58	13	-	-	-	-
9	30	85	21	-	-	12	-
10	33	17	15	-	-	-	-
11	76	-	31	-	-	-	-
12	58	48	40	0,2	-	-	-

Tabell 18 Sammanställning medelvärde av energianvändning (kWh/m², BTA) uppdelat per energislag. Uppdelat för flerbostadshusen, skola/större förskola samt medelvärde för alla 12 byggprojekten

	Medel flerbostadshus	Medel skola/större förskola	Medel alla
El	46	74	55
Fjärrvärme	45	41	44
Diesel	22	32	25
Bensin	0,25	0,12	0,17
HVO	1	57	29
Gasol	7	1	4
Pellets	-	65	65

Tabell 19 Sammanställning energianvändning för bodar uppdelat per boddag och per kvadratmeter A_{temp} samt årlig energianvändning kvadratmeter A_{temp}

Projekt ID	Energianvändning per boddag [kWh/boddag]	Energianvändning per kvadratmeter A_{temp} [kWh/m ² , A_{temp}]	Årlig energianvändning per kvadratmeter A_{temp} [kWh/m ² , A_{temp} , år]
1	10	271	180
2	13	411	229
3	20	475	335
4	15	382	216
5	12	246	203
6	17	231	251
7	14	219	239
8	13	383	184
9	12	287	188
10	15	313	235
11	14	219	227
12	18	365	328

Tabell 20 Sammanställning energianvändning för containrar uppdelat per containerdag och per kvadratmeter samt årlig energianvändning kvadratmeter

Projekt ID	Energianvändning per containerdag [kWh/containerdag]	Energianvändning per kvadratmeter [kWh/m ²]	Årlig energianvändning per kvadratmeter [kWh/m ² , år]
1	21	783	520
2	18	794	455
3	7	324	228
4	114	4982	2815
5	36	1280	1057
6	9	412	447
7b	9	481	251
8	28	2118	1016
9	-	-	-
10	20	673	557
11	5	61	77
12	9	235	211

Tabell 21 Sammanställning energianvändning för kranar uppdelat per kvadratmeter BTA

Projekt ID	Energianvändning per kvadratmeter för eldrivna kranar [kWh/m ²]	Energianvändning per kvadratmeter för kranar som drivs med HVO eller Diesel [kWh/m ²]
1	3	-
2	-	11
3	3	-
4	2	-
5	1	0,4
6	-	5
7	4	-
7b	2	-
8	16	-
9	2	-
10	-	6
11	-	11
12	-	11

Tabell 22 Sammanställning vattenanvändning

Projekt ID	Vattenanvändning (byggarbetsplatsen)	Vattenanvändning (bodetableringen)	Total vattenanvändning
	[m ³]	[m ³]	[m ³]
1	61	175	-
2	184	313	-
3	-	-	-
4	-	1043	-
5	184	-	-
6	-	-	-
7	-	-	104
8	-	-	930
9	-	-	575
10	-	-	301
11	-	-	191
12	-	-	317

Tabell 23 Sammanställning vattenanvändning per månad

Projekt ID	Vattenanvändning per månad (byggarbetsplatsen)	Vattenanvändning per månad (bodetableringen)	Total Vattenanvändning per månad
	[m ³ /månad]	[m ³ /månad]	[m ³ /månad]
1	3	9	-
2	8	14	-
3	-	-	-
4	-	47	-
5	12	-	-
6	-	-	-
7	-	-	5
8	-	-	37
9	-	-	26
10	-	-	16
11	-	-	16
12	-	-	24

Tabell 24 Fördelning i kWh/m², BTA mellan olika energislag och poster för de 12 byggprojekten

Projekt ID	EI Bodetablering	EI Container	EI Kran	EI Byggström	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	15	13	3	25	47	53	0,25	1	2	-
2	32	16	-	28	63	9	-	57	1	-
3	34	11	3	39	11	49	0,04	-	1	65
4	14	20	2	53	-	27	-	-	-	-
5	10	7	1	11	30	26	-	-	-	-
6	9	1	-	15	34	22	-	-	-	-
7	11	-	4	21	43	1	-	-	-	-
8	15	8	16	30	58	13	-	-	-	-
9	8	-	2	20	85	21	-	-	12	-
10	16	9	-	8	17	15	-	-	-	-
11	27	2	-	47	-	31	-	-	-	-
12	33	3	-	22	48	40	0,21	-	-	-

