

Säker under byggkranen

MARTIN RUDBERG OCH AHMET SEZER





Säker under byggkranen

Att rädda liv med AI-teknik och digitala skyddsbarriärer

Martin Rudberg och Ahmet Sezer

På NCC:s projekt Ångströmlaboratoriet i Uppsala testas hur AI-teknik genom digitala skyddsbarriärer och objektidentifiering kan bidra till säkrare kranlyft genom ökad kontroll av vad som sker direkt under kranen.

På sikt hoppas NCC att AI-lösningen ska öka säkerheten vid kranlyft och bilda en ny digital skyddsbarriär som komplement till stängsel, avspärningar, rutiner och säkra arbetsmetoder. Systemet kan jämföras med backvarnaren och backkameran i bilen som uppmärksammar dig om något är nära bilen. Man skall dock inte sluta titta i bilens backspeglar, utan den digitala skyddsbarriären är ett komplement för kranföraren i dennes arbete.

Projektet är ett samarbete mellan NCC, Microsoft, ARROW, Sigma och Edins Byggkranar med Linköpings universitet som akademisk part.

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program

1 Vad var problemet – hur valdes testprojektet ut?

1.1 Vad var syftet, dvs vilket operativt behov fanns?

Huvudsyftet med testprojektet är att öka säkerhet vid tunga lyft med kran på byggarbetsplatsen. Olyckorna vid denna typ av arbete är ganska få, men när de sker är de mycket allvarliga och ofta med dödlig utgång. Målet med systemet som testas är att underlätta för kranföraren att upptäcka och identifiera risksituationer på marken under kranen.

Systemet som testas är en AI-lösning (artificiell intelligens) som med stöd av kameror och automatisk objektidentifiering ska utgöra en digital skyddsbarriär och ett stöd till kranföraren. Systemet är tänkt att komplettera fysiska skyddsbarriärer, som räcken och avspärrningar, samt säkra arbetsmetoder och rutiner, och underlätta kranförarens arbete.

Byggbranschen står idag för omkring en femtedel av alla arbetsrelaterade dödsolyckor i Sverige och är den bransch som har flest olyckor med dödlig utgång. Tunga lyft med tornkran är ett av tre identifierade högriskområden inom byggbranschen.

För NCC, som initierat detta testprojekt, är trygga och säkra arbetsplatser är ett av de viktigaste fokusområdena och NCC har identifierat tunga lyft med lyftkranar som ett högriskområde. I testet samarbetar NCC, Microsoft, ARROW, Sigma och Edins Byggkranar, med stöd av Linköpings universitet, för att utveckla ny teknik för objektidentifikation inom ramen för Uppkopplad byggplats.

1.2 Hur hittades de digitala tekniker som behövdes?

Testprojektet är en utveckling som bygger på konceptet *Safe Site* som vann NCCs säkerhetstävling *Pioneering Safety 2017*. Genom samtal med Microsoft kom NCC i kontakt med Microsofts partners ARROW och Sigma och baserat på detta identifierades kameror på kranen, AI-teknik för objektidentifiering och systemstöd för kranföraren som lämpliga tekniker att jobba vidare med. För att kunna genomföra testerna identifierade NCCs testbäddsledare, som också är projektledare för digitalisering på NCC, lämpliga byggprojekt och valet för testerna föll på byggprojektet Ångströmlaboratoriet i Uppsala. Då testerna kräver tillgång till

kranen engagerades Edins Byggkranar som var kranleverantör till projektet.

NCCs testbäddsledare har varit aktiv i att välja ut tester, teknik och byggplats för testerna. Sigma har stått för programvaruutveckling baserat på Microsofts och ARROWs system och Edins Byggkranar stod för montage av kameror på kranarna. NCC söker generellt efter byggprojekt som är villigt att ställa upp på tester, samt partners som vill utveckla system/tekniker/etc.

