

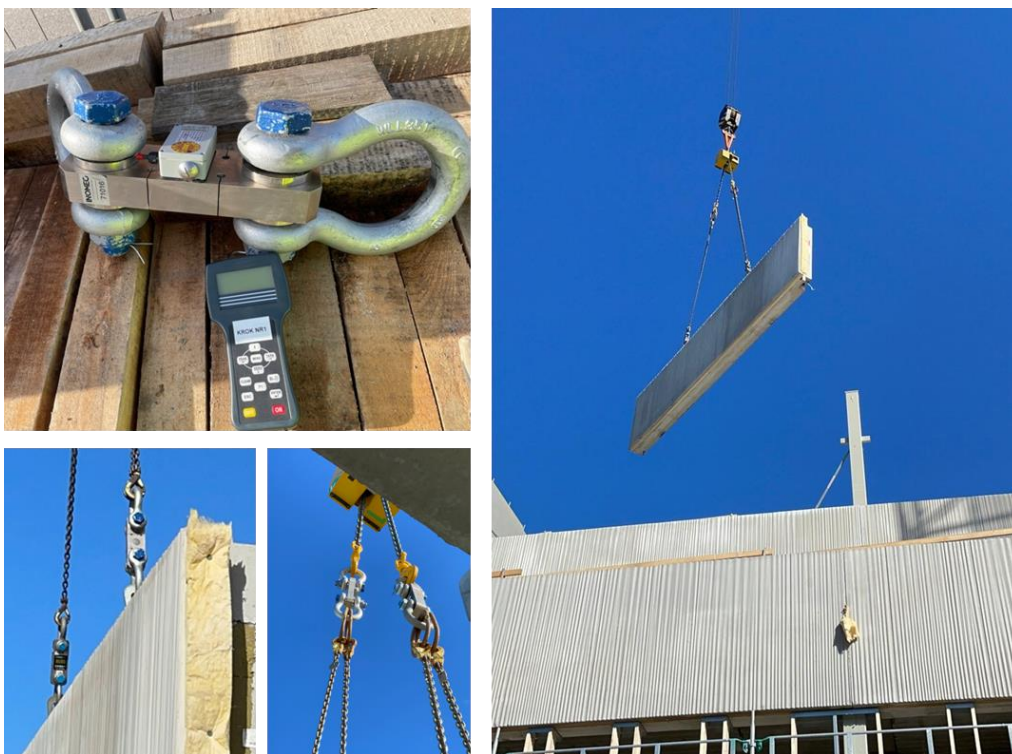
Hjälpmedel för automatisering av tungta lyft

JOHAN JONASSON

li.u LINKÖPINGS
UNIVERSITET

L
LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET

SMART BUILT
ENVIRONMENT
UPPKOPPLAD BYGGPLATS



Hjälpmiddel för automatisering av tunga lyft

Effektivare och säkrare lyft

Johan Jonasson

Rapporten beskriver hur man kan använda sig av två olika lyfthjälpmiddel för att effektivisera och få säkrare lyft på en arbetsplats. Rapporten bygger på mätningar på plats samt erfarenhet och förslag på förbättringar.

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program

1 Utmaningen

1.1 Bakgrund, syfte och behov

Användning av prefabricerade betongelement och betongpelare (nedan kallat gemensamt för betongelement) är idag vanligt vid byggnation av många olika typer av byggnader, exempelvis bostäder, kontor, industrier, vårdbyggnader etc. Betongelement används för den bärande stommen (väggar, bjälklag, pelare) men också för trappor och balkonger.

Montage av betongelement är dock förenat med viss risk då dessa normalt är tunga där vikter mellan 10-20 ton inte är ovanliga. Betongelement lyfts normalt på plats med hjälp av kran men för inpassning den sista biten till slutligt läge krävs ofta manuell handpåläggning. Detta utgör en arbetsmiljörisk då fingrar, händer och armar kan komma i kläm. Även om kranförare idag är duktiga så är det svårt att med kranen finjustera element, särskilt då kranföraren har begränsad uppsikt över arbetsytan. Dessutom kan betongelement utsättas för plötsliga laster (tex en vindstöt) som får betongelementen i gungning.

Montaget kan också försvåras av att betongelementen har en ojämnt fördelat vikt, tex som följd av fönster/dörröppningar i förhållande till felaktig placering av lyftstag. Detta innebär att betongelementen snedvrids vid lyft vilket gör det svårt vid inpassning mot befintliga element. Detta gör att montaget även kan ta lång tid och kräva manuell handpåläggning för att passa in betongelementet i rätt position.

Montage av betongelement försvåras också generellt av att arbete sker utomhus, ofta på hög höjd där vindförhållandena är mycket tuffare än i skyddade lägen i marknivå. Dessutom är montaget ofta en tidskritisk aktivitet pressat av att minimera tiden då kran och lastbil tas i anspråk. Tidspress i sig ökar också risken för att tillbud och olyckor uppstår.

Idag finns det dock innovativa lösningar för att underlätta montage av tunga produkter. Två exempel är de hydrauliska balanseringsoken "Geting" respektive "Pelar-ok" (se figur 1). Getingen kopplas till en kran och möjliggör finjustering av betongelementen med hjälp av radiostyrning. Pelar-oket förenklar montaget av betongpelare, speciellt då det kan kopplas loss utan att behöva använda vare sig lift eller stege.



Figur 1. Hydrauliska balanseringsoket "Geting" (till vänster i bild) och pelar-ok (till höger).