Tabell 25 Energianvändning. Fördelning i procent mellan olika energislag och poster för de 12 byggprojekten

Projekt ID	EI Bodetablering	EI Container	EI Kran	EI Byggström	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	9%	8%	2%	16%	30%	33%	0,2%	1%	1%	-
2	15%	8%	-	14%	31%	4%	-	28%	1%	-
3	16%	5%	1%	18%	5%	23%	0,02%	-	0,3%	31%
4	12%	18%	2%	45%	-	23%	-	-	-	-
5	12%	8%	1%	13%	36%	31%	-	-	-	-
6	11%	1%	-	18%	42%	27%	-	-	-	-
7	13%	-	5%	26%	54%	1%	-	-	-	-
8	11%	6%	11%	22%	41%	10%	-	-	-	-
9	6%	-	1%	14%	58%	14%	-	-	8%	-
10	24%	13%	-	13%	26%	24%	-	-	-	-
11	25%	2%	-	44%	-	29%	-	-	-	-
12	23%	2%	-	15%	33%	27%	0,1%	-	-	-

Tabell 26 Energianvändning per kvadratmeter fördelad per byggfas för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad

	Projekt ID	Markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad	Grundläggningsarbete	Byggkonstruktion
Energianvändning [kWh/m ² , BTA]	1	19	15	144
	2	25	9	196
	3	31	24	189
	5	1	16	67
	6	35	17	63
	10	3	3	61
	11	31	14	92
	12	20	14	132

Tabell 27 Fördelning mellan byggfaser för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad

Projekt ID	Markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad	Grundläggningsarbete	Byggkonstruktion
1	11%	9%	81%
2	11%	4%	85%
3	13%	10%	78%
5	1%	19%	79%
6	30%	15%	55%
10	5%	5%	90%
11	22%	10%	67%
12	12%	8%	79%

Klimatpåverkan

Tabell 28 Klimatpåverkan i kg CO₂-ekv/m², BTA

Projekt ID	Klimatpåverkan per kvadratmeter BTA
	[kg CO ₂ -ekv/m ² , BTA]
1	18
2	12
3	17
4	10
5	9
6	8
7	4
8	9
9	14
10	6
11	11
12	15

Tabell 29 Klimatpåverkan uppdelat per energislag (kg CO₂-ekv/m², BTA)

Projekt ID	EI	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	2,1	2,6	13,1	0,1	0,1	0,5	-
2	2,8	3,5	2,2	-	3,3	0,3	-
3	3,2	0,6	12,2	0,01	-	0,1	1,2
4	3,3	-	6,8	-	-	-	-
5	1,0	1,7	6,4	-	-	-	-
6	0,9	1,9	5,4	-	-	-	-
7	1,3	2,4	0,2	-	-	-	-
8	2,6	3,2	3,4	-	-	-	-
9	1,1	4,8	5,2	-	-	3,2	-
10	1,2	0,9	3,8	-	-	-	-
11	2,8	-	7,7	-	-	-	-
12	2,1	2,7	10,0	0,1	-	-	-

Tabell 30 Klimatpåverkan. Fördelning mellan olika energislag för de 12 byggprojekten. Observera, siffror i tabellen är avrundade värden

Projekt ID	EI	Fjärrvärme	Bränsle
1	11%	14%	74%
2	23%	29%	48%
3	18%	4%	78%
4	33%	-	67%
5	11%	18%	70%
6	11%	23%	66%
7	34%	61%	5%
8	28%	35%	37%
9	8%	34%	59%
10	20%	16%	64%
11	27%	-	73%
12	14%	18%	68%

Tabell 31 Klimatpåverkan per kvadratmeter (kg CO₂-ekv/m², BTA) uppdelat per energislag inklusive klimatpåverkan från energianvändning för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad

Projekt ID	EI	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets	Total klimatpåverkan
1	2,1	2,6	17,8	0,10	0,1	0,5	-	23
2	2,8	3,5	2,8	-	4,7	0,3	-	14
3	3,2	0,6	19,9	0,02	-	0,1	1,2	25
5	1,0	1,7	6,7	-	-	-	-	9
6	0,9	1,9	14,1	-	-	-	-	17
10	1,2	0,9	4,7	0,02	-	-	-	7
11	2,8	-	15,4	-	-	-	-	18
12	2,1	2,7	15,1	0,06	-	-	-	20

