



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R106:1988

**Prefabricering av
armeringselement på
byggplatser**

**Erik Björk
Bo Glimskär
Christer Ljungkrantz**

R
9/11

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plod Ser

Byggeforskningsrådet

R106:1988

PREFABRICERING AV ARMERINGSELEMENT
PÅ BYGGPLATSER

Erik Björk
Bo Glimskär
Christer Ljungrantz

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850365-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Skanska AB,
Danderyd.

REFERAT

Armeringsarbete på byggplatser är ett eftersatt område. Det bedrivs oftast hantverksmässigt med enkla metoder och redskap. Ur arbetsmiljömässig synvinkel är armeringsarbete på byggplatser förknippat med många ergonomiska belastningsfaktorer såsom olämpliga arbetsställningar, tunga arbetsmoment, ensidiga rörelser, olycksrisker, väder och vind.

Arbetskostnaden för armering har stigit mer än materialkostnaden under de senaste åren. En allmän önskan är att få ned arbetstidsåtgången vid armering. En arbetsmetod som visat sig kunna ge både ergonomiska och ekonomiska förbättringar är prefabricering av armeringselement (nät) på byggplatsen. Denna metod förekommer alltså redan idag i viss utsträckning men tillämpas endast i samband med byggnadsdelar såsom pelare, balkar och kantbalkar. Metoden är tämligen utvecklad eftersom den i regel baseras dels på fixering genom najning och dels på mycket enkla hjälpmedel och mycket enkel utrustning. Denna metod utgör dock en intressant utgångspunkt. Satt i system och vidareutvecklad kan dess fördelar accentueras samtidigt som metoden kan få ett bredare tillämpningsområde. Förutsättningar finns även för projektering genom CAD-system.

I detta projekt har framtagits och provats ett produktionssystem bestående av en fältverkstad för tillverkning av armeringselement samt ett lyftok för transport och utläggning. Sammanfattningsvis kan konstateras att produktionssystemet med tillverkning av armeringselement i en på arbetsplatsen placerad fältverkstad fungerar väl. De tekniska och kontrollmässiga komplikationer som förknippas med svetsning av armering bemästras genom att arbetet bedrivs i uppvärmt och vindskyddat utrymme (tält), genom att endast väl svetsbart stål användes och genom den enkla tillverkningskontroll som bockprovet medger.

Arbetsmiljön för armerarna har genom fältverkstaden och utläggningen med ok klart förbättrats. Produktionssystemet innebär en viss ökning av armeringsåtgången, men denna ökade materialåtgång torde väl kompenseras av möjligheten till förbättrad produktionskapacitet.

I Byggeforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R106:1988

ISBN 91-540-4978-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Svenskt Tryck Stockholm 1988

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING

		sid
1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och målsättning	1
2	Armeringsmetod beskrivning	2
2.1	Konventionella metoder	2
2.2	Okmetoden	2
2.2.1	Armeringselement	3
2.2.2	Produktionsutrustning	4
2.2.3	Tillverkning och utläggning	8
3	Ergonomiska och produktionstekniska undersökningsmetoder	9
3.1	Inledning	9
3.2	Ergonomiska undersökningsmetoder	9
3.2.1	Videofilmning och fotografering	9
3.2.2	Pulsmätning	9
3.2.3	Pulsskattning	10
3.2.4	Belastningskatalog för ryggen	10
3.2.5	Ergoprofil-upplevelse av statisk belastning	11
3.2.6	Olycksfallsriskbedömning	11
3.2.7	Intervjuer med armerarna	11
3.2.8	Ergo-Index	11
3.3	Produktionsekonomisk undersökningsmetod	11
4	Resultat	12
4.1	Inledning	12
4.2	Allmän ergonomisk jämförelse	12
4.3	Kompressionskraften på ryggen	14
4.4	Statisk belastning och återhämtningstider	17
4.5	Dynamiskbelastning	21
4.5.1	Inledning	21
4.5.2	Pulsmätning	21
4.5.3	Pulsskattning	22
4.6	Olycksrisker	23
4.6.1	Allmänna risker vid armering	23
4.6.2	Risker som tillkommer med ok-metoden	23
4.7	Intervjuresultat	25
4.8	Produktionsekonomi	26
4.9	Sammanfattning ergonomi och produktionsekonomi	27
4.9.1	Slutsatser	27
4.9.2	Rekommendationer	28
5	Häftsvetsning-kvalitetsutvärdering	30
5.1	Allmänt	30
5.2	Provning av svetsad armering	30
5.3	Förförsök med svetsning och bockprovning	32
5.4	Fältförsök i Märsta	32
5.5	Fältförsök i kv Trekanten 3, Danderyd	33
5.6	Sammanfattning	

6	Monterad armerings läge	35
6.1	Inledning	35
6.2	Provläggning i Märsta	35
6.2.1	Monteringsstängers måttaktighet	35
6.2.2	Mätningar på monterad armering	36
6.3	Fältförsök i kv Trekanten, Danderyd	37
6.3.1	Monteringsstängers måttaktighet	37
6.3.2	Mätningar på monterad armering	37
6.4	Sammanfattning	39

LITTERATURFÖRTECKNING

Bilagor

Förord

Projekt "Prefabricering av armeringselement på byggplatser" har utförts i samarbete mellan SKANSKA, Byggergolab AB, BELAB, Cement och Betong Institutet, CBI och WEELU. Projektet har finansierats av BFR och SBUF till lika delar.

Förutom den i utvecklingsprojektet ingående arbetsgruppen har många andra medverkat på ett förtjänstfullt sätt i projektet. Huvudansvaret för rapporten har delats mellan Bo Glimskär, BELAB och Christer Ljungkrantz, CBI. För framtagning av konstruktioner och prototyper har WEELU svarat. Samordningen av projektet har utförts av SKANSKA med projektledaren Erik Björk som huvudansvarig.

Ett speciellt varmt tack måste riktas till de medverkande arbetsplatserna utan vars tålamod med lyftande och släpande av diverse prototyper, utvecklingsarbetet ej kunnat genomföras.

JUNI 1988

SAMMANFATTNING

Armeringsarbete på byggplatser är ett eftersatt område. Det bedrivs oftast hantverksmässigt med enkla metoder och redskap.

Ur arbetsmiljömässig synvinkel är armeringsarbete på byggplatser förknippat med många ergonomiska belastningsfaktorer såsom olämpliga arbetsställningar, tunga arbetsmoment, ensidiga rörelser, olycksrisker, väder och vind.

Arbetskostnaden för armering har stigit mer än materialkostnaden under de senaste åren. En allmän önskan är att få ned arbetstidsåtgången vid armering.

En arbetsmetod som visat sig kunna ge både ergonomiska och ekonomiska förbättringar är prefabricering av armeringselement (nät) på byggplatsen. Denna metod förekommer alltså redan idag i viss utsträckning men tillämpas endast i samband med byggnadsdelar såsom pelare, balkar och kantbalkar. Metoden är tämligen utvecklad eftersom den i regel baseras dels på fixering genom najning och dels på mycket enkla hjälpmedel och mycket enkel utrustning. Denna metod utgör dock en intressant utgångspunkt. Satt i system och vidareutvecklad kan dess fördelar accentueras samtidigt som metoden kan få ett bredare tillämpningsområde. Förutsättningar finns även för projektering genom CAD-system.

I detta projektet har framtagits och provats ett produktionssystem bestående av en fältverkstad för tillverkning av armeringselement samt ett lyftok för transport och utläggning.

Sammanfattningsvis kan konstateras att produktionssystemet med tillverkning av armeringselement i en på arbetsplatsen placerad fältverkstad fungerar väl.

De tekniska och kontrollmässiga komplikationer som förknippas med svetsning av armering bemästras genom att arbetet bedrivs i uppvärmt och vindskyddat utrymme (tält), genom att endast väl svetsbart stål användes och genom den enkla tillverkningskontroll som bockprovet medger.

Arbetsmiljön för armerarna har genom fältverkstaden och utläggningen med ok klart förbättrats.

Produktionssystemet innebär en viss ökning av armeringsåtgången, men denna ökade materialåtgång torde väl kompenseras av möjligheten till förbättrad produktionskapacitet.

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Armeringsarbete på byggplatser är ett eftersatt område. Det bedrivs oftast hantverksmässigt med enkla metoder och redskap.

Ur arbetsmiljömässig synvinkel är armeringsarbete på byggplatser förknippat med många ergonomiska belastningsfaktorer såsom olämpliga arbetsställningar, tunga arbetsmoment, ensidiga rörelser, olycksrisker, väder och vind.

Armerare lider ofta av ryggbesvär. En undersökning i Finland 1978 (9) visar att 51% av de intervjuade armerarna uppgav att de har besvär av värk i ryggen under en vanlig arbetsdag.

Speciellt påfrestande och skadligt för ryggen är enligt Wickström (9):

1. Långvarigt arbete i framåtlutad resp framåtnedåtböjd ställning.

2. Vissa dynamiska belastningar som innefattar risk för ytterligare, plötslig belastning på ryggen, t ex halkning och snubbling i samband med hantering av tyngre bördor.

Arbetskostnaden för armering har stigit mer än materialkostnaden under de senaste åren. En allmän önskan är att få ned arbetstidsåtgången vid armering.

En arbetsmetod som visat sig kunna ge både ergonomiska och ekonomiska förbättringar är prefabricering av armeringselement (nät) på byggplatsen. Denna metod förekommer alltså redan idag i viss utsträckning men tillämpas endast i samband med byggnadsdelar såsom pelare, balkar och kantbalkar. Metoden är tämligen outvecklad eftersom den i regel baseras dels på fixering genom najning och dels på mycket enkla hjälpmedel och mycket enkel utrustning. Denna metod utgör dock en intressant utgångspunkt. Satt i system och vidareutvecklad kan dess fördelar accentueras samtidigt som metoden kan få ett bredare tillämpningsområde. Förutsättningar finns även för projektering genom CAD-system.

I syfte att vidareutveckla möjligheter och metoder när det gäller tillverkning av armeringselement på byggarbetsplatserna drivs ett samarbetsprojekt mellan Skanska, BELAB, Weelu och CBI. Projektet finansieras av BFR och SBUF med lika delar. Skanska har svarat för samordningen av projektet, BELAB har svarat för den ergonomiska och produktionstekniska utvärderingen, CBI för den kvalitetsmässiga utvärderingen, för tillverkningen av utrustning har Weelu ansvarat.

Projektet har initierats av det arbete som tidigare utförts av Bengt Hjort vid CBI. I ett flertal rapporter (9, 10 och 11) har han pekat på behovet av förbättringar av armeringsarbetet ur teknisk, ekonomisk och ergonomisk synpunkt, och även anvisat vägar att gå.

I projektet har framtagits och provats ett produktionssystem bestående av en fältverkstad för tillverkning av armeringselement samt ett lyftok för transport och utläggning. En ny elementtyp för bjälklag, enligt förslag av Hjort, (11) har också provats.

1.2 Syfte och målsättning.

Projektet har syftat till att vidareutveckla möjligheterna och metoderna vad avser prefabricering av armeringselement på byggplatser. Projektet har därvid tagit sikte på att utveckla utrustning och arbetsmetoder. Detta har skett inom ramen för vad grundläggande krav på säkerhet, kvalitet och beständighet medger.

Arbetet har bedrivits med målsättningen att ta fram en produktionsmetod som ger god arbetsmiljö och tillfredsställande ekonomi.

För att utvärdera produktionssystemet har jämförande utvärderingar genomförts mot konventionella armeringsmetoder.

2 Armeringsmetod beskrivning.

2.1 Konventionella metoder.

Vid armering med fabriktillverkade nät skickas armeringsnäten, i buntar, upp med kran där de läggs ned och lossas. Vid utplacering av näten bär man ut dem, manuellt, se bild 1 och najar ihop dem.



Bild 1. Exempel på utbärning av armeringsnät

Eftersom konventionell lösjärnsarmering och armering med förtillverkade nät som bärs ut vid utplaceringen är tämligen spridda och kända metoder, ges här inte någon ingående beskrivning av dessa två metoder.

2.2 "Okmetoden"

Prefabricering av nät på byggarbetsplatsen och utplacering av dem med hjälp av lyftok.

Denna metod kallas i denna rapport även för Ok-metoden.

Prefabriceringen av nät sker i en fältverkstad på byggarbetsplatsen. De färdigtillverkade näten lagras på lagerbockar och skickas efterhand upp med ett lyftok, fäst vid lyftkran, till bjälklaget. Där lossar man näten från oket, viker ned dem och drar ut dem på önskad plats.

För att utprova produktionssystemet och utrustningen genomfördes ett inledande fältförsök på Systembetong AB's område i Märsta. Vid dessa försök kunde konstateras att produktionsmetoden fungerade väl och möjligheten att nå ett gott produktionsresultat var stor. Dock framkom att vissa justeringar på utrustningen var angelägna att genomföra. I det fortsatta arbetet genomfördes de förbättringar som var nödvändiga på utrustningen.

Det byggobjekt som slutligen valdes för att genomföra ett fältförsök i större skala var Kv Trekanten 3 i Danderyd, ett 6 vånings kontorshus på totalt 14150 m² som byggs i egen regi av SKANSKA.

Produktionssystemet provades på ett av de sex planen. Detta omfattade ca 2200 m² yta i form av ett pelardäck. Till detta tillverkades 765 nätelement. Fältverkstaden placerades vid huskroppens södra långsida. Detta var det enda utrymme som fanns tillgängligt för etablering av armeringslager, fältverkstad (tält) och armeringslager för färdigtillverkade element. Nackdelen med denna placering var att kranen hade begränsad kapacitet och räckvidd för detta område och att kranföraren ej såg området. Lagret för förtillverkade nätelement blev onödigt utdraget i längsled som en följd av utrymmets beskaffenhet. Bild 2 visar uppställningen av fältverkstaden.

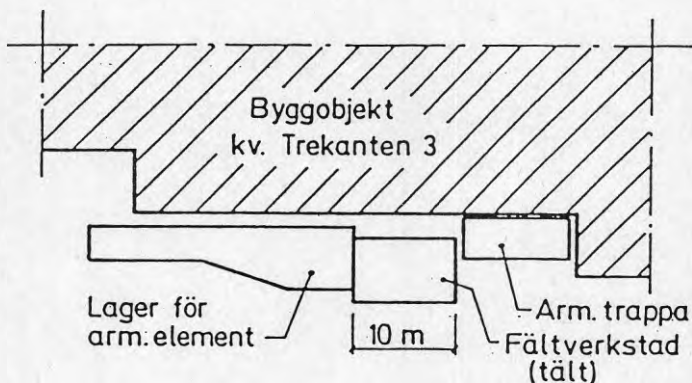


Bild 2. Översiktsplan över fältverkstaden. (8).