2 Vad var utmaningen?

2.1 Kortfattad analys av utmaningarna som finns idag

Tunga kranlyft, arbete på hög höjd och miljöer där både människor och tunga fordon rör sig är de tre största högriskmoment som tillsammans står för hela 90 procent av de allvarligaste olyckorna i branschen. Här har arbetet med tunga kranlyft valts ut för testerna med målet att minimera, och i bästa fall eliminera, riskmoment. Detta handlar om att skapa ett systemstöd som kan öka säkerheten vid tunga lyft med kran och hindra personal från att befinna sig under kran med last. I detta arbete är den stora utmaningen att få "Deep Learning AI" som använder datorseende/kameror med objektsidentifiering att fungera i en byggomgivning med alla de utmaningar som det medför.

De stora utmaningarna består bl.a. i att:

- Få kameror på hög höjd att kunna identifiera objekt (människor) på marken/byggarbetsplatsen.
- Att träna upp AI-algoritmer så att de kan identifiera människor på marken, utan att identifiera fel objekt.
- Att använda objektidentifiering ur ett fågelperspektiv. I dag är de flesta system som används baserade på att kamerorna arbetar horisontellt, med betydligt större/bättre informationsinnehåll än vad man får med fågelperspektivet från tornkranen.
- Att balansera kravet på korrekthet med kravet på säkerhet i identifieringen av objekt för att få ett tillförlitligt, snabbt och robust beslutsstödsystem till kranföraren.
- Att bygga upp ett visuellt beslutsstödsystem som hjälper kranföraren att identifiera risker och varna vid behov.
- Att få förståelse för hur tekniken upplevs, mottas och används av berörd personal.

- Dessutom finns en hel del tekniska utmaningar gällande kameror, kameraplacering, hårdvara och mjukvara, systemutveckling, samt att skapa en generaliserbarhet mellan olika arbetsplatser, höjder på kranen, mm.

3 Information om testet

3.1 Var utfördes testet, vilka deltog i testet?

Testerna utfördes på NCCs bygge av Ångströmlaboratoriet i Uppsala. NCC bygger Ångströmlaboratoriet på uppdrag av Akademiska Hus och projektet är en del av Uppsala universitets pågående satsning med ny- och utbyggnad av sina lokaler.

Tekniken som bygger på monitorering och identifiering med hjälp av kameror är relativt enkel, men kräver avancerad mjukvara för att fungera. I det här projektet har Microsoft tillhandahållit den molnbaserade tekniska plattformen och varit länken mellan NCC och Microsofts partners med specialistkompetens.

Deltagarna i testet var följande aktörer:

- Huvudparter:
 - NCC, Microsoft, Sigma, Edins Byggkranar
- Andra parter:
 - Arrow, Axis, Linköpings universitet
- Nyckelpersoner/roller i testerna:
 - NCC:
Testbäddsanvarig, samt kranföraren och arbetsmiljöingenjören på projektet
 - Sigma:
Två applikationskonsulter som drivit mjukvaruutveckling, träning av AI och tester av systemen.

4 Resultat från testet

4.1 Lösningen

Kameror fästs vid bommen på tornkranen och samlar in bilder som bearbetas i en dator placerad i kranhytten. Datorn identifierar personer, fordon och krankroken. All databearbetning görs i kranhytten för att omedelbart varna kranföraren och eventuella människor på marken. Ett

