



Energisårbarhet och effektstyrning på byggarbetsplatsen

LÅGAN Rapport
Januari 2026

Helena Lantz, CIT Renergy
Karin Glader, CIT Renergy
Maria Haegermark, CIT Renergy



Förord

Föreliggande projekt har genomförts inom LÅGAN 2025 med finansiering av Energimyndigheten. Projektet har genomförts av Karin Glader, Maria Haegermark och Helena N Lantz på CIT Renergy samt granskats av Åsa Wahström på CIT Renergy.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som bidragit med sina kunskaper och synpunkter i intervjuer och till alla som deltagit i projektets referensgrupp.

Följande organisationer har medverkat i referensgruppen,

- Andreas Forsberg, MSB
- Björn Wilander, Rentalföretagen
- Christine Olofsson, Byggföretagen
- Eva Grill, NCC
- Johan Andersson Bahamon, Cramo
- Johan Svensson, PEAB
- Per Hilmerström, Akademiska Hus

Följande personer har medverkat vid intervjuer:

- Anton Ahlberg Veidekke
- Carl-Johan Gustavsson, Vasakronan
- Christian Harström, El-Björn AB
- Eva Grill, NCC
- Henrik Nilsson, Skanska
- Jan-Olof Olsson, MSB (Verksamheten för Styrning av civil beredskap)
- Johan Andersson Bahamo, Cramo
- Johan Svensson & Ulf Johansson, Peab
- Lars-Erik Larsson, Assemblin VS AB
- Linus Bille, Lindholmen Science Park
- Magnus Jakobsson, Wangeskog
- Maria Urhus & Ola Eriksson, Åke Sundvall
- Nina Jacobsson Stålheim, Förvaltnings AB Framtiden
- Per Hilmerström, Kevin Smakiqi Andreasson & Martin Dahlberg, Akademiska hus
- Peter Lindgren, Göteborgs Stad
- Svante Wijk, Riksbyggen

Göteborg, januari 2026

LÅGAN

LÅGAN (samverkan för byggnader med mycket **LÅG** energi**AN**vändning) är Energimyndighetens entreprenörsnätverk för energi- och resurseffektiva byggnader. LÅGAN samlar Byggföretagen, Energimyndigheten, Boverket, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), Installatörsföretagen, byggtreprenörer, byggherrar och konsulter. LÅGAN stöttar även regionala nätverk inom energieffektivisering och byggande av lågenergibyggnader.

Genom en samlad entreprenörskompetens främjas utvecklingen av nya energieffektivare tekniker, produkter, metoder, system och tjänster för marknadsintroduktion av nya och renoverade resurseffektiva byggnader med låg klimatpåverkan under hela dess livscykel. Inom samverkan skapas gemensamma projekt, studier och kunskapsöverföring, 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.

Allt material från LÅGAN finns tillgängligt på www.laganbygg.se

Sammanfattning

Aktörer inom bygg- och fastighetsbranschen har stora möjligheter att påverka klimatutsläppen framför allt genom att öka elektrifieringstakten då en stor andel av klimatpåverkan kommer från anläggningsmaskiner. Samtidigt har problematiken med effektbrist och kapacitetsbrist i elnäten blivit alltmer aktuellt. Kapacitetsbrist är framför allt ett lokalt eller regionalt problem som innebär att elnäten inte har kapacitet att ansluta nya kunder eller leverera el i den utsträckning som efterfrågas. Därtill har effektbalansen på elmarknaden försämrats över tid och idag finns risk för effektbrist och fränkoppling.

Syftet med denna förstudie är att utreda vilka utmaningar och möjligheter det finns gällande att hantera en begränsad tillgänglig effekt, samt ha beredskap för tillfälliga strömavbrott under byggproduktion. Avsikten är att ge ökad förståelse för problematiken och hur den kan hanteras utan att vara ett hinder för en fortsatt utveckling mot ökad andel eldrivna arbetsmaskiner på byggarbetsplatser.

Förstudien har genomförts främst med hjälp av en litteraturstudie och intervjuer. Litteraturgenomgången har syftat till att kartlägga rutiner, metoder och verktyg samt identifiera genomförda projekt som kan ge värdefulla erfarenheter för entreprenörer i deras framtida arbete. Intervjuer har genomförts för att skapa en fördjupad förståelse för hur entreprenörer och andra branschaktörer ser på problematiken kring strömavbrott och effektbrist, samt att fånga upp eventuella erfarenheter från strömavbrott och effektbrist på byggarbetsplatser.

Alla som intervjuats anser att elektrifieringen av byggarbetsplatser generellt kommer att öka och att vi kommer se fler nästintill helt elektrifierade byggarbetsplatser i framtiden. Samtidigt anser utförarsidan att det finns ett behov av ökad kravställning från beställare för att driva på elektrifieringen. Litteraturen visar också att utvecklingen mot fossilfria och utsläppsfria arbetsmaskiner och byggarbetsplatser ökat de senaste åren och det finns erfarenheter från flera projekt att ta del av. Därtill finns ett växande utbud av tekniska lösningar på marknaden som ytterligare kan stödja elektrifieringen.

Resultaten från intervjuerna visar samtidigt att det kvarstår ett stort behov av både teknikutveckling och vägledning inom flera områden. Det finns ett tydligt behov av mer erfarenheter från fler goda exempel och det betonas att insatser måste gå från pilot- och demonstrationsprojekt till bredare implementering i branschen.

Teknikutveckling rör framför allt bättre batterier, smarta styrsystem och energieffektiva uppvärmningslösningar, för att minska så väl energianvändningen som storleken på effektopparna.

På kort sikt ses ett behov av kompetenshöjning, rutiner, praktisk vägledning och prioriteringsstöd vid effektbrist och längre strömavbrott. Därav presenteras för fortsatt arbete ett förslag till innehåll för en vägledning.

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
1.1	Bakgrund	4
1.2	Syfte och mål.....	5
2	Genomförande	6
3	Litteraturstudie.....	7
3.1	Elektrifierade byggarbetsplatser	7
3.2	Lösningar för energilagring och effektstyrning.....	8
4	Sammanställning intervjuer	12
4.1	Synen på elektrifierade arbetsplatser	12
4.2	Beredskap för tillfälliga strömavbrott	12
4.3	Hantering av en begränsad effekt.....	14
4.4	Utmaningar med elektrifierade byggarbetsplatser	15
4.5	Behov av utveckling och framtidsspaningar	15
5	Sammanställning från webinarium med branschaktörer	17
6	Sammanfattning av kunskapsläge och framtida behov	19
7	Fortsatt arbete.....	20
	Bilaga 1 – Förslag på innehåll i vägledning.....	V

1 Inledning

Under de senaste åren har problematiken med effektbrist och kapacitetsbrist i elnäten blivit alltmer aktuell. Kapacitetsbrist är framför allt ett lokalt eller regionalt problem som innebär att elnäten inte har kapacitet att ansluta nya kunder eller leverera el i den utsträckning som efterfrågas. Detta har sedan flera år lyfts fram som en aktuell eller framtida risk i olika delar av landet. Därtill har effektbalansen på elmarknaden försämrats över tid och idag finns risk för effektbrist och fränkoppling.

Risken för effekt- och kapacitetsbegränsningar ger entreprenörer och byggherrar anledningar att lokalt hålla ner eleffekten och att styra sin användning och därmed efterfrågan från nätet. Utöver risken för effektbegränsningar ges incitament till effektstyrning av höga och fluktuerande elpriser samt prismodeller där nätbolagen tar ut större andel av kostnaden genom effekttaxor.

Bygg- och fastighetsbranschen står för drygt en femtedel av Sveriges klimatutsläpp [1]. Om de nationella energi- och klimatmålen ska uppfyllas behöver bygg- och fastighetsbranschen både bidra till en mer effektiv energianvändning och öka elektrifieringstakten för att effektivisera klimatomställningen. Aktörer inom bygg- och fastighetsbranschen har stora möjligheter att påverka klimatutsläppen framför allt genom att öka elektrifieringstakten då en stor andel av klimatpåverkan kommer från bygg- och anläggningsmaskiner.

1.1 Bakgrund

Behovet av att byta till eldrivna maskiner för minskad klimatpåverkan och den ökade risken för problem med effektbegränsning eller höga kostnader som detta kan medföra har lyfts bland annat i det LÅGAN- och SBUF-finansierade projektet *Energianvändning på byggarbetsplatsen* [2]. Problematiken innebär en allt större risk för byggproduktionen vilket i praktiken innebär ett hinder för att driva omställningen mot klimatneutrala byggarbetsplatser. För att främja en satsning på en mer elektrifierad byggarbetsplats behöver utmaningar adresseras kring el- och laddinfrastruktur samt kapacitetsbrist.

I flera projekt inom LÅGAN har olika aspekter avseende effektproblematik och möjligheter till efterfrågefleksibilitet lyfts. Bland annat bedöms potentialen vara låg för att byggarbetsplatser skulle kunna vara en resurs som kan bidra med flexibilitet i ett område eller stadsdel. Dock skulle detta kunna förändras vid en eventuell framtida övergång till eldrivna arbetsmaskiner. I dagsläget finns potential för att bidra men en effektfleksibilitet främst kopplat till de eldrivna kranar som ofta förekommer på byggarbetsplatser. På grund av byggkranarnas höga anslutningseffekt i kombination med byggarbetsplatsers effektbegränsningar körs dessa på vissa platser efter schema och i vissa städer där kapaciteten inte räcker till, tillåts kranar inte vara i gång under vissa tider på dygnet. Det förekommer att batteri-containerar används på plats för att förflytta effektbehov och därmed undvika stopp i byggproduktionen eller längre byggtider.