2.2.1 Armeringselement.

Elementen som tillverkades bestod av maximalt 10 parallella kraftupptagande stänger (kvalitet Ks 60SS) sammanhållna med korsande stänger (kvalitet SS26S c/c 1 m). Bild 3 visar en av de sju nättyper som tillverkades.

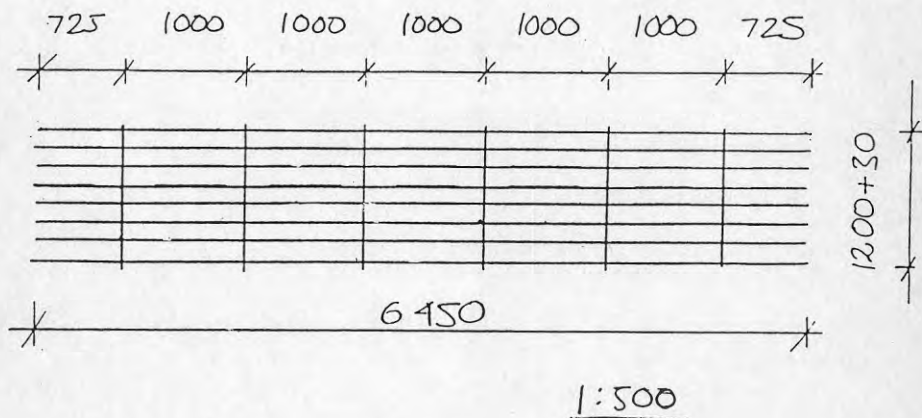


Bild 3. Skiss av en av de nättyper som tillverkades (nättyp 4).

Förbandet mellan kraftupptagande stänger och monteringsstänger erhöles genom häftsvetsning. Nätens maximala längd var 8 m, deras maximala bredd var 1,2 m. De tyngsta näten vägde vid fältförsöken 84 kg, men vikten bör framledes begränsas till 70 kg.

Vid fältförsöken tillverkades dels plana enheter, dels enheter utförda med bockade "Z-formade" monteringsstänger, se bild 4. Idén med dessa element är att man med ett begränsat antal typer enkelt kan variera armeringsarean genom olika överlappning i sida. Genom överlappningen kan också betydande armeringsareor uppnås, utan att varje enskilt nät behöver göras speciellt tungt.

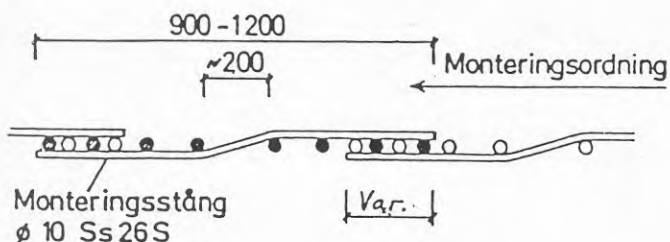


Bild 4. Element med "Z-formade" monteringsstänger. (8)

2.2.2 Produktionsutrustning

I fältverkstaden, se bild, 5 som utgjordes av ett tält med utrymmet 6 x 10 m, tillverkades armeringselement. I fältverkstaden fanns följande utrustning:

- o Arbetsbord med rullar för intransport av armeringsstänger. I linje med detta arbetsbord fanns en klippmaskin.
- o Montagebord med svetsfixtur för olika elementtyper.
- o Svetsutrustning.
- o Transportvagn för färdigtillverkade elementenheter
- o Bockstation med arbetsbord
- o Värmebläkt för höjning av temperaturen i tältet



Bild 5. Inredningen i fältverkstaden. I mitten syns montagebordet, till vänster arbetsbordet och till höger skymtar transportvagnen. Bilden visar också svetsning.

Arbetsbord

De två arbetsborden med rullar för intransport av armeringsstänger var standardbord från Weeluu. Borden placerades i linje med den utanför tältet placerade "armeringstrappan".

Arbetsborden hade kompletterats med sex st glidskenor för att underlätta transporten av armeringsstångerna från arbetsborden till montagebordet.

I linje med arbetsborden närmast intaget mot armeringstrappan placerades en armeringsklippmaskin.

Montagebord

Montagebordet var försett med åtta stycken fasta fästen för svetsfixturerna. Avstånden mellan fästena var 1000 mm. Dessutom fanns ett reglerbart fäste som möjliggjorde reglering av den fritt utskjutande längden (skarvlängden) hos olika elementtyper.

Svetsfixturerna var utförda i form av en "hackbräda" med ett centrumavstånd mellan hacken på 50 mm. "Hackbrädan" möjliggjorde val av centrumavståndet mellan de kraftupptagande armeringsstångerna.

Montagebordet var utformat vikbart för att kunna tippa ur färdigtillverkade nät till transportvagnen. Vikter hade monterats på bordet för att underlätta uttippningsmomentet.

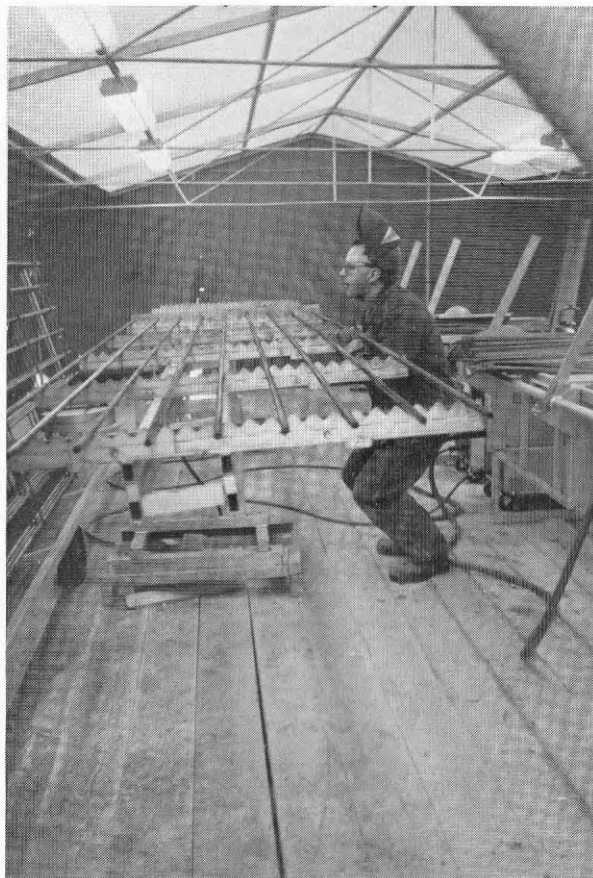


Bild 6. Armerare i färd med att börja tippa över färdigtillverkat nät från montagebordet till transportvagnen.

Svetsutrustning

Svetsmetoden som valdes för detta ändamål var MIG-svetsning. Två stycken svetsaggregat av typ ESAB Compact Profession 400 var placerade mellan de båda arbetsborden.

Transportvagn

Transportvagnen har två funktioner. Dels fungerar den som ett mellanlager i tillverkningsskedet, dels som ett transporthjälpmedel vid uttransport av färdigtillverkade element från fältverkstaden till lagerplatsen utanför tältet.

Vid tillverkningen av elementen placeras vagnen alldeles intill montagebordet. När ett element är tillverkat tippas det ur montagebordet och faller ned i transportvagnen.

Transportvagnen är dimensionerad för att kunna lagra och transportera mellan 5 och 10 nät, beroende på nätvikten.

Lagerbockar

För att kunna lagra de tillverkade armeringsnäten har speciella lagerbockar konstruerats. Lagerbockarna är justerbara i höjdd.

Armeringsnäten hängs upp på två lagerbockar. Bockarna är dimensionerade för upp till 20 st nät per bockpar. Detta innebär att varje bockpar kan lagra nät för två fyllda lyftok.

Lyftok

För att möjliggöra en rationell utläggning av armeringsnäten har ett speciellt kranburet lyftok konstruerats.

Lyftoket har utformats så att det kan lyfta 10 nät samtidigt. Varje nät är säkrat i oket, detta för att vid utläggningen näten ska kunna frigöras ett och ett. Öppningen i lyftoket är utformad så att laddningen med nät kan ske genom att oket förs in över nätlagret med kranen. Därefter låses näten manuellt.



Bild 7. Lyftok som laddas med nät från lagerbockar.

2.2.3 Tillverkning och utläggning

Arbetsgången vid tillverkningen av armeringsnäten är följande:

- * De förklippta armeringsstängerna transporteras från armeringstrappan via rullbanan in till arbetsbordet.
- * De på platsen klippta och eventuellt bockade monteringsstängerna placeras på montagebordet.
- * Hälften av de kraftupptagande armeringsstängerna placeras ut på montagebordet och häftsvevtsas i respektive knutpunkt. Därefter placeras resten av stängerna ut och svevtsas. Avsikten med uppdelningen i två moment är att förbättra arbetsställningen vid svevtsarbetet. Häftsvevtsning ger stabila element som därmed kan förväntas bli måttrektiga, både vid transport, inläggning och betonggjutning.
- * Det färdigtillverkade nätet tippas ur montagebordet ner i transportvagnen.
- * När transportvagnen är fylld med 5-10 nät rullas vagnen ut ur tältet till lagerplatsen.
- * Vagnen placeras tätt intill lagerbockarna, elementen viks ur vagnen och hängs upp på bockarna.

Man bör eftersträva att ligga ungefär en gjutetapp före med tillverkningen av armeringsnäten, för att inte komma i tidsnöd.

För utläggningsmomentet används lyftoket. Laddningen med 10 st nät sker så att oket lyfts in i det fasta lagret och man låser näten i oket. Därefter lyfts oket till bjälklaget där ett nät i taget frigörs och viks ut och dras ut ur oket. Därefter finjusteras nätet i rätt läge och man flyttar oket till den plats där nästa nät ska ligga och upprepar proceduren. Bild 8 visar utplacering med ok.



Bild 8. Nätutläggning m.h.a. ok.

3. Ergonomiska och produktionstekniska undersökningsmetoder.

3.1 Inledning

Det bjälklag som armerades med förtillverkade nät, som bars ut, studerades först. Därefter gjordes en studie av armering med och tillverkning av platstillverkade nät, här även kallad Ok-metoden, på nästa bjälklag vid husbygget. Eftersom konventionell lösjärnsarmering ej förekom i någon större omfattning, var studien av och jämförelsen med den metoden tvungen att ske mest litteraturvägen, speciellt (9). B.Hjort. Dock förekom en del armering med lösjärn, vilket möjliggjorde analys av armering med lösjärn med hjälp av de flesta av de nedan beskrivna undersökningsmetoderna.

Sex armerare studerades. Två av dessa arbetade mest i fältverkstaden med nättillverkning.

3.2 Ergonomiska undersökningsmetoder

Metoderna som valdes för studien är:

3.2.1 Videofilmning och fotografering

Med hjälp av videodokumentation kan man i lugn och ro analysera kroppens arbetsställningar och hur dessa varierar med tiden. Även vid tidsstudien är videodokumentation till hjälp. Fotografier är bra vid presentation av undersökningen.

3.2.2 Pulsmätning

Pulsen återspeglar kroppens ansträngningsgrad och jämförelser mellan en persons olika pulsfrekvens vid olika arbetsmoment ger en uppfattning om arbetsmomentens belastningsgrad.

För pulsmätning användes en pulsmätare av märket Polar Electro KY, Sport Tester TM PE 3000. Denna har trådlös överföring av pulssignaler som registreras av elektrolytplattor fästa i ett bälte runt bröstkorgen. Vid bältet är en sändare fastsatt. Mottagaren är utformad som ett armbandsur. Den kan registrera och lagra medelpulsfrekvensen minut för minut under en hel arbetsdag.

Bild 9 visar utrustningen.



Bild 9. Pulsmätning med Sport Tester TM PE 3000. Bilden är hämtad från tillverkarens bruksanvisning.

Denna tämligen välfungerande pulsmätare utlånades av Göran Stensson, FOA.

Av de sex armerarna vägrade tyvärr två att låta pulsmäta sig, varför undersökningsmaterialet blev smalare. Alla armerare ställde dock upp för de övriga undersökningsmetoder de utsattes för att bli "jagade" med kamera om dagarna m.m.

3.2.3 Pulsskattning

Med hjälp av en av Borg, (Bilaga 1), utarbetad skala uppgav armerarna hur de upplever den dynamiska belastningen under ett arbetsmoment. Härur kan man få en uppskattning av pulsen för det arbetsmomentet genom att till den skattade skaldelen lägga en nolla. För skattningsskalan se bilaga 1.

Metoden är dock inte alls lika säker som verklig pulsmätning, men ger en skattning.

3.2.4 Belastningskatalog för ryggen

För att bestämma belastningen på ryggen används en belastningskatalog utarbetad av bl a Gunnar Andersson. (3).

Med hjälp av denna kan man få fram kompressionskrafterna på ländryggen. Kompressionskraften är ett mått på belastningen på diskar och kotor.

Hur katalogen är utarbetad framgår av bilaga 2 hämtad från (6).

3.2.5 Ergoprofil - upplevelse av statisk belastning

Ergoprofil är en enkätundersökning av belastningsupplevelsen vid statiskt arbete. Armerarna graderar själva utifrån en tregradig skala den upplevda belastningen på olika kroppsdelar. Bild 10 ger ett exempel på hur en sådan gradering kan se ut.

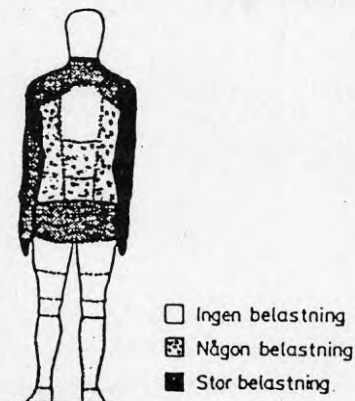


Bild 10. Ergoprofil vid statisk belastning

3.2.6 Olycksfallsriskbedömning

Med bl a en checklista över farliga miljöfaktorer kan olycksfallsrisker bedömas. Se bilaga 1.

3.2.7 Intervjuer med armerarna

Hur armerarna upplever arbetet, även psyko-socialt, vilka önskemål om och förbättringsförslag för arbetssituationen de har är vad jag velat få fram genom intervjuerna.

3.2.8 Ergo-Index

Ergo-Index är en metod där den ergonomiska arbetssituationen beskrivs i tidsaspekter.