1.2 Testprojektet

Syftet är att testa och utvärdera hjälpmedel för att automatisera lyft av betongkomponenter på byggarbetsplatser. De hjälpmedel som avses att testas är;

- Hydrauliska lyftoket Geting
- Betongpelar-ok

På getingen monterades även trådlösa lastsensorer som mäter belastningen i respektive lyftpunkt. Mätning av laster är också viktig för att se om det uppstår ojämn lastfördelning under ett lyft men också då elementet utsätts för plötslig vindpåverkan. Uppmätta laster kan även jämföras med tillverkarens uppgifter. Information om lastpåkänningar är också användbart för att se vilken lastpåkning infästningar i elementet och själva lyfthjälpmedlet utsätts för under ett lyft.

Montagetid och arbetsmiljö jämförs med konventionella lyftmetoder för väggar och pelare.

Målsättningen är att öka förståelsen för när dessa hjälpmedel är användbara och dess potential att effektivisera tiden för montage och möjlighet till att förbättra säkerheten.

De nyttoeffekter vi ser är framförallt:

- Möjliggöra montage av tunga element med hög precision. Mindre påfrestningar i materialet som lyfts.

- Säkrare arbetsprocess och ökad produktivitet vid montering av betongelement jämfört med konventionell lyftteknik då man inte behöver vara nära hängande last.

1.3 Hur hittades de digitala tekniker som behövdes?

Både Geting och pelar-ok är två produkter som Inomec har i sin produktportfölj. Produkterna är framtagna för den Nordiska marknaden och har än så länge inte nått ut i omvärlden. Båda produkterna är relativt nya och har inte utvärderats på ett strukturerat sätt tidigare. De trådlösa lastsensorerna tillhandahölls av en leverantör som Inomec samarbetar med.

2 Information om testet

Objektet som valdes för test var en sjukhusbyggnad där stommen bestod av prefabricerade betongelement. Montaget utfördes av Smidmek som är en del av PEAB-koncernen. Byggnaden var komplex med stor variation i utformning av byggdelar vilket innebar ett utmanade montagearbete. Arbetsplatsen var dock välskött och det fanns bra med utrymme för montaget av stommen. Däremot var det endast möjligt att placera mobilkranen på en viss sida av byggnaden vilket medförde att en större kran än vanligt behövdes. Mobilkranen som användes var en larvgående kran från Liebherr LV1250 med maximal lyftkapacitet på 250 ton och med 97 m radie.

Testet fokuserade på lyft av vägg- och trappelement med hjälp av Getingen samt lyft av betongpelare med hjälp av pelar-oket. I tabell 1 ges en översikt över de element som ingick i uppföljningen. Testet pågick under perioden februari-mars 2021.

Tabell 1. Översikt över de lyft som ingick i uppföljning.

Elementtyp	Lyfthjälpmedel	Angiven totalvikt (från tillverkare)	Kommentar
Väggelement 1	Geting L23	15 200 kg	Lyft från lastbil (ingen väggvändning), med lastsensorer
Väggelement 2	Geting L23	16 000 kg	Lyft från lastbil (ingen väggvändning), med lastsensorer
Trappelement	Geting L23	2 200 kg	Lyft från lastbil. med lastsensorer
Pelare 1	Pelar-ok	7 500 kg	Lyft från lastbil. Med lastsensorer?
Pelare 2	Pelar-ok	2 500 kg	Lyft från lastbil. Med lastsensorer?

Metod för uppföljning:

Tidsåtgång och resursanvändning: Montagetider och resursåtgång registrerades manuellt i ett testprotokoll. Tyvärr gick inte montageprocessen att filma så som först var tänkt eftersom vårdbyggnaden är ett skyddsobjekt.

Utvärdering har gjorts genom att Inomec tillsammans med Smidmek analyserade lyfthjälpmedlens potential för olika typer av lyft. Dokumenterad resurs- och tidsåtgång har jämförts med konventionell lyftmetod (se beskrivning nedan). En produktivitetfaktor (P) enligt ekvation 1 användes för att jämföra produktiviteten mellan tex Geting och konventionell lyftmetod (referens).

$$P = \frac{(R_{ref} \times T_{ref}) - (R_i \times T_i)}{(R_{ref} \times T_{ref})} \quad (1)$$

där R_{ref} avser resursåtgång uttryckt som antal personer för konventionell lyftmetod; T_{ref} avser montagetid för konventionell lyftmetod; R_i avser resursåtgång (antal personer) för lyfthjälpmedel i ; T_i avser montagetid för lyfthjälpmedel i .

Säkerhet: För värdering av säkerheten vid montage dokumenterades även den tid då personal behöver befinna sig i ett s.k. riskområde för att möjliggöra montaget. Definition av riskområde är att personal befinner sig i omedelbar närhet till hängande last eller osäkrad last för att justera, koppla, koppla loss, eller koppla om last. Motsvarande tid uppskattades med hjälp av lyftpersnål för respektive konventionell lyftmetod (referens).

Utifrån dessa uppgifter kan ett riskindex (R) beräknas enligt ekvation 2. Indexet R jämför risken mätt som tid i riskzon för ett visst lyfthjälpmedel (Geting alt. Pelar-ok) jämfört med konventionell lyftteknik. Ett index <1 indikerar att lyftmetoden är säkrare jämfört med motsvarande konventionell lyftteknik. Ju lägre index desto säkrare är lyfthjälpmedlet.

$$R = \frac{T_{risk}}{T_{risk,ref}} \quad (2)$$

där T_{risk} avser total tid som personal befinner sig i riskområde i samband med lyft för Geting alternativt Pelar-ok; och $T_{risk,ref}$ avser total tid som personal befinner sig i riskområde för motsvarande konventionell lyftteknik.