Här ses även möjligheter att i samarbete med lokala energileverantörer kunna använda byggarbetsplatser för en effektivare användning av energi på samhällsnivå. Exempelvis att lokalt styra ner sin användning eller efterfrågan från nätet när behovet är som störst i ett område eller stadsdel. Eller att på kvällar och helger leverera flexibilitet med hjälp av batterier som eventuellt kan finnas på vissa byggarbetsplatser. Används eldrivna arbetsmaskiner skulle dessa kunna

användas för efterfrågehantering till viss del. För att realisera denna potential krävs att elektrifieringstakten kan öka.

Med denna bakgrund är det av stor vikt att byggentreprenörer rustas med kunskap och verktyg för att dels kunna driva på utvecklingen mot ökad andel eldrivna arbetsmaskiner, dels hantera en begränsad tillgänglig effekt, dels kunna planera för riskminimering och ha beredskap vid ett eventuellt tillfälligt eller långvarigt avbrott.

Idag finns behov att bygga kunskap även i beställarledet som i sin tur kan efterfråga lösningar med låg klimatpåverkan och på så sätt bidra till att driva på utvecklingen, exempelvis mot en ökad andel eldrivna maskiner. Samtidigt ställer beställare ofta krav på produktionstider, vilket kan krocka med de utmaningar som en ökad elektrifiering och elsårbarhet kan innebära på byggarbetsplatser. Här är det viktigt att entreprenörer har en god dialog med beställare, för att skapa förståelse för att exempelvis längre byggtider kan behövas i områden som är extra utsatta för kapacitetsbrist.

Liknande behov kan även ses kopplat till andra aktörer som ställer klimatkrav som exempelvis Boverket. Idag ställs krav på klimatberäkningar för byggproduktion, men i dagsläget exkluderas markarbetet. Detta betyder att majoriteten av de aktiviteter som bidrar mest till klimatpåverkan inte beaktas och driver inte på utvecklingen som krävs för att nå klimatmålen. När Boverket framöver kommer att inkludera fler delar i klimatberäkningarna i kombination med att gränsvärden fastslås kan detta skapa incitament för att driva på andelen eldrivna arbetsmaskiner. Även i detta avseende krävs dialog för att få till en balans och en ökad förståelse för eventuella konflikter vid effektbegränsningar.

Andra myndigheter kan också tänkas få nytta av föreliggande studie. I dagsläget finns avtal med industrier för vad som kan stängas ner kopplat till beredskap medan motsvarande strukturer för byggentreprenörer saknas. Under vintern 2022/2023, då energisituationen var ansträngd, förde myndigheter en dialog med entreprenörer om hur de planerade att hantera risker som exempelvis att ström kan behöva stängas av. De uppmanade energianvändare att kontinuitetssäkra sin verksamhet, vilket understryker behovet av planering för riskminimering och beredskap vid ett eventuellt tillfälligt eller långvarigt avbrott.

Ovanstående incitament, tillsammans med frågeställningar som lyfts inom LÅGAN vad gäller lagringsmöjligheter och tekniker för effektstyrning som lämpar sig väl på byggarbetsplatser har föranlett behovet av denna förstudie.

1.2 Syfte och mål

Syftet med denna förstudie är att utreda vilka utmaningar och möjligheter det finns gällande att hantera en begränsad tillgänglig effekt, samt ha beredskap för tillfälliga strömbrott under byggproduktion. Avsikten är att ge ökad förståelse för problematiken och hur den kan hanteras utan att vara ett hinder för utveckling mot ökad andel eldrivna arbetsmaskiner på byggarbetsplatser. Förstudien ska även ta fram förslag på innehåll för en vägledning för att hantera och ha beredskap för en begränsad tillgänglig effekt på byggarbetsplatser.

2 Genomförande

Förstudien har genomförts med hjälp av en litteraturstudie och intervjuer. Projektet har också haft en referensgrupp. Referensgruppens syfte har varit att säkerställa att synpunkter från entreprenörer med olika förutsättningar och andra intressenter tas hänsyn till. Gruppen har även haft till uppgift att belysa generella problem eller utmaningar som kan uppstå vid effektbrist och tillfälliga strömavbrott samt bidra med erfarenheter om hur effektbrist och tillfälliga strömavbrott har hanterats. Referensgruppen har haft två digitala träffar. Det första innan intervjuerna för att säkerställa att de frågor som ställs är relevanta samt identifiera organisationer att intervjua, och det andra i slutet av projektet för att diskutera det material som sammanställts.

En litteraturgenomgång har genomförts för att kartlägga rutiner, metoder och verktyg som finns att tillgå samt för att identifiera om det finns genomförda projekt som kan ge erfarenheter för entreprenörer i deras framtida arbete. Syftet var även att identifiera möjliga lösningar till effektstyrning och lagringstekniker som kan användas på byggarbetsplatsen.

Intervjuer har genomförts för att skapa en bild av hur entreprenörer och andra branschaktörer ser på problematiken med strömavbrott och effektbrist idag och i framtiden. Syftet har även varit att fånga upp eventuella erfarenheter från strömavbrott och effektbrist på byggarbetsplatser. Totalt har sexton intervjuer och samtal genomförts med representanter från följande organisationer:

- Akademiska hus
- Assemblin VS AB
- Cramo
- El-Björn AB
- Förvaltnings AB Framtiden
- Göteborgs Stad
- Lindholmen Science Park
- MSB (Verksamheten för Styrning av civil beredskap)¹
- NCC
- Peab
- Riksbyggen
- Skanska
- Vasakronan
- Veidekke
- Wangeskog
- Åke Sundvall

Två av intervjuerna har genomförts med pågående byggprojekt där både platschefen hos entreprenören och projektledaren på beställarsidan deltog. Projektet har även haft kontakt med Göteborg Energi AB och Östersunds kommun om specifika frågeställningar.

Ett webinarium genomfördes i slutet av projektet för att sprida resultat och för att fastställa behov av fortsatt utveckling av vägledning, stöd, riktlinjer eller liknande.

I förstudien har även ett förslag till innehåll för en vägledning tagits fram som presenteras i Bilaga 1.

¹ Från den 1 januari 2026 bytte Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) namn till Myndigheten för civilt försvar (MCF).

3 Litteraturstudie

3.1 Elektrifierade byggarbetsplatser

Merparten av arbetsmaskiner drivs fortfarande med konventionella fossilfria drivmedel, framför allt diesel, men under 2020-talet ses sedan ett skifte med allt större fokus på fossilfria och utsläppsfria arbetsmaskiner och byggarbetsplatser. Fossilfritt innebär att exempelvis förnybara drivmedel såsom HVO100 och (fossilfri) el kan användas. Med utsläppsfritt avses i sammanhanget vanligen att aktiviteterna inte får leda till några lokala utsläpp av växthusgaser. Maskinerna kan då drivas med el (med batterier eller kopplat till elnätet) eller vätgas. För uppvärmning och uttorkning kan exempelvis fjärrvärme och el användas. När det gäller eldrivna maskiner finns generellt sett mindre arbetsmaskiner och fordon elektrifierade i större utsträckning på marknaden än större och mer specialiserade maskiner. Utvecklingen går dock snabbt, med introduktion av eldrivna maskiner för allt fler användningsområden och allt större modeller på marknaden. En omvärldsanalys av marknaden för arbetsmaskiner och fordon som används inom entreprenad har genomförts på uppdrag av Trafikverket [3]. Här konstaterades att utbudet av elektrifierade maskiner i de mindre storleksklasserna i huvudsak inkluderar mindre grävmaskiner, hjullastare och dumprar, samt att många utsläppsfria maskiner än så länge enbart används i pilotprojekt.

År 2019 påbörjade Oslo kommun ett pilotprojekt där nästintill alla arbetsmaskiner var eldrivna, vilket ofta benämns som världens första utsläppsfria byggarbetsplats [4]. Sedan dess har allt fler aktörer börjat ställa krav på och fått erfarenheter från användning av en hög grad elektrifierade maskiner och fordon på bygg- och anläggningsplatser.

Nedan listas ett par exempel på vägledningar som tagits fram för upphandling av utsläppsfria entreprenader:

- I ett projekt på uppdrag av Trafikkontoret, Göteborgs Stad och Business Region Göteborg, utarbetades rekommendationer till hur offentliga aktörer inom Göteborgs Stad kan formulera krav vid upphandling av bygg- och anläggningsentreprenader med mål om utsläppsfria byggarbetsplatser [5]. I rapporten ges rekommendationer kring fem olika kravformuleringar som uppges lämpliga att använda var för sig eller i kombination. Rapporten tar upp för- och nackdelar med de olika kravformuleringarna samt ger rekommendationer avseende bland annat uppföljning och kontraktsskrivning.
- Region Jämtland Härjedalen har tagit fram en lathund med syfte att underlätta och ge inspiration till att börja upphandla utsläppsfria entreprenader [6]. Lathunden tar bland annat upp vinster med utsläppsfria arbetsplatser, kriterier för lämpliga projekt, samt tips på hur man kan ställa krav i upphandlingen, ha god dialog med relevanta aktörer och annat att tänka på.
- Norges Miljødirektorat har en vägledning kring utsläppsfria lösningar för bygg- och anläggningsplatser [7]. Vägledningen tar bland annat upp möjligheter till utsläppsminskning och tillgängliga alternativ, vikten av en tidig dialog med leverantörer om behov och efterfrågade funktioner liksom konkreta krav i upphandlingar, samt planering för tillräcklig tillgång på el.

