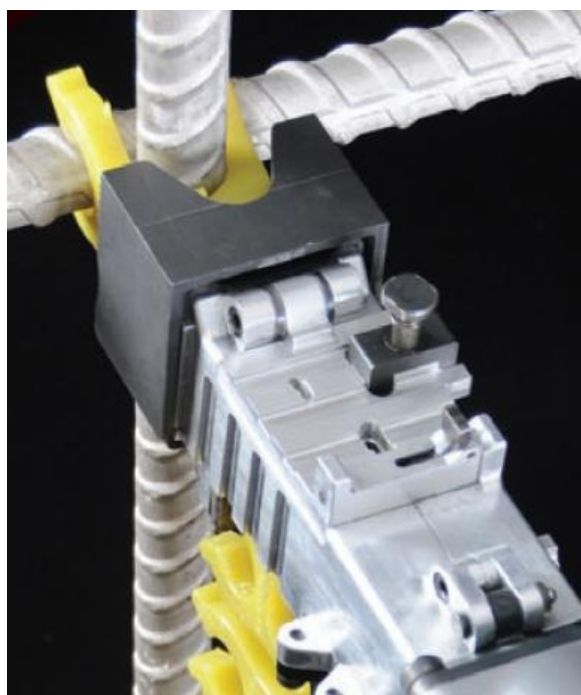


Sammanfogning och fixering av armering

Steg 1: Inventering av befintlig teknik



Per Kettil, Skanska Sverige AB / Teknik

2012-05-15

Förord

Denna studie har utförts under tiden september 2011 till maj 2012. Studien har finansierats av SBUF och Skanska. Följande personer har medverkat:

Projektledare:

Per Kettil, Skanska Sverige (Göteborg)

Projektgrupp:

Per Kettil, konstruktör bro- och anläggning, Skanska Sverige (Göteborg)

Dennis Johansson, blockchef, Skanska (Göteborg)

Daniel Keinwall, arbetsledare, Skanska (Göteborg)

Kjell Bengtsson, betongarbetare, Skanska, (Göteborg)

Gerant Davies, betongarbetare, Skanska, (Göteborg)

Referens- och styrgrupp:

Mikael Andersson, Distriktschef, Skanska (Göteborg)

Kristoffer Karlsson, Arbetsmiljöstab, Skanska (Göteborg)

Erkki Törmänen, arbetsledare, Skanska Sverige (f n i Katrineholm)

Håkan Olofsson, armerare, Skanska Sverige (f n i Katrineholm)

Karl-Erik Malm, projektchef, Skanska Sverige (Umeå)

Gunnar Lundmark, produktionschef (Umeå)

Karl-Gustav Svensson, maskinkonstruktör, Skanska Sverige (Göteborg)

Gunnar Forsgren, Celsa Steel Service (Umeå)

George Afram, NCC

Göran Tinglöv, Byggnads

Göteborg, maj 2012

Per Kettil

Bild på framsida:

Fixering med plastclips typ Kodi Klip (<http://www.kodiklip.com>).

Sammanfattning

Ett centralt delmoment vid produktion av armerade betongkonstruktioner är montering och sammanfogning/fixering av armeringen så att den hålls i läget fram tills betongen har härdat. Helt avgörande för detta delmoment är tekniken för sammanfogning av armeringen. Fixering av armering är en central punkt för prefabricering av armeringsenheter och industrialisering av produktionen.

Syftet med detta projekt är att rationalisera armeringsarbetet genom att finna bättre metoder för sammanfogning och fixering av armering.

Rapporten presenterar olika metoder för fixering av armering och dess för- och nackdelar. De traditionella teknikerna najning och svets fungerar i många avseenden bra, men har sina respektive nackdelar. Dessa kan delvis övervinnas genom kompletterande tekniker och genom att de används i kombination med varandra.