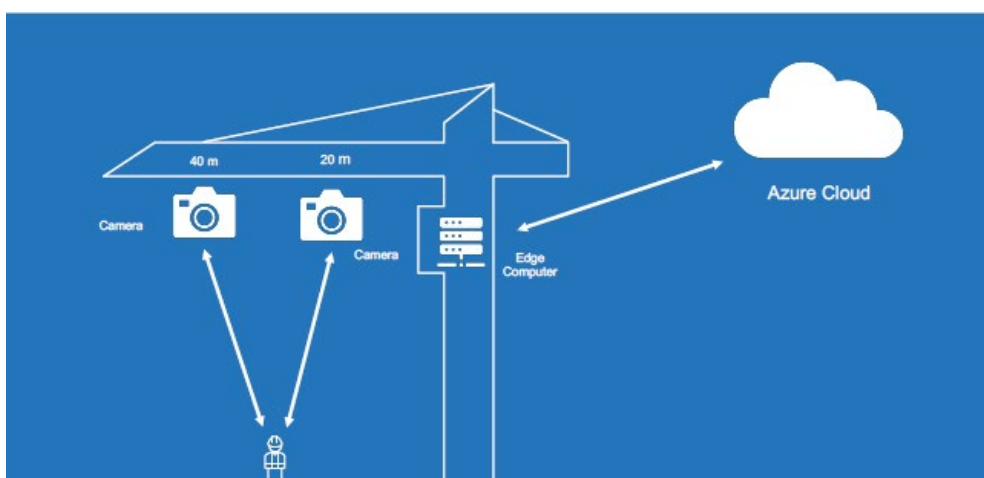
definierat område under bommen avgör om personer befinner sig inom ett larmområde eller ej. Ingen individ går att koppla till det insamlade materialet för att inte inkräkta på den personliga integriteten.

En principiell skiss av lösningen visas i Figur 1 och systemstödet för kranföraren visas i Figur 2.

Förenklat bygger lösningen på två delar (se Figur 1):

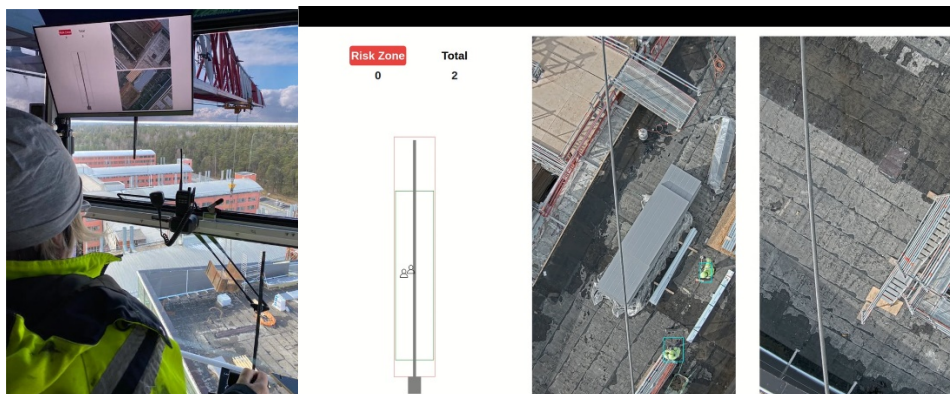
1. Två kameror monterade på kranens bom som samlar data i realtid.
2. En dator i kranhytten tar emot data från kamerorna. Den identifierar personer med hjälp av AI-mjukvara.

Mjukvaran som utgör AI:n tränas och utvecklas i molnet (Microsofts Azure Cloud), men implementeras sedan i datorn i kranen för att göra analysen på plats. Det går snabbare att göra analysen i krandatorn än att göra den i molnet och analysen är då inte heller beroende av en internetuppkoppling som kan vara långsam och instabil på ett bygge.



Figur 1: Principiell skiss över lösningen (Källa: NCC).

I kranen finns förutom krandatorn också en skärm kopplad till datorn. Skärmen visualiserar vad de två krankamerorna ser, samt också den display med riskzon och antal personer inom riskzon som kranföraren uppmärksammas på (se Figur 2). När det finns personer i det riskfyllda området under bommen skickar AI:n en varning till kranföraren, via skärmen i hytten.



Figur 2: Det utvecklade systemstödet för kranföraren (Källa: NCC).