Sammanställningar av exempel på bygg- och anläggningsprojekt som genomförts med en hög andel elektrifierade maskiner samt erfarenheter från dessa ges bland annat i ett PM från LÅGAN [8], i rapporten framtagen för Region Jämtland Härjedalen [6] och i en dansk rapport [9].

Fördelarna med att ersätta dieseldrivna fordon och maskiner med eldrivna är tydliga, med både mindre klimatpåverkan och förbättrad arbetsmiljö, för de som arbetar med och intill maskinerna, genom mindre buller och lokala utsläpp [10, 11]. För bygg- och anläggningsentreprenader innebär detta också fördelar för byggproduktionen, exempel genom möjligheten att genomföra inomhusarbeten utan avgaser [12].

Med en omställning till elektrifierade anläggnings- och byggarbetsplatser följer samtidigt en rad utmaningar. Dels finns idag betydande ekonomiska utmaningar, med högre initiala kostnader för maskiner [13, 14, 15, 3] och erforderlig elinfrastruktur [16, 3], dels tekniska, och inte minst logistiska utmaningar. Möjligheten till elektrifiering och hur effektivt de eldrivna maskinerna kan användas påverkas av faktorer kopplat till bland annat elnätskapacitet, tillgänglig laddinfrastruktur och maskinernas tekniska kapacitet [13].

I erfarenheterna från projekt med en hög andel elektrifierade maskiner beskrivs logistiska utmaningar kopplat till laddning av batteridrivna maskiner, men också att det i stor utsträckning gått att lösa med god planering. I en rapport [17] som återger erfarenheter från uppförandet av förskolan Storfjället i Östersund, där cirka 95 procent av använda arbetsfordon och -maskiner drevs med el [18], beskrivs exempelvis att: "Maskinerna har sina begränsade körtider innan de behöver laddas och arbetslaget har anpassat sina raster för att bättre passa maskinernas laddningsbehov." I detta projekt hade snabbaddning av maskinerna den största påverkan på effektuttaget. Energibolaget Ellevio har liknande erfarenheter från pilotprojekt med en hög andel eldrivna maskiner [19], [20] och nämner att de ser behov av att underlätta laddningen i kommande projekt [21].

Eldrivna maskiner, både kabelanslutna och med batterier, kräver en lokal energiinfrastruktur som möjliggör en elförsörjning med tillräcklig effekt och energi. Redan idag är en begränsad tillgång på effekt en utmaning på många byggarbetsplatser [22], och med en hög grad elektrifierad utrustning och maskiner kan det på många platser bli än svårare att få tillgänglig effekt att räcka till [23].

3.2 Lösningar för energilagring och effektstyrning

Behov av att kunna jämna ut elanvändningen och reducera effekttoppar på byggarbetsplatser förekommer redan idag på platser med begränsad elnätskapacitet och kommer sannolikt att öka med en ökad elektrifiering. Detta kan delvis lösas genom planering och samordning, men behov ses även av teknik för energilagring samt smart styrning av laddning och andra laster på byggarbetsplatsen. System med energilagring skulle även kunna bidra till minskad energisårbarhet, som alternativ eller komplettering till konventionell reservkraft med dieseldrivna generatorer. I detta avsnitt ges exempel på produkter och system tillgängliga på marknaden idag.

Batterilager

År 2020 lanserade Northvolt och Vattenfall tillsammans Voltpack Mobile System, ett mobilt litiumjon-batterisystem bland annat avsett att användas för att ersätta dieseldrivna generatorer på byggarbetsplatser. Batterilagret är skalbart med en kapacitet från 245 kWh till 1225 kWh tillgänglig energi och levererad effekt upp till 250 kW [24]. Tillverkaren beskriver att batterilagret

kan användas för att täcka tillfälliga effekttoppar vid begränsad effekt från elnätet, på arbetsplatser där det saknas nätanslutning, för laddning av eldrivna arbetsmaskiner eller som reservkraft vid strömavbrott [25]. Vad gäller det senare beskrivs en sömlös övergång till ö-drift vid plötsligt strömbortfall. Vattenfall erbjuder möjligheten att hyra batterilager som en del i sitt koncept Power-as-a-Service, vilket innebär att batterierna ägs och förvaltas av Vattenfall [24]. Voltpack Mobile System har bland annat installerats av BRA Bygg och Wangeskog på en byggarbetsplats i Stockholm vid uppförandet av logistikanläggningar för Evolv Property. BRA Byggs platschef berättar om fördelarna: *"I projekten är detta en verklig gardering för att motverka energiförlust på högeffektiva arbetsplatser där ett effektbortfall har en väldigt stor påverkan. Ekonomiskt sett är detta en mycket effektivare lösning än att utöka kapaciteten samt belastningen på närliggande elnät"*. [26]

Volvo CE har två mobila batterilager, ett mindre och ett större, för laddning av arbetsmaskiner och fordon på platser där lokalt elnät saknas eller är bristfälligt. Den mobila kraftenheten Volvo PU40 är till för laddning av kompaktmaskiner. Den har en total lagringskapacitet på 40 kWh, utgångseffekt 17 kW DC respektive 3 kW AC, och väger 900 kg. Det betydligt större energilagret, kallat mobilt kraftaggregat Volvo PU500, har en lagringskapacitet på 540 kWh och möjlighet till snabbaddning av elmaskiner och elfordon med en DC-laddare på 240 kW. I båda produkterna används litiumjon-batterier (NMC respektive NCA). Tillverkaren beskriver att energilagret är utrustat med brand- och gasdetektering, förbättrad gastömning och säker fjärrövervakning för maximal säkerhet. Vidare beskrivs att PU500 kan övervakas och styras på distans via en mobilapp. Det större lagret har bland annat använts för att ladda en elektrisk bandgrävare, Volvo EC230 Electric, vid bygget av ankarliftar åt Skistar sommaren 2025 [27].

Atlas Copco har tre typer av mobila batterilager. ZBC-serien är de största och utgörs av batterilager i container [28]. Batterilagren är av typen litiumjärnfosfat (LFP) och finns i storlekar från 250 till 1000 kVA med en energilagringskapacitet på mellan 575 kWh och 1 200 kWh, samt är skalbara genom parallellkoppling. Dessa används tillsammans med mobila snabbaddare för laddning av elfordon och maskiner. ZBP-serien är en serie med mindre energilager med litiumjärnfosfatbatterier i storlekar från 15 till 150 kVA [29]. Nominell energilagringskapacitet är 58–153 kWh. De beskrivs ha en låg vikt och därmed fördelen att vara enkla att flytta runt på plats efter var de behövs. Exempel ges på hybrid användning tillsammans med dieselgeneratorer, där batterilagret exempelvis kan användas för att täcka perioder med låg last (för att minska användningstiden för dieselgeneratoren) eller för att täcka effekttoppar. Atlas Copcos minsta batterilager, ZBP 2000, har en märkeffekt på 2 kVA och lagringskapacitet på drygt 2 kWh och uppges lämplig för små byggarbetsplatser [30]. Upp till fem enheter kan parallellkopplas för en effekt på upp till cirka 10 kW. Produkten kan utrustas med två vikbara solcellspaneler.

I

Tabell 1 nedan listas även ytterligare exempel på mobila batterienergilagrar avsedda för bland annat byggarbetsplatser.

Tabell 1 Exempel på mobila batterilager på marknaden.

Produkt	Tillverkare	Batterityp	Lagringskapacitet	Utgående effekt	Övrigt
PU40	Volvo CE	Li-ion NMC	40 kWh	3 kW AC, 17 kW DC	Integrerad DC-laddare
PU500	Volvo CE	Li-ion NCA	540 kWh	240 kW DC och 17 kW DC	Integrerad DC-laddare Vätskekyllning.
ZBE-serien	Atlas Copco	Li-ion LFP	575–1200 kWh	250-1000 kVA	
ZBP-serien	Atlas Copco	Li-ion LFP	58–153 kWh	15-150 kVA	
Carco PowerBank	Carco Energy	Li-ion LFP	200 kWh	180 kW	Integrerad snabbaddning
TheBattery Mobile X	Alfen	Li-ion LFP	360-720 kWh	270 kW	Driftlägen för exempelvis ”peak-shaving”, stödtjänstmarknader (FCR/FRR), mikronät (back-up), vätskekyllning av batterier
rePower	Norrwatt	Li-ion LFP	522–2088 kWh	240-360 kW DC	Integrerad DC-laddare, driftlägen Nät (on-grid) resp. Ö-drift (off-grid)
MGTP	Trime	Lithium	12–125 kWh	5-90kVa	Driftläge för automatisk ”peak shaving”
Battery Box	Bredenoord		34–665 kWh	15–600 kW	Driftlägen ”peak shaving” och ö-drift.
Charging Box CB250	Wacker Neuson	Li-ion	25 kWh	45 kW	

I ett projekt inom testbedden DERConnect vid University of California San Diego testas mobila batterilager för byggarbetsplatser [31]. I projektet undersöks även om batterierna skulle kunna användas som reservkraft vid strömbrott för att driva byggnader med kritisk verksamhet såsom ett sjukhus eller en brandstation.