Två nya tekniker är limning och clips. Vi har ännu ej funnit exempel på tillämpning med lim, men kan vara intressant att prova i framtiden. Plastclips fabrikat Kodi Klip har provats och befunnits ha vissa fördelar, speciellt jämfört med traditionella najmaskiner med tråd.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund, syfte och mål.....	1
1.2	Syfte.....	2
1.3	Mål	2
1.4	Genomförande	2
2	Inventering av befintliga tekniker	3
2.5	Najning.....	3
2.5.1	Traditionell najning för hand.....	3
2.5.2	Handhållna najmaskiner	4
2.5.3	Najrobotar	6
2.6	Svetsning	8
2.7	Teknikernas för- och nackdelar	9
2.7.1	Najning	9
2.7.2	Svetsning.....	9
2.8	Kompletterande tekniker	10
2.8.1	Stabilisering av najade nät och korgar	10
2.9	Alternativa nya tekniker	11
2.9.1	Lim	11
2.9.2	Clips.....	11
2.10	Utvärdering	11
3	Provning av fixering med clips	12
3.1	Genomförande	12
3.2	Resultat och utvärdering	12
4	Slutsatser.....	14

1 Inledning

1.1 Bakgrund, syfte och mål

Armerad betong (AB) är idag världens mest använda konstruktionsmaterial alla kategorier. Ett centralt delmoment vid produktion av AB-konstruktioner är montering och sammanfogning/fixering av armeringen så att den hålls i läget fram tills betongen har härdat. Helt avgörande för detta delmoment är tekniken för sammanfogning av armeringen. De vanligaste teknikerna är najning eller svetsning.

Vid najning fixeras järnen sinsemellan i korsningspunkterna med ståltråd, som lindas runt korsningen och dras åt. Najning utförs än idag oftast för hand med en najtång och grov ståltråd på rulle, eller med genom att tvinna tunnare ståltrådar med öglor i ändarna med en drillapparat. Idag finns även handhållna najmaskiner på marknaden, som vanligen slår en tunn ståltråd ett flertal varv runt korsningspunkten och drar åt.

Vid svetsning (fixeringssvetsning) läggs en svets i korsningspunkterna. Svetsning utförs för hand eller med robot.

De största fördelarna med manuell najning är dess enkelhet, flexibilitet, relativa snabbhet och låga pris och att den vanligen ger tillräckligt god fixering samt att den inte ger någon inverkan på armeringsstålet. De största nackdelarna är förslitningsskador på personalen p g a obekväma arbetsställningar och monotona rörelser, samt att fixeringen kan vara otillräcklig för transport av prefabricerade armeringsenheter.



Figur 1.1 Exempel på armeringsarbete

Den största fördelen med svetsning är att den ger en mycket bra fixering, och att även andra industrigrenar använder och driver tekniken framåt med bl a svetsrobotar. De största nackdelarna (jämfört med manuell najning) är att utrustningen är mer komplicerad och dyr, att armeringsstålet påverkas (blir sprödare och framförallt utmattningshållfastheten försämras, vilket har väsentlig betydelse i många tillämpningar) och att det finns ett visst väderberoende samt brandfara.

Den manuella najningens många fördelar leder snabbt till tanken på en najmaskin. Najmaskinerna på marknaden synes dock endast kopiera najningstekniken för hand, och funktionaliteten och resultatet lämnar en del övrigt att önska.

1.2 Syfte

Syftet med detta projekt är att rationalisera armeringsarbetet genom att finna/utveckla bättre metoder/metodik för sammanfogning/fixering av armering.

Observera att fixering av armering är en central punkt för prefabricering av armeringsenheter och industrialisering av produktionen.

Delprojekt ”Steg 1, inventering av befintlig teknik”, syftar till att finna och jämföra/utvärdera de bästa teknikerna som finns tillgängliga idag samt söka och utvärdera eventuella utvecklingsidéer. Utvecklingsidéerna bärkraft och eventuella hinder från gällande normer och standarder kommer att undersökas.