Arbetsmomentets belastning förändrar produktionstiden, då muskelns återhämtningstid förlängs vid kraftig belastning. I metoden ingår ett databeräkningsprogram som beräknar återhämtningstiden i musklerna för en viss belastning under en viss tid. Även direkta skaderisker fås fram med programmet.

Exempel på datakörningar ges i bilaga 3.

3.3 Produktionsekonomisk undersökningsmetod.

För att kunna genomföra en förbättring av den ergonomiska arbetsmiljön, måste förbättringen i de allra flesta fallen vara ekonomiskt försvarbar. Därför har en ekonomisk betraktelse gjorts. Metoden har varit att jämföra hur lång tid det tar att armera gjutetappen med de olika metoderna samt att ta hänsyn till kostnaden för materialåtgång, materialkostnad/kg för olika förtillverkningsgrad av armeringar, arbetskostnad vid fälttillverkning, planering mm.

Genom att räkna om materialåtgång och armeringstid till den gängse enheten, persontimmar per ton, förkortas: ph/ton, kan jämförelse ske även med litteraturen.

4. Resultat

4.1 Inledning

Resultaten av studien kan indelas i följande delar:

- * Allmän ergonomisk jämförelse mellan armeringsmetoderna
- * Kompressionskrafter på ländryggen
- * Statisk belastning och återhämtningstid
- * Dynamisk belastning
- * Olycksrisker
- * Intervjuresultat
- * Produktionsekonomi

4.2 Allmän ergonomisk jämförelse

Armeringsarbetets arbetsmiljö omfattar ett flertal belastningsfaktorer. Dessa kan delas in i två huvudgrupper.

1. Belastningsfaktorer som primärt förorsakas av armeringsarbetet.
2. Belastningsfaktorer som klimat, belysning, dvs som även uppträder vid andra typer av arbete.

Tidigare undersökningar visar på stora arbetsmiljöproblem vid monteringskedet av konventionell armering. Fysiologisk arbetsbelastning vid lyftning och bäring av armeringsstänger förekommer ofta vid monteringskedet. Tabell 1 ger en översikt över belastningsfallen. I tabellen anger x var en belastningsfaktor är accentuerad. (9).

Belastningsfaktor	Beredningsskedet	Monteringsskedet, bjälklag
Tunga arbetsmoment		
Lyftning	x	x
Bäring	x	x
Släpning	x	x
Utläggning	x	x
Arbetsställningar		
Framåt-nedåtböjd	x	x
Olycksrisker		
Snubbling		x
Halkning		x
Upp- och utstickande föremål	x	x
Avklippta najtrådar	x	
Stress		x

Tabell 1. Belastningsfaktorer med konventionell armering. x anger var belastningsfaktoren är accenturerad.

Tunga arbetsmoment

Fysiologisk arbetsbelastning vid lyftning och bäring av armeringsjäm förekommer som sagt ofta vid monteringskedet. Intervjuer visar att armerarna anser att dessa moment är bland de tyngsta av alla moment vid armeringsarbetet. Belastningarna ökar ytterligare då förtillverkade nät används.

Studierna av fältförsöket visar att den fysiologiska arbetsbelastningen orsakad av upprepade tunga lyft, nästan helt elimineras om utläggning sker med ok, eftersom den manuella hanteringen av näten i princip endast förekommer vid finjustering av näten. Ibland förekommer det dock att armerarna bär näten några meter eftersom de är för "lata" för att flytta oket m.h.a. kranföraren. Detta förekommer vid de lättare nätyperna.

Arbetsställningar

Arbete i framåt-nedböjd arbetsställning förekommer i stor utsträckning, mest när man najar ihop armeringen. Detta arbetsmoment upplevs av armerarna som det mest ansträngande och tröttnande arbetet, speciellt om stora ytor ska najas. Använder man förtillverkade nät, najas näten ihop och man najar då i mindre utsträckning.

Vid nät tillverkade på byggarbetsplatsen minskar najningen ytterligare eftersom nätens skarvlängder gjorts längre, vilket möjliggör en överlappning av näten. Bild 11 visar detta.

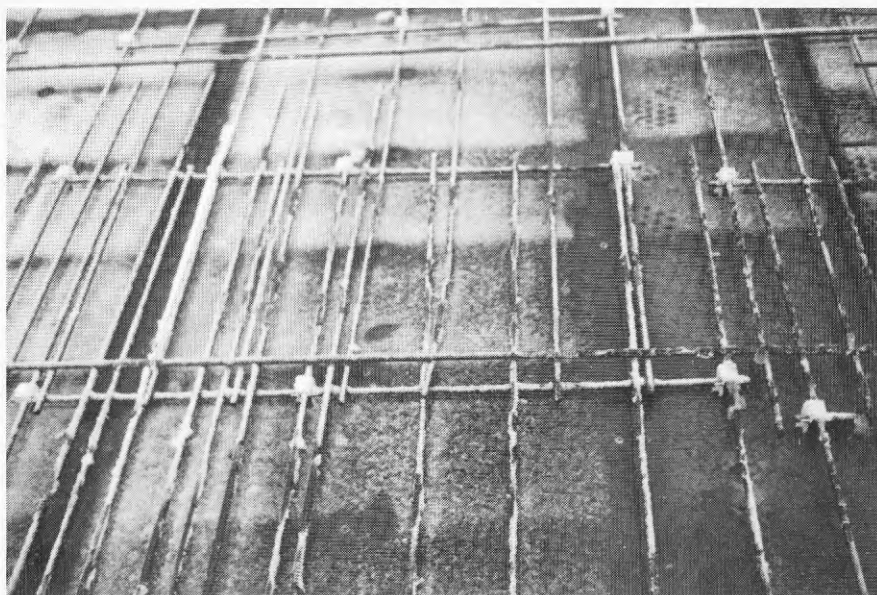


Bild 11. Förlängda skarvlängder möjliggör överlappning och medför mindre najning.

Arbetsställningarna i monteringskedet förbättras med okmetoden främst genom att fixeringsarbetet utförs i ergonomiskt sett bra arbetshöjd vid montagebordet, samtidigt som häftsvetsning ger mindre belastning på hand-arm-systemet än najning med ståltråd.

4.3 Kompressionskraften på ländryggen

Belastningarna på ländryggen vid olika arbetsmoment framgår av tabell 2. Det är kompressionskrafterna som ländryggen utsätts för som anges.

Enligt rekommendationer från bl a NIOSH, se (3), bör man undvika kompressionskrafter över 3400 N. Överstiger belastningen detta värde ökar skaderisken avsevärt. Om kompressionskraften är över 3400 N och ryggen utsätts för en snabb rörelse, t ex vid halkning och snubbling, uppstår lätt skador på ryggen. Är belastningen under 3400 N representerar detta en acceptabel risknivå för de flesta arbetarna.

De övre och undre gränserna i tabell 2 beror dels på olika arbetsställningar vid beskrivet arbetsmoment, dels på variationer i hanterad vikt, samt dels på om arbetet utförs ensam.

De fabriksstillverkade näten väger mellan 8,3 kg och 58,1 kg. Näten tillverkade på plats väger mellan 13,3 kg och 84,6 kg. De betraktade lösjärnen väger mellan 6,1 kg och 7,3 kg/st. För de olika nättypernas vikter, se bilaga 4.

Arbetsmoment	Kompressionskraft på ländryggen (N)	
Klossning		
För hand	1320-2260	
Med najomat	360-3000	
Najning		
För hand	1800-3400	
Med najomat	360-3000	
Utplacering av lösjärn		
Lyft	4030-6450	
Bärning	1160-4100	
Släpning	1580-4380	
Tillrättläggning	930-3130	
Utplacering av nät, manuellt		
Lyft	2750-5630	
Bärning	670-3420	
Slutkorrigerering	2750-5630	
Utplacering av nät med lyftok		
Utdragning	670-710	
Nedvikning, nedläggning	900-1800	
Finjustering	1400-4700	C
I tältverkstad		
Indragning av stänger	720-1120	
Inbärning av stänger	730-7460	A
Klippning av monteringsstänger	1000	
Bockning av monteringsstänger	880-960	
Placering på montagebord	750-960	
Svetsning	600-740	
Tippning av nät från montagebord två personer	2030-3880	
Tippning av nät från montagebord, en person	3470-6820	B
Utkörning av transportvagn	550-1200	

Arbetsmoment	Kompressionskraft på ländryggen (N)
Upphängning av nät på lagerbockar	1300-4450
Laddning av ok	660-3200
Kapning med kapmaskin	3400-4000 D

Tabell 2. Kompressionskraften på ländryggen vid olika arbetsmoment.

Kommentarer till tabell 2.

- A: Utrustningen är så utformad att man ska dra in armeringsstängerna i tältet via arbetsbordet försett med rullband och sedan m.h.a. glidskenor låta stängerna glida och rulla över till montagebordet där de efter utplacering svetsas ihop. Emellertid höjdes armerarna efter en tid montagebordet för att få bättre arbetsställning vid svetsning. Dock höjdes inte arbetsbordet. Detta bör dock ske i framtiden. Detta medförde att armerarna ofta bar in stängerna från armeringstrappan. Siffran 7460 N som kompressionskraft erhålls vid beräkning av belastning då en person lyfter sex st tunga stänger från marken och bär in dem. Denna belastning förekom som ett undantag. Oftast arbetade och bör armerarna arbeta tillsammans. Detta gäller även vid
- B: tippning av montagebordet. Armerarna upplevde detta som tungt om de utförde tippningen ensam, speciellt vid tippning av de tyngsta näten som ger tabellens övre värde vid B. Se även bild 6. Minskas nätvikten så minskar också belastningen på ryggen.
- C: Vid noggrann placering av oket elimineras detta moments belastningar nästan helt, eftersom man vid nedvikningen får näten i önskat läge.
- D: Kapning med kapmaskin se bild 12, förekommer mest vid de två armeringsmetoderna med nät.



Bild 12. Kapning med kapmaskin.

4.4 Statisk belastning och återhämtningstider

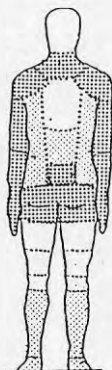
Vid statisk belastning sker uttrötning av muskeln mycket snabbt. Om muskeln belastas till 15% av sin maximala kapacitet, kan den klara av belastningen under lång tid. Men redan vid 25%-ig belastning orkar man inte längre än ca 4 minuter. Statisk belastning är på det sättet mer kritisk än dynamisk belastning. I många fall kräver muskeln omedelbar vila efter statisk belastning, kroppen behöver en återhämtningstid.

Man anser att en självuppskattning av belastningen på olika kroppsdelar ger en tillfredsställande bedömning av den statiska belastningen. Nedan i tabell 3 redovisas resultaten från Ergo-profilerna samt återhämtningstiderna och belastningarna på kroppen beräknade för givna operationstider enligt Ergo-Index. För Ergo-Index har bl a olika moments arbetsställningar, lyft och arbetsmomentets tid varit parametrar. Ergo-Index visar också när skaderisk föreligger. Tabell 3 visar den statiska belastningen för 11 st arbetsmoment vid armering.

Statisk belastning vid olika arbetsmoment

Manuell nätutläggning:

Ergoprofil:



Ergo-Index:

Belastning: 19,2-67,4%

Operationstid: 0,05 - 0,45 min

Återhämtningstid 0,03 - 1,43 min

SKADERISK FÖRELIGGER VID

SAMTLIGA NÄTTYPEN UTOM DEN

ALLRA LÄTTASTE NÄTTYPEN!

Nätutläggning med ok:

Ergoprofiler:



Ergo-Index:

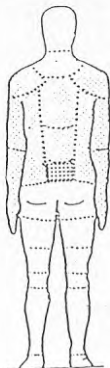
Belastning: 20,0-67,8%

Operationstid: 0,08-0,12

Återhämtningstid: 0,13 - 0,68 min

Manuell utläggning av lösjärn:

Ergoprofil:



Ergo-Index:

Belastning: 33,1 - 98,2%

Operationstid 0,1 - 0,4 min

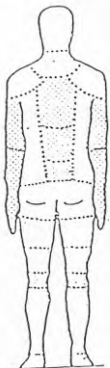
Återhämtningstid: 0,2-2,5 min

SKADERISK FÖRELIGGER

I MÅNGA FALL!

Korrigerig av nät:

Ergoprofil:



Ergo-Index:

Belastning 19,2 - 67,4%

Operationstid: 0,02-0,15

Återhämtningstid: 0,03-1,4 min

SKADERISK FÖRELIGGER

I FLERA FALL!

Klippning av tvärstänger i tältet:

Ergoprofil:

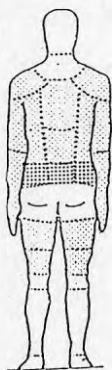


Ergo-Index:

Belastning 6,5 - 9,6%

Operationstid: 0,18 minuter

Återhämtningstid: Behövs ej

Bockning av tvärstänger i tältet:**Ergo-profil:****Ergo-Index:****Belastning: 5,0 - 6,5%****Operationstid: 0,17 minuter****Återhämtningstid: Behövs ej.****Svetsning i tältet:****Ergoprofil:****Ergo-Index:****Belastning: 1,1 %****Operationstid 0,67 -1,58 min****Återhämtningstid: Behövs ej.****Tippning av nät från montagebord till transportvagn:****Ergoprofil:****Ergo-Index:****Belastning: 43,5 - 87,0%****Operationstid: 0,1-016 min****Återhämtningstid: 0,22- 0,91 min****SKADERISK FÖRELIGGER****VID TIPPNING AV****DE TRE TYNGSTA NÄTTYPERNA**

Upphängning av nät på lagerbockar och laddning av ok:

Ergoprofil:



Ergo-Index:

Belastning: 14.3-91.6%

Operationstid: 0.07-0.1 min

Återhämtningstid: 0.0-0.74 min

SKADERISK FÖRELIGGER VID

UPPHÄNGNING AV DE

TRE TYNGSTA NÄTTYPERNA!

Najning och klossning med najomat:

Ergoprofil:






Najning för hand:

Ergoprofil:



Tabell 3. Ergoprofil och Ergo-Index för 11 st olika arbetsmoment vid armering . För ergoprofilerna betyder

	Ingen belastning
	Någon belastning
	Stor belastning

Kommentarer till tabell 3:

- * På en del ställen förekommer två värden för belastning och återhämtningstid. Dessa utgör max- och minvärden för beskrivet moment.
- * Klossning och najning kan även betraktas som dynamiska arbetsmoment och arbetstider för varje najning respektive klassning är kort, varför Ergo-Index ej används för dessa två arbetsmoment.