Tabell 32 Fördelning mellan olika energislag för de 8 projekt inklusive energianvändning för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad. Observera, siffror i tabellen är avrundade värden

Projekt ID	EI	Fjärrvärme	Bränsle
1	9%	11%	79%
2	20%	25%	55%
3	13%	3%	85%
5	11%	18%	71%
6	5%	11%	83%
10	18%	14%	69%
11	15%	-	85%
12	11%	14%	76%

Tabell 33 Klimatpåverkan. Fördelning i kg CO₂-ekv/m², BTA mellan olika energislag och poster för de 12 byggprojekten

Projekt ID	EI Bodetablering	EI Container	EI Kran	EI Byggström	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	0,6	0,5	0,1	0,9	2,6	13,1	0,07	0,1	0,5	-
2	1,2	0,6	-	1,0	3,5	2,2	-	3,3	0,3	-
3	1,3	0,4	0,1	1,4	0,6	12,2	0,01	-	0,1	1,2
4	0,5	0,8	0,1	1,9	-	6,8	-	-	-	-
5	0,4	0,2	0,02	0,4	1,7	6,4	-	-	-	-
6	0,3	0,04	-	0,5	1,9	5,4	-	-	-	-
7	0,4	-	0,2	0,8	2,4	0,2	-	-	-	-
8	0,6	0,3	0,6	1,1	3,2	3,4	-	-	-	-
9	0,3	-	0,1	0,7	4,8	5,2	-	-	3,2	-
10	0,6	0,3	-	0,3	0,9	3,8	-	-	-	-
11	1,0	0,1	-	1,7	-	7,7	-	-	-	-
12	1,2	0,1	-	0,8	2,7	10,0	0,06	-	-	-

Tabell 34 Klimatpåverkan. Fördelning i kg CO₂-ekv/m², BTA mellan olika energislag och poster för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad

Projekt ID	EI Bodetablering	EI Container	EI Kran	EI Byggström	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	0,6	0,5	0,1	1,0	2,6	17,8	0,10	0,1	0,5	-
2	1,2	0,6	-	1,0	3,5	2,8	-	4,7	0,3	-
3	1,3	0,4	0,1	1,4	0,6	19,9	0,02	-	0,1	1,2
5	0,4	0,2	0,02	0,4	1,7	6,7	-	-	-	-
6	0,3	0,04	-	0,5	1,9	14,1	-	-	-	-
10	0,6	0,3	-	0,3	0,9	4,7	0,02	-	-	-
11	1,0	0,1	-	1,7	-	15,4	-	-	-	-
12	1,2	0,1	-	0,8	2,7	15,1	0,06	-	-	-

Tabell 35 Klimatpåverkan per kvadratmeter fördelad per byggfas för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad

	Projekt ID	Markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad	Grundläggningsarbete	Byggkonstruktion
Klimatpåverkan [kg CO ₂ -ekv/m ² , BTA]	1	5	4	15
	2	1	1	12
	3	8	6	11
	5	0,3	4	5
	6	9	4	4
	10	1	0,5	5,5
	11	8	2	8
	12	5	2	13

Tabell 36 Klimatpåverkan. Fördelning mellan byggfaser för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad

Projekt ID	Markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad	Grundläggningsarbete	Byggkonstruktion
1	20%	16%	64%
2	10%	7%	84%
3	31%	25%	44%
5	3%	39%	58%
6	52%	26%	22%
10	13%	7%	80%
11	42%	12%	46%
12	25%	12%	63%

Klimatpåverkan (nordisk elmix)

Tabell 37 Klimatpåverkan per kvadratmeter (kg CO₂-ekv/m², BTA) uppdelat per energislag