1.3 Mål

Målet är att finna/utveckla bästa möjliga teknik för att sammanfoga/fixera armering, mätt i minskade förslitningsskador, sparad tid och pengar samt den svenska byggindustrins konkurrenskraft internationellt.

1.4 Genomförande

Genomförandet avser steg 1 som definierat under rubriken syfte ovan. Fokus i Steg 1 ligger på de två största teknikerna najning och svetsning och speciellt att komma tillrätta med deras respektive nackdelar, men även andra tekniker kommer att utforskas.

2 Inventering av befintliga tekniker

Inventering av befintliga tekniker har utförts genom samtal med kollegor och branschfolk på alla typer av byggföretag, leverantörer m fl, samt sökning litteratur, tidskrifter, på Internet och byggmaskinmässor. Sökningen har gjorts internationellt (engelsk översättning ”rebar or steel fixing, tying or welding”).

2.5 Najning

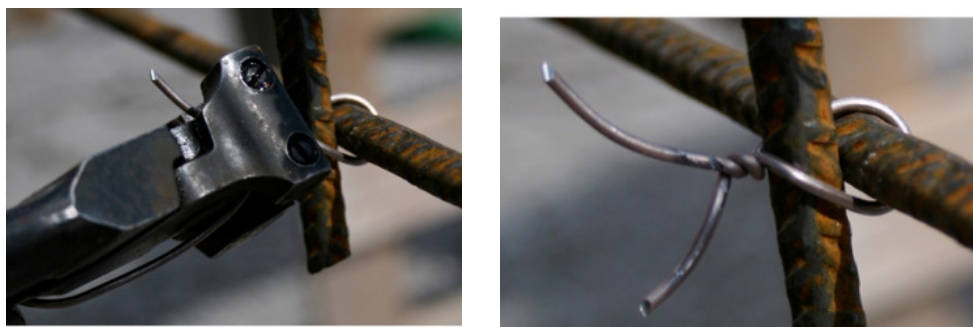
Vid najning fixeras järnen sinsemellan i korsningspunkterna med ståltråd, som lindas runt korsningen och dras åt. I det följande redovisas olika typer av najningstekniker.

2.5.1 Traditionell najning för hand

Najning för hand utförs vanligen med en najtång och grov ståltråd på rulle, se Figur 2.1 och Figur 2.2, eller genom att tvinna tunnare ståltrådar med öglor i ändarna med en drillapparat, se Figur 2.3.



Figur 2.1 Exempel på najtång och tillhörande tråd



Figur 2.2 Exempel på najning med najtång och grov ståltråd



Figur 2.3 Exempel på drillapparat med tillhörande ögletråd

2.5.2 Handhållna najmaskiner

I det följande redovisas olika typer av handhållna maskiner som finns på marknaden.

2.5.2.1 Handdrivna najapparater

Det finns en del handdrivna najapparater på marknaden, se typiskt exempel i Figur 2.4. Maskinerna utför najningen i princip på samma sätt som för hand – de slår en ståltråd runt korsningspunkten och drar åt. Arbetet utträttas genom att man trycker apparaten nedåt och drar upp den, varvid apparaten omvandlar påförd kraft till en drillrörelse som drar åt tråden. Skillnaden mellan de olika fabrikaten är olika vikt och smidighet, driftsäkerhet och fixeringsförmåga.



Figur 2.4 Exempel på handdriven najapparat (Glim Scan system, inkl distanssättning)

2.5.2.2 Motordrivna najmaskiner

Idag finns ett stort utbud av handhållna motordrivna najmaskiner på marknaden, vanligen med ett utseende liknande maskinen i Figur 2.5. Det finns många fabrikat, men de arbetar efter samma grundprincip. Maskinerna utför najningen i princip på samma sätt som för hand – de slår en ståltråd runt korsningspunkten och drar åt. Tråden är relativt tunn och slås i gengäld flera varv. Skillnaden mellan de olika fabrikaten är olika vikt och smidighet, driftsäkerhet och fixeringsförmåga.