Bränslecellsgeneratorer

Hitachi Energy har utvecklat en skalbar och flyttbar vätgasgenerator, HyFlex™, för att ersätta dieselgeneratorer i områden utan tillgång till elnät [32]. Under våren 2024 testades vätgasgeneratoren på Skanskas byggarbetsplats i terminalprojektet Arendal 2 i Göteborgs hamn, där den användes för att driva en elektrisk grävmaskin, via en laddstation på plats, under två veckor [33].

Produkten GEH₂® från EODev (Energy Observer Developments) kombinerar ett batterilager med en bränslecellsgenerator som drivs med vätgas [34]. År 2022 tecknade det svenska företaget Nilsson Energy, numera Hydri Solutions, ett distributionsavtal för att sälja generatoren på den svenska marknaden [35].

GeoPura HPU är en vätgasdriven bränslecellsgenerator med ett integrerat batterilager på 250 kWh [36]. Jämfört med användning av rena batterilager beskrivs fördelar med högre tillförlitlighet, möjlighet att täcka högre energibehov under längre tid och oberoendet av laddning från elnätet. Bränslecellsgeneratoren kan också ladda ett separat batterilager. Exempel ges på att i en kombination av HPU och batterilager kan bränslecellsgeneratoren drivas för att täcka baslasten och batteriernas tillfälliga toppar.

Whitecell Systems har en modellår bränslecellsgenerator som drivs med metanol, XGS-55, vilken uppges lämplig för off-grid applikationer och som reservkraft som alternativ till diesel [37]. Bränslecellsgeneratoren är integrerad med ett 60kWh litiumjärnfosfat batterilager och uppges kompatibel med solceller.

Solceller

Ecokraft har lanserat en mobil nyckelfärdig solcellslösning för byggbodar och moduler [38]: ett lättviktsystem som inte belastar takytan utan istället belastar sargen på varje bod². Det marknadsförs även som lätt att installera och flytta mellan projekt och kan kombineras med batterilager [38].

Atlas Copco har en mobil solcellscontainer, ZSC, i två storlekar [39]. Den större containern rymmer 184 solpaneler med en topp effekt på 100 kW. Panelerna sitter på hjul och uppges kunna vecklas ut (till totalt 110 m) på 2h och enkelt vikas ihop igen. Utvecklade har de 15° lutning i öst- och västlig riktning.

I skriften *Så kan ni energieffektivisera arbetsplatsen* uppmanar Byggföretagen att: ”Beakta möjligheten till solceller eller solfångare på taket av byggboden när boden ska placeras. Med en tillhörande batterilösning kan solelen lagras och tex användas för att ladda eldrivna arbetsfordon.” [40]

Utbytbara batterier

Som en möjlig lösning på nuvarande utmaningar med laddningsbehov av eldrivna maskiner under arbetsdagen lyfts utbytbara batterier i arbetsmaskinerna, tillsammans med en utveckling mot större batterikapacitet [41]. En sådan utveckling skulle kunna bidra till minskad energisårbarhet. Utmaningen med batteridrivna arbetsmaskiner som blir stillastående under laddning adresseras i ett examensarbete vid Chalmers. I detta arbete utvecklas ett koncept för ett system för snabba batteribyten på byggarbetsplatsen [42].

Laststyrning

Batterilager enligt ovan hjälper till att täcka effekttoppar, men effektbehovet på byggarbetsplatser skulle även kunna reduceras med hjälp av lösningar för fördelning av elanvändningen mellan olika faser eller olika laster. Liknade lösningar finns idag redan för elbilsaddare och småhus.

I en fallstudie av ett byggprojekt i Nederländerna studerades möjligheter med smarta laddningsstrategier för batterielektriska arbetsmaskiner [41]. För det studerade projektet kunde effektbehovet reduceras med 46 % med hjälp av smart laddning och författarna drar slutsatsen att det i framtiden kommer att krävas smarta strategier för laddning av eldrivna maskiner och utrustning på byggarbetsplatser.

Naeva har utvecklat en plattform som förutom övervakning av maskiner och laddare även bland annat kan användas för lastbalansering mellan laddare och andra laster på byggarbetsplatsen [43, 44].

Lambertsson har utvecklat ett eget Energy Management System (EMS) för en optimerad styrning av energianvändningen på byggarbetsplatser [45]. Genom smart fördelning av elanvändning

² Enligt uppgift från Ecokraft i e-post.

mellan uppvärmning, belysning, maskiner och laddning uppges systemet både minska effektoppar och den totala energianvändningen.

Batterilagren från Atlas Copco är integrerade med ett egenutvecklat energihanteringssystem, ECO Controller™, som beskrivs optimera energigenerering, distribution och energianvändning samt underlätta skalbarhet i decentraliserade system med batterier och flera energikällor [46].

4 Sammanställning intervjuer

4.1 Synen på elektrifierade arbetsplatser

Elektrifieringen av byggarbetsplatser går framåt. Idag förlitar sig de flesta byggarbetsplatser på någon form av utrustning som behöver el som exempelvis hissar men även många handverktyg med batterier.

Samtliga av de intervjuade entreprenörerna ser positivt på elektrifierade byggarbetsplatser och arbetar aktivt med att öka elektrifieringen. Små maskiner är i stor utsträckning redan elektrifierade, medan större maskiner fortfarande är en utmaning. Några av entreprenörerna har genomfört spetsprojekt med hög andel elektrifiering, men samtidigt finns funderingar på vem som ska ta de kostnader som en hög elektrifiering kan medföra. Man upplever också att det just nu kan vara en brist på tillgänglig utrustning, vilket kan påverka projektiden. Parallellt är det vanligt att arbeta med energieffektivisering på byggarbetsplatsen.

Beställarna har en varierad syn på elektrifierade byggarbetsplatser. Vissa av de som intervjuats har tydliga mål om att öka elektrifieringen, andra överlåter ansvaret till entreprenörerna och ställer främst funktionskrav kopplat till hållbarhet. Det finns en medvetenhet om att elektrifiering är ett verktyg i klimatomställningen, men kravställandet varierar beroende på projektets omfattning och plats.

Maskinuthyrarna ser positivt på elektrifierade byggarbetsplatser och både de och tillverkarna arbetar aktivt med att utveckla lösningar för att möta branschens ökade krav på elektrifiering. Samtidigt lyfts det i vissa intervjuer att mindre aktörer kan få det svårt att hänga med.

Tillgången till effekt och byggström styrs ofta av var projekten genomförs. Vid större ombyggnads- och renoveringsprojekt kan befintliga installationer nyttjas men vid nyetableringar är det inte alltid det finns någon som helst infrastruktur för elförsörjning på plats vid start. Det medför att branschen är vana vid att hantera utmaningar med tillgång på ström och effekt, om förutsättningarna finns med från början. Omställningen mot alternativa lösningar som fjärrvärme och biobränslen kan drivas på av en begränsad tillgång på el och effekt.

4.2 Beredskap för tillfälliga strömavbrott

Elnätet i Sverige anses generellt vara stabilt med få avbrott, men att det finns regionala skillnader. Strömavbrott är inget nytt inom byggbranschen. Kortvariga strömavbrott hanteras vanligen utan några större problem, ofta genom att arbetet läggs ner en kortare tid och backup-lösningar för kritisk utrustning. Störst utmaning är att upprätthålla digitalkommunikation, medan batteridrivna verktyg anses vara en möjliggörare för fortsatt arbete vid mycket korta avbrott. En entreprenör beskriver att: *”Det första som händer är att de inte kan använda datorer och nätverket på arbetsplatserna. Batteridrivna grävmaskinen fungerar så länge batteriet räcker, så*

under ett elavbrott under dagtid borde de gå längst. Det är kommunikationen som är mest sårbart.”

För att kunna hantera längre avbrott krävs det mer planering. Ett strömavbrott leder på de flesta byggarbetsplatser till ett stopp i produktionen. Teknik finns för att klara ett avbrott på en till två dagar men det beror mycket på vilka energikällor man använder idag och vilken tid på året det är. Samtidigt påpekas att det finns många andra faktorer som kan få ett projekt att stå stilla.

Den reservkraft som idag finns på en byggarbetsplats används främst för belysning och andra system som krävs för att säkert kunna evakuera en arbetsplats. Även vissa kritiska moment så som glidformsgjutning och vattenpumpar kan ha egna reservkraftaggregat. Hur mycket reservkraft man har tillgänglig är i slutändan en kostnadsfråga, då någon kommer att behöva betala för beredskapen.

Reservkraft produceras idag med hjälp av generatorer drivna med diesel eller HVO medan intresset för batteribackup fortfarande är lågt. Batterilager har, vad de intervjuade entreprenörerna vet, endast använts i vissa specialprojekt och anses generellt vara för dyra och komplicerade. Entreprenörerna har idag ofta avtal med maskinuthyrare som förser dem med reservkraftaggregat vid behov. Ingen av entreprenörerna har ännu haft problem med att få tillgång till generatorer för de arbeten som behövt reservkraft, men vid större strömavbrott kan den tillgängligheten påverkas.