Projekt ID	EI	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets	Total klimatpåverkan
1	5,1	2,6	13,1	0,07	0,1	0,5	-	21
2	6,8	3,5	2,2	-	3,3	0,3	-	16
3	7,8	0,6	12,2	0,01	-	0,1	1,2	22
4	8,0	-	6,8	-	-	-	-	15
5	2,5	1,7	6,4	-	-	-	-	11
6	2,2	1,9	5,4	-	-	-	-	10
7	3,3	2,4	0,2	-	-	-	-	6
8	6,3	3,2	3,4	-	-	-	-	13
9	2,7	4,8	5,2	-	-	3,2	-	16
10	2,9	0,9	3,8	-	-	-	-	8
11	6,8	-	7,7	-	-	-	-	15
12	5,2	2,7	10,0	0,06	-	-	-	18

Tabell 38 Klimatpåverkan (nordisk elmix). Fördelning i kg CO₂-ekv/m², BTA mellan olika energislag och poster för de 12 byggprojekten

Projekt ID	EI Bodetablering	EI Container	EI Kran	EI Byggström	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	1,4	1,2	0,2	2,3	2,6	13,1	0,07	0,1	0,5	-
2	2,9	1,4	-	2,5	3,5	2,2	-	3,3	0,3	-
3	3,1	1,0	0,3	3,5	0,6	12,2	0,01	-	0,1	1,2
4	1,2	1,8	0,2	4,7	-	6,8	-	-	-	-
5	0,9	0,6	0,1	0,9	1,7	6,4	-	-	-	-
6	0,8	0,1	-	1,3	1,9	5,4	-	-	-	-
7	1,0	-	0,4	1,9	2,4	0,2	-	-	-	-
8	1,4	0,8	1,4	2,7	3,2	3,4	-	-	-	-
9	0,8	-	0,1	1,8	4,8	5,2	-	-	3,2	-
10	1,4	0,8	-	0,8	0,9	3,8	-	-	-	-
11	2,4	0,2	-	4,2	-	7,7	-	-	-	-
12	3,0	0,2	-	2,0	2,7	10,0	0,06	-	-	-

Tabell 39 Klimatpåverkan. Fördelning mellan olika energislag för de 12 byggprojekten beräknat med nordisk elmix. Observera, siffror i tabellen är avrundade värden

Projekt ID	EI	Fjärrvärme	Bränsle
1	24%	12%	64%
2	42%	22%	36%
3	35%	3%	62%
4	54%	-	46%
5	24%	16%	60%
6	23%	20%	57%
7	55%	41%	4%
8	49%	25%	26%
9	17%	30%	53%
10	38%	12%	50%
11	47%	-	53%
12	29%	15%	56%

Tabell 40 Klimatpåverkan (nordisk elmix). Fördelning i kg CO₂-ekv/m², BTA mellan olika energislag och poster för de åtta projekten som inkluderat markarbetet före påbörjad konstruktion av byggnad

Projekt ID	EI Bodetablering	EI Container	EI Kran	EI Byggström	Fjärrvärme	Diesel	Bensin	HVO	Gasol	Pellets
1	1,4	1,2	0,2	2,3	2,6	17,8	0,10	0,1	0,5	-
2	2,9	1,4	-	2,5	3,5	2,8	-	4,7	0,3	-
3	3,1	1,0	0,3	3,5	0,6	19,9	0,02	-	0,1	1,2
5	0,9	0,6	0,1	0,9	1,7	6,7	-	-	-	-
6	0,8	0,1	-	1,3	1,9	14,1	-	-	-	-
10	1,4	0,8	-	0,8	0,9	4,7	0,02	-	-	-
11	2,4	0,2	-	4,2	-	15,4	-	-	-	-
12	3,0	0,2	-	2,0	2,7	15,1	0,06	-	-	-

Tabell 41 Klimatpåverkan. Fördelning mellan olika energislag för de 8 projekt inklusive energianvändning för markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad beräknat med nordisk elmix. Observera, siffror i tabellen är avrundade värden

Projekt ID	EI	Fjärrvärme	Bränsle
1	20%	10%	70%
2	37%	19%	43%
3	26%	2%	72%
5	23%	15%	61%
6	12%	10%	77%
10	34%	11%	55%
11	31%	-	69%
12	23%	12%	66%