4.2 Vilka krav upptäcktes på den digitala tekniken, den operativa processen, och den organisatoriska förändringen?

Sluttestet håller fortfarande på att utvärderas varför det ännu är svårt att dra några slutliga slutsatser om testerna. Preliminärt kan man dock konstatera följande:

- Initialt var planen att AI skulle identifiera både människor och fordon, men efter ett tag fick man överge identifieringen av fordon. Orsaken för detta var att AI inte kunde urskilja stora fasta objekt på marken från fordon som befann sig på byggarbetsplatsen.
- Vidare noterades att kranhöjden, och därmed placeringen av kamerorna, påverkade lösningen mycket. De flesta AI-algoritmer för objektidentifiering är utvecklade för kameror som "tittar" horisontellt och inte vertikalt. Därmed krävdes mycket träning av AI för att kunna identifiera människor på marken, vilket fortsatt är en utmaning. Detta blir extra utmanande när kamerorna sitter på olika höjder för olika kranar/byggarbetsplatser, vilket ställer höga krav på AI.
- Det är stort informationsinnehåll och stora datamängder som skall bearbetas och svarstiderna måste vara mycket korta för att fylla sin funktion och hinna varna i tid. Detta medförde att det krävdes stor datorkraft och mycket arbete med att "trimma" algoritmerna. Avvägningen mellan en bra algoritm, kostnaden för datorkraft och säkerheten i identifieringen var tvungen att balanseras med kravet på att få ett snabbt "svar" från systemet och varna kranföraren i tid.
- Då olyckorna vid arbete under kran är allvarliga, är det lyckligtvis sällan de sker. Detta innebär en utmaning i att utvärdera och mäta

hur bra systemet är. Det visade sig vara svårt att samla in tillräckligt med utvärderingsdata för att påvisa systemets styrkor och eventuella brister. Istället fick utvärderingen förlita sig på hur bra systemet fungerade rent tekniskt, samt kranförarens och yrkesarbetarnas upplevda effekt av systemet.

Trots de utmaningar som fanns och fortfarande finns har stora steg mot en fungerande lösning tagits och förhoppningen är att kunna bygga vidare på dessa erfarenheter. Grunden för att testerna blev lyckosamma är bl.a. att:

- Teamet som jobbade med testet arbetade målmedvetet och dynamiskt och kunde anpassa sig till de utmaningar som man mötte.
- Det fanns ett stort intresse från de som deltog i byggprojektet och alla var mycket tillmötesgående och förstående för att det var ett utvecklingsprojekt och test, snarare än ett färdigt system som skulle implementeras.

5 Erfarenheter/bra att tänka på

5.1 Inför, under och efter testet

Före testet och under implementeringen hölls regelbundna (avstämningsmöten en gång per vecka och mer specifika möten vid behov) möten mellan projektdeltagarna (NCCs testbäddsledare, de två applikationskonsulterna och de två deltagande akademikerna). Detta möjliggjorde att problem kunde diskuteras och lösas i grupp på ett relativt snabbt och smidigt sätt. Dessutom besöktes byggprojektet regelbundet av framför allt testbäddsledaren, men också av övriga projektmedlemmar. Detta gjorde att projektet var informerat om testet och att en kontinuerlig dialog kunde upprätthållas med berörda parter och personer.

Under själva testperioden noterades att AI-algoritmerna inte fungerade som man hade hoppats och planerats för. Bl.a. var det svårt att identifiera fordon och algoritmen gav också emellanåt felaktiga identifieringar, samt missade att identifiera en del personer som rörde sig inom kameraområdet. Detta gjorde att en del kompromisser fick göras, men också att det drev på utvecklingen av mjukvaran och lyfte frågor kring vad som är kritiskt för att få systemet att fungera på ett tillfredsställande sätt. Under de mest intensiva faserna av testprojektet (ca 3 veckor när slutversionen av systemet utvärderades i skarpt läge) hölls

dagliga "pulsmöten" inom projektgruppen för att få ut så mycket som möjligt av erfarenheterna från testerna.

Det visade sig också vara svårt att mäta faktiska effekter av systemet. Detta beror delvis på att även om olyckor vid arbete under kran är allvarliga så är de ganska sällsynta. Därmed är det svårt att från den analyserade testperioden dra några säkra slutsatser kring systemets effekter på den faktiska säkerheten. Snarare får utvärderingen fokusera på kranförarens upplevda effekt av det testade systemet, vilken hittills är positiv och kranföraren upplever en ökad trygghet med stöd i det testade systemet.

6 Sammanfattning

6.1 Resultaten

Resultaten håller som sagt på att utvärderas, men de preliminära slutsatserna från testerna är att:

- Det testade systemet underlättar kranförarens arbete och hjälper dem att arbeta under säkrare former och minimera risker för allvarliga olyckor.
- Beslutsstödsystemet och skärmen i kranen var bra hjälpmedel för kranföraren för att identifiera riskmoment under arbetets gång.
- Systemet erbjuder potential för vidare utveckling och testerna har gett en hel del viktiga erfarenheter att ta med sig i den fortsatta utvecklingen av systemet.
- Det kvarstår en hel del arbete innan det finns ett robust, tillförlitligt system som fungerar på olika arbetsplatser, på olika höjder och i olika skeden av ett byggprojekt.

6.2 Viktigaste erfarenheter

Bland de viktigaste erfarenheterna från detta test är att det är centralt att involvera slutanvändarna i testerna och att säkerställa att få deras kontinuerliga feedback genom testet. Det är också viktigt att användarna ser nyttan med tekniken och att tekniken är lätt att använda/förstå. I det här testet var t.ex. skärmen och informationen som presenterades på den för kranföraren lätt och intuitiv att tolka och förstå.

Från testerna kan man också dra slutsatsen att det är bättre att börja enkelt och sedan bygga på funktionalitet och prestanda allteftersom. I det här fallet påbörjades träning av AI-algoritmen med insamlade data

från kamerorna innan systemet implementerades i kranen. Sedan trimmades algoritmerna allt eftersom gällande snabbhet, träffsäkerhet, mm, och parallellt med det utvecklades visualiseringen av systemet för kranföraren i olika steg.

6.3 Hur kan den digitala tekniken implementeras i projektet eller i företaget?

När systemet är fullt utvecklat bör det vara ganska lätt att implementera. Det som behövs är att installera kameror i kranen, en dator och en skärm i kranhytten. Detta skulle med fördel kunna administreras av krantillverkarna/-leverantörerna. I förhållande till vad en kran kostar och vad hyran för en kran är medför systemet inte en stor extrakostnad, men det kan rädda liv på våra byggarbetsplatser.

Dock krävs fortsatt utveckling av tekniken och systemet för att få det kommersiellt gångbart. Framför allt måste AI-algoritmerna tränas mer för att bättre och säkrare kunna identifiera personer på marken för att eliminera falsklarm och missade personer som befinner sig i riskzonen.

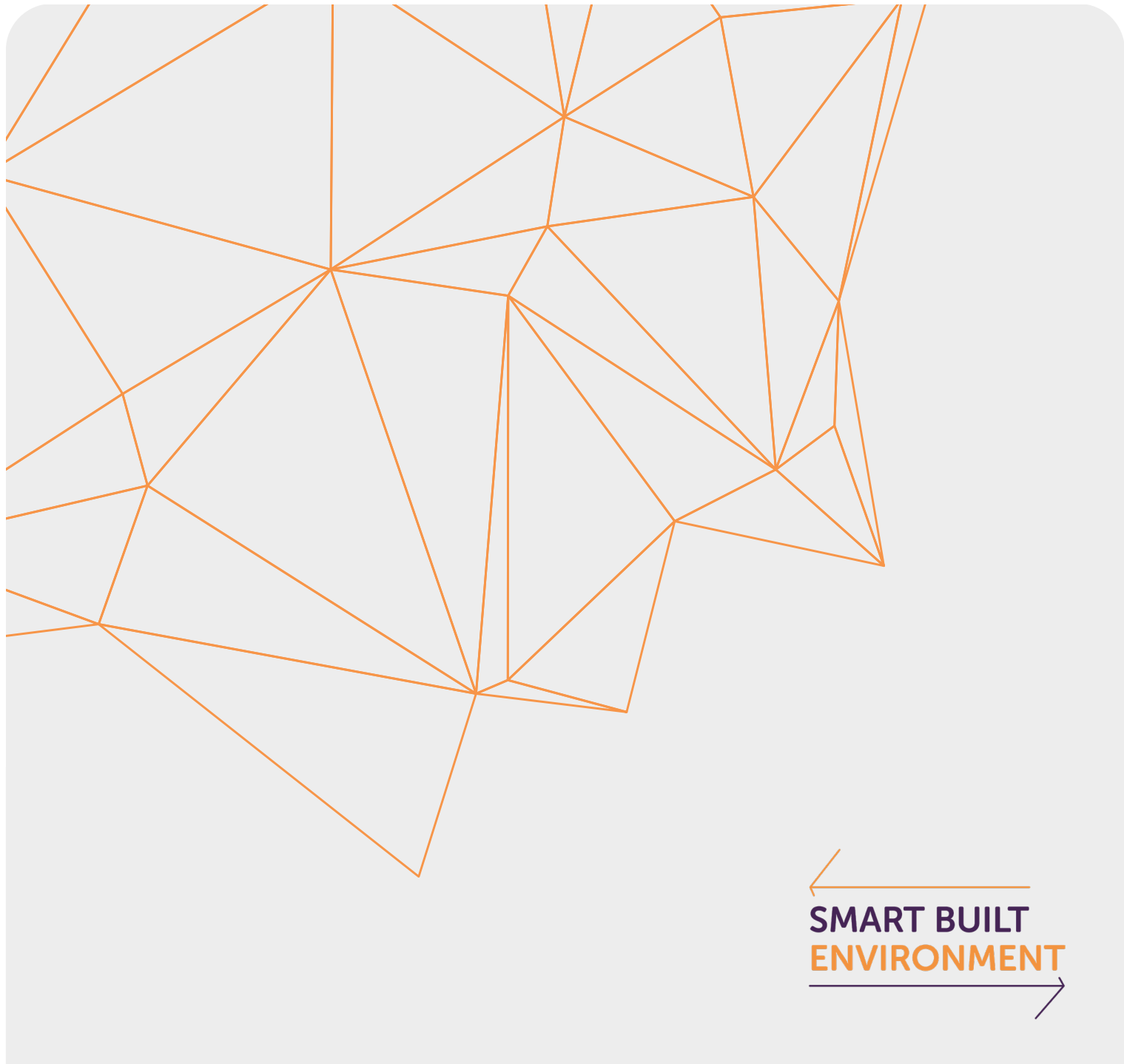
6.4 Risker/fallgropar med digitalisering (generellt och specifikt)

Det finns en risk att man förlitar sig för mycket på vad tekniken och digitaliseringen kan ge för positiva effekter. Mycket av den avancerade tekniken, som AI-teknik, har ganska långt kvar innan den kan användas fullt ut på ett fungerande, robust och tillförlitligt sätt.

Kontaktpersoner

För mer information om testprojektet, kontakta gärna:

- Martin Rudberg, professor vid Linköpings universitet och akademiskt ansvarig för NCCs testbäddsprojekt:
 - martin.rudberg@liu.se, 0734-14 10 22
- Claes Henschel, projektledare för digitalisering på NCC och testbäddsansvarig för NCC inom Uppkopplad byggplats:
 - claes.henschel@ncc.se, 0790-788 196



←
SMART BUILT
ENVIRONMENT
→



Med stöd från



Strategiska
innovations-
program