Det är tydligt att entreprenörerna utgår från dagens behov och tillgång. Till skillnad mot övriga Europa så har byggarbetsplatser i Sverige traditionellt försetts med byggström från elnätet. En konsekvens blir bland annat att maskinuthyrningsfirmorna har betydligt färre aggregat i sina förråd än vad som finns på kontinenten. En av maskinuthyrarna lyfter att det för deras del blir en utmaning i att ha rätt utrustning på rätt plats och tid, särskilt eftersom jourverksamhet inte alltid finns tillgänglig. I en intervju konstateras att: *”Byggbranschen är en trög bransch det krävs att det händer flera strömavbrott för att det ska komma på bordet. Tror ingen idag statar ett projekt med tankarna att man ska ha batterilager eller reservkraft på plats.”*

De intervjuade beställarna ställer idag inga specifika krav på att entreprenörerna ska ha beredskapsplaner för hantering av större strömavbrott, men de inser att det kan vara något som behövs i framtiden. Kortare avbrott anses hanterbara, men längre avbrott kan få konsekvenser för projektens tidplaner och säkerhet. Generellt finns en förväntan att entreprenörerna ska komma på lösningar för att hantera dessa situationer.

Entreprenörerna anser att det finns en brist på formella rutiner på hur större strömavbrott ska hanteras. I framtiden kan det finnas ett behov av vägledning för prioritering för användandet av reservkraft. Två av de intervjuade aktörerna påpekar att behovet av prioritering gäller för så väl den enskilda arbetsplatsen som flera arbetsplatser inom ett avbrottsområde.

På frågan om vilka utmaningar som beställarna ser relaterat till tillfälliga strömavbrott nämns säkerhetsaspekter, kostnader för backup-lösningar och brist på tydliga rutiner. De känner även en osäkerhet i vilka konsekvenser som kan uppstå vid längre avbrott och om det skiljer sig från andra faktorer som får ett arbete att stå stilla. Särskilt när arbetsmaskiner och kranar står stilla. På frågan om hur det skulle kunna hanteras föreslås batteribackuper som en möjlig lösning ihop med traditionella generatorer.

En aspekt som kom fram är att det inte är själva byggandet i sig som klassas som samhällsviktigt vid en krissituation, utan det beror på vad man bygger. Antar vi ett civilförsvarsperspektiv så är

det av större vikt att ha en beredskap för att kunna röja och bygga upp raserad infrastruktur och raserade byggnader även om ström inte finns i nätet, än att kunna förse enskilda byggprojekt med ström.

Slutligen nämns det i flera intervjuer att även om byggbranschen är ovana vid längre strömbortfall är aktörerna vana att agera och lösa saker när det händer, för det händer saker på byggarbetsplatsen hela tiden.

4.3 Hantering av en begränsad effekt

Begränsad tillgång på överföringskapacitet och tillgänglig toppeffekt förekommer redan idag vid olika byggprojekt. Som nämnts tidigare styrs ofta tillgång till effekt och byggström av var projekten genomförs. Vid större ombyggnads- och renoveringsprojekt kan befintliga installationer nyttjas men vid nyetableringar är det inte alltid det finns någon infrastruktur för elförsörjning på plats vid start. I de flest byggprojekt beräknas behovet av byggström via olika simuleringar och estimeringar, för att planera effektbehovet, vilka sedan jämförs med tillgänglig el. Beräkningarna görs även för att undvika höga kostnader på grund av onödigt stora anläggningar. Nästan ingen av de representanter för entreprenörerna som intervjuats har själva varit med om tillfälliga effektbortfall. En person nämner att hen i ett om- och tillbyggnadsprojekt var med om att de lyckades överbelastat elnätet som ledde till ett strömavbrott på fastigheten, men det var snabbt åtgärdat.

Alla intervjuade entreprenörer arbetar idag, mer eller mindre, med att effektivisera energianvändningen på sina byggarbetsplatser genom framför allt användning av LED-belysning och energieffektiva bodar, vilket även påverkar effektbehovet. Samtidigt påpekar en av intervjupersonerna att: *"För några år sen när elen blev dyr, blev det en fråga att minska elanvändningen - plötsligt blev det en kostnadsfråga att minska elanvändningen och då la vi om rutinerna. Men nu har vi återgått till de gamla rutinerna"*. Därutöver lyfts vikten av att använda rätt typ av energikälla till rätt förbrukning. Det förekommer att fjärrvärme används för både byggbodar samt byggvärme för uttorkning och uppvärmning. Några entreprenörer har även viss erfarenhet av att använda pellets. En av aktörerna nämner att det aktivt arbetas med fasfördelning för att minska effekttoppar medan andra i stället arbetar med styrning av värme. En av de intervjuade fokuserar på att snabbt få tätt hus för att minska behovet av byggvärme. Ytterligare en lösning som nämns är användandet av strömkännare på inkommande el, för att minska risken för att en effekttopp slår ut byggarbetsplatsen.

Maskinuthyrare arbetar i sin tur med att kunna tillhandahålla ovanstående lösningar. Särskilt nämner de möjligheten att använda fjärrvärme och pellets för att minska behovet av elvärme samt lösningar för smart styrning av energianvändning. Det finns redan idag teknik för att sprida effekttuttag över dygnet och minska effekttoppar.

Beställarna ser, precis som entreprenörerna, att begränsad effekt idag kan hanteras genom planering, styrning av effekttuttag och användning av geoenergi eller fjärrvärme. Samtidigt finns en oro för att ökade krav på elektrifiering kan leda till högre kostnader och längre byggtider. Redan idag anses byggvärme under kalla årstider som en särskild utmaning.

För att hantera effektbrist behövs lösningar som underlättar prioritering av elanvändning. En av de intervjuade aktörerna berättar att de redan idag börjat titta på om det går att rangordna utrustningen utifrån olika klasser eller typer samt utreda vilka konsekvenser det får om det prioriteras bort, men att det är i ett tidigt stadium.

När elektrifieringen ökar befarar fler av intervjupersonerna att vi troligen kommer få se fler projekt där tillgänglig anslutningseffekt inte kommer vara tillräcklig. För att förekomma en del av den framtida problematiken anses det viktigt med en tidig dialog med nätägare och planering. Dock är man inte helt överens om vem som bör ansvara för den dialogen. Några av entreprenörerna anser att det oftast är beställaren som ansvarar för abonnemangsanmälan och då behöver ansvara för dialogen. Beställare svarar med att det ofta är entreprenören som sitter på informationen om hur mycket effekt som behövs. Det kan konstateras att det finns ett behov av bättre samordning mellan beställare, entreprenörer och energibolag. Gärna i tidiga skeden.

4.4 Utmaningar med elektrifierade byggarbetsplatser

Även om fokus för förstudien är att fånga upp utmaningar med koppling till energisårbarhet och effekt har det vid intervjuerna diskuterats flera angränsande problemställningar.

En reflektion som framkommit är att ett ökat byggande i trä kommer ställa andra krav på uppvärmning än vad man är van vid. Det blir således ännu viktigare att arbeta med tätt hus tidigt om man vill hålla energianvändningen nere.

Arbetsmiljö och kostnadseffektivitet är viktiga drivkrafter för alla val på byggarbetsplatser. Elektrifieringen blir således en kostnadsfråga. I ett par av intervjuerna diskuterades att man som entreprenör och leverantör inte bara kan köpa nya maskiner och utrustning, för att beställaren ställer krav. En intressant frågeställning som också lyftes är om alla verkligen ska satsa på 100 % elektrifiering överallt. Det kan finnas projekt där det helt enkelt inte är lämpligt. Det knyter an till inspelet om att använda rätt typ av energikälla till rätt förbrukare. Två entreprenörer poängterar särskilt anser att kommunernas roll är central för att möjliggöra elektrifiering.

En annan aspekt av elektrifieringen är elektrifierade transporter till och från byggarbetsplatsen. Det ger upphov till nya utmaningar så som eventuellt behov av att kunna ladda tunga transporter på byggarbetsplatser. Å andra sidan kan det också ge nya möjligheter då elektriska fordon som kommer till byggarbetsplatsen skulle kunna fungera som batterilager via vehicle-to-grid lösningar om det skulle uppstå behov av backup vid exempelvis strömavbrott.

4.5 Behov av utveckling och framtidsspaningar

Alla som intervjuats anser att elektrifieringen av våra byggarbetsplatser generellt kommer att öka och att vi kommer se fler nästintill helt elektrifierade byggarbetsplatser i framtiden. Samtidigt påpekar utförarsidan att det finns ett behov av ökad kravställning från beställare för att driva på elektrifieringen.

På en elektrifierad byggarbetsplats anses den stora energianvändningen generellt vara grävmaskiner, byggkranar, el-värme, avfuktare och bodar. I framtiden tror alla att vi kommer se fler stora maskiner som är elektrifierade. Utmaningar man ser på kort sikt inkluderar brist på formella rutiner, behov av vägledning för prioritering, kommunikationssvårigheter på mångkulturella arbetsplatser samt tillgång till reservkraft. En av de intervjuade betonar att: *"Jag tror vi kommer behöva förprojektera en arbetsplats mer. Elektrikern får mycket arbeta med att samordna detta."*

Nästan alla som intervjuats lyfter att det finns behov av teknikutveckling inom batteriteknik, batterilager, smarta styrsystem och energieffektiva uppvärmningslösningar för att minska såväl energianvändningen som storleken på effekttopparna. Det framkommer att arbetssätt, metoder och tekniker finns men att aktörerna behöver tänka lite mer kris än normal beredskap för att vara redo när situationer uppstår.