Med operationstid menas den tid i minuter som arbetet utförs.

4.5 Dynamisk belastning

4.5.1 Inledning

Med dynamiskt arbete menas arbete som är förenat med förflyttning av verktyg, arbetsmaterial eller den egna kroppen. Fysisk trötthet definieras ofta som ett tillstånd av bristande fysiologisk jämvikt. Obalansen kan t ex mätas med det fysiologiska måttet pulsfrekvens.

Vid fri arbetstakt föredrar många att arbeta med 40% av sin maximala arbetsförmåga. 40% motsvarar också den puls man kan arbeta med, utan att pulsen vid fortsatt arbete börjar stiga.

Den genomsnittlige byggarbetaren uppnår sin 40%-gräns vid mellan 100 och 125 pulsslager per minut. Gränsen för att arbetsbelastningen ska anses vara acceptabel, ligger runt 111 pulsslager/min.

4.5.2 Pulsmätning

Pulsfrekvenserna i tabell 4 är uträknade som medelvärden för respektive arbetsmoment. Pulsen är mätt med tidigare beskriven pulsmätare.

Som tidigare nämnts deltog ej två av de sex armerarna i denna undersökning, som statistiskt sett är tämligen osäker med hänsyn tagen till olika personers pulsfrekvens vid samma arbetsmoment.

Arbetsmoment	Pulsfrekvens
Klossning med najomat	87 slag/min
Najning för hand	89 slag/min
Utplacering av lösjärn	Uppgift saknas
Utplacering av nät, manuellt, olika nätvikter	104-112 slag/min
Utlacering av nät med lyftok	86 slag/min
I tältverkstad:	
Indragning av sätnger	90 slag/min
Inlyftning av stänger	104 slag/min
Tippning av nät från montagebord, 1 pers	103 slag/min
Tippning av nät från montageborg, 2 pers	91 slag/min
Utkörning av transportvagn	80 slag/min
Upphängning av nät på lagerbockar	98 slag/min
Laddning av ok	77 slag/min
Kapning med kapmaskin	95 slag/min

Tabell 4. Pulsfrekvensen vid olika arbetsmoment

Kommentarer till tabell 4.

- * Värdena i tabellen ligger under de 115 som sägs utgöra en acceptabel nivå. Armerarna styr i stor utsträckning sitt arbete själva. Man kan se ett samband mellan pulsfrekvens i tabell 4 och ländryggsbelastning i tabell 2; högre belastningar är här förenat med högre pulsfrekvenser.
- * De armerare som studerades var alla utom en vana armerare med flera års erfarenhet av arbetet. Den som var relativt ny, var en ung man i 22-årsåldern men med en förvånansvärt hög vilopuls, 84 slag/min, jämfört med de övrigas ca 66/slag min. Han hade klart högre puls genomgående och i tabellen har en kompensation gjorts för detta.

4.5.3 Pulsskattning

Resultaten från Borgs skattningsundersökning visar även den högre pulsvärden för framför allt bärning av stänger och nät, najning samt upphängning av tillverkade nät på lagerbockar. Skillnaden i resultaten mellan pulsmätning och pulsskattning ligger i huvudsak i att de skattade pulsfrekvenserna enligt Borgs metod i genomsnitt ligger högre än de uppmätta pulsfrekvenserna.

4.6 Olycksrisker

4.6.1 Allmänna risker vid armering

Halkning och snubbling utgör allvarliga risker. Formen som armerarna går på är oljad och blir mycket hal vid regn och snö. Armerarna går ofta i utlagd armering samtidigt som de hanterar bördor. Vid snubbling och halkning då t ex nät hanteras, ökas plötsligt belastningen på ryggen och en klar skaderisk föreligger.

Rent allmänt kan sägas att det är lätt att göra sig illa vid fall mot den hårda armeringen som har vassa kanter. Riskerna minskar vid användning av lyftok, eftersom man då ej hanterar så tunga bördor.

En allvarlig fara på byggarbetsplatser är nedstörtning. Varje år dör någon eller några byggnadsarbetare i Sverige som en följd av nedstörtning.

Risken att få det som hänger i lyftkranen över sig finns alltid på byggarbetsplatser, men olyckor av detta slag inträffar mycket sällan.

Väderleken, speciellt regn eller snö kombinerad med vind och kyla, försämrar arbetsmiljön kraftigt och ökar olycksriskerna. Under det studerade fältförsöket var det ofta kallt, blåsigt, regnigt och ibland ett antal minusgrader och snöfall. Dessa yttre förhållanden leder till att armerarna måste klä sig varmare och ibland med regnkläder, de blir stelare, klumpigare och svettiga vid vissa arbetsmoment och nedkylda vid andra arbetsmoment. Detta leder till otrivsel, försämrad arbetsförmåga och ökade risker. Flera av armerarna uppgav att de arbetat vid temperaturer på -22°C. Använder man platstillverkning av nät i tält, förbättras arbetsmiljön en stor del av arbetstiden för armerarna, genom att de kan arbeta en del av tiden i tält, där de är skyddade för väder och vind och har god belysning. Fältförsöket visade att utläggning av nät med ok, går snabbare än manuell nätutläggning. Även på så sätt minskas alltså exponeringstiden för dåligt väder.

Buller är en annan faktor. Bland arbetsmomenten som armerarna själva gör är nedläggning eller ofta rättare sagt nedsläppning av nät på och släppning av armeringsjäm över bjälklaget mycket bulleralstrande. Vid ok-metoden tillkommer dock bullerenerering vid tippning av tillverkade nät från montagebord ned på transportvagnen, men de två andra bullerkällorna minskar i omfattning och styrka.

Klämskador förekommer också vid armeringsarbete. Risken är störst vid korrigering av nät på bjälklaget. Även vid upphängning av platstillverkade nät finns en fara för detta.

Armerare får då och då skärsår av vassa jämkanter i armeringen och utstickande vassa föremål, t ex najtrådsändar.

4.6.2 Risker som tillkommer med ok-metoden

Med metoden med platstillverkade nät och ok-utläggning av näten tillkommer en del olycksfallsrisker.

Den allvarligaste olycksrisken med ok-metoden anser jag vara lagerbockarna. Vid tre tillfällen under fältförsöket gav de vika för de upphängda näten. Detta kan medföra mycket allvarliga skador. Nät som rasar ned från lagerbockarna har en sammanlagd tyngd av över 1,6 ton om de tyngsta nättypernas lagerbockar ger vika. Bild 13 visar hur det nät som låg underst vid ett av rasen såg ut. Detta nät hade varit plant men blivit starkt deformerat och mer fått formen av ett U.

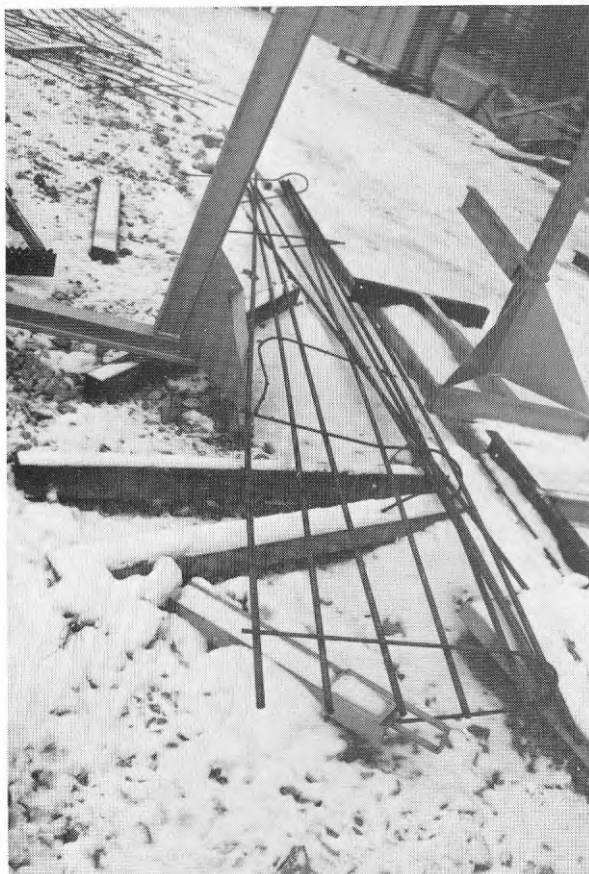


Bild 13. Deformerat nät efter ras av lagerbockar.

Ingen person kom till skada, men detta arrangemang av lagerbockar är helt oacceptabelt. Lagerbockarna förstärktes visserligen en gång, men gav ändå vika. Ett lösningsförslag på detta problem återfinns under rubriken "Rekommendationer".

Vid svetsningen noterades några små brännskador av typen "svetsloppor" som föll på t ex en strumpa och brände vristen.

En annan risk vid svetsningen är strålningsskador från svetsningsarbetet. Svetsvisir som täcker en stor del av ansikte och hals användes. De fungerade bra då en person svetsade i tältet. Stod däremot två personer och svetsade vid montagebordet, se bild 14, fick de strålningsskador i form av rodnader och hudavflagning på de delar av ansiktet och halsen som ej täckts av visir. Med förbättrade skydd bör detta riskmoment elimineras helt.

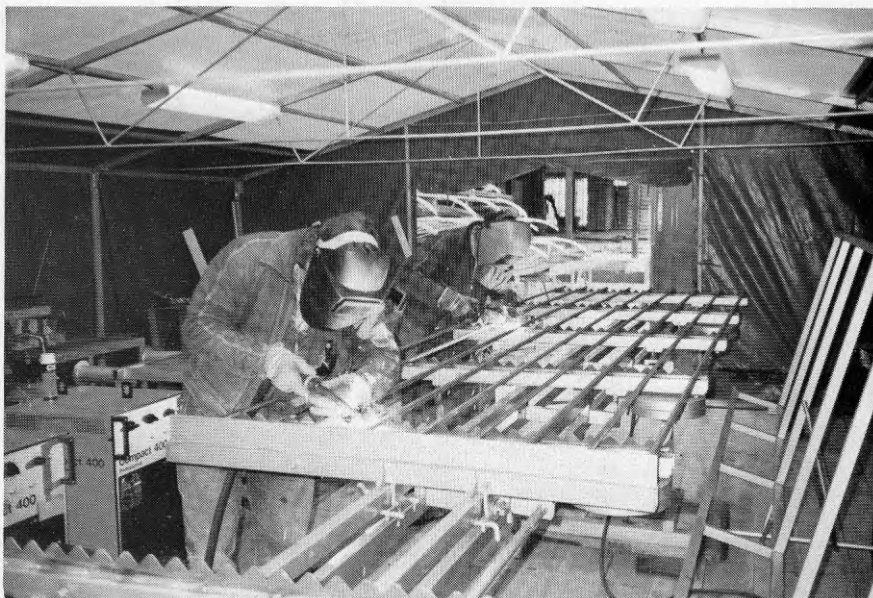


Bild 14. Svetsning i tält.

Ett annat problem förknippat med svetsningen var att luftutsug saknades. Svetsångor utgör ett problem och den ventilation som erhöles genom öppnande av sidogavlarna i tältet var ej alltid tillräcklig. Vid dåligt väder drar man sig för att öppna gavlarna.

En annan risk med ok-metoden är att armeraren då oket hänger i kranen och armeraren t ex najar och ska resa sig upp för att ta emot oket, kan slå t ex ryggen och huvudet mot oket. Detta observerades vid ett tillfälle. Detta beror i stor utsträckning på oaktsamhet och dålig kommunikation mellan kranförare och armerare, men utgör en fara. Risken finns också då buntar med järn skickas upp.

4.7 Intervjuresultat

Armerarna upplever sitt arbete som ganska hårt, rent fysiskt. De anser att utbärning av nät och najning är de mest ansträngande arbetsmomenten. Nästan samtliga har besvär med ryggen på något sätt.

Kamratskapen är god och flera armerare uttryckte att "kompisarna" är det viktigaste och ett starkt skäl att de fortsätter som armerare. Armerare arbetar i lag och har en bas som om han är "bra" ordnar nya arbetsprojekt åt "sina" armerare. Byggarbetare är projektanställda och saknar alltså fast anställning. Fastän arbetsmarknaden för närvarande är god för byggnadsarbetare, känner de en viss ottrygghet. Från och med oktober 1988 ska dock även byggnadsarbetare bli fast anställda. Detta ger en förbättring av den psykosociala miljön.

Armerarna upplever sitt arbete som ganska fritt, de kan styra sin egen arbetsgång och arbetstakt i viss utsträckning. De klagat över att de ibland måste arbeta under svåra väderförhållanden. Det är arbetsledaren som bestämmer om arbetet ska inställas p g a väderleken. (Om armerare går hem på eget initiativ vid -20°C kyla, görs avdrag på lönen). Flera av armerarna sade sig dock inte kunna tänka sig ett inomhusarbete.

4.8 Produktionsekonomi

Kännetecknande för armering är att kostnaderna varierar från fall till fall. Orsaken till detta är att ett stort antal faktorer inverkar på kostnadsbilden, bland andra planering, objektstyp, seriestorlek, konstruktiv utformning, förtillverkningsgrad och stångdiameter.

Armeringskostnadens andel av totalkostnaden för en betongkonstruktion kan variera mycket men enligt uppgifter i litteraturen utgör de 15-30% av totalkostnaderna. Arbetskostnaden har stigit mer än materialkostnaden.

De produktionsstudier som utfördes på ok-metoden visar att en genomsnittlig utläggningstid är ungefär 4 persontimmar per ton. I detta inkluderas utläggning, kapning för genomföringar, klossning, najning, utplacering av stöd för överkantsarmering, avstängare, oljning av form mm.

Tillverkningstiderna för armeringsnäten varierar mellan 4 och 8 persontimmar/ton. Variationen beror delvis på inkörningseffekter med den nya tillverkningstekniken och dels på att tidsplanen för tillverkningen var relativt väl tilltagen för att undvika störningar i den övriga produktionen vid detta prov av den nya metoden. Under tidspress var nättillverkningstiden ungefär 4 persontimmar/ton.

Om dessa siffror ställs samman medför det att den totala tiden för armeringsarbetet blir mellan 8-12 persontimmar/ton. För metoden med fabriksstillverkade nät som transporteras och monteras manuellt och som användes på de övriga fem våningsplanen, är motsvarande siffror 9 persontimmar/ton. Motsvarande siffra för konventionell lösjärnsarmering är enligt litteraturen 20 persontimmar/ton.

Kostnadsskillnaden mellan fabriksstillverkade nät och klippta raka stänger av Ks 60ss är cirka 1:50 kr/kg.