Utvärdering har även omfattat att analysera mätdata från lastsensorer för att avgöra om elementet och lyftutrustning utsätts för ojämn belastning under montaget. För detta ändamål användes uppmätt belastning från lastsensorerna.

Beskrivning av konventionell lyftmetod

Väggelement/trappor: Konventionell lyftmetod för väggar och trappor innebär att man endast använder lastkättingar med lyftankare. Då kopplar man lasten med fasta kättingar med förkortare. Sen lyfter man och kontrollerar om lasten (tex väggelement) är i våg med tex ett vattenpass. Har man tex. olika typer av väggar måste detta göras mellan varje vägg beroende på var tyngdpunkten ligger. Justeringarna görs med fördel på marken då man ofta har ett stöd för väggarna att luta dom mot medan man justerar. Detta är svårare att göra när lasten är uppe på t.ex. ett våningsplan. Har man inget stöd att luta väggen mot måste man ta ner lasten på marken igen för att justera kättingarna.

Sen lyfter man upp betongelementet till avsedd plats i konstruktionen och kontrollerar även där att lasten är i våg. Är den inte det måste lasten

ställas ned på ett säkert sätt och en av kättingarna måste kortas. Lastkättingar och sling kan töjas under ett lyft vilket är normalt men bara några centimeters töjning kan medföra att betongelementet inte passar in mellan redan monterade väggelement. Då måste elementet ställas ner på marken igen och justera kättingarna. Detta är en tidsödande process som dessutom utsätter personal och material för risker eftersom de blir tvungna att befinna sig nära lasten upprepade gånger.

Betongpelare: Konventionell lyftteknik för betongpelare innebär att slings eller kättingar anbringas runt pelaren och låses fast av pelarens tyngd. Alternativt så kan pelaren vara förberedd med hål där slings eller kättingar träs igenom. Om pelaren inte är förberedd med hål så kommer den excentriska lyftpunkten medföra att pelaren hänger snett vid lyft. När pelaren ska monteras måste man få den rak vilket görs genom att först sätta ner ena sidan för att sedan påföra en sidokraft så pelaren blir rak. Om pelaren är förberedd med hål så kommer den att hänga rakt vid lyft vilket underlättar montaget. När pelaren väl är monterad och fixerad lossas kättingar eller slings. Detta görs manuellt med hjälp av lift eller stege (om det är tillåtet).

3 Resultat från testet

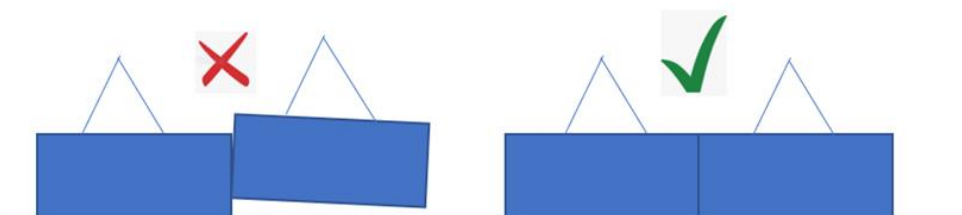
3.1 Lösningen

Lyft av väggar och trappor med Geting L23

Ett vanligt förekommande problem vid montering av väggelement är att de är svårt att hitta rätt balans då håltagningar i elementen innebär att tyngdpunkten förskjuts. Detta innebär att när man lyfter ett element så blir det hängandes snett vilket gör att det blir svårt att montera, speciellt om det ska passas in mellan monterade element (se figur 2). Dessutom är risken större för att kantskador uppstår då elementet ska passas in. För att justera ett snett hängande element med konventionella lyftteknik så måste kättingar manuellt justeras genom att förkortas eller förlängas. Detta är en omständlig procedur som också innebär att personal måste befinna sig nära osäkrad last.

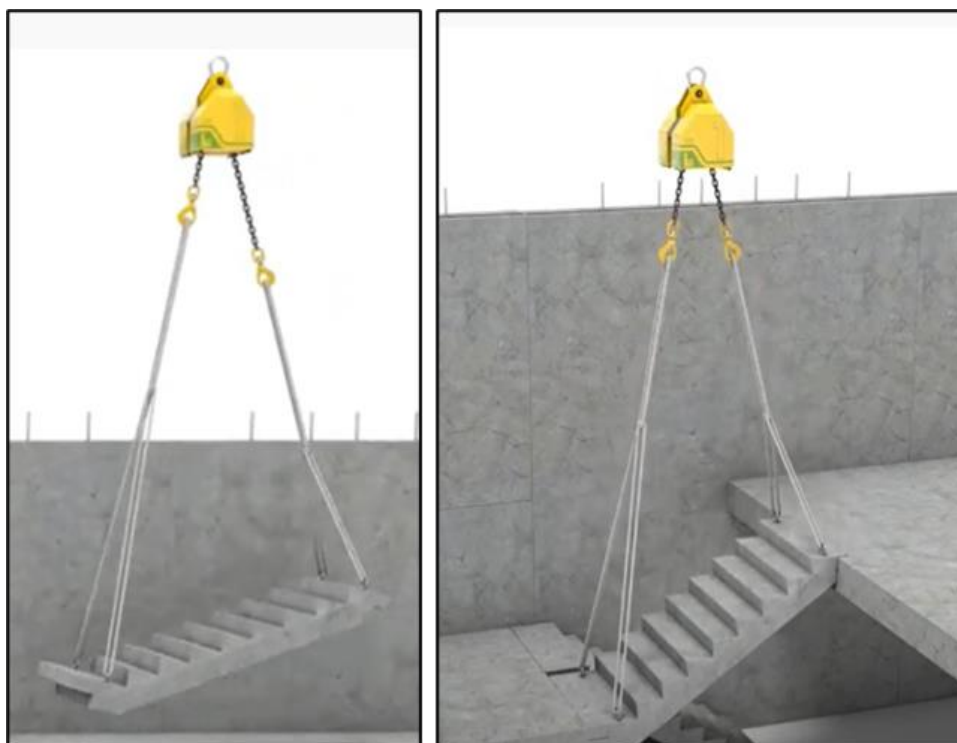
Geting L23 är speciellt framtagen för att nivåreglera hängande last. Getingen är utrustad med två kättingar som kan regleras med hjälp av

radiostyrning. Maximal lyftkapacitet är 20 ton så den klarar de flesta betongelement som normalt används vid husbyggnad.



Figur 2. Om väggelementet inte hänger helt horisontellt kan det bli svårt att montera. Särskilt svårt är det när man ska sätta ner en vägg bredvid en annan vägg då den måste vara helt rak för att passa perfekt.

Den nivånivellerande funktionen är speciellt användbar vid installation av trappor. En trappa levereras liggandes på lastbilsflak men ska monteras i rätt vinkel i trapphuset.

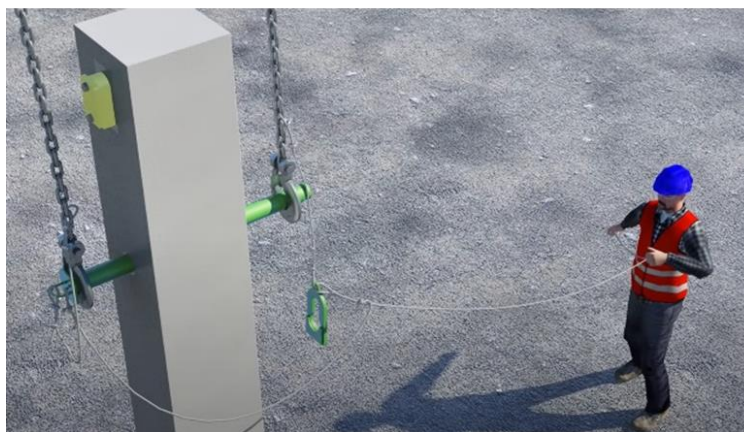
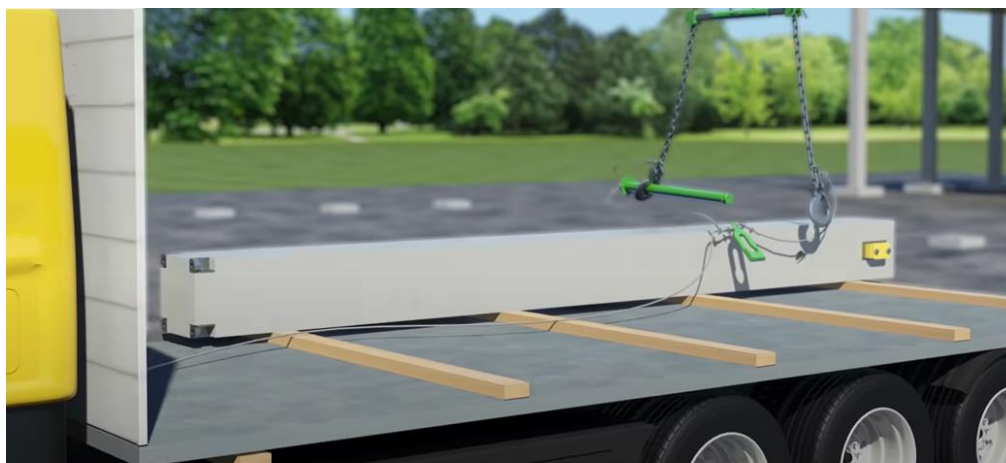


Figur 3. Geting möjliggör radiostyrd inpassning av trappelement.

Med konventionell lyftteknik så får man lyfta ena sidan av trappan för att därefter måtta in längden på lastkättingarna så att trappan hamnar i rätt vinkel. Om inte inpassning av kättingar stämmer måste trappas lyftas ner och kättingarna justeras. Med en Geting L23 fäster man förankringarna direkt i den liggande trappan och lyfter den på plats och gör sen korrigeringen för vinkeln på plats med den radiostyrda handkontrollen (figur 3). Detta sparar tid samt att personal inte behöver gå i närheten av last som inte är kopplad eller säkrad.

Pelar-ok

Mobilkranens krok utrustades med ett pelar-ok för att lyfta pelare på plats. Pelarna levererades liggandes på lastbil. Först lyftes pelarna av lastbilen och placerades på marken. Därefter monterades pelaroket i hålet som tillverkaren skapat i toppen av pelaren. Hålet i pelartoppen var förstärkt för att klara belastningen vid lyft.



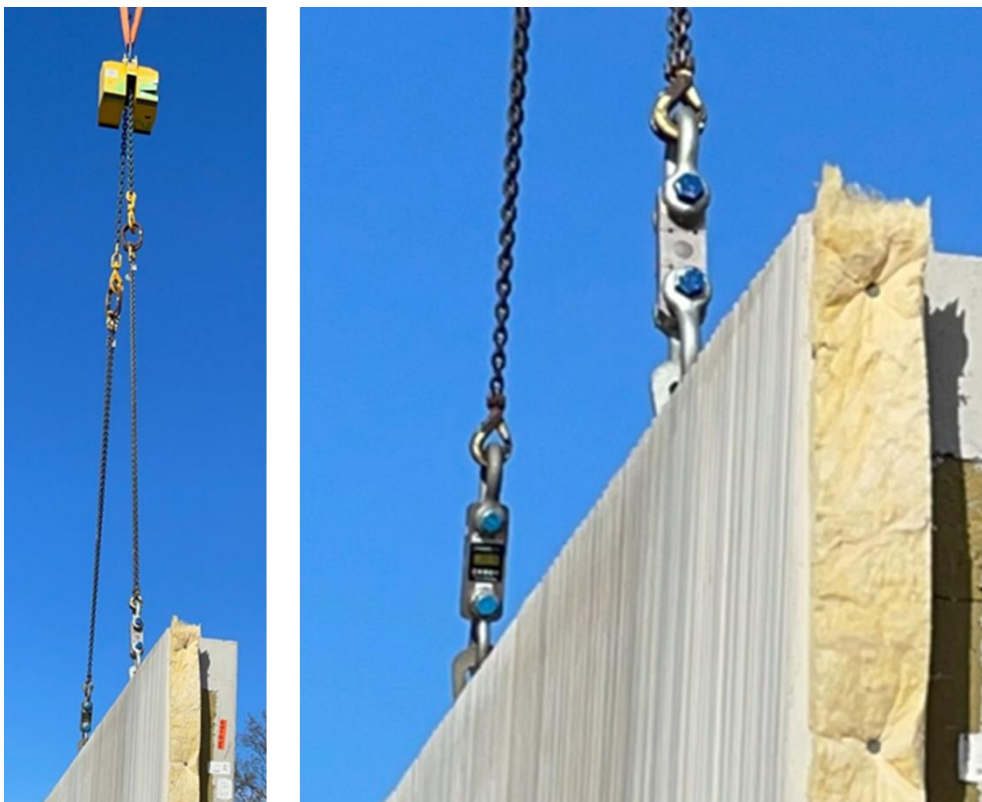
Figur 4. Illustration över montage med pelar-ok.

Därefter lyfts pelaren med hjälp av pelar-oket upp till ett stående läge för att sedan lyftas till sitt slutgiltiga läge där det sedan kunde fixeras. Då pelaren var fixerad så lossades pelar-ok genom att dra i en vajerdraglina. Detta fungerar endast då pelar-oket inte var belastat. I figur 4 visas en principiell illustration av hur montage med pelar-ok kan se ut.

3.2 Effekter och noterade resultat

Väggelement (Geting)

Montage av väggelement gjordes med Geting L23 (se figur 5). Mellan Getingen och elementet monterades även lastsensorer för att mäta belastning under lyft (se figur 6). Lastsensorerna som användes var kalibrerade i förväg för att säkerställa att dessa visade korrekta mätvärden.



Figur 5. Montage av väggelement med Geting.



Figur 6. Lastsensor monterad på lyftöglor med trådlös avläsning.

Testet fokuserade på tids- och resursåtgång vid montage samt säkerheten av att använda Geting istället för konventionell lyftteknik.

Tidsåtgång

I tabell 2 redovisas dokumenterad tids- och resursåtgång för montaget med Geting.

Tabell 2. Jämförelse mellan tids- och resursåtgång vid väggmontage med Geting och konventionell lyftmetod.

	Geting		Konventionell lyftmetod (uppskattad)		Produktivitetsförbättring (P) Geting vs Referens
	Tidsåtgång montage (timmar)	Antal resurser	Tidsåtgång montage (timmar)*	Antal resurser	
Väggelement	0,17	3	0,21	4	40%

*Tider baserad på mätningar från montage av olika betongelement samt intervjuer med arbetsledare från Smidmek.

Dessa baseras på medelvärde av gjorda lyft. Värdet för konventionell lyftmetod uppskattades med hjälp av personal från Smidmek. Ekvation 1 användes för att beräkna produktivitetsfaktorn P. Som framgår av tabell 1 så förbättras produktiviteten med 40% av att använda Geting jämfört med konventionell lyftteknik vid väggmontage.

Säkerhet

I tabell 3 redovisas riskindex-talet R enligt ekvation 2. Indexet baseras på total tid som personal befinner sig i riskområde för Geting respektive konventionell lyftteknik. Indexet indikerar att tiden då personal befinner sig i riskområde är endast en femtedel då Geting används jämfört med då konventionell lyftteknik.

Tabell 3. Riskindex vid väggmontage då Geting används jämfört med konventionell lyftteknik.

Väggelement	T_{risk} (Geting)	$T_{risk, ref}$ (uppskattad)	Riskindex, R (Geting vs Referens)
	2,0 minuter	9,5 minuter	0,2

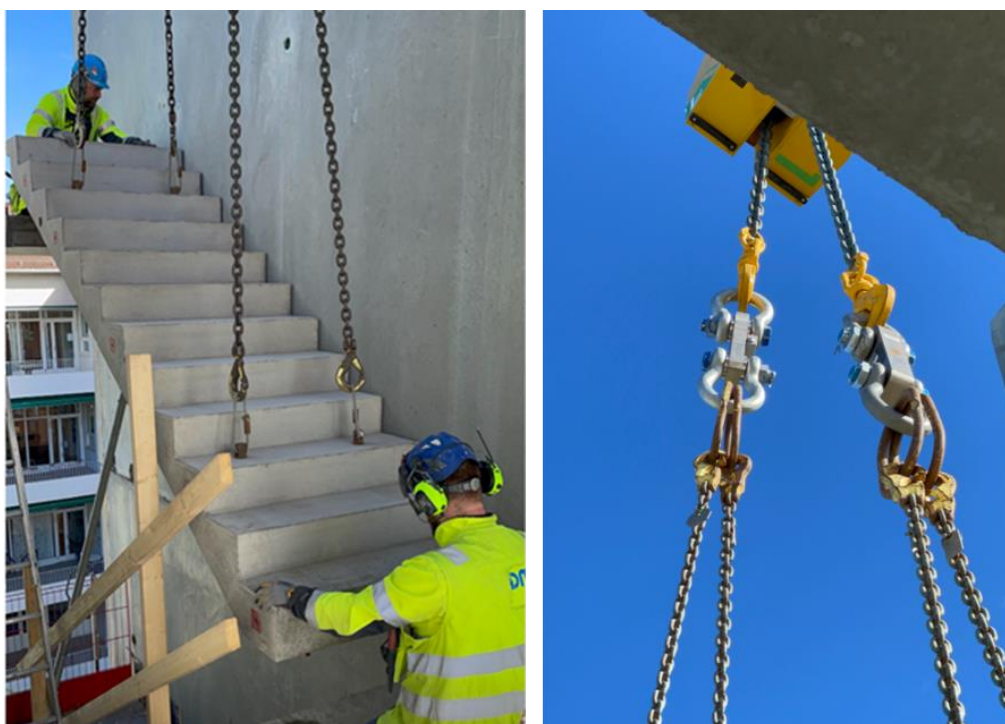
I tabell 4 anges uppmätta laster under lyft. Skillnaderna mellan infästningspunkterna var ca 60-250 kg vilket för element som väger 15-16 ton väldigt liten. Detta visar på att väggelementen var i det närmaste perfekt balanserade från början vilket inte är så vanligt. Vädret under montageperioden var mycket gynnsamt i form av ingen eller endast svag vind vilket samtidigt medförde att det inte gick att mäta någon extra belastning från vindstötter.

Tabell 4. Uppmätta laster från sensorer under montage av väggelement.

Typ av lyft	Angiven totalvikt (från tillverkare)	Uppmätt last i krok 1 (lyftpunkt 1)	Uppmätt last i krok 2 (lyftpunkt 2)	Total uppmätt last (från mätning)
Väggelement 1	15 200 kg	8005 kg	7230 kg	15235 kg
Väggelement 2	16 000 kg	7895 kg	8140 kg	16035 kg

Trappor (Geting)

Geting L23 användes även för att montera trappelement, se figur 7. Även här användes lastsensorer för att registrera belastning i infästningspunkter under lyft.



Figur 7. Montage av trappelement med Geting.

Tidsåtgång

I tabell 5 redovisas tids- och resursåtgång för montage av trappelement med Geting respektive med konventionell lyftteknik. Testet visar att produktiviteten förbättras med 50% mest tack vare den radiostyrda nivelleringen av trappan till rätt läge.

Tabell 5. Jämförelse mellan tids- och resursåtgång vid trappmontage med Geting och konventionell lyftmetod.

	Geting		Konventionell lyftmetod (uppskattad)		Produktivitetsförbättring, P (%)
	Tidsåtgång montage (timmar)	Antal resurser	Tidsåtgång montage (timmar)*	Antal resurser	
Trappelement	0,17	3	0,25	4	50

Säkerhet

Riskindex för trappmontage då Geting används jämfört med konventionell lyftteknik redovisas i tabell 6. Index-talet indikerar att tiden då personal befinner sig i riskområde halveras då Geting används jämfört med konventionell metod.

Tabell 6. Riskindex vid trappmontage då Geting används jämfört med konventionell lyftteknik.

Trappor	T _{risk} (Geting)	T _{risk, ref} (uppskattad)	Riskindex, R (Geting vs Referens)
	2,0 minuter	4.0 minuter	0,5

Trapporna vägde enligt uppgift från leverantören 2200 kg. Lastsensorerna registrerade den totala vikten till 2270 kg fördelat på 1200 kg i ena kroken och 1070 kg i andra (se tabell 7). Mätningar visade också att lastfördelningen var i det närmaste oförändrad under hela lyftet.

Tabell 7. Uppmätta laster från sensorer under montage av trappelement.

Typ av lyft	Angiven totalvikt (från tillverkare)	Uppmätt last i krok 1 (lyftpunkt 1)	Uppmätt last i krok 2 (lyftpunkt 2)	Total uppmätt last (från mätning)
Trappelement	2 200 kg	1200 kg (1170 kg)*	1070 kg (1070 kg)*	2270 kg (2240kg)

*Vikt efter trappan var nivellerad

Betongpelare (Pelar-ok)

Pelar-ok användes för att montera betongpelare. Även i detta fall användes lastsensorer för att mäta belastning under lyftet.

Tidsåtgång

I tabell 8 visas tids- och resursåtgång för pelar-ok samt för konventionell lyftteknik. Testet visar att produktiviteten ökar med ca 30% då pelar-ok används jämfört med traditionell lyftteknik med kättingar eller slings.

Tabell 8. Uppmätta laster från sensorer under montage av betongpelare.

	Pelar-ok		Konventionell lyftmetod (uppskattad)		Produktivitetsförbättring, P (%)
	Tidsåtgång montage (timmar)	Antal resurser	Tidsåtgång montage (timmar)*	Antal resurser	
Betongpelare	0,17	1	0,25	1	33

*Pelarna har samma tidsåtgång med pelar-ok oberoende av storlek då montaget är detsamma.

Säkerhet

I tabell 9 anges riskindex för montage av betongpelare med hjälp av pelar-ok jämfört med konventionell lyftteknik. Som framgår indikerar R-index att tiden då personal vistas i riskområdet är mindre än en femtedel (0,17) jämfört med då konventionell lyftteknik används.

Tabell 9. Riskindex vid pelarmontage då Pelar-ok används jämfört med konventionell lyftteknik.

Pelare	T_{risk} (Pelar-ok)	$T_{risk, ref}$ (uppskattad)	Riskindex, R (Pelar-ok vs Referens)
	1,0 minut	6.0 minuter	0,17

I tabell 10 visas uppmätta laster under lyft av betongpelare. Som framgår av tabellen så är pelarna perfekt balanserade där lasten fördelas helt jämnt över pelar-oket. En jämn lastfördelning är viktigt ur säkerhetssynpunkt men minskar också slitage på lyftutrustning.

Tabell 10. Uppmätta laster från sensorer under montage av trappelement.

Typ av lyft	Angiven totalvikt (från tillverkare)	Uppmätt last i krok 1 (lyftpunkt 1)	Uppmätt last i krok 2 (lyftpunkt 2)	Total uppmätt last (från mätning)
Pelare 1	7 500 kg	3750 kg	3750 kg	7 500 kg
Pelare 2	2 500 kg	1 250 kg	1 250 kg	2 500 kg

3.3 Krav och utmaningar

- Kraven på projektet var att få till en säker och effektiv lösning för att kunna montera färdiga betongelement och pelare utan att behöva ha personal för nära icke monterat material.
- En utmaning var att planera in lämplig tidpunkt att genomföra testet där rätt typ av element skulle monteras och där också leveranserna av dessa element kom som planerat. Just leveranser av element var en utmaning då elementen tillverkades i en fabrik utanför Sverige vilket ökade osäkerheten i leveransprecisionen.
- Lösningen med Geting eller Betongpelar-ok är en relativt ny lösning för marknaden. Liksom för all ny teknik så måste värdet av dessa lyfthjälpmedel jämfört med konventionell teknik tydliggöras. Många byggarbetsplatser anser att de redan har en rationell hantering av betongelement med konventionell lyftteknik. Om inte en tydlig kostnadsbesparing kan påvisas kommer de vara tveksamma till att använda den nya tekniken. Dessutom måste en tidsbesparing i montaget nyttjas genom omplanering av produktionen där frigjord tid kan nyttjas till annat arbete. Om inte tidsvinsten utnyttjas på ett bra sätt uteblir den ekonomiska effekten för projektet. Därför är det nödvändigt att med faktiska data kunna påvisa värdet av ny teknik och att planering av produktionen redan från början anpassas till nya hjälpmedel. För att inte förlora möjligheten till tids- och kostnadsbesparingar då avancerade lyftok används behöver arbetsplatsen och logistiken vara välplanerad. Om inte rätt element kommer vid rätt tidpunkt så spelar det ingen roll hur effektiva lyfthjälpmedel än är.

4 Erfarenheter och bra att tänka på

Före test:

- Sträva efter ett så stort antal montagetillfällen som möjligt där olika typer av element täcks in. På detta vis fås ett större dataunderlag som ger en ökad kvalitet i bedömning av produktivitet och arbetsmiljö.

- Innan testet säkerställ en välfungerande produktion och logistik så att inte oönskade störningar påverkar utfallet. Det är ju just potentialen mellan två metoder som ska utvärderas och då vill man inte att mätningar ska påverkas av andra störande faktorer.
- Om möjligt, sträva efter att genomföra lyft både med ny lyftteknik och med konventionell teknik för att få bra jämförelsedata.
- Se till att etablera en rutin för dokumentation av montageprocessen där tids- och resursbehov dokumenteras på ett enhetligt och strukturerat vis. Det kan också vara lämpligt att föra in mätning av den tid som personal vistas i närheten av hängande last eller uppe i lift i syfte att värdera säkerheten. Som stöd kan tex säkerhetsindex enligt ekvation 2 användas. Eventuella omständigheter och yttre störningar bör också noteras. För att underlätta dokumentation så rekommenderas användning av ett standardiserat mätprotokoll.
- Om möjligt så är dokumentation av montaget med hjälp av tex mobilkamera ett bra sätt då det ger ytterligare möjlighet att analysera arbetsprocessen och enskilda moment i detalj. Eventuella osäkerheter kring tids- eller resursanvändning kan också enkelt kontrolleras i efterhand. Utse ansvarig för dokumentation.
- För att dokumentation av tidsåtgång är det viktigt att på förhand ha klart för sig start- och slutläge och att strikt tillämpa detta vid observation av montagearbeten. Ett startläge kan tex vara när lyftkrokarna har anslutits till elementet och ett slutläge när elementet är monterat och krokarna kopplas loss. Montageprocessen kan även delas in i olika moment, tex lagring, lyft, omtag/justering, och slutmontage.
- Eftersträva också användning av lastsensorer för mätning av belastning under lyft.

Under test:

- När testet väl utförs se till att förbereda mätning så att observation och filmning kan ske på ett så bra och säkert sätt som möjligt utan att störa montagearbetet. Notera eventuella avvikelser och händelser som kan påverka utfallet.
- Om möjligt så eftersträva att samla in synpunkter från montagepersonal så nära montaget som möjligt utan att störa deras primära arbetsuppgifter. Lämpligt är tex att direkt efter slutfört montagearbete ha en dialog med personalen.

Efter test:

- Efter testet sammanställs mätprotokoll och eventuellt filmmaterial. Dokumentationen analyseras och tids- och resursåtgång sammanställs förjämförelse.
- Mjuka värden som inte går att mäta utvärderas lämpligen ihop med ansvarig entreprenör/stomentreprenör.

5 Sammanfattning

5.1 Resultaten

Testerna visar på att Geting ökar produktiviteten med 40% vid montage av väggelement jämfört med konventionell lyftteknik. Den förbättrade produktiviteten kan främst tillskrivas Getingens radiostyrda nivelleringsfunktion som gör det möjligt att snabbt och säkert justera ett element i rätt läge. För trappor är ökningen ännu större, omkring 50%. Det visar att Getingen är än mer lämpad för element där montaget kräver en mer komplicerad och noggrann inpassning.

Testerna visar också att Getingen förbättrar säkerheten genom att tiden då personal behöver vistas nära hängande last minskar avsevärt. Ett framtaget riskindex indikerar att tiden då personal behöver vistas i riskområde kan vara mindre än en femtedel då nya lyfthjälpmiddel används jämfört med konventionell lyftteknik.

Testerna visar också att lastsensorer monterade mellan lyfthjälpmiddel och lasten är också en god idé ur säkerhetssynpunkt då aktuell belastning kan övervakas i realtid. Ett ojämnt belastat element kan vara en risk ur säkerhetssynpunkt och att tidigt få indikation på detta är mycket viktigt.

Tester med pelar-ok visar på att även detta lyfthjälpmiddel förbättrar produktiviteten jämfört med konventionell lyftteknik. Säkerheten förbättras också främst genom att pelar-oket kan frigöras av markpersonal med hjälp av en vajerlösning.

I tabell 11 redovisas en värdering av potentialen hos nya lyfthjälpmiddel vad gäller förbättrad produktivitet och säkerhet jämfört med konventionell lyftteknik. Värderingen är gjord för olika typer av lyft och har gjorts tillsammans med personal stommontören.

Tabell 11. Värdering av förbättringspotential för lyfthjälpmedel som möjliggör en högre grad av automatisering av lyft jämfört med konventionell lyftteknik.

Typ av lyft	Produktivitet	Säkerhet
Betongväggar (enkla)	Medel	Hög
Betongväggar (komplexa)	Hög	Hög
Betongtrappor	Hög	Hög
Betongpelare	Hög	Hög

Den definition som använts vid värdering är enligt följande:

Produktivitet / säkerhet

- Hög: > 30% ökad produktivitet
- Medel: 10-30% ökad produktivitet
- Liten: <10% ökad produktivitet

Säkerhet

- Hög: > 30% minskad persontid nära hängande last
- Medel: 10-30% minskad persontid nära hängande last
- Låg: <10% minskad persontid nära hängande last

Som framgår av tabellen så är generellt potentialen stor av att använda nya lyfthjälpmedel som tex Geting både ur produktivitets- och säkerhetssynpunkt. Ju mer komplex lyftet (elementet) är desto större är potentialen.

Som tidigare nämnts måste dock den typ av lyfthjälpmedel kombineras med god planering och styrning för att dra nytta av de dessa positiva effekter.

5.2 Viktigaste erfarenheter

- För att dra nytta av effektivare lyftverktyg måste hela kedjan av produktionen fungera annars uteblir effektivitetsvinsten. Då blir fördelen en bättre säkerhet vilket naturligtvis är viktigt i sig för många företag.
- För ett företag är lyftutrustning en förhållandevis låg investering och också kan hyras vid behov och därmed enklare inrymmas i projektbudgeten.
- Fördelarna med trådlös digital styrning gör att personal inte behöver gå i närheten av hängande material.
- Lastsensorer bidrar också till ökad säkerhet genom att aktuell lastfördelning kan övervakas i realtid. Denna information är också användbar för att analysera slitage på lyftverktyg samt för prefab-tillverkare som kan få återkoppling om hur stora belastningar som elementet utsätts för under lyft.

5.3 Fördelar och risker med trådlös styrning övervakning av lyft

Trådlös kommunikation för styrning av lyft samt trådlösa sensorer för mätning av laster medför sammantaget en säkrare och effektivare arbetsplats men innebär också vissa risker.

Fördelar

- Trådlösa lastsensorer monterade mellan krankrok och last möjliggör övervakning av laster i realtid samt för analys av belastningar på element och lyftutrustning i efterhand. Detta ger prefab-konstruktören värdefullt underlag vid dimensionering av element och infästningar för de belastningar som uppstår under lyft. För leverantörer av lyftutrustning är uppmätta belastningar på utrustningen intressant för att se hur mycket slitage det utsätts för vilket är värdefullt vid planering av förebyggande underhåll.
- Radiostyrning av nivånivellering minskar tiden då personal behöver vistas nära tungt hängande last. Det minskar också behovet av omtag och justering av kättingar/slings för att passa in ett element. Ju mer komplex elementet är desto större är denna fördel.

- Trådlös styrning och övervakning med trådlösa lastsensorer innebär också att inga kablar behövs som kan skadas eller är i vägen vid lyft.

Risker

- En risk med radiostyrning av lyftet är att operatören står alltför långt ifrån och därmed förlorar uppsikt över lasten.
- Trådlös radiostyrning som använder öppna radiofrekvenser riskerar att störas (eller störa ut) av annan utrusning på arbetsplatsen som använder samma frekvens. Detta avhjälps dock lätt med lite planering av projektet. Sändarna använder 2,4 GHz bandet vilket de flesta trådlösa styrningar gör.

Kontaktpersoner

För mer information om testprojektet, kontakta gärna:

- Johan Jonasson, VD för INOMEK lyftuthyrning AB:
 - johan@inomec.se, 0703-89 70 90
- Robert Larsson, Projektledare FoU Cementa AB, Testbäddsansvarig Uppkopplad byggplats:
 - Robert.larsson@cementa.se, 073-314 11 53



SMART BUILT
ENVIRONMENT
UPPKOPPLAD BYGGPLATS

li.u LINKÖPINGS
UNIVERSITET

LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET

Med stöd från

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet

 **Energimyndigheten**

FORMAS 

Strategiska
innovations-
program