I en intervju konstateras att det borde finnas fler färdiga alternativa tekniska lösningar till gasolvärme som man skulle kunna ställa ut på byggen. Andra nämner ökad användning av bergvärme, pellets och fjärrvärme, men erfarenheten av att använda dessa system på byggarbetsplatsen varierar. En entreprenör efterfrågar mjukvaror för att prioritera elanvändning, medan andra i stället efterfrågar bättre planering och samordning. Något som kan behövas på styrsidan är mjukvara för att hantera fränkopplingar av olika utrustning när tillgänglig effekt minskar. Exempelvis hjälp med att säkerställa att de utrustningar som stängs ner inte behöver stora effekter för att starta igen. Maskinuthyrare och tillverkare anser att de redan idag arbetar med att utveckla intelligenta bodsystem och energieffektiva lösningar, men att dessa lösningar inte alltid efterfrågas.

Från intervjuer med maskinuthyrare och tillverkare kan det konstateras att de anser att lösningar som möjliggör prioritering av elanvändning behövs för att hantera effektbrist, samt integration av energilager i flexmarknader. De påpekar att de vill vara med i dialog på ett tidigare stadiet för att bättre kunna utveckla och anpassa rätt lösningar. ”*Branschen behöver samverka och ser de lösningar som finns, som till stora delar bygger på revidering av metodik och eftertanke.*” Dessa aktörer arbetar redan idag med att erbjuda energilager och fjärrvärmelösningar men ser att det kan utvecklas.

Från beställarsidan finns en önskan om bättre vägledning och samordning mellan beställare, entreprenörer och energibolag. Digitalisering och uppföljning av krav är andra områden som är viktiga för beställare.

På frågan om man tror att de nya effekttaxorna kommer få någon påverkan på elektrifieringen och effekthanteringen är alla aktörerna tveksamma. Några svarar att de tror att man *måste upp i högre priser för att det ska bli viktigt att jobba med att minska elanvändningen och effekttoppar*. I en intervju framkommer: ”*Det är intressant att titta på utifrån tillgänglighetsperspektiv och prisvariationer. Märker någon om vi låter bli att värma under några timmar? Finns jättemycket att göra när det gäller de här bitarna.*”

Vid frågan om vad de intervjuade ser angående framtida tekniker kommer följande förslag fram. Byggbodarna skulle kanske kunna utrustas med batterier och solceller, så slipper de anslutas till elnätet. Bodarna skulle då även kunna användas för beredskap men det kräver att investerare tar fram en standardlösning för denna teknik. Även tillfälliga solcellsanläggningar och förbättrad batteriteknik nämns kunna ha utvecklingspotential. Just tillfälliga solcellsanläggningar ser en av entreprenörerna är av extra intresse i större etableringsområden. ”*Då skulle flera operatörer kunna dela på kostnaderna för anläggningen under projektiden och solcellerna skulle sedan kunna lyftas över till någon av fastigheterna exempelvis ett garage.*” Andra tekniker man tror kan vara användbara i framtiden är mer avancerade balanstjänster och nyttjande av AI för mer optimerad drift av byggarbetsplatsen.

Ett koncept som föreslås av framför allt beställarsidan är Power-as-a-service. Det innebär att man i stället för att beställa en anslutningspunkt från elbolaget beställer elkraft som en tjänst.

Det är då upp till elbolaget att avgöra om elen ska levereras via nätet, battericontainrar eller kombinationer. Dessa lösningar används idag inom industrin.

I intervjuerna nämns även en del tankar om olika vehicle-to-grid (V2G) lösningar, vilket berörts ovan. Två av de intervjuade aktörerna lyfter särskilt fram V2G som en möjlig intressant framtidslösning medan resten är mer tveksamma. Batteridrivna servicebilar med V2G möjligheter finns redan idag. Ett förslag är att uppmuntra till att servicebilarna kan få ladda till ett förmånligt pris mot att de kan verka som en kraftkälla om det skulle uppstå problem. En intervju pointerar att V2B (vehicle-to-byggarbetsplats) måste vara enkelt om det ska fungera. ”Hightech” måste vara ”lowtech”.

Batterilager lyfts ofta fram som en lösning för energilagring och för att hantera effektoppar. Här anser aktörerna generellt att dessa lösningar idag är för dyra och komplicerade, men det kan ändras i framtiden. Några aktörer lyfter att batterilagringssystem redan idag används för att lastbalansera, så om de skulle finnas vid längre byggprojekt skulle de även kunna erbjudas som balanseringstjänst, vilket skulle kunna vara en intäkt. Medan andra är betydligt mer tveksamma om det kommer vara teknisk genomförbart. Några av beställarna nämner att om mobila energilagrar används kan det vid behov bli aktuellt att flytta dessa till andra samhällsviktiga funktioner.

På frågan om behovet av vägledning efterfrågar entreprenörerna så väl styrsystem för prioritering av elanvändning vid effektbrist, samt vägledning för krishantering. Beställarna betonar behovet av bättre planeringsverktyg och vägledning för att undvika överdimensionering. Maskinuthyrarna ser ett behov av utbildning för att öka kunskapen om batterier och elmaskiner hos användare av utrustningen. De anser att det redan idag finns brister i hantering av de elektrifierade maskiner som används.

Inte i någon av intervjuerna har behov av bättre upphandlingsunderlag nämnts. Snarare ansåg en av de intervjuade att de material som WSP tagit fram för Göteborgs stad om *Upphandling av utsläppsfria bygg och anläggningsplatser* [5] fortfarande räcker.

5 Sammanställning från webinarium med branschaktörer

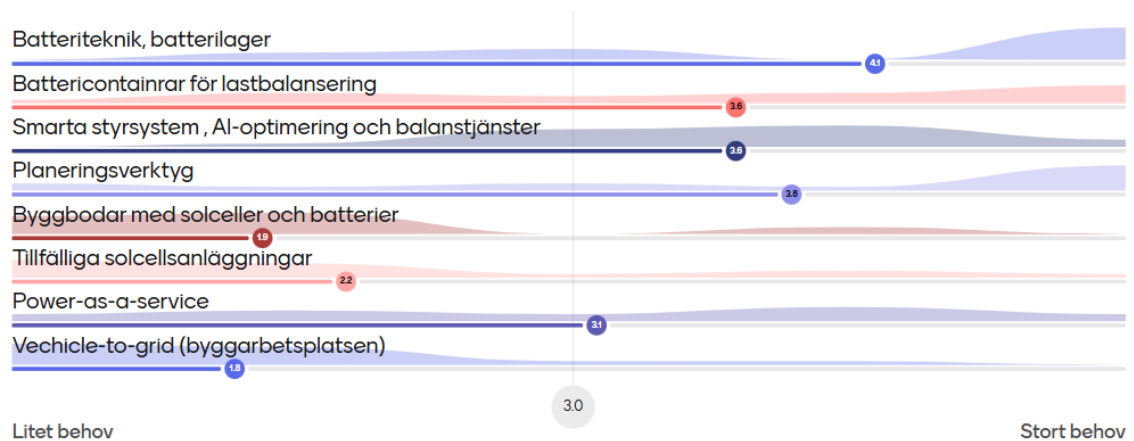
Den 25 november genomfördes ett öppet webinarium med branschaktörer där resultatet från intervjuerna presenterades och en diskussion fördes kring framtida behov av teknikutveckling och vägledning. Deltagarna fick avslutningsvis även besvara ett antal frågor individuellt via Mentimeter. Total deltog 42 personer varav ett 20 tal svarade på frågorna nedan.

Här framkom flera utmaningar kopplat till att hantera energisårbarhet och effektbrist på byggarbetsplatser. Bland annat att implementering av befintliga tekniska lösningar är bristfällig trots att de finns tillgängliga, låg kunskap och kompetens hos aktörer och att den kompetens som finns hos exempelvis uthyrare och tillverkare inte nyttjas i tillräcklig utsträckning. Kostnad kontra nytta är en annan aspekt. Flera aktörer upplever att kostnaden för att implementera olika lösningar för att hantera en eventuell kapacitetsbrist eller ett strömbavbrott inte står i proportion till den upplevda nyttan. Utöver detta framkom utmaningar som bristande planering och

framförhållning, långa handläggningstider från nätbolag, att prioritera hållbara lösningar samt affärsmodellen.

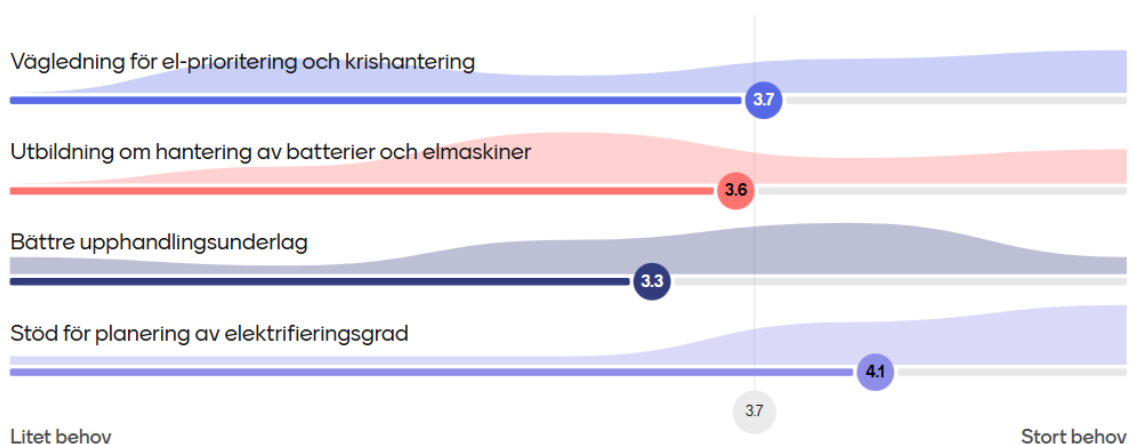
Figur 1 och Figur 2 visar svar på frågor om hur stort behov deltagarna såg av utveckling, respektive vägledande material inom ett antal områden identifierade genom intervjuer och litteraturstudien.