Figur 2.5 Typiskt exempel på handhållen motordriven najmaskin (Max Rebar-tier)

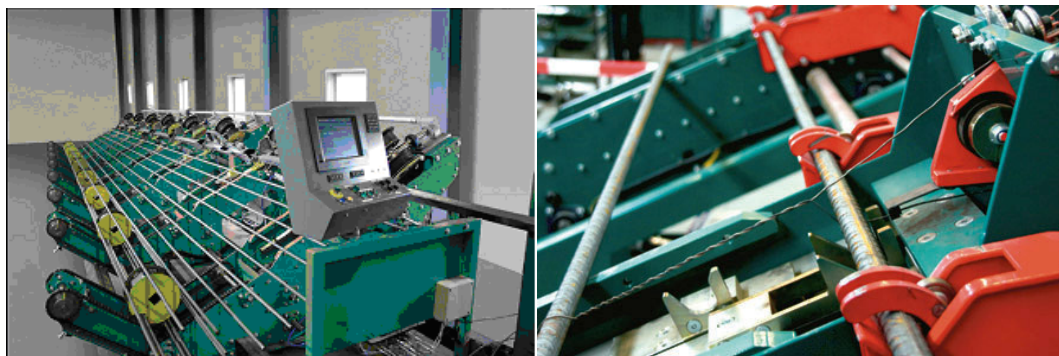


Figur 2.6 Exempel på najning med handhållen najmaskin

Något som man bör notera med de handhållna motordrivna najmaskinerna är att rosetten som bildas inkräktar på täckskiktet och kräver att man måste trampa/trycka till den efteråt. En annan nackdel är att maskinen inte drar åt lika hårt som en handnaj och järnen ofta ligger och rullar vilket innebär att man ofta får slå fler maskinnajar än vanliga handnajer. Att dom inte drar åt kan också innebära vid tex underkanten på ett valv att det blir en hängande "buk" mot formen.

2.5.3 Najrobotar

För najning på fabrik förekommer najrobotar. En idag vanlig tillämpning är sammanfogning av envägsnät som levereras i form av utrullningsbara rullar, se Figur 2.7 och Figur 2.8. Ett exempel på varubeteckning är SpinMaster.



Figur 2.7 Exempel på "najrobot" för tillverkning av utrullningsbar armering



Figur 2.8 Utläggning av utrullningsbar armering (Arm-Tec system "Spinmaster")

Utrullningsbar armering har använts med gott resultat i många projekt. Det förekommer dock även dåliga exempel, Figur 2.9, där sammanbindande tråd var olika lång och hur mycket man än sträckte rullarna blev det bukar som inkräktar på täckskiktet.



Figur 2.9 Bilder på dåligt exempel på rullarmering

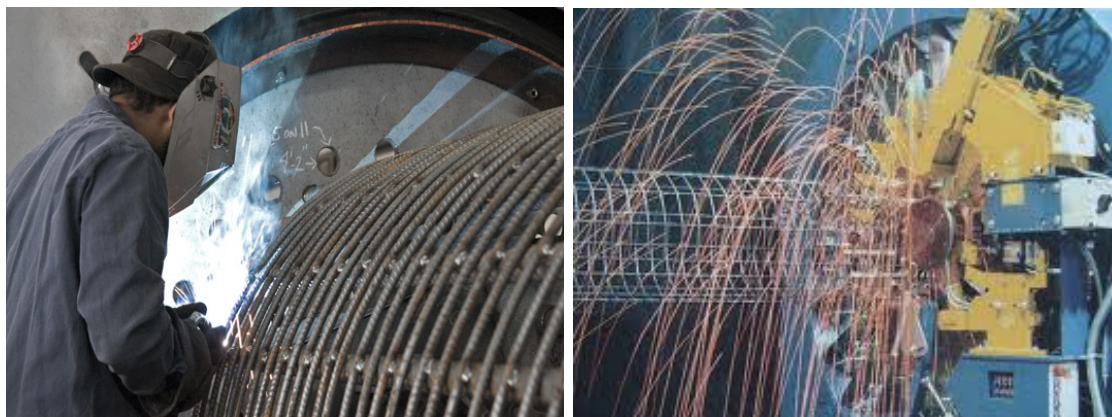
För prefabricerade konstruktioner med mycket stor upprepning, t ex standardpålar av betong, är hopfogningen av armeringen till korgar till stora delar automatiserad. Exemplet med najroboten i Figur 2.10 är nog fortfarande något futuristisk.