Vid armering med fabriksstillverkade nät är armeringsmängdsåtgången 5 % större än vid konventionell lösjärnsarmering. Arbetskostnaden räknas som 160 kr/timme. Jämförelse mellan de två metoderna med hänsyn tagen till arbetstidsåtgång, materialkostnadsskillnad och skillnad i materialåtgång visar att man gör en besparing på ungefär 10 % om man använder metoden med fabriksstillverkade nät som bärs ut och monteras manuellt, jämfört med metoden med konventionell lösjärnsarmering.

Något större armeringsmängd har lagts in i bjälklaget med platstillverkade nät, jämfört med de bjälklag som armerades med fabriksstillverkade nät. Den "metodberoende" ökningen i detta fall utgör ca 20% vari ingår poster för skillnad i kvalitet (8%), effektiv höjd med z-formade monteringsstänger (3,5%), kraftigare monteringsstänger (3,5%), låst bredd till 900 eller 1200 mm (3,5%) och provenheter för svetsprov (1,5%). Dessa poster är beroende på jämförelseobjekt och enheternas utformning och kan i andra fall vara väsentligt mindre.

Å andra sidan är som ovan nämnts kostnadsskillnaden mellan de fabriksstillverkade näten och klippta raka stänger av Ks 60ss ungefär ungefär 1:50 kr/kg.

Sammantaget innebär detta att materialkostnader för det platstillverkade alternativet ligger ca 0:80 kr/kg lägre än det fabriksstillverkade. Med arbetskostnad på 160 kr/timme motsvarar detta 5 persontimmar per ton. Detta indikerar att den i projektet prövade nya metoden är produktionstekniskt lönsam ($9 + 5 = 14 > 12$).

4.9 Sammanfattning ergonomi och produktionsekonomi.

4.9.1 Slutsatser

Fältförsöket visar att metoden med platstillverkning av armeringsnät i tältverkstad fungerar bra.

Utvärdering av resultaten visar att den ergonomiska arbetsmiljön för armerare förbättrats på flera viktiga punkter med ok-metoden.

- * Den fysiologiska arbetsbelastningen orsakad av upprepade tunga lyft som förekommer vid manuell utplacering av armering, elimineras nästan helt vid utplacering av nät med ok-metoden.
- * Arbetet i kraftigt framåtböjd arbetsställning minskar avsevärt om nätarmering används i stället för lösjärnsarmering och ännu mer om ok-metoden används.
- * Arbetsställningarna förbättras med ok-metoden, då man i tältet kan fixera armeringen i bra arbets höjd och arbetsmiljön förbättras även av att armerarna med den metoden kan arbeta skyddade från väderpåverkan och har god belysning.
- * Skaderiskerna minskar för flera arbetsmoment vid armering med ok-metoden jämfört med de andra två metoderna, främst då skador som kan uppstå vid halkning och snubbling då samtidigt tunga arbetsbördor hanteras. Lyft förekommer vid upphängning av platstillverkade nät på lagerbockar. Dessa lyft görs dock med relativt goda arbetsställningar och lyfttiderna är mycket korta.
- * Ett antal skaderisker tillkommer med ok-metoden. Av dessa är ras av nät från lagerbockarna det allvarligaste. Genom förstärkning av bockarna bör denna risk i stort sett helt elimineras. Ett förslag på förstärkning ges bland rekommendationerna. Svetsningen medför också risker, men genom komplettering av produktionsutrustningen minskar dessa.

Den ekonomiska betraktelsen visar att lösjärnsarmering är minst lönsam av de tre jämförda metoderna. En besparing på ungefär 10 % görs om fabriksstillverkade nät används som placeras ut manuellt.

Vid armeringsmetoden med fabriksstillverkade nät tar armering i genomsnitt 9 persontimmar per ton. Med ok-metoden var motsvarande siffra 8-12 persontimmar per ton vid det studerade fältförsöket, inkluderande nättillverkningstiden i tältverkstaden.

Tar man hänsyn till skillnad i materialpris och skillnad i materialåtgång, får man fram att materialkostnaden för det platstillverkade alternativet är ca 0:80 kr/kg billigare än det fabriksstillverkade. Som tidigare nämnts i avsnitt 4.8 motsvarar detta 5 persontimmar/ton. Detta visar att den i fältförsöket prövade ok-metoden är produktionstekniskt lönsam.

Siffran 9 persontimmar/ton för armering med fabriksstillverkade nät är ett genomsnittsvärde. Stora variationer kan förekomma, framför allt spelar en god planering stor roll.

Vid fältstudien noterades att själva utläggningen av näten sker snabbare med lyftok än manuellt. Med ok-metoden slipper man också omplacera näten på bjälklaget, vilket förekommer om man tar upp näten med lyftkran och bär ut dem för hand. Denna onödiga omlagring av näten på bjälklaget är ansträngande för kroppen och tar tid.

Studien har också visat att om två armerare arbetar samtidigt har de en högre arbetstakt än om tre armerare arbetar samtidigt. Dötider och väntan är två parametrar som påverkar detta något märkliga resultat.

4.9.2 Rekommendationer

Armerarnas arbetsmiljö har i flera avseenden förbättrats med ok-metoden jämfört med de andra två metoderna. Metoden fungerar väl. För att förbättra metoden ytterligare och försöka eliminera de nytillkomna olycksfallsriskerna ges här följande förbättringsförslag för ok-metoden.

***Lagerbockarna**

Lagerbockarna som näten hängs upp på i väntan på transport till bjälklaget har gett vika tre gånger. De har förstärkts en gång, men "vek sig" ändå. Förslag: Förbind bockarna med ett "kryss" enl. bild 15.

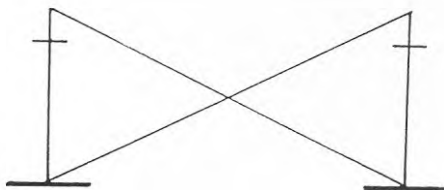


Bild 15. Förbind bockarna med ett "kryss".

***Bordshöjd**

Höj arbetsborden, armeringstrappans nedersta "trappsteg" och montagebordet för att få en bättre arbetsställning.

***Montagebordet**

Luta montagebordet något för att få bättre arbetsställning, speciellt när man svetsar ihop de järn som är längst bort från kroppen.

Ändra fixturen som armeringsstängerna ligger i så att man efter svetsningen lättare kan tippa över näten i vagnen, utan att de fastnar i "hackbrädan". Eventuellt skulle detta kunna göras med hydraulik.

***Luften**

Svetsångorna är ett problem och minskar lungvolymen enligt uppgift. Inget punktutsug finns i tältet.

Förslag: Ordna ett luftutsug på svetspistolerna.

***Svets skydd**

Visiren täcker inte ansiktets sidor och ger därför ej fullgott skydd då två personer svetsar samtidigt i tältet. Försök finna bättre visir.

****Nätvikt***

Nätvikten bör i framtiden ej överstiga 70 kg. Detta medför att de blir lättare att hänga upp på lagerbockarna och lättare att tippa av montagebordet.

****Oket***

Öppnings- och låsningsanordningen för att lossa och låsa varje nät bör sitta på en av sidorna på oket och inte som nu mitten av det. Detta skulle innebära bättre arbetsställningar och även tidsbesparing

Upphängning av nät på lagerbockar

Vid upphängning av näten på lagerbockarna bör man vara tre personer istället för två om näten är tunga.

Man bör eftersträva att vid tillverkningen av nät ligga ungefär en gjutetapp före för att undvika produktionsstörningar.

5 HÄFTSVETSNING-KVALITETSUTVÄRDERING.

5.1 Allmänt

Armeringselementen består av max ca 10 parallella kraftupptagande stänger sammanhållna av korsande monteringsstänger c/c 1 m. Enheternas största längd är 8 m, deras största bredd 1,2 m.

Armeringselementen sammanfogas genom häftsvetsning. Denna teknik ger betydligt stabilare enheter än vanlig najning och har dessutom bedömts som mer utvecklingsbar ur arbetsteknisk synpunkt.

Vid svetsning värms armeringsstången till hög temperatur och kommer efter det att svetsningen avslutats att svalna. Under detta förlopp omvandlas materialet intill svetsen. Under den relativt snabba avkylning som följer på svetsningen kan oönskad hårdstruktur, s k martensit, bildas och sprickor uppstå.

Begreppet svetsbarhet hos armering innefattar möjligheten att svetsa med godtagbart resultat. Svetsbarheten hos armeringsstål regleras bl a av kolhalten C och kolekvivalenten Ec, BBK 79, tab 7-6. För att stålet skall vara väl svetsbart vid häftsvetsning gäller att

$$C \leq 0,24 \% (\phi \leq 20 \text{ mm})$$

$$Ec \leq 0,50 \%$$

Ss26S och Ks40S uppfyller dessa krav. Ks60S gör det ofta inte, utan betecknas som begränsat svetsbart.

Stål som är begränsat svetsbart är olämpligt att använda ur produktionsteknisk synpunkt eftersom det kräver förvärmning eller s k efterglödning. I de fall Ks60S avses användas bör därför kolhalten C och kolekvivalenten Ec begränsas, så att stålet blir väl svetsbart. Sådant Ks60-stål benämns ofta Ks60SS och finns att tillgå.

Relativt stränga föreskrifter gäller enligt BBK 79 för häftsvetsningsarbete som utförs på byggsplats. Det får endast ske i kontinuerlig produktion med regelbundet gott resultat. Särskilt medgivande krävs av behörig myndighet, vanligtvis byggnadsnämnd. Svetsaren skall ha kompetens svarande mot en två-dagars kurs i armeringssvetsning arrangerad av SIFU, med godkänt prov för häftsvetsning.

5.2 Provning av svetsad armering

Provning i samband med svetsning skall utföras som dragprovning (SS 11 21 37). Omfattningen framgår av BBK 79 och gäller förundersökning och fortlöpande provning.

När svetsning skall användas i löpande produktion är det önskvärt att dessutom införa någon form av egenkontroll på platsen av svetsnings arbetet. Dragprovning kan nämligen endast utföras på provningsanstalt och innebär alltså ett icke acceptabelt dröjsmål mellan svetsning och utläggning av elementen, om resultatet skall inväntas.

Med en byggsplatsbaserad provning, förutom den normenliga, kan ett preliminärt besked om godkännande erhållas i samband med tillverkningen av elementen och innan dessa placeras i formen. En sådan metod medger också en väsentligt högre provningsfrekvens än normens minimikrav (3 dragprov per 30 ton armering), vilket är önskvärt speciellt i ett inledningsskede.

Som byggsplatsprovningssätt har valts bockprovning som enkelt kan utföras i en vanlig bockningsmaskin. Metoden har tidigare varit normerad men har utgått som officiellt kontrollprov, då dragprovet visar mindre spridning i resultaten.

Bockprovet tillgår så, att stången med häftsvetsen på utsidan bockas 60° kring en dom, se bild 16.

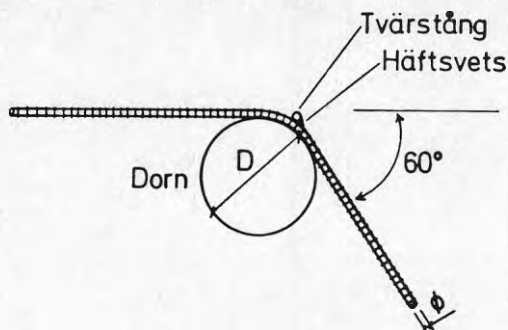


Bild 16. Bockprovning av häftsvetsad stång.

I /18/ anges att dorndiametern D vid bockprovning av Ks40S bör vara 8ϕ där ϕ är stångens diameter. Om stången bockas över denna dorn utan att brott uppstår så uppfylls kravet vid dragprovning med "största sannolikhet".

För Ks60S (begränsat svetsbar) anges att dorndiametern bör vara 12ϕ . För väl svetsbar Ks60SS finns inga rekommendationer för dorndiametern i /18/. Diameter 8ϕ är för Ks60SS för strängt, eftersom töjbarheten (brottförlängningen mätt över 200 mm) är större för Ks40S än för Ks60SS.

I tabell 5 redovisas förlängningens medelvärden för samtliga i projektet använda armeringar enligt stålverkens provningsintyg.

Tabell 5.

Dimension	Förlängning %	
	Ks40S	Ks60SS
$\phi 10$	23,5	18,5
$\phi 12$	20,8	15,5
$\phi 16$	20,2	16,5

Förhållandet Ks60SS/Ks40S är således ca 0,8.

Vid det normerade bockprovet på icke svetsade stänger erhålles en töjning i stångens yttersta "fiber" som enligt nomogram i SS 11 26 26, se bilaga 5, kan uppskattas till ca 23 % för Ks40S och 19 % för Ks60S. Förhållandet Ks60S/Ks40S är alltså också i detta fall ca 0,8.

Bockprovet av svetsad stång ger för Ks40S med dorndiametern 8ϕ en töjning $\approx 10,5$ % enligt nomogrammet. Det är då rimligt att bockprovning av svetsad stång Ks60SS skall ge en töjning som är $0,8 \times 10,5 \% = 8,4$ %.

Ur nomogrammet kan utläsas att denna töjning erhålles om dorndiametern väljes till ca 10ϕ för Ks60SS.

5.3 Förförsök med svetsning och bockprovning

För att utreda bockprovets lämplighet utfördes en undersökning omfattande armering ϕ 10, 12 och 16 av Ks40S och Ks60SS från totalt 8 charger.

Häftsvetsningen utfördes genom s k gasmetallbågs svetsning (MIG). Stängernas temperatur, liksom temperaturen i lokalen, var normalt ca 15°. För två olika charger svetsades dock dessutom stänger som förvarats ute och vars temperatur vid svetstillfället var 0-50°C.

De provade chargernas kolhalt C och kolekvivalent Ec framgår av tabell 6.

Tabell 6.

Dim.	Kval	Charge	C %	Ec %
10	Ks60SS	9887	0,20	0,48
"	"	2423	0,17	0,45
"	Ks40S	3979	0,23	0,48
"	"	32270	0,18	0,40
12	Ks60SS	2406	0,18	0,49
"	Ks40S	2926	0,17	0,47
16	Ks60SS	2990	0,19	0,51
"	Ks40S	9765	0,20	0,40

Provnigen omfattade totalt 60 st normerade dragprov, samtliga godkända. Bockprovning utfördes på 78 stänger. Alla Ks60SS, bockade kring dorn med diameter 10 ϕ , klarade provet. Däremot brast tre stänger av sex ϕ 10 Ks40S från charge 3979, bockade kring dorn 8 ϕ . Denna charge har värden på kolhalt och kolekvivalent som ligger nära de maximalt tillåtna, C < 0,24 %, Ec < 0,50 %. Bockprovning kring dorn 8 ϕ som angivits i /18/ är ett strängare prov än dragprovet, vilket i och för sig är rimligt med hänsyn till den större spridningen. Det bör dock noteras att provet enligt 1968 års betongbestämmelse /19/ utfördes med dorn 10 ϕ . För att minska risken för ett oriktigt underkännande vid byggplatsprovning föreslås att kraven på max C och Ec skärpes för Ks40S-armering vid kontroll av produktionen med bockprovet.