Bilaga 2 – Checklista

Byggprojekt - Checklista

Förekomst	Aspekt	Kommentar / Beskrivning
	Planerad byggtid	
	<i>Byggstart</i>	
	<i>Slutbesiktning</i>	
	Ort/ Geografiskt läge	
☐	Etappvist projekt – går att särskilja det specifika projektet	
☐	Markarbete kan inkluderas (markarbete före påbörjad konstruktion av byggnad, vilket innefattar beredningsarbete av marken inför grundläggningsarbetet)	
☐	Bodetablering - uppförs	
Konstruktion		
<i>Stommval</i>		
☐	Trä stomme	
☐	Betong stomme	
☐	kombinerat betong & trä	
☐	Övrigt	
<i>Övrigt</i>		
☐	Prefabricerade byggelement	
☐	Lätt utfackningsvägg [kort beskrivning]	
☐	Tung utfackningsvägg [kort beskrivning]	
	Typ av fasad	
	Annat	
Typ av fastighet och utformning		
☐	Flerbostadshus	
☐	Lokalfastighet [ange typ]	
☐	Garage	
	P-tal	

☐	Källare	
☐	Komplement byggnad	
	Antal byggnader	
	Antal våningar	
	Antal lägenheter	
	BTA	
	<i>BTA exkl. komplement byggnad</i>	
	<i>Mörk BTA</i>	
	<i>Mörk BTA - garage</i>	
	<i>Ljus BTA</i>	
	A_{temp}	
	Formfaktor	
	Övrigt	
Övrigt		
	Ange projektets uttorkningskrav (Ex. i skolor läggs plastmattor in och där finns högre uttorkningskrav)	

Referenser

- [1] Boverket, "Energideklaration - En handbok från Boverket," [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/ordlista/>. [Använd 01 12 2025].
- [2] Boverket, "Klimatdeklaration - En digital handbok från Boverket," [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/om-klimatdeklaration/ordlista/>. [Använd 01 12 2025].
- [3] H. Eriksson, J. Termens och Å. Wahlström, "Energiklassningssystem för byggbodar och bodetableringar - Kriterier och Regler," LÅGAN, Göteborg, 2021.
- [4] Boverket, "Bygg- och fastighetssektorns energianvändning uppdelat på förnybar energi, fossil energi och kärnkraft," 29 01 2025. [Online]. Available: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/>. [Använd 26 11 2025].
- [5] H. N. Lantz, "Kunskapsläget om energianvändning på byggarbetsplatser," CIT Energy Management. LÅGAN, Göteborg, 2020.
- [6] H. N. Lantz, "Energianvändning på byggarbetsplatsen - Sammanställning från några byggprojekt," CIT Energy Management. LÅGAN, Göteborg, 2020.
- [7] H. N. Lantz och V. Edenhofer, "Kravspecifikation och checklistor inför mätning på byggarbetsplatser," SBUF rapport, 2021.
- [8] Naturvårdsverket, "Klimatklivet - Vägen om beräkning av utsläppsminskning," 2022-05-06.
- [9] Boverket (2025), "Boverkets klimatdatabas (version 02.06.000).," [Online]. Available: <https://klimatdatabasen.boverket.se/navigera/2>. [Använd 26 11 2025].
- [10] T. Heeger, "Electro-Hydraulic Energy Converters - Development of Axial Piston Machines and Their Integration with Electric Machines," Linköping University, Linköping, 2025.
- [11] H. N. Lantz, V. Edenhofer och Å. Wahlström, "Energieffektiv byggproduktion - Kunskapspaket och vägledning," 23 11 2021. [Online]. Available: https://laganbygg.se/UserFiles/Projekt/Energieffektiv_byggproduktion-2021-11-23.pdf. [Använd 15 12 2025].
- [12] Byggföretagen, "Så kan ni energieffektivisera arbetsplatsen," 13 02 2025. [Online]. Available: https://byggforetagen.se/app/uploads/2025/02/Energieffektivisering_250213.pdf. [Använd 15 12 2025].
- [13] Lågan, "Innovationstävling - Uppföljningssystem för energianvändning, klimatpåverkan och klimathållning under byggproduktion," 17 12 2025. [Online].

Available: https://laganbygg.se/pagaende-projekt/innovationstavling-uppfoljningssystem-f__364. [Använd 17 12 2025].

- [14] Trafikverket, "Digital miljörapportering," 06 10 2025. [Online]. Available: <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/miljo---for-dig-i-branschen/minskad-klimatpaverkan/klimat-i-infrastrukturprojekt/digital-miljorapportering/>. [Använd 15 12 2025].