Hur stort behov ser ni av utveckling inom:



Figur 1 Mentimeter resultat från fråga: Hur stort behov ser ni av utveckling inom identifierade områdena (baserade på intervjuer och litteratur)

Hur stort behov ser ni av vägledande material inom:



Figur 2 Mentimeter resultat från fråga: Hur stort behov ser ni av vägledande material inom identifierade områdena (baserade på intervjuer)

Det blir tydligt att det finns ett stort behov av både utveckling och vägledning inom flera områden. Deltagarna efterfrågar goda exempel på befintlig teknik samt insamling av erfarenheter från aktörer som testat olika lösningar. Samtidigt belyses vikten av att dessa insatser inte stannar i ett pilot- eller demonstrationsprojekt.

För att möjliggöra välgrundade val av teknik och olika lösningar framförs att det krävs ökad förståelse och noggrann planering av effektbehovet. Dimensioneringen bör baseras på realistiska nivåer och inte enbart på summerade toppeffekter.

Flera anser att kunskapsnivå är låg vilket förstärker behovet av vägledande material, utbildningar och stöd för planering som gör det enkelt att fatta rätt beslut. Det efterfrågas även material som underlättar bättre planering inför uppstart av byggarbetsplatser. Därutöver uttrycktes behov av stöd för beställare som täcker hela värdekedjan.

Kopplat till upphandlingsunderlag framförs att det som tagits fram på uppdrag av Göteborgs stad om *Upphandling av utsläppsfria bygg- och anläggningsplatser* [5] är bra för att handla upp en elektrifierad byggarbetsplats men kanske skulle behöva kompletteras avseende energisårbarhet.

6 Sammanfattning av kunskapsläge och framtida behov

Sammanfattningsvis kan konstateras att byggbranschen rör sig mot ökad elektrifiering och det finns behov av både teknikutveckling och vägledningar inom flera områden. Det anses finnas ett behov av teknikutveckling inom framförallt bättre batterier, smarta styrsystem och energieffektiva uppvärmningslösningar, för att minska såväl energianvändningen som storleken på effektopparna.

På kort sikt ses ett behov av rutiner, praktisk vägledning och prioriteringsstöd vid effektbrist och längre strömavbrott samt kompetenshöjning. Behovet av goda exempel och erfarenhetsinsamling är stort, samtidigt som insatser måste leda vidare från pilot- och demonstrationsprojekt till bredare implementering. Det finns även ett behov av utbildning för att öka kunskapen om batterier och eldrivna maskiner hos användare.

Behovet av bättre upphandlingsunderlag anses tillgodoses genom det material som tagits fram på uppdrag av Göteborgs stad om *Upphandling av utsläppsfria bygg- och anläggningsplatser* [5]. Notera dock att underlaget fokuserar främst på utsläppsfria bygg- och anläggningsplatser och inte på frågor som rör energisårbarhet och effektbrist, vilket är ett område där det finns utvecklingsbehov.

Baserat på de behov som identifierats i föreliggande studie har upplägg, innehåll och målgrupp för en vägledning tagits fram för att hantera och ha beredskap till en begränsad tillgänglig effekt på byggarbetsplatsen och presenteras i Bilaga 1.

7 Fortsatt arbete

Identifierat behov av teknikutveckling listats nedan och gäller främst att minska så väl energianvändningen som storleken på effekttopparna:

- Bättre batterier
- Smarta styrsystem och bättre planeringsverktyg
- Energieffektiva uppvärmningslösningar

Behovet av teknikutveckling kan med fördel avgränsas för att genomföras i form av en eller flera innovationsupphandlingar.

Branschen efterfrågar:

- Guider, rutiner och praktiska verktyg för att hantera energisårbarhet vid strömavbrott eller effektbrist.
- Förberedelse för beredskapsscenarier: längre strömavbrott, kapacitetsbegränsningar, och elektrifieringens påverkan.
- Kunskap om prioriteringar på byggarbetsplatser vid låg effekt eller avbrott.
- Kurser kring batterier och eldrivna maskiner.

Slutligen kan konstateras att projektgruppen har fått respons från flera branschaktörer som anser att branschen borde arbeta vidare med frågan.

Referenser

- [1] 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 19 12 2025].
- [2] H. N. Lantz och V. Edenhofer, "Energianvändning på byggarbetsplatsen," SBUF & LÅGAN, Göteborg, 2021.
- [3] F. Zehaie, L. Lidén, S. Uppenberg och J. Wallström, "Omvärldsanalys av arbetsmaskiner och fordon inom entreprenad," 2024.
- [4] Bymiljøetaten, "Utslippsfri anleggsplass: Bymiljøetatens erfaring med elektriske anleggsmaskiner i Olav Vs gate," Oslo kommune, Oslo , 2020.
- [5] WSP, "Utslippsfria bygg och anläggningsplatser: Rekommendationer till upphandlingskrav," 2020. [Online]. Available: https://www.businessregiongoteborg.se/sites/brg/files/downloadable_files/slutrapport-utslippsfria-bygg-och-anlaggningsplatser_0.pdf.
- [6] K. Axelsson, F. Rahm och A. Rensmo, "Utslippsfria entreprenader - Lathund och goda exempel," 2024.
- [7] Miljødirektoratet, "Veileder: Bygge- og anleggsplasser: Utslippsfrie løsninger," 2023. [Online]. Available: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energitiltak/bygg-og-anlegg/utslippsfrie-byggeplasser/>. [Använd 12 12 2025].
- [8] G. Lama och M. Haegermark, "Elektrifisering av byggarbetsplatser. LÅGAN PM," 2025.
- [9] CO-PI, "Grønt gearskifte til emissionsfrie arbeidsmaskiner," Copenhagen, 2024.
- [10] S. Janhäll, A. Genell och H. Askemar, "Hur påverkar hälsoeffekter planeringen av elektrifierade byggarbetsplatser?," RISE Rapport 2023:108, 2023.
- [11] CO-PI, "Gevinster ved emissionsfrie arbeidsmaskiner - En samfunnsøkonomisk analyse," 2023. [Online]. Available: <https://co-pi.dk/media/s0onjaqz/2023-gevinster-ved-emissionsfrie-arbejdsmaskiner-a4.pdf>.
- [12] Hjullastare.se, "Hjullastarens historia," 2025. [Online]. Available: <https://hjullastare.se/historia.lastmaskin>. [Använd 16 12 2025].
- [13] C. Moster, "Electrification of construction sites (Presentation för BKK)," 28 09 2021. [Online]. Available: https://www.uib.no/sites/w3.uib.no/files/attachments/bergen_energy_lab_bkk_electrification_of_construction_sites_28.09.21_0.pdf. [Använd 17 11 2025].
- [14] P. Eriksson, "Bara eldrivna grävmaskiner på norskt vägbygge," *Anläggningsvärlden*, 30 01 2024.
- [15] The Optimist Daily, "Oslo's quiet revolution: how electric construction sites are changing the game," 22 01 2025. [Online]. Available: <https://www.optimistdaily.com/2025/01/oslos-quiet-revolution-how-electric-construction-sites-are-changing-the-game/>.
- [16] Naturvårdsverket, "Åtgärder för att främja ladd- och tankinfrastruktur för arbetsmaskiner," 2025. [Online]. Available: <https://www.naturvardsverket.se/om-oss/regeringsuppdrag/slutredovisade->

regeringsuppdrag/atgarder-framja-ladd-och-tankinfrastruktur-arbetsmaskiner/. [Använd 28 11 2025].