Önskemålet på kolhalt och kolekvivalent blir då:

Ks40S* C \leq 0,20 % Ec \leq 0,48 %

Ks60SS C \leq 0,24 % Ec \leq 0,50 %

varvid bockprovning av svetsade stänger görs med följande dorn diameter:

Ks40S 8 ϕ

Ks60SS 10 ϕ

* Ks40S-charger med den angivna sammansättningen finns oftast att tillgå hos armeringsstålstillverkarna. Skulle så inte vara fallet är stålet dock väl svetsbart så länge C < 0,24 % och Ec < 0,50 %.

5.4 Fältförsök i Märsta.

Hos Systembetong i Märsta genomfördes under v 14, 1987, ett försök med tillverkning av armeringsenheter i en härför inrättad fältverkstad och utläggning inom en ca 150 m² stor yta.

Totalt sammanfogades med häftsvetsning 72 st element av ca 2,5 ton stål ϕ 12 Ks40S och Ks60SS. Fyra element, två från varje charge, togs ut för provning. Stålet hade följande sammansättning, se tabell 7.

Tabell 7.

Dim.	Kval	Charge	C %	Ec %
12	Ks60SS	X 7853	0,20	0,48
12	Ks40S	H 8370	0,17	0,43

12 st lossklippta stänger med fastsvetsad del av monteringsstång dragprovades enligt normerat förfarande. Lika många bockprovades i vanlig bockmaskin med dorndiametern 8 resp 10 ϕ . Samtliga resultat var godkända.

5.5 Fältförsök i kv Trekanten 3, Danderyd

Det byggobjekt som valdes för att genomföra ett fältförsök i stor skala var kv Trekanten 3 i Danderyd, ett 6-vånings kontorshus på totalt 14 150 m² som byggts i egen regi av Skanska. Produktionssystemet provades på ett av planen. Detta omfattade ca 2 200 m² yta i form av ett pelardäck.

Tillverkningen av de totalt 765 st armeringselementen skedde i en fältverkstad (tält) under vecka 45-52 1987. Svetsaggregaten var av typ ESAB Compact Profession 400. Inställning "kortbåge" 270A, svets tid 3-4 sek användes.

Såväl bockprov på arbetsplatsen som normenliga dragprov utfördes på totalt 63 häftsvetsade stänger av Ks60SS med dimensionen ϕ 10, 12 och 16 mm, se tabell 8.

Tabell 8.

Dim.	Kval	Charge	C %	Ec %
ϕ 10	Ks60SS	S-0147	0,20	0,46
"	"	S-0148	0,20	0,46
"	"	X-7854	0,20	0,48
ϕ 12	"	H-5895	0,23	0,53
"	"	X-7853	0,20	0,48
ϕ 16	"	X-9686	0,18	0,47
"	"	J-4867	0,19	0,47

Samtliga prov godkändes vid provningarna, även charge H-5895 vars halt Ec är något större än maximalt angivna 0,50 (sid 32). Så kallat jämförelseprov fick dock tillgripas vid dragprovningen i detta fall, då brottet skedde inom svetspåverkat område.

Hela provningen utfördes enligt en upprättad kontrollplan, se bilaga 6, omfattande förundersökning och fortlöpande provning samt värderingsregler för resultatet. Omfattningen av den fortlöpande provningen hade starkt utökats jämfört med BBK:s krav och innebar provning av tre stänger per ca 4 ton armering.

Vid ett tillfälle hade svetsaggregatet omställt till högre ampere-tal och kortare svets tid. Detta innebar snabbare avkylning av svetsstället. Bockprovet visade här sin känslighet genom att brott erhöles i en stång. Serien godkändes dock med reservproven liksom vid dragprovningen.

Protokoll från Provninganstalten avseende förprovning (87B60102) och fortlöpande provning (87B60105) finns i bilaga 7 och 8. I protokoll från förprovningen har charge-nummer skrivits dit efteråt.

Charge X-7853 som saknas hade provats tidigare i samband med försöken i Märsta.

5.6 Sammanfattning

Sammanfattningsvis visar försöken att förutsättningarna är goda för att i en fältverkstad på arbetsplatsen kunna tillverka armeringselement genom häftsvetsning och fortlöpande kunna kontrollera det kvalitetsmässiga resultatet på plats.

De tekniska och kontrollmässiga komplikationer som förknippas med svetsning av armering bemästras genom att arbetet bedrivs i uppvärmt och vindskyddat utrymme (tält), genom att endast väl svetsbart stål används och genom den enkla tillverkningskontroll som bockprovet medger.

Det är sannolikt att all varmvalsad armering i en nära framtid kommer att vara svetsbar. I bl a Tyskland och Norge saluförs under namnet Tempcore stänger som genom en ny teknik får hög hållfasthet utan höga halter av kol (C) och andra legeringsämnen (Ec), som inverkar menligt på svetsbarheten.

6 MONTERAD ARMERINGS LÄGE

6.1 Inledning

Som nämnts tidigare bestod armeringselementen av ett antal (max 10) parallella kraftupptagande stänger sammanhållna med monteringsstänger. Två principiellt olika utformningar har använts. Dels en konventionell plan enhet med raka monteringsstänger, dels en enhet utformad med bockade "Z-formade" monteringsstänger se bild 17.

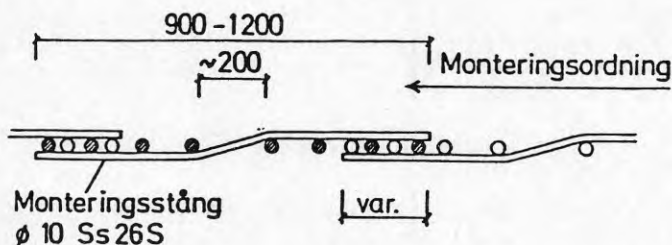


Bild 17. Element med Z-formade monteringsstänger.

Idéen med dessa element är att man med ett begränsat antal typer enkelt kan variera armeringsarean genom olika överlappning i sida. Genom överlappningen kan också betydande armeringsareor uppnås, utan att varje enskilt element behöver göras speciellt tungt.

Vid användning av enheter med Z-formade monteringsstänger erhålls dock vissa konsekvenser för armeringens effektiva höjd som bör observeras vid dimensioneringen. Dessa är dels betingade av att monteringsstångernas läge växlar inom varje element mellan de kraftupptagande stängernas ovan- och undersida, dels att det är svårt att få dessa bockade stänger helt teoretiskt måttriktiga.

Huvuddelen av detta kapitel ägnas åt detta förhållande. Resultat redovisas från mätningar utförda vid provläggningen i Märsta och från fältförsöket i kv Trekanten i Danderyd.

6.2 Provläggning i Märsta

Utläggning gjordes av 72 st element i två vinkelräta riktningar inom ett ca 150 m² stort område. Armeringsenheterna var 1,2 m breda och hade alla Z-formade monteringsstänger.

6.2.1 Monteringsstångers måttriktighet

Måttriktigheten hos de Z-formade monteringsstångerna av ø 10 Ks40S kontrollerades stickprovsvis både före svetsning och efter svetsning till de längsgående stängerna. Bockningen av stängerna hade utförts av armeringsleverantören SSAB. Svårigheten ligger i att få skänklarna parallella. För de lösa stängerna erhöles följande värden på vinkelavvikelsen från parallellitet:

Medelvärde	0°	(antal mätvärden 30)
Standardavvikelse	1,7°	
5 % fraktil	2,8°	
Max värde	3,0°	

Sedan monteringsstängerna svetsats till de långsgående stängerna minskar vinkelavvikelsen. Elementen hängde vid mätningen fritt på galge.

Medelvärde	0°	(antal mätvärden 128)
Standardavvikelse	0,8°	
5 % fraktil	1,4°	
Max värde	2,1°	

I /20/ redovisas en standardavvikelse = 1,1° för en vinkel. Toleransområdet $\pm 3,5^\circ$ föreslås. Förslag till Svensk Standard SS 81 26 81 anger fin tolerans till $\pm 6/100$, d v s $\pm 3,5^\circ$. De uppmätta vinkelavvikelseerna klarar denna tolerans med marginal. Böckning av släta stänger Ss26S vid kv Trekanten (avsnitt 6.3.1) visar dock att betydligt mindre avvikelse kan uppnås. Felet i det vinkelräta måttet mellan skänklarna, teoretiskt lika med de långsgående stängernas diameter, uppmättes till ± 6 mm (5%-fraktil).

6.2.2 Mätningar på monterad armering

De resultat av mätningar av den monterade armeringens läge som redovisas i detta avsnitt, är till en del beroende på de avvikelser från mått riktighet som konstaterades hos de Z-formade monteringsstängerna i föregående avsnitt.

Vid utläggningen av armeringsenheterna i två vinkelräta riktningar erhålles i vissa lägen teoretiskt ett fritt avstånd mellan de kraftupptagande stängerna = 2 x monteringsstängernas diameter = 20 mm. I verkligheten blir detta avstånd ännu större då elementen inte är helt plana p g a monteringsstängernas avvikelse från teoretiska mått.

Vid mätning i 132 korsningspunkter på utlagd provyta i Märsta konstaterades således att i dessa områden det fria avståndet var

Medelvärde = 22 mm
5 % frakt. = 30 mm

Vid en relativt måttlig mängd sekundärarmering utgör de områden där avståndet är så stort en mindre del av totala bjälklagsytan. Inom övriga partier blir avståndet teoretiskt = 0, d v s de kraftupptagande stängerna i olika riktningar vilar på varandra. Mätningar i 142 punkter inom dessa partier har givit:

Medelvärde = 6 mm
5 % frakt. = 12 mm

Skillnaden mellan det erhållna medelvärdet 6 mm och det teoretiska 0 mm är här större än i den förra gruppen och visar att någon perfekt anläggning mellan de olika lagren sällan uppnås. Detta är beroende på att elementen som påvisats är något oplanar, men sannolikt också på att "övergångszoner" till områden med teoretiskt avstånd = 20 mm finns i de uppmätta värdena.

Vid en rutinmässig utläggning av armeringselement i två riktningar kommer man att erhålla områden där det fria avståndet mellan lagren är stort. Vid dimensioneringen av armeringen i sekundärriktningen måste detta beaktas, förslagsvis genom att använda 5 %-fraktilvärdet. Detta värde har befunnits vara 30 mm med den måttnoggrannhet som redovisats i 6.2.1 för de Z-formade monteringsstängerna.

Vid helt plana element (måttriktiga monteringsstänger) skulle detta värde teoretiskt vara 20 mm.

Den monterade primärarmeringens oplanhet, som även något kan påverka täcksiktet, har enligt mätningarna inte motsvarat större differens än ca ± 5 mm (5 %-fraktil). Denna ligger således inom normala avvikelser för armerings läge, se t ex /21/.

6.3 Fältförsök i kv Trekanten, Danderyd

Totalt tillverkades och lades ut ca 765 st elementenheter av 7 olika typer. Fyra typer hade raka monteringsstänger och placerades som överkantsarmering över pelare samt i underkantsarmeringens undre lager. Tre typer utfördes med Z-formade monteringsstänger och placerades i underkantsarmeringens övre lager.

6.3.1 Monteringsstångers måttriktighet

De Z-formade monteringsstångerna var i detta fall släta stänger av ϕ 10 Ss26S, vilka bockades i fältverkstadens bockmaskin.

Avvikelsen (5 %-fraktil) från teoretiska mått framgår av bild 18.

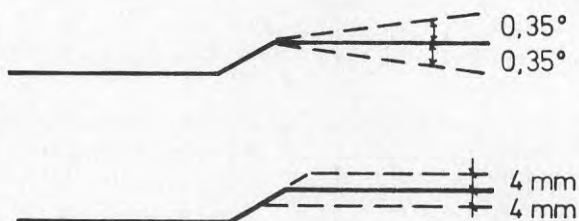


Bild 18. Monteringsstänger av ϕ 10 Ss26S. Måttavvikelser.

Framförallt vinkelavvikelsen är som synes mycket mindre än vad som erhöles vid provet i Märsta (avsnitt 6.2.1). Dessa avvikelser, som alltså erhållits vid bockning i fältverkstaden med enkla rutiner, måste betraktas som små.

6.3.2 Mätningar på monterad armering

De byggplatstillverkade enheterna användes för att armera bjälklag över plan 5. Övriga bjälklag i huset armerades med fabriksstillverkade armeringsenheter, snarlika dem som var platstillverkade. Dock förekom inga element med Z-formade monteringsstänger bland de fabriksstillverkade. Drygt hälften av de fabriksstillverkade elementen var av kvalitet Nps 70, resten av Ks60SS. De platstillverkade var som nämnts alla av kvalitet Ks60SS.

För att få en jämförelse med det fabriksstillverkade systemet med enbart raka monteringsstänger, utfördes mätningar av armeringens läge på bjälklag över plan 4.

Täckskikt till underkantsarmeringens undre lager mättes i två omgångar med följande resultat.

1. Medelvärde 19,4 mm (antal mätvärden 97)
5 %-fraktil $19,4 \pm 4,0$ mm
2. Medelvärde 21,4 mm (antal mätvärden 55)
5 %-fraktil $21,4 \pm 3,3$ mm

Dessutom gjordes mätningar av avståndet mellan underkantsarmeringens undre och övre lager, d v s av hur väl elementen ligger an mot varandra. I områden där full anläggning teoretiskt förväntas erhöles det fria avståndet mellan korsande stänger (mätt utefter en övre stång) till

Medelvärde 1,9 mm (antal mätvärden 94)
5 %-fraktil 5,0 mm

Inom skarvområden förekommer fria avstånd uppemot 10 mm eller mer. Dessa läggs dock alltid i pelarlinjerna med negativa moment. Med undantag av skarvområdena är således anläggningen relativt god. Vid beräkningen av effektiva höjden för armeringen i sekundärriktningen (underkantsarmeringens övre lager) antas full anläggning normalt. Lägger man 5 %-fraktilen till grund borde man alltså räkna med 5 mm fritt avstånd.