Figur 2.10 Exempel på najrobot för tillverkning av armeringskorgar (<http://www.arho.se>)

2.6 Svetsning

Vid svetsning (fixeringssvetsning) läggs en svets i korsningspunkterna. Svetsning utförs för hand på fabrik eller på plats eller med robot på fabrik. Figur 2.11 visar exempel på tillverkning av rund armeringskorg på rotor med svetsning för hand eller med robot. Figur 2.12 visar automatiserad tillverkning av svetsade nät.



Figur 2.11 Manuell respektive maskinell svetsning av korg på rotor



Figur 2.12 Maskinell svetsning av nät

2.7 Teknikernas för- och nackdelar

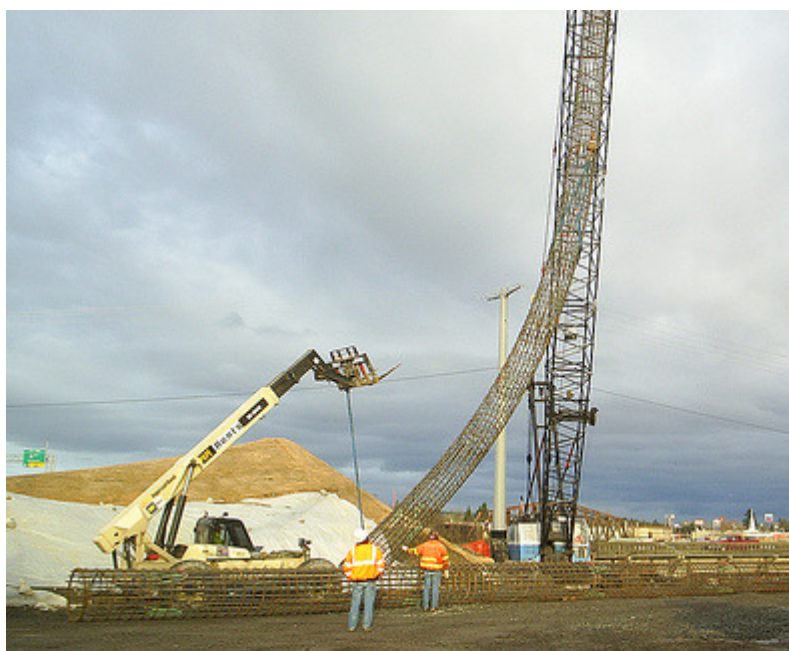
2.7.1 Najning

De största fördelarna med najningstekniken är dess enkelhet, flexibilitet, relativa snabbhet och låga pris. Najningen ger vidare vanligen tillräckligt god fixering samt medför ingen inverkan på armeringsstålet.

Den traditionella najningsteknikens huvudsakliga nackdel (jämfört med svetsning) är att den ger sämre fixering av armeringen. Vid läggning av lösarmering på plats är fixeringen oftast helt tillfyllest, men för prefabricerade armeringsenheter uppstår problem vid lyft och transport. En möjlig lösning är att stabilisera de najade enheterna med svetsning i punkter där kontroll visat att utmattningspåkänningarna är tillräckligt låga (t ex nära stångändar), i monteringsarmering eller andra profiler som sinsemellan kan vara ihopsvetsade, se exempel i avsnitt 2.8.1.