- [17] Skanska, "Utsläppsfri byggarbetsplats, Östersund - Förskolan Storfjället - utvärdering av ett mark- och byggprojekt utfört med elektriska maskiner," <https://www.skanska.se/48ff03/siteassets/om-skanska/press/rapporter/storfjallets-forskola/storfjallets-forskola-rapport.pdf>, 2024.
- [18] Östersunds kommun, "Utsläppsfri arbetsplats," 2025. [Online]. Available: <https://www.ostersund.se/bygga-bo-klimat-och-miljo/klimat-och-miljo/sa-arbetar-kommunen-med-klimat-och-miljo/klimatomställning/utslappsfri-arbetsplats.html>. [Använd 26 11 2025].
- [19] Ellevio, "Tillsammans elektrifierar vi Sverige - Ellevio AB Års- och hållbarhetsredovisning 2024," [Online]. Available: <https://www.ellevio.se/globalassets/content/finansiell-information/2024/ars--och-hallbarhetsredovisning-2024-web.pdf>. [Använd 15 10 2025].
- [20] Ellevio, "Nyheter: Ladd- och körtid i fokus vid elektrifierad entreprenad," 2024b. [Online]. Available: <https://www.ellevio.se/nyheter/nyheter/ladd--och-kortid-i-fokus-vid-elektrifierad-entreprenad/>. [Använd 15 10 2025].
- [21] Ellevio, "Nyheter: Lyckat elektrifierat samarbete mellan Ellevio och Axeda i Gullspång," 2025. [Online]. Available: <https://www.ellevio.se/nyheter/nyheter/lyckat-elektrifierat-samarbete-mellan-ellevio-och-axeda-i-gullspang/>. [Använd 15 10 2025].
- [22] R. Lundström, "Mölnadal Energi Så kan byggarbetsplatser bli mer hållbara," 2024. [Online]. Available: <https://www.molndalenergi.se/foretag/kunskap/sa-kan-byggarbetsplatser-bli-mer-hallbara#:~:text=En%20utmaning%20f%C3%B6r%20m%C3%A5nga%20byggen%20idag%20%C3%A4r,kapacitet%20i%20en%C3%A4tt%20och%20byggarbetsplatsen%20kan%20d%C3%A4rf%C3%B6r.> [Använd 26 12 2025].
- [23] M. Eskilsson och J. Rosander, "Eldrivna arbetsmaskiners strukturella påverkan och kravställning på långsträckta infrastrukturprojekt," Examensarbete vid Tekniska Högskolan i Jönköping, 2025.
- [24] Vattenfall, "Vattenfall och Northvolt lanserar batterilager," 2020. [Online]. Available: <https://group.vattenfall.com/se/nyheter-och-press/nyheter/2020/vattenfall-och-northvolt-lanserar-batterilager>. [Använd 09 11 2025].
- [25] Northvolt, "Solutions - Construction," [Online]. Available: <https://northvolt.com/solutions/construction/>. [Använd 29 12 2025].
- [26] Billström Riemer Andersson Bygg AB, "Batterilagring ersätter dieseldrivna generatorer," 21 04 2023. [Online]. Available: <https://bragroup.se/nyheter/batterilagring-ersatter-dieseldrivna-generatorer>.
- [27] Swecon, "Volvo EC230 Electric i lyckat projekt i Sälenfjällen," 2025. [Online]. Available: <https://www.swecon.se/om-swecon/nyheter-press/berattelser/2025/volvo-ec230-electric-i-lyckat-projekt-i-salenfjallen/>. [Använd 29 12 2025].
- [28] Atlas Copco, "Energilager i container," [Online]. Available: <https://www.atlascopco.com/sv-se/construction-equipment/products/energy-storage-systems/medium>. [Använd 29 12 2025].
- [29] Atlas Copco, "Små energilager," [Online]. Available: <https://www.atlascopco.com/sv-se/construction-equipment/products/energy-storage-systems/small>. [Använd 14 01 2026].

- [30] Atlas Copco, "Särskilt små energilagringssystem," [Online]. Available: <https://www.atlascopco.com/sv-se/construction-equipment/products/energy-storage-systems/extra-small>. [Använd 14 01 2026].
- [31] [Online]. Available: <https://today.ucsd.edu/story/could-mobile-batteries-enable-electric-construction-vehicles-and-enhance-grid-resilience>.
- [32] PowerCell Group, "PowerCell driver ren, "off-grid"-energi: första kommersiella ordern på Hitachi Energys HyFlex™-system," 2025. [Online]. Available: <https://powercellgroup.com/press-releases/powercell-driver-ren-off-grid-energi-forsta-kommersiella-ordern-pa-hitachi-energys-hyflex-system/>. [Använd 29 12 2025].
- [33] Göteborgs Hamn, "Göteborgs Hamn i vätgassamarbete med Hitachi Energy och Skanska," 19 03 2024. [Online]. Available: https://www.mynewsdesk.com/se/goteborgs_hamn/pressreleases/goeteborgs-hamn-i-vaetgassamarbete-med-hitachi-energy-och-skanska-3311355/.
- [34] EODev, "GEH2," 2025. [Online]. Available: <https://www.eo-dev.com/products/geh2-the-zero-emission-hydrogen-power-generator/#features>. [Använd 29 12 2025].
- [35] Vätgas Sverige, "Nyheter - Nilsson Energy först i Sverige att erbjuda en emissionsfri flyttbar bränslecellsgenerator," 2022. [Online]. Available: <https://vatgas.se/2022/12/20/nilsson-energy-forst-i-sverige-att-erbjuda-en-emissionsfri-flyttbar-branslecellsgenerator/>. [Använd 29 12 2025].
- [36] GeoPura, "Introducing the Hydrogen Power Unit (HPU)," [Online]. Available: <https://www.geopura.com/products/hydrogen-powered-generators/hpu/>. [Använd 15 01 2026].
- [37] Whitecell Systems, [Online]. Available: <https://www.whitecell-systems.com/products/>.
- [38] T. Österholm, "Ecokraft lanserar solcellslösning för byggbodar och moduler," *Solenerginyheter.se*, 2025.
- [39] Atlas Copco, "Sortiment av mobila solcellscontainrar," [Online]. Available: <https://www.atlascopco.com/sv-se/construction-equipment/products/mobile-solar-power/mobile-solar-container-range>. [Använd 29 12 2025].
- [40] Byggföretagen, "Så kan ni energieffektivisera arbetsplatsen.," 2025. [Online]. Available: https://byggforetagen.se/app/uploads/2025/02/Energieffektivisering_250213.pdf. [Använd 15 01 2026].
- [41] F. Kuipers och R. Wolbertus, "Smart charging of battery-electric construction machinery at construction sites; A case study in the municipality of The Hague.," i *38th International Electric Vehicle Symposium and Exhibition (EVS38)*, Göteborg, 2025.
- [42] E. Fabricius och C. Ingemarsson, "Conceptual Development of a Battery Swap Management System - A Systematic Approach to Developing a Semi-Automated Battery Swap Solution for Electric Construction Machinery," Examensarbete Chalmers tekniska högskola, 2025.
- [43] Naeva, [Online]. Available: <https://www.naeva.no/en/losninger/klima-og-energi/charging-and-payment-system>.
- [44] Naeva, [Online]. Available: <https://www.naeva.no/en/losninger/climate-and-energy>.

- [45] Lambertsson, "Elektrifiering och smart energioptimering av byggarbetsplatser," 2025. [Online]. Available: <https://lambertsson.com/nyheter/elektrifiering-och-smart-energioptimering-av-byggarbetsplatser/>. [Använd 29 12 2025].
- [46] Atlas Copco, "ECO, Energy Controller Optimizer," [Online]. Available: <https://www.atlascopco.com/sv-se/construction-equipment/products/energy-storage-systems/eco-energy-controller-optimizer>. [Använd 15 01 2026].
- [47] Cargo Energy, "Energilagring - lösningen på effektbristen," [Online]. Available: <https://www.carcoenergy.se/dcladdare-2>. [Använd 14 01 2026].

Bilaga 1 – Förslag på innehåll i vägledning

I detta avsnitt presenteras förslag på innehåll i vägledning för att byggentreprenörer och maskinuthyrare ska kunna hantera och ha beredskap för en begränsad tillgänglig effekt på byggarbetsplatsen. Förslaget bygger på de behov som identifierats i föreliggande studie. För att ta fram delar av innehållet behövs ytterligare studier och eventuellt pilotprojekt.

Syftet är att ge byggentreprenörer och maskinuthyrare praktiska verktyg, rutiner och kunskap för att planera, prioritera och hantera situationer med begränsad effekt eller strömavbrott, utan att påverka säkerhet, tidplan, kostnadseffektivitet eller arbete med att öka elektrifiering på byggarbetsplatser.

Målgrupp:

Primär: Byggentreprenörer och maskinuthyrare (platschefer, projektledare, energisamordnare, KMA-samordnare).

Sekundär: Beställare, energibolag, myndigheter

Upplägg och innehåll:

1. Introduktion

- Förankring i organisation
- Varför energisårbarhet och beredskap är en viktig fråga
- Koppling till elektrifiering och klimatomställning
- Risker vid effektbrist och längre strömavbrott

2. Förstudie för planering av effektbehov

- Identifiera behov
- Metodik för effektdimensionering
- Checklista för tidig dialog med nätägare
- Roller och ansvar (beställare vs entreprenör vs nätägare)

3. Beredskap vid strömavbrott

- Prioriteringslogik (vilken utrustning kopplas bort först)
- Frånkopplingsordning och kritiska funktioner (kommunikation, evakuering, säkerhetsmoment)
- Reservkraftslösningar (diesel/HVO, batterilager – när och hur)
- Kommunikationssäkerhet vid avbrott

4. Hantering av begränsad effekt

- Fastsättning och styrning av el och värme
- Alternativa energikällor (fjärrvärme, pellets)
- Smart styrning och lastbalansering
- Prioriteringsmatris för utrustning (kritisk, viktig, kan pausas)

5. Praktiska verktyg och mallar

- Checklistor: Effektplanering, beredskap, frånkoppling
- Mall för prioriteringsplan: Rangordning av utrustning

6. Kompetens och utbildning

- Kortkurser för platsledning
- Kurser kring batterier och eldrivna maskiner

7. Goda exempel och erfarenhetsbank

- Exempel så som: Oslo helelektrifierad byggarbetsplats
- Kostnad kontra nytta och lärdomar

8. Uppföljning och nyckeltal

- Effekttopp (kW) m.m.

LÅGAN (samverkan för byggnader med mycket **LÅG** energi**AN**vändning) är Energimyndighetens entreprenörsnätverk för energi- och resurseffektiva byggnader. LÅGAN samlar Byggföretagen, Energimyndigheten, Boverket, Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF), Installatörsföretagen, byggentreprenörer, byggherrar och konsulter.

LÅGAN

www.laganbygg.se

www.linkedin.com/company/laganbygg