På bjälklag över plan 4 gjordes även mätningar av överkantsarmeringens läge. Dessa mätningar, vars resultat även är giltiga för motsvarande platstillverkade enheter, eftersom enbart raka monteringsstänger användes i överkant, ger i huvudsak besked om måttnoggrannheten hos de överkantsstöd som armeringen vilar på. Armeringen kontrollerades vid tre olika pelare. Jämfört med det nominella värdet ligger armeringen i det undre lagret i medeltal 15 mm för lågt, i det övre lagret i medeltal 10 mm för lågt. Det fria avståndet mellan lagren är alltså 5 mm i medeltal. Spridningen hos värdena är liten, oftast ca ± 2 mm.

På bjälklag över plan 5, som alltså armerades med de platstillverkade enheterna, gjordes ett flertal mätningar av armeringens läge. Primärriktningen (undre lagret i u k) armerades med element med raka monteringsstänger. Sekundärriktningen (över lagret i u k) armerades med element med Z-formade monteringsstänger.

Täckskikt till underkantsarmeringens undre lager mättes i två omgångar med följande resultat.

1. Medelvärde 28,1 mm (antal mätvärden 51)
5 %-fraktil 28,1 \pm 3,7 mm
2. Medelvärde 28,8 mm (antal mätvärden 48)
5 %-fraktil 28,8 \pm 2,5 mm

En jämförelse med motsvarande värden för bjälklag över plan 4 (se sid 37) visar att spridningen är låg i båda fallen men något mindre för det platstillverkade alternativet (skillnaden i medelvärde är betingad av olika distanshållare).

Liksom på bjälklag över plan 4 kontrollerades anläggningen, d v s fria avståndet, mellan undre och övre lagret genom mätning längs stång i övre lagret. Detta utfördes på tre olika ställen (1-3) med följande resultat:

	1	2	3
Medelvärde mm	4,9	4,5	1,4
5 %-fraktil mm	8,2	8,2	3,4
Antal mätningar	51	24	24

Mätning av det fria avståndet mellan lagren har även utförts längs stänger i undre lagret på två olika ställen:

	1	2
Medelvärde mm	3,5	4,0
5 %-fraktil mm	6,5	7,9
Antal mätningar	40	28

Inom skarvområden i pelarlinjerna förekommer, liksom på bjälklag över plan 4, fria avstånd uppemot 10 mm, lokalt mer.

Sammanställer man resultaten från det platstillverkade systemet med Z-formade monteringsstänger i övre lagret (betecknat "plan 5") och jämför det med resultatet från det fabrikstillverkade (betecknat "plan 4") erhåller man att det fria avståndet i mm mellan korsande armeringslager kan anges som:

	plan 4 mm	plan 5 mm
Nominellt	0	0
Medelvärde	2	4
5 %-fraktil	5	8

Man kan alltså konstatera att anläggningen för systemet med Z-formade monteringsstänger är något sämre. Eftersom man vid helt plana systemet räknar teoretiskt, d v s med anläggning, vid bestämmandet av effektiv höjd för sekundärriktningens armering, är det rimligt att man vid bestämmandet av effektiva höjden för det blandade systemet kalkylerar med ett fritt avstånd på max 5 mm mellan lagren.

6.4 Sammanfattning

De reduktioner av effektiva höjden hos korsarmerade plattor, som erhålles vid användningen av enheter med Z-formade monteringsstänger, framgår av nedanstående sammanställning. Som utgångspunkt har valts plana enheter vars effektiva höjd alltså har reduktionen 0.

Tabell 9.

System Nr	Enheter i riktning Primär/ Sekundär	Reduktion av effektiv höjd, mm	
		För primärarmering (underst)	För sekundärarmering
1	Plana/ plana	0 1)	0
2	Plana/ Z-form.	10 2)	15
3	Z-form./ plana	15	15
4	Z-form./ Z-form.	15	35

1) monteringsstång uppåt

2) monteringsstång nedåt

I samtliga system med Z-formade monteringsstänger måste räknas med en monteringsstång under den kraftupptagande armeringen. Då kravet på täckande betongskikt även gäller monteringsarmeringen förloras där 10 mm av effektiva höjden. Vidare ger den lilla men ofrånkomliga avvikelser i måttaktighet hos monteringsstängerna ett tillskott som genom mätningar på monterad kraftupptagande armering befunnits uppgå till ca 5 mm (5%-fraktil), se 6.3.2.

Observera att värdena förutsätter att de Z-formade monteringsstängerna tillverkas inom de toleranser som redovisas i avsnitt 6.3.1, bild 18. Vid användning av monteringsstänger med sämre måttaktighet, t ex enligt avsnitt 6.2.1, bör värdena för sekundärarmeringen i system 2, 3 och 4 ökas med 5 mm.

I system 4 erhålles områden där enheterna bygger två monteringsstänger = 20 mm. Den stora reduktionen av effektiva höjden i sekundärriktningen i detta fall gör att systemet endast torde vara intressant vid mycket stora plattjocklekar och där möjligheten till omlottläggning enligt bild 17 är viktig.

I kv Trekanten 3 har använts system nr 1 för överkantsarmering över pelarna och huvudsakligen system 2 i fält. Reduktionen av effektiva höjden i fält hos de 240 mm tjocka plattorna har inneburit en ökning av armeringsmängden med ca 3,5 %.

LITTERATURFÖRTECKNING

- (1) Gunnar Abrahamsson, Lennart Björkgren mfl: Rapport från Bygghälsan - Miljöbeskrivning av sysselsättningar inom byggbranschen. Byggnadsindustrins stiftelse för arbetarskydd och företagshälsovård, 1977.
- (2) Gunnar B.J. Andersson, Albert B.Schulz, Roland Örtengren: En katalog över belastningar på ländryggen och bålen under arbete. Preliminär utgåva.
- (3) Gunnar B.J. Andersson, Don B. Chaffin: Occupational Biomechanics. John Wiley & Sons, 1984.
- (4) Erik Björk, Bo Glimskär, Bengt Hjort, Per-Erik Höglund: Prefabricering av armeringslement på byggplatser - förstudie. Stockholm, 1985.
- (5) Erik Bolinder, Ulf Åberg: Ergonomi och arbetsutformning. Tidens förlag, 1970.
- (6) Bo Glimskär, Per-Erik Höglund, Roland Örtengren: Ergo-Index. En beskrivning av ergonomiska effekter. Institutionen för arbetsvetenskap, KTH, Byggergonomilaboratoriet. Trita-BEL 0036, LiTH-IERG-R-9.
- (7) Bo Glimskär, Per-Erik Höglund, Rolf Hörmfeldt: Utveckling av arbetsmetod för flytbetonggjutning. Rapport R144:1983, Byggforskningsrådet, 1983.
- (8) Bo Glimskär, Christer Ljungkrantz: Tillverkning av armeringselement på arbetsplatsen (sammanfattning i CBIs informationsdag 1988).
- (9) Bengt Hjort: Armeringsarbete på byggarbetsplatser - en översiktlig studie. CBI forskning FO 2-82, Stockholm, 1982.
- (10) Bengt Hjort: Placement of Floor Slab Reinforcement, Part 1. Traditional Methods-Methods Development, CBI forskning FO 2.84, Stockholm 1984.
- (11) Bengt Hjort: Placement of Floor Slab Reinforcement, Part 2. Alternative Methods - Methods Development, CBI forskning 3.84, Stockholm 1984.
- (12) Bertil Jacobson: Medicin och teknik. Studentlitteratur, 1981.
- (13) Carl Lager: Ergonomi T. Institutionen för flygteknik, KTH, 1983.
- (14) Gösta Luthman, Ulf Åberg, Nils Lundgren: Handbok i ergonomi. AWE/GEBERS, 1976.
- (15) Curt Schröder, Per-Olof Grände: Arbetsmiljöteknik. Institutionen för industriell organisation. Avdelningen för arbetsmiljöteknik. Lunds Tekniska Högskola, 1978.
- (16) Bengt Tufvesson: Din ställning i jobbet. Belastningar på armar, rygg och ben. AWE/GEBERS, 1977
- (17) Irma Åstrand: Arbetsfysiologi AWE/GEBERS, 1982.
- (18) MNC handbok nr 2, Armering. SIS Stockholm 1980.
- (19) Statens Betongkommitté Bestämmelser för betongkonstruktioner, material och utförande-armering (B6 1968). Svensk Byggtjänst 1969.
- (20) Bengt Hjort: Manufacturing Accuracy in Connection with Bending of Reinforcement. CBI Forskning Fo 5.84, 1984.
- (21) Johansson A, Warris B: Avvikelser i armeringsstängernas läge. BFR-rapport 30/68. Stockholm 1968.

Skattningsskala för belastningsupplevelse vid dynamisk belastning:

ARBETSMOMENT

DYNAMISK BELASTNING

6	
7	MYCKET, MYCKET LÄTT
8	
9	MYCKET LÄTT
10	
11	GANSKA LÄTT
12	
13	NÅGOT ANSTRÄNGANDE
14	
15	ANSTRÄNGANDE
16	
17	MYCKET ANSTRÄNGANDE
18	
19	MYCKET, MYCKET ANSTRÄNGANDE
20	

OLYCKSFALLSRISKER:

BULLER	1 2 3 4 5
VIBRATIONER	1 2 3 4 5
OLÄMPLIG BELYSN.	1 2 3 4 5
VÄRME PÅ GRUND	
AV ARBETSPROCESS	1 2 3 4 5
NEDSTÖRTNING	1 2 3 4 5
SNUBBLING OCH	
HALKNING	1 2 3 4 5
KLÄMNING	1 2 3 4 5
TRAMPNING PÅ, STÖT AV ELLER	
MOT FÖREMÅL	1 2 3 4 5
HETT ELLER KALLT ÄMNE	1 2 3 4 5
SPLITTER OCH STÄNK	1 2 3 4 5
ÖVRIGT:	
.....	1 2 3 4 5
.....	1 2 3 4 5
.....	1 2 3 4 5

Modell för bestämning av belastning på ländryggen

Modellen utgör en katalog över belastningar på
ländryggen och bålen under arbete, utarbetad av
Gunnar Andersson mfl. Modellen baseras på mätningar
av disktryck om muskelaktivitet i ett stort antal
kroppsställningar med varierad belastning.

HUR KATALOGEN SKALL ANVANDAS

Katalogen avser att ge ett närmevärde på de
belastningar som ländryggen utsätts för när en
arbetare utför ett arbete. Modellen är baserad på
mätningar av disktryck samt interpolering med hjälp
av en biomekanisk modell. De arbetsuppgifter som kan
analyseras är dels de som är statiska ur ryggens
synpunkt och dels arbeten som utförs förhållandevis
långsamt. Katalogen ger kvantitativa data över vilka
kompressionskrafter ländryggen utsätts för när
arbetet utförs. Kompressionskraften är ett mått på
belastningen på diskar (mellan-kotskivor) och kotor.
Med kännedom om kompressionskraften fås också ett
ungefärligt mått på hur kraftigt bålens muskler
måste anspännas för att utföra arbetet.

Kompressionskrafterna erhålls genom att analysera
arbetet i 3 steg.

1. Bestäm först var arbetsområdet är beläget i
förhållande till arbetaren och vänd upp rätt
sida i katalogen.
Hur detta går till förklaras nedan.
2. Bestäm därefter storlek och riktning på den
kraft som krävs för att utföra arbetet.
3. Använd katalogdiagrammet för att bestämma
kompressionskraften.

Datainsamlingsformuläret (tabell 1) innehåller alla
uppgifter som behövs för att göra analysen.

Arbetsområdet

Det första steget, att lokalisera arbetsområdet (fig
1) sker i 3 delmoment. Först bestäms om arbetet
utföres sittande eller stående och i vilken nivå
arbetsområdet är beläget. Nivån, dvs arbetsområdets
läge i höjdlid är i stående antingen från golv till
knogar, mellan knogar och skuldra, eller ovan
skuldran. I sittande är motsvarande arbetshöjder
från golv till bord, mellan bord och skuldra och
ovan skuldra. Använd nu figur 2 och välj
nyckeldiagram I, II eller III beroende på

arbetshöjden. Med hjälp av diagrammet bestämmer Du arbetsområdet. För denna analys måste Du dels bedöma det horisontella avståndet (radien) från ett tänkt kroppscentrum (fötternas medelpunkt eller stolens medelpunkt) till arbetsstycket och dels bedöma i vilken sektor arbetsstycket ligger i förhållande till detta centrum. Om arbetsområdet är nära kroppen väljes radien 40 cm, om det ligger längre bort men inom armlängds avstånd väljes radien 60 cm och om det ligger ännu längre bort så att arbetsområdet är direkt framför fötter eller stol väljes närmast till höger liggande sektor osv. På motsvarande sätt finns sektorer till vänster om arbetaren. Sektorerna är numrerade. Den tredje delen av det första steget i analysen är att slå upp rätt sida i katalogen med hjälp av de tabeller som finns under nyckeldiagrammen. Välj sidonummer ur tabellen med hjälp av arbetsområdets nummer och ta hänsyn till om arbetet utföres stående eller sittande och om det utföres med höger hand enbart eller med båda händerna. I denna preliminära version av katalogen har vi inte gett några resultat för arbete som utföres enbart med vänster hand.

Arbetskraften

I ett andra steg bestäms storleken av de krafter som används för att utföra arbetet. Dessa bestäms i Newton (1 kg är ungefär 10 N) med hjälp av fjädervåg eller motsvarande. Dessutom analyseras i vilken riktning kraften anbringas. Figur 3 visar de kraftriktningar som finns i katalogen.

Belastningen på ländryggen

Det tredje steget i bedömningen består i att vända upp rätt katalogsida. Leta upp arbetskraftens värde på den horisontella axeln och välj kurva beroende på kraftriktningen. Avläs nu på den vertikala axeln den ungefärliga kompressionskraften som ländryggen belastas med. Figur 4 visar hur detta går till.