2.7.2 Svetsning

Den största fördelen med svetsning är att den ger en mycket bra fixering, vilket är av särskilt betydelse för lyft och transport av prefabricerade armeringsenheter. Vidare används svetstekniken inom många andra industrigrenar, vilket bidrar till teknikutveckling med bl a svetsrobotar.



Figur 2.13 Lyft av armeringskorg

Nackdelarna (jämfört med manuell najning) är att utrustningen är mer komplicerad och dyr (bl a klassas svetsarbeten som brandfarliga heta arbeten vilket kräver särskilda säkerhetsarrangemang) och att svetsning påverkar armeringsstålet. Svetsning medför att stålets seghet och utmattningsegenskaper försämras (lokalt i svetsområdet), vilket har väsentlig betydelse i många tillämpningar.

2.8 Kompletterande tekniker

2.8.1 Stabilisering av najade nät och korgar

Najade nät och korgar kan stabiliseras genom kompletterande monteringsjärn eller andra profiler, se exempel på diagonaler i Figur 2.14 och fackverk i Figur 2.15. Monteringsjärnen kan vid behov svetsas.



Figur 2.14 Stabilisering av najade nät och korgar m h a kompletterande diagonaler



Figur 2.15 Stabilisering av najad korg med fackverk (system Arm-Tec)

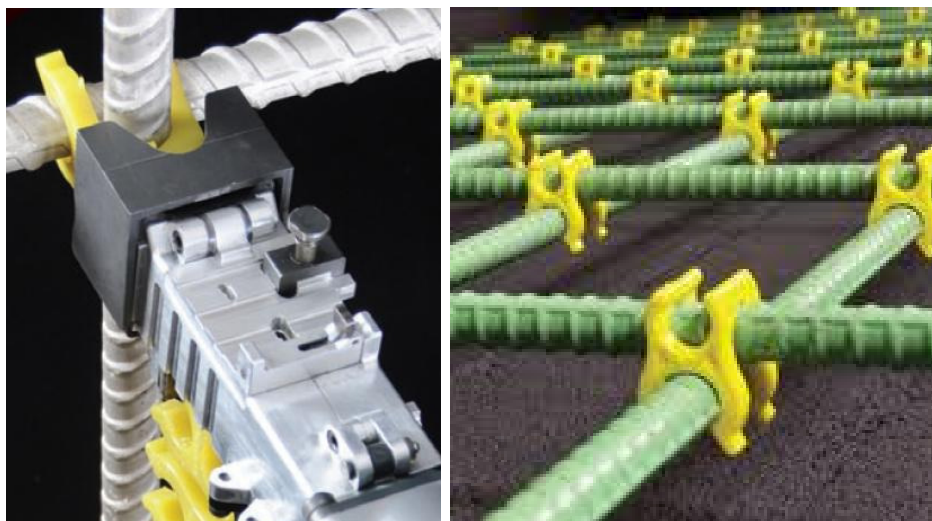
2.9 Alternativa nya tekniker

2.9.1 Lim

En ide som framförts är att vid prefabricering på fabrik kunna använda någon form av lim. Vi har dock inte funnit något exempel på denna teknik.

2.9.2 Clips

Vid najning med tråd är det framförallt ”vridstyvheten” hos knutpunkterna som blir låg. Ett bredare clips av stål eller plast kan ge bättre vridstyvhet. Ett fabrikat som finns på marknaden är Kodi Klip, se Figur 2.16, som trycker dit ett plastclips i knutpunkten med en handhållen tryckluftspistol.



Figur 2.16 Fixering med clips, fabrikat Kodi Klip (<http://www.kodiklip.com>)

2.10 Utvärdering

Med hänvisning till najnings- respektive svetsteknikernas nackdelar, se avsnitt 2.7, bedömdes det som intressant att prova den nya tekniken med fixering med clips, se avsnitt 2.9.2.

