Innovationer och nya tillämpningar:
Metodutveckling

Automatiserad uppföljning av byggprojekt

JARKKO ERIKSHAMMAR
LARS STEHN
MATHIAS HAAGE
HELENA ERIKSSON

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET
LUNDS UNIVERSITET
LTH LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Automatiserad uppföljning av byggprojekt

Autonoma och semi-autonoma metoder för uppföljning och styrning av byggprojekt

Jarkko Erikshammar, Lars Stehn, Mathias Haage och Helena Eriksson

Autonoma metoder för uppföljning och styrning av byggprojekt utvecklas snabbt, men utmaningar kvarstår, särskilt i pågående projekt där färdiga lösningar saknas. Robotbaserade system (automatiska) och smarta hjälmar (halvautomatiska) har testats för att möta behov av framkomlighet och föränderliga arbetsmiljöer. Det är svårt att avgöra vilka teknologier som passar bäst, och hantering av strukturerad samt ostrukturerad data är en utmaning. Fortsatta tester krävs för att anpassa lösningarna till byggarbetsplatsernas behov och säkerställa sömlös dataöverföring. För att fullt utnyttja potentialen krävs bättre integration mellan teknik och arbetsprocesser samt systematiska implementeringsstrategier.

Med stöd från

VINNOVA Sveriges innovationsmyndighet

Energimyndigheten

FORMAS

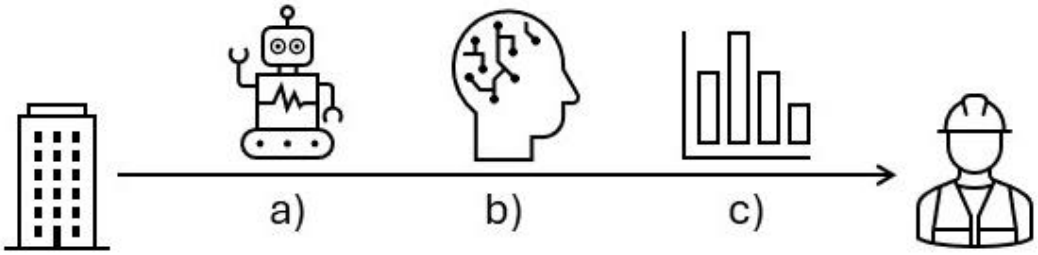
Strategiska innovations-program

1 Utmaningen

1.1 Behovet av automatiserad uppföljning av byggprojekt

Byggentreprenörer står idag inför utmaningen att identifiera nya verktyg som kan öka produktiviteten i deras projekt. Robotisering har framhållits som en potentiell möjliggörare för att bidra till förbättrad kontroll och styrning genom automatiserad uppföljning av byggprojekt. Genom insamling av data som speglar progressionen på byggarbetsplatsen skapas förutsättningar för datadrivna beslut. Dessa beslut kan omfatta prioritering av resurser, omplanering, omarbeten samt säkerhetsåtgärder, vilket i sin tur kan leda till effektivare byggprocesser.

För att fånga processdata till datadrivna beslut krävs (a) automatiserad inhämtning genom datorseende (Eng. *data capture, computer vision*) samt (b) AI-baserad tolkning och analys samt (c) presentation och visualisering av data för beslutsfattare på byggarbetsplatsen (Figur 1).



Figur 1 Konceptuell bild av informationsflöde från automatiserad inhämtning genom datorseende, AI-baserad tolkning och analys, samt visualisering av data för beslutsfattare (platsledning)

Konceptuellt sett är processen för datafångst och tolkning relativt enkelt, men i dagsläget finns det få tillgängliga kommersiella lösningar som är fullt anpassade till byggplatsens specifika förutsättningar. Det finns även ett begränsat antal produkter som täcker hela informationsflödet och säkerställer en sömlös integration. De flesta leverantörer är specialiserade på specifika delar av processen, såsom datainsamling, datatolkning eller datavisualisering. Detta medför att byggplatsens projektledning (eller i förekommande fall av byggföretagens centrala stödenheter) dels måste fatta beslut om vilken metod (automatisk eller semi-automatisk) som är mest lämplig, dels identifiera och samordna olika leverantörer (robotleverantörer, datafångstsystem och visualiseringsmjukvara) för att möta byggplatsens behov.

Ett annat behov är att systematiskt fånga den data som finns på arbetsplatsen, såsom information om progression, materialplacering eller risker, vilken ofta är ostrukturerad. I dagsläget sker detta arbete huvudsakligen manuellt, där arbetsledaren genomför ronder på arbetsplatsen och okulärt bildar sig en uppfattning. Detta manuella tillvägagångssätt medför risker, dels att arbetsledaren missar viktig information, dels att förändringar kan inträffa på den dynamiska arbetsplatsen mellan ronder och beslutsfattande. Dessutom är den data som insamlas under ronder inte alltid tillgänglig för alla arbetsgrupper. Den kan ibland endast existera "i arbetsledarens huvud" eller på en anslagstavla eller whiteboard, vilket inte heller uppdateras kontinuerligt.

Det finns en risk att avsaknaden av stöd för automatisering av uppföljning hindrar kontinuerlig uppföljning och styrning av progressions, säkerhet eller produktivitet på byggarbetsplatsen. Genom att testa den nu tillgängliga tekniken för automatiska och semi-automatiska metoder i olika användningsfall så kan det ge möjligheter till lärdomar om hur uppföljning och styrning av byggarbetsplatser kan effektiviseras.

1.2 Vad är utmaningen?

Utmaningen med att tillvarata processdata för att möjliggöra datadrivna beslut kräver automatiserad datafångst, tolkning och presentation av data för beslutsfattare på byggarbetsplatsen. Denna utmaning kan delas in i tre huvudsakliga områden:

- Bristen på produkter och metoder som täcker hela informationsbehovet (se Figur 1).
- Begränsad kunskap hos platsledningen dels om hur data ska presenteras för att implementeras, dels om vilken metod, antingen automatisk eller semi-automatisk, som är mest lämplig.
- Behovet för platsledningen är att identifiera och samordna olika leverantörer, såsom robotleverantörer, datafångstsystem och visualiseringsmjukvara, för att tillgodose byggplatsens behov.

Marknaden för produkter som kan fånga processdata, tolka den och sömlöst distribuera den för visualisering, är för närvarande relativt omogen och saknar delvis kommersiellt färdiga lösningar. Detta lägger ett stort ansvar på byggföretaget och platsledningen att samordna flera olika leverantörer för att gemensamt utnyttja en produkt som kan täcka byggarbetsplatsens samlade och varierande behov.

Konsekvensen kan bli att platsledningen avstår från att investera i användning av digitala och robotiserade tjänster och produkter, då avkastning, acceptans och användning uppfattas som osäker.

1.3 Testprojektet

Figur 2 Byggnad N31 på Campus Vipan.

Husbyggnadsprojektet som studerats är ett nybyggnads- och ROT projekt i Lund kallat Campus Vipan. Ett gammalt sjukhusområde bestående av 14 byggnader omfattande ca 28 000 m2 som byggs om till en gymnasieskola. Byggprojektet startade 2019 och pågår till 2025 och består av åtta byggetapper/hus. Peab är entreprenör.

2 Metoder för uppföljning

De metoder som testas kan betraktas som en matris där utvärderingen dels bör omfatta skillnader mellan automatiska och semi-automatiska metoder, dels identifiera lämpliga scenarier (delprocesser i byggproduktionen kopplat till byggnadsdelar) där uppföljning kan vara av särskilt intresse, såsom progression, kvalitet, materialhantering och säkerhet. Vi har valt att benämna dessa scenarier som användningsfall. Begreppet användningsfall härrör från mjukvaruutveckling och beskriver en process eller delprocess med fokus på den avsedda användaren av lösningen.

2.1 Så här togs metoden fram

Matrisen för utvärderingen utvecklades i samarbete med forskare och platsledningen på Peab under hösten 2022. Därefter testades användningsfallen under perioden

2023–2024[1]. En utvärdering av användningsfallen genomfördes i samarbete med platsledningen och forskare i augusti 2024.

Användningsfallen identifieras från de behov som var kritiska för platsledningens dagliga arbete, särskilt i fråga om uppföljning av progression, tidplan, materialhantering och säkerhet. För att samla in data dels för att stötta datadriva insikter i användningsfallen dels för jämförelsen mellan automatiska och semi-automatiska metoder valdes robothunden Spot (automatisk) och en hjälm med en monterad kamera (semi-automatisk) som tekniska lösningar.

2.2 Robothund

Boston Dynamics Spot (Figur 3), typ Explorer, hanterar framkomlighet genom en gångteknik i kombination med ett avancerat autonomt system för hinderpassering. Roboten har en drifttid på 90 minuter och kan bära utrustning med en vikt upp till 14 kg[2]. När den är utrustad med inspektionshårdvara, såsom kameror och laserskanner, kan Spot samla in rådata.

Figur 3 Bild på Boston Dynamics Explorer på arbetsplatsen Kv. Vipan.

2.3 Hjälmkamera

På hjälmen monterades en 360-graders kamera Ricoh Theta X (Figur 4). Denna kamera är utrustad med en touchpanel som möjliggör detaljerade bildinställningar. Inspelade videor och foton kan trådlöst överföras till smartphones via en lokalt skapad Wi-Fi-

[1] Zarkout, A., & Lindberg, J. (2023), Andersson, I. (2023), Larsson, I. (2023), Häggström Wedding, J., & Thunborg, E. (2024), Erikshammar, J., Haage, M., Andersson, I., Stehn, L., & Eriksson, H. (2023).
[2] Boston Dynamics Support (u.å)

anslutning. Kameran är även utrustad med inbyggd GPS och A-GPS, vilket möjliggör positionering av tagna 360-gradersbilder[3].

Figur 4 Hjälm med monterad kamera vid datainsamling 2023-04-12.

2.4 Användningsfall

Fyra, delvis överlappande, användningsfallen testades.

A. Progressionsuppföljning,
B. Uppföljning av tidplan,
C. Uppföljning av APD plan, och
D. Skyddsronder

Dessa fyra användningsfall fyllde delvis olika behov hos platsledningen (användningsfall och behov) och kopplas till olika artefakter (dvs planer och

[3] Erikshammar, J., Haage, M., Andersson, I., Stehn, L., & Eriksson, H. (2023).

dokument för styrning och uppföljning av en byggarbetsplats) och vilka typer av frågor som behövde besvaras för att nå behoven (**Tabell 1**).

Tabell 1 Sammanställning av användningsfall, behov från byggarbetsplatsen, artefakt och typer av frågor som efterfrågas av beslutsfattare.

Nr	Användningsfall	Behov	Artefakt	Frågor som besvaras
A	Progressions-uppföljning	Som arbetsledare har jag ett behov av att kontinuerligt få insikt i hur långt vi har kommit i det planerade arbetet och att kunna bedöma dess kvalitet för att effektivt planera nästa steg i projektet.	BIM[4] Tidplan	Hur färdig är byggdelen? Saknas det byggdelar? Är de rätt utförda?
B	Uppföljning av tidplan	Som arbetsledare har jag behov av att kunna följa hur vi fortskrider mot tidplan så att jag kan fatta rätt beslut och informera beställare	Huvudtidplan Produktions-tidplan Veckoplan Daglig plan	Hur ligger vi mot plan? Förmåga att planera? Förmåga att följa plan?
C	Uppföljning av APD-plan	Som arbetsledare har jag behov av att veta vilket material som finns på byggarbetsplatsen, var den finns och hur mycket det finns så att jag kan förbereda och leda olika yrkesgrupper	APD[5] plan Material-behovsplan	Finns materialet och är det på rätt plats? Finns det oplanerat material? Mängd material?
D	Skyddsronder	Som arbetsledare har jag behov av att säkerställa efterlevnad av de aktiviteter som noteras i skyddsrondsprotokollet samt att kontinuerligt arbeta med riskobservationer	Skyddsronds-protokoll APD plan	Är nödutgångar märkta? Finns Förstahjälpen, hjärtstartare, vägar, brandsläckare? Finns det nya riskobservationer?

[4] BIM eller Building Information Model: Byggnadsinformationsmodell: digital modell av den information som genereras och förvaltas under ett byggnadsverks livscykel.
[5] APD plan eller Arbetsplatsdispositionsplan är en layout för arbetsplatsen

3 Resultat från testet

Resultateten redovisas genom att jämföra Spot med hjälmkamera, användningsfallens relevans samt tekniska lösningar.

3.1 Automatisk vs semi-automatisk

Resultaten sammanfattas i tabell 2

	Användningsfall	**Spot**	**Hjälmkamera**
A	Progressionsuppföljning	Manuell hantering och jämförelse innebär utmaningar, särskilt när det gäller att tolka progression mot tidplan	N/A
B	Uppföljning av tidplan	Manuell hantering och jämförelse innebär utmaningar, särskilt när det gäller att koppla övergripande moment i tidplanen till specifika, enskilda aktiviteter.	Manuell hantering och jämförelse medför inga tidsvinster, och det är utmanande att koppla data mellan olika abstraktionsnivåer. Tidplanerna är dessutom inte uppdaterade och saknar digital integration.
C	Uppföljning av APD-plan	Manuell dataöverföring och visualisering medförde flera utmaningar. Batteritiden för kameran understeg batteritiden för Spot, vilket skapade ytterligare begränsningar. Den manuella överföringen av data till BIM-modellen (Dalux) var tidskrävande och krävde omfattande förberedelser.	Hjälmen erbjöd flexibilitet i en dynamisk miljö, men mötte också flera begränsningar. Kamerans batteritid var en restriktion, liksom Wi-Fi anslutningens stabilitet och överföringstiden för data. Dessutom uppdaterades APD-planerna inte som förväntat.
D	Skyddsronder	Skyddsronderna med Spot innebar en manuell hantering, men visade sig vara fördelaktig för återkommande riskanalyser.	Manuell hantering kan integreras med befintliga skyddsronder och användas för uppföljning av dessa.

3.2 Användningsfallens relevans

Användningsfallen visade sig vara relevanta och valideras enligt följande av platsledningen:

- Progressionsuppföljning har stor potential, särskilt om den kan kopplas effektivt till BIM. I denna test utfördes kopplingen manuellt, vilket förlängde tiden mellan ronder och visualisering.
- Uppföljning av tidplan är ett önskvärt scenario, men en betydande utmaning är hur aktiviteter på en högre abstraktionsnivå, såsom i ett GANTT-schema, kan brytas ner till observerbara enheter på en detaljerad nivå som sedan kan sammanställas och relateras till tidplanen.
- Uppföljning av APD-planen är inte direkt kopplad till progression, men har en tydlig koppling till driftstörningar på arbetsplatsen. Genom att använda APD-planen proaktivt kan effektiviteten förbättras.
- Virtuella skyddsronder eller uppföljning av skyddsrondsprotokoll erbjuder en intressant möjlighet. Även om detta inte kan kopplas direkt till automatisk progressionsuppföljning, kan det ha stora effekter på och möjligheter för arbetet med arbetsplatssäkerhet.

3.3 Tekniska lösningar

De tekniska lösningarna har både utmaningar och möjligheter. En betydande utmaning med Spot var dess förmåga att navigera på en byggarbetsplats, då den ofta stannade upp på grund av att algoritmen inte kunde känna igen objekt. När Spot inte känner igen ett objekt så stannar den. Detta åtgärdades succesivt genom träning och köp av färdiga dataset med byggobjekt. Det visade sig vara utmanande att hitta dataset som var anpassade för svenska byggarbetsplatser. Positionering med hjälp av upphängda QR-koder och att navigera i vissa områden visade sig också vara problematiskt. Ett förslag för att underlätta navigeringen är att etablera tydliga vägar på arbetsplatsen[6].

Hjälmen, å andra sidan, var mer agil och dynamisk eftersom användaren kan röra sig fritt. Dock visade det sig vara svårare att uppnå repetitivbarhet, och lösningen innebär inte att arbetsledarens får en minskad tidsåtgång för sina ronder.

Båda tekniska lösningarna var också beroende av kamerans placering, funktionalitet och prestanda. Exempelvis var skyddsronder svåra att genomföra med kameran placerad lågt på robothunden, vilket inte var ett problem när kameran var monterad på hjälmen.

[6] Häggström Wedding, J., & Thunborg, E. (2024)

En av de största utmaningarna för datorseende (eng. computer vision) var att identifiera byggkomponenter (exempelvis gipsskivor) och utrustning (exempelvis el-central, pallar) på arbetsplatsen[7], vilket delvis löstes med maskininlärning[8]. En annan utmaning var att sömlöst överföra data för analys och visualisering. Den BIM modell som användes var via mjukvaran Dalux vilken utnyttjades för uppföljning av APD-planen, men processen för datainsamling och dataanalys innehöll fortfarande många manuella moment[9], liksom uppföljningen av progression i ett punktmoln[10].

Ronder med robothunden innebar både fördelar och utmaningar, särskilt i relation till manuell hantering och jämförelse av insamlade data. En av de främsta svårigheterna låg i att koppla övergripande moment i tidplanen till specifika, enskilda aktiviteter på byggarbetsplatsen. Denna komplexitet uppstår dels på grund av den fragmenterade karaktären hos byggprojekt, där aktiviteter ofta är beroende av varandra och förändras över tid, dels på grund av utmaningen att korrekt positionera och identifiera dessa aktiviteter genom den data som samlas in av robothunden.

Att översätta insamlade data till meningsfulla insikter som kan integreras med projektets tidplan kräver en noggrann och ofta manuell bearbetning. Denna bearbetning innebar inte bara en direkt jämförelse av observerade framsteg mot planerade aktiviteter, utan också en förståelse för hur dessa aktiviteter bidrar till projektets övergripande mål och tidsramar. Den nuvarande teknologin erbjuder ännu inte en helt automatiserad lösning för denna typ av integration, vilket innebär att det fortfarande finns ett behov av manuell inblandning för att säkerställa att data från ronder korrekt reflekterar verkligheten på plats och kan användas för att fatta välgrundade beslut i linje med projektets tidplan.

3.4 Effekter och noterade resultat

Testet adresserar produktivitetsutmaningarna i byggsektorn genom att utveckla och tillämpa robotisering och automatiserad datainsamling. Genom att automatisera mätningar av produktivitet och projektprogression skapas förutsättningar för systematisk förbättring.

Testet har omfattat utveckling av metoder för att fånga processdata för datadrivna beslut och som inkluderar automatiserad och semiautomatisk inhämtning genom datorseende, AI-baserad tolkning och analys, samt presentation och visualisering av data för beslutsfattare på byggarbetsplatsen (Figur 1). De testade metoderna kan förenkla processer på byggarbetsplatser och möjliggöra regelbundna och jämförbara uppföljningar av projektens produktivitet. Detta utgör ett första steg mot ett "*Proof of*

[7] Zarkout, A., & Lindberg, J. (2023).
[8] Larsson, I. (2023).
[9] Andersson, I. (2023).
[10] Nilsson, O. (2022).

Use" för strukturerade produktivitetsmätningar och kvalitetssäkring, vilket kan främja datadrivna beslut och öka måluppfyllelsen i byggprojekt.

Vidare har testet bidragit till kunskapsspridning och förnyelse inom automatiserad progressionsuppföljning och de tekniska krav som detta ställer. Automatiseringen minskar beroendet av erfarenhetsbaserade ronder, vilket kan bidra till ökad mångfald och jämställdhet i byggbranschen genom att bryta den traditionella dominansen av manuell arbetskraft.

4 Erfarenheter och bra att tänka på

Inför test:

- Ritningar måste säkerställas av arbetsledningen på byggarbetsplatsen för att garantera att all relevant information är korrekt och uppdaterad.
- Prioritera faser, områden och rutter för robothunden vilket ska utföras i nära samarbete med arbetsledningen. Detta för att säkerställa att de mest kritiska delarna av projektet prioriteras.
- Det är viktigt att noga överväga och optimera rutterna för att minimera onödiga förflyttningar av robothund. Markera rutter med QR-koder.
- Det är också nödvändigt att fatta beslut om vilka mätetal som ska följas upp, eftersom detta kan variera beroende på de olika faserna och byggnadsdelarna som ska observeras. Till exempel kan det vara mer relevant att följa upp löpmetervägg i en fas, medan kvadratmeter målat eller antal borrade hål kan vara av större intresse i en annan.
- Tanke på lämplig mjukvara för att identifiera mönster eller avvikelser från insamlad data

Under testet:

- Respektera arbetstiderna på arbetsplatsen, då särskilt robothunden, men även hjälmen, kan väcka intresse och nyfikenhet, vilket kan leda till störningar i projektet.
- Säkerställ en trygg arbetsmiljö för de personer som ska genomföra ronder med robothund och hjälm. Robothunden är relativt tung, och lyft av den kan medföra risk för skador på både människor och utrustning.

Efter testet:

- Säkerställ att all insamlad data från kameran överförs korrekt, särskilt i de fall där en automatisk överföring inte är möjlig, för att undvika dataförlust
- Efter överföring behöver insamlad data bearbetas för att omvandlas till användbar information. Detta kan innebära att data filtreras, struktureras och analyseras för att identifiera mönster eller avvikelser med lämplig mjukvara

- Det bearbetade data lagras på ett sätt som gör den både säker och lätt åtkomlig för de personer som behöver den. Lagring bör ske i en företagsspecifik SharePoint eller i system som är väl integrerade med övriga verktyg som används i projektet, vilket underlättar samarbete och informationsdelning.
- För att data ska kunna användas effektivt i beslutsprocesser bör den visualiseras med hjälp av verktyg som kan presentera informationen på ett tydligt och användarvänligt sätt. Tänk på att efterbearbetningen kan vara tidskrävande och potentiellt leda till övertidsarbete.
- Efterbearbetning av data kan ta tid i anspråk, särskilt om stora datamängder eller komplexa analyser är involverade. Detta kan resultera i övertidsarbete.

5 Sammanfattning

5.1 Resultaten

Testet visade att de identifierade användningsfallen var relevanta enligt platsledningen och innebär tentativt att:

- Progressionsuppföljning har potential, även om den nuvarande manuella kopplingen förlänger tiden mellan ronder och visualisering.
- Uppföljning av tidplanen är ett önskvärt scenario, men det är utmanande att översätta aktiviteter från en högre abstraktionsnivå, såsom GANTT-scheman, till observerbara enheter på detaljnivå som kan relateras till tidplanen.
- Uppföljning av APD-planen, trots att den inte är direkt kopplad till progression, är starkt relaterad till hantering av driftstörningar och kan användas proaktivt för att förbättra effektiviteten.
- Virtuella skyddsronder och uppföljning av skyddsrondsprotokoll erbjuder betydande möjligheter att förbättra arbetsplatssäkerheten.
- För att skapa förutsättningar för implementering krävs dels att relevant data presenteras, dels en utvärdering av vilken metod, antingen automatisk eller semi-automatisk, som bäst passar det aktuella användningsfallet.

De tekniska lösningarna hade både fördelar och nackdelar. Spot hade navigeringsproblem som krävde specifik träning och svårfunna dataset anpassade för svenska förhållanden. Positionering med QR-koder och navigering i vissa områden var också problematiska, vilket underströk behovet av tydliga vägar på arbetsplatsen. Hjälmen var mer flexibel men mindre effektiv för repetitiva uppgifter, vilket inte minskar arbetsbelastning för arbetsledningen. Båda lösningarna var beroende av kamerans prestanda och placering.

Identifieringen av byggkomponenter och utrustning på arbetsplatsen för APD-planering tids- och säkerhetsuppföljning utgjorde en betydande utmaning, delvis löst

med maskininlärning. Utöver detta var överföringen och visualiseringen av data för jämförelse en komplex process som fortfarande innefattade flera manuella moment.

Testet adresserade byggsektorns produktivitetsutmaningar genom att utveckla och implementera automatiserad datainsamling, som kan lägga grunden för systematiska förbättringar. Testade metoder med automatiska och semiautomatiska metoder kan förenkla processer och möjliggöra regelbunden uppföljning av produktivitet, vilket kan främja datadrivna beslut och produktivitet. Testet bidrog också till kunskapsspridning hos deltagande företag inom automatiserad progressionsuppföljning, vilket kan minska beroendet av manuella ronder och främja ökad mångfald och jämställdhet i byggbranschen.

5.2 Viktigaste erfarenheter

De viktigaste erfarenheterna från testet är att:

- Tekniken är fortfarande omogen och kräver specialiserad kompetens, som antingen bör finnas inom byggföretaget eller säkerställas genom samarbete med partners och mjukvaruutvecklare.
- Det är viktigt att etablera ett tydligt syfte för insamlad data, bearbetning och visualisering. En noggrann beskrivning av användningsfallen kan vara till stor nytta i detta avseende.
- Graden av ostrukturerade data på byggarbetsplatser är fortfarande stor och med en ännu inte moden teknik är steget till strukturerad data för automatiserade insikter en bit bort. Byggföretag bör överväga centrala initiativ för att strukturera data från byggarbetsplatser till exempel i form av bilder och filmer som går att utnyttja för maskininlärning (AI).
- Använd den metod som presenteras i detta White paper för att utveckla specifika mätmetoder anpassade för särskilda progressionsmått i olika faser av byggprojektet.

6 Referenser

Andersson, I. (2023). Dynamiska APD-planer : En fallstudie från inspektionsrundor med 360-graders hjälmkamera. Luleå.

Boston Dynamic Support. Spot battery and charging system. https://support.bostondynamics.com/s/article/Introduction-to-the-Spot-battery-and-charger. [Hämtad: 2025-02-02].

Erikshammar, J., Haage, M., Andersson, I., Stehn, L., & Eriksson, H. (2023). Dynamiska layouter i den tillfälliga fabriken. PLANs Forsknings- och tillämpningskonferens 2023 : Logistik och Produktion – hållbar, ansvarsfull och uthållig framtid, 222–238.

Häggström Wedding, J., & Thunborg, E. (2024) Robotised Guard Tours in Security Systems, Department of Automatic Control. Lund.

Larsson, I. (2023). Krav och metoder för insamling av data för maskinlärning inom svensk byggindustri : En utforskning av behov och anpassning av dataset. Luleå.

Nilsson, O. (2022). Building dense reconstructions with SLAM and Spot. Department of Automatic Control. Lund

Zarkout, A., & Lindberg, J. (2023). Evaluation of Spot as an instrument to provide autonomous data collection. Lund. LU-CS-EX.

Kontaktpersoner

För mer information om testprojektet, kontakta gärna:

Lars Stehn, professor vid Luleå tekniska universitet och projektledare för Automatiserade produktivitetsmätningar för byggprojekt, lars.stehn@ltu.se, 0920–491976

Mathias Haage, universitetslektor vid Lund tekniska högskola och projektdeltagare i Automatiserade produktivitetsmätningar för byggprojekt, mathias.haage@cs.lth.se, 046–2223036

Helena Eriksson, projektkoordinator vid Cognibotics för Automatiserade produktivitetsmätningar för byggprojekt, helena@winsomeconsulting.se, 076–3014800

Jarkko Erikshammar, universitetslektor vid Luleå tekniska universitet och projektdeltagare i Automatiserade produktivitetsmätningar för byggprojekt, jarkko.erikshammar@ltu.se, 0920-49 18 60

SMART BUILT ENVIRONMENT

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET

LUNDS UNIVERSITET

LTH LUNDS TEKNISKA HÖGSKOLA

Med stöd från

VINNOVA Sveriges innovationsmyndighet

Energimyndigheten

FORMAS

Strategiska innovations-program

Smart Built Environment c/o IQ Samhällsbyggnad | Drottninggatan 33 | 111 51 STOCKHOLM | info@smartbuilt.se | 070-645 16 40 | www.smartbuilt.se