Tabell 1 Datainsamlingsformulär

Allmänna uppgifter

Arbetsställning och arbetsområdets läge i höjddled

<u>Stående</u>	<u>Sittande</u>	<u>Nyckeldiagram</u>
Golv-knogar	Golv-bord	I
Knogar-Skuldra	Bord-skuldra	II
Ovan skuldran	Ovan skuldran	III

Avstånd till arbetsstycket: Nära kroppen (40 cm)
Armlängdsavstånd (60 cm)
Längre bort (80 cm)

Arbetssektor:

Lateralt vänster
Antero - lateralt
vänster
Rakt fram
Antero lateralt höger
Lateralt höger

Handgrepp:

Höger hand
Båda händerna

(Ur nyckeldiagram
är , och sidonumret

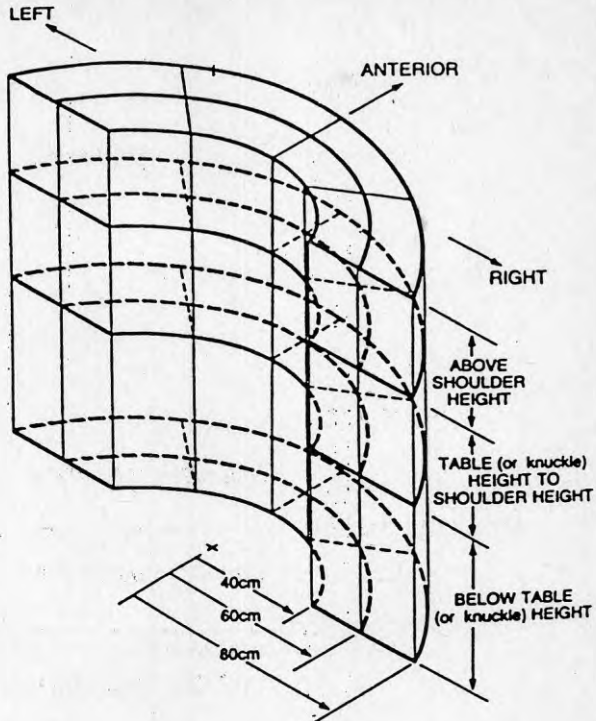
, arbetsområdets nummer
)

Arbetskraftens riktning:

Lyfta eller bära
Pressa nedåt
Trycka
Draga
Pressa åt höger
Pressa åt vänster

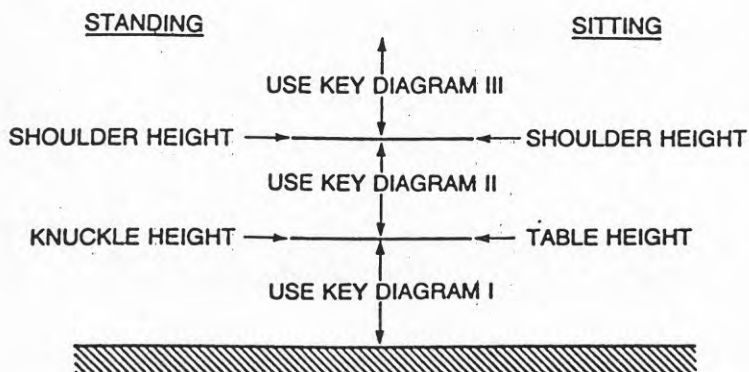
Arbetskraftens storlek

(i Newton 10 N = 1 kg:
Se figuren på sid 17.

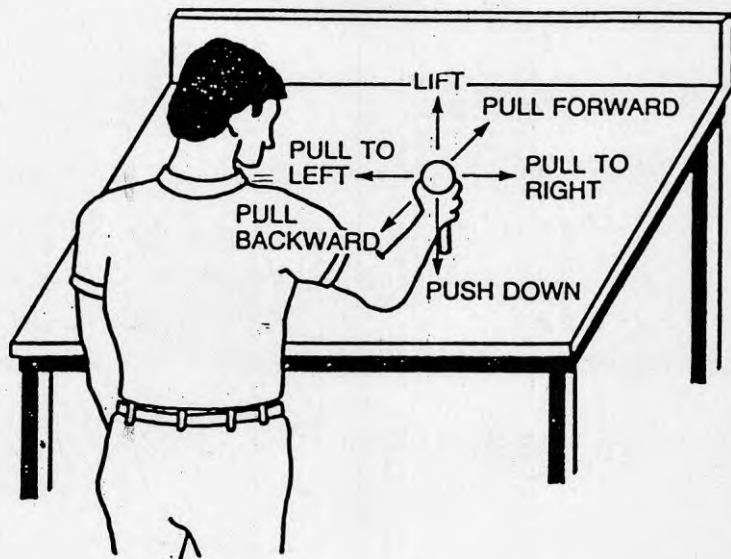


Figur 1. Översikt över arbetsområdenas läge

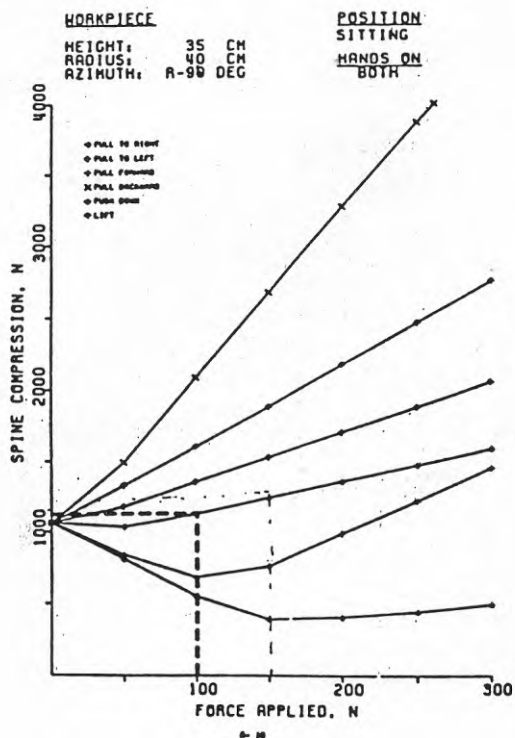
Den höjd i förhållande till golvet som arbetsområdet är indelad i. Klassificeras som mellan golv och knoge (nedanför bordet i sittande ställning), mellan knogar och skuldra och ovanför skuldernivån. Andra faktorer som bestämmer arbetsområdets läge är dess förhållande till centrum av fötterna i stående eller till centrum av stolen i sittande. För den analysen bestäms avståndet till arbetsområdet (40 cm eller nära kroppen, 60 cm eller på armlängds avstånd eller 80 cm utanför armlängds avstånd). Dessutom bestäms den sektor i vilket arbetsområdet ligger (lateralt till vänster, antero lateralt till vänster, rakt fram, antero lateralt till höger och lateralt till höger).



Figur 2. Nyckeldiagram för att välja rätt sida i katalogen.
 Välj nyckeldiagram I, II eller III beroende på arbetsytans höjd.



Figur 3. Kraftriktningar



Figur 4. En illustration över hur diagrammen skall läsas.

Anta att arbetet som Du analyserar finns på sid. A-10. Anta också att Du vill veta kompressionskraften på kotpelaren under förutsättning att Du drar åt höger med en kraft på 150 N. Leta upp 150 N på den horisontella axeln, följ upp kurvan upp "drag åt höger", för över till motsvarande värde på den vertikala axeln och avläs den ungefärliga kompressionen som blir 1250 N.

Erog-Index - ett datakörningsexempel

```
*****  
**                               **  
**   Program: ERGOINDEX   Ver: 1.00   **  
**                               **  
**   Written by: CASE AB   Eskilstuna  **  
**                               **  
*****
```

Välj befolkningspercentil (5%-95%):

50

Vilken arbetshöjd:

1. Över axel
2. Knoge-axel
3. Ankel-knoge

Välj ett alternativ:

2

Vilket arbetsavstånd:

1. 0-40 cm
2. 40-60 cm
3. 60-80 cm

Välj ett alternativ:

1

Vilken typ av arbete utförs?

1. Lyft
2. Drag
3. Tryck

Välj alternativ:

1

Vilken vikt/kraft hanteras (i kg)?

5.7

Under hur lång tid appliceras kraften (i min.)

0.45

Arbetet är:

1. Statiskt
2. Statiskt+dynamiskt
3. Övervägande dynamiskt

Välj alternativ:

1

RESULTATUTSKRIFT

=====

1. Befolkningspercentil: 50.00 %
2. Arbetshöjd : Knoge-axel
3. Arbetsavstånd : 0-40 CM
4. Typ av arbete : Lyft
5. Hanterad kraft/vikt : 5.70
6. Operationstid : .45
7. Arbetet är : Statiskt

Belastning : 12.34 %
Återhämtningstid (emp) : .00
Total operationstid (emp) : .45
Återhämtningstid (exp) : .00
Total operationstid (exp) : .45

Skall något värde justeras? (J/N)

Skall filen sparas? (J/N)

Skall körningen upprepas? (J/N)

J

NÄTVIKTER

Fabrikstillverkade nät

Nättyp	Vikt i kg
1	58,1
2	52,6
3	49,3
4	53,7
5	8,3
6	19,9
7	34,1
8	47,6
9	32,4

Platstillverkade nät:

Nättyp	Vikt i kg:
1	84,6
2	70,7
3	13,3
4	39,5
5	27,6
6	78,5
7	a)50,4 *
	b)48,1 *

* Två varianter av nättyp 7 förekom.

KOMPLETTERANDE UPPLYSNINGAR

Nedanstående anvisningar är ej fastställda som svensk standard och får ej anses bindande.

Bockprovningsverktyg
Rekommenderade radier

En fördran på bockbarhet hos ett material formuleras som regel så att en provstav skall kunna bockas över en dorn, vars radie står i ett angivet förhållande till materialets (provstavsens) tjocklek eller diameter. Fördran innebär att materialet utsätts för en bestämd töjning i yttersta skiktet. Strängt taget fördras alltså en domradie för varje tjocklek eller diameter. Om man i stället utgår ifrån förutsättningen att denna töjning skall ligga mellan två gränsvärden, så kan antalet bockningsdornar därigenom begränsas. Förutsättningen uppfylls om domradierna bédar en geometrisk serie, varvid lämpligen en reordserie kan väljas (se SMS 400).

I syfte att åstadkomma bästa överensstämmelse mellan provningar utförda på olika håll och andock begränsa antalet bockprovningsverktyg rekommenderas att dornradier väljs enligt R 10-serien:

1 – 1,25 – 1,6 – 2 – 2,5 – 3,15 – 4 – 5 – 6,3 – 8 – 10 – 12,5 osv.

Radietoleransen får uppgå till högst $\pm 5\%$.

Av nomogrammet på sidan 6 framgår det teoretiska sambandet mellan dornradie R , provkroppens tjocklek (diameter) T och dess töjning i yttersta skiktet ϵ . På y-axeln har reordtal i R 10-serien markerats. Nomogrammet är baserat på formeln

$$\epsilon = \ln \frac{R+T}{R-T/2}$$

Nomogrammet gäller även för värden på R och T under 1 mm. Förutsättningen är då att man minskar talvärdena utefter båda axlarna med en tiopotens.

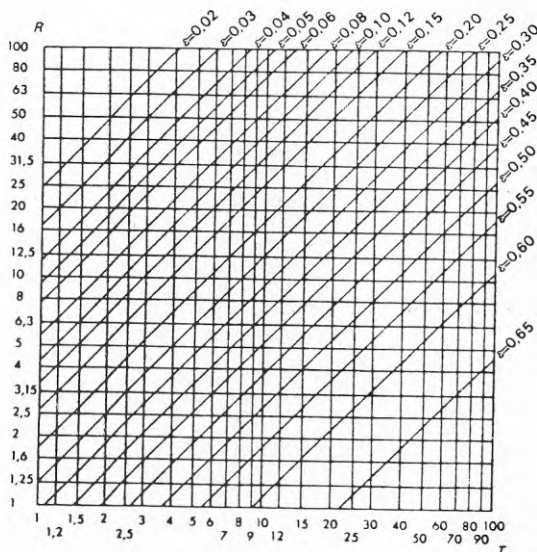
Önskar man att ytterligare begränsa antalet verktyg, kan efter överenskommelse dornradier väljas enligt R 5-serien:

1 – 1,6 – 2,5 – 4 – 6,3 – 10 – 16 osv.

Användningsexempel

Provkropp med $T = 12$ mm skall bockas över dorn med $R = 0,5 T$. Av nomogrammet framgår att ϵ i provkroppens ytterskikt är ca 0,41. Val av dornradier ur R 10-serien ger $R = 5$ mm eller $R = 6,3$ mm. I förra fallet fås $\epsilon = \text{ca } 0,43$ och i senare fallet $\epsilon = \text{ca } 0,39$.

Vid ifrågakvarande fall bör sålunda avvägas om $R = 5$ mm eller $R = 6,3$ mm skall väljas.



SVETSNING AV ARMERINGSELEMENT VID SKANSKAS ARBETSPLATS
KV TREKANTEN 3, DANDERYD

KONTROLLPLAN

1 Mottagningskontroll

Vid mottagning av armering skall kontrolleras: (Enl BBK 79 9.4.3)

- a. Följesedelns uppgifter
- b. Märkning i fråga om ursprung, kvalitet och charge
- c. Kontrollmärke och provningsintyg.

Kontrollera speciellt charge-analysen enl provningsintyg. För Ks60SS skall gälla $C \leq 0,24 \%$, $E_c \leq 0,50 \%$.

2 Förundersökning

För varje stångdiameter $\emptyset 10$, $\emptyset 12$ och $\emptyset 16$ tillverkas två st armerings-element. Lämpligen tillverkas två st vardera av elementtyp 2, 4 och 6. Ur varje element (totalt 6 st) tas ut 3 provstycken för dragprovning på Statens Provningsanstalt (SP) samt 3 provstycken för bockprovning i bockmaskin på arbetsplatsen. Lika många reservprovstycken tas ut vid samma tillfälle.

All uttagning av provstycken, bockprovning och kontakt med SP ombesörjes av CBI. För bockprovet fordras assistans av armerare.

Dragprov skall utföras på SP enl BBK 79, bilaga 3, punkt 2.1. Bockprovning skall utföras på arbetsplatsen i bockmaskin enl CBI-rapport 87054.

Ny förundersökning skall göras vid byte av charge, omställning av svetsmaskin eller byte av svetsare.

3 Fortlöpande provning

Okulärbesiktning av svetsar bör utföras fortlöpande.

Genom CBI:s försorg uttas stickprovsmässigt en provenhet (armeringselement) per ca 3-4 ton armering. Uttaget fördelas på elementtyperna enl tabellen nedan.

TABELL

Typ nr	Dim mm	Antal element
1	Ø 16	1
2	Ø 16	2
3	Ø 10	1
4	Ø 10	2
5	Ø 10	1
6	Ø 12	1
7	Ø 10	1

Ur varje provenhet uttas av CBI 3 st provstycken för dragprovning och 3 st för bockprovning. Samtidigt uttas 3 + 3 reservprovstycken. Provnigen ombesörjes av CBI på samma sätt som vid