3 Provning av fixering med clips

Fixering med clips av fabrikat Kodi Klip, se avsnitt 2.9.2, har provats.

3.1 Genomförande

Då Kodi Klip ej fanns i Sverige vid tidpunkten utfördes ett första prov i USA. Kodi Klip demonstrerade systemet hos Skanska USA Civil southeast i december 2011. Under tiden skaffade Kodi Klip en återförsäljare i Sverige. En andra provning genomfördes hos Skanska på ett brobygge vid på E45:an norr om Göteborg i februari 2012.

Först gav Kodi Klips representanter en föredragning och demonstration av systemet inne på kontoret. Därefter togs en maskin ut på bygget och provades på några ställen på pågående armeringsarbeten med väggarmering.

Demonstrationsexempel kan ses bäst på film, se <http://www.kodiklip.com>.

3.2 Resultat och utvärdering

Följande sammanfattande omdöme gavs efter provningen i USA:

Kodi Klip är ett rätt intressant produktalternativ att sammanfoga armering. Vid förtillverkning av nätarmering och enklare armeringskorgar är det extremt snabbt. Även armering av brodäck borde vara väldigt effektivt. Det är dock inte ett fullt substitut till att naja armering men ett mycket gott komplement vid rätt applikation.

Följande resultat erhöles från provningen i Sverige:

- Tryckluftspistolen gav ett snabbt montage av clipsen, snabbare än handnajning och i nivå med väl fungerande najmaskin
- Clipsen gav en mycket god fixering av järnen, bättre än andra vanliga najmaskiner och i nivå med handnajning med grov tråd. Speciellt ”vridstyvheten” var betydligt bättre än för vanlig najning. Angående gåbarhet på armeringen
- Tryckluftspistolen var ganska lätt och smidig i nivå med andra handhållna najmaskiner. I tillägg krävs dock en tryckluftspatron som sätts i ett bälte och är ansluten till pistolen med en slang. Vid trånga lägen kan det vara svårt eller omöjligt att komma åt med maskinen.
- Clipsen är relativt skrymmande och olika clips behövs för olika armeringsdimensioner. Nya clipsband måste matas på ofta.
- Tryckluftspatronen måste bytas och laddas ofta. Den föreföll dock driftsäker, och kan laddas vid vanlig kompressor.
- Clipsen är dyra jämfört med najtråd. Tryckluftspistolen är billigare än en najmaskin.

Några frågeställningar:

- Eventuell inverkan på beständighet? Clipsen bygger något utåt från armeringen, men då den är av plast kan den ändå inte börja rosta. Även en najtråd sticker ut, och kan rosta. Ett flertal ”trafikverk” (Higway Agencies) i olika delstater i USA har skrivit godkännandebrev för clipsen.

- Eventuell inverkan på arbetsmiljö? Håller clipsen ihop armeringen ifall man trampar på den understa armeringen? Tryckluften kan skjuta iväg trasiga clips eller blåsa iväg andra lösa delar. Skyddsglasögon krävs.

4 Slutsatser

Rapporten har presenterat olika metoder för fixering av armering och dess för- och nackdelar. De traditionella teknikerna najning och svets fungerar i många avseenden bra, men har sina respektive nackdelar. Dessa kan delvis övervinnas genom kompletterande tekniker och genom att de används i kombination med varandra.

Två nya tekniker är limning och clips. Vi har ännu ej funnit exempel på tillämpning med lim, men kan vara intressant att prova i framtiden. Plastclips fabrikat Kodi Klip har provats och befunnits ha vissa fördelar, speciellt jämfört med traditionella najmaskiner med tråd. Det skall bli intressant och se hur denna teknik sprider sig och eventuell vidareutveckling av tekniken. Hittills verkar den enligt Kodi Klips hemsida främst kommit till användning i betongprefab-fabriker. Återförsäljare finns nu i Sverige. Ett möjligt alternativ skulle kunna vara annan form av clips eller band som dras åt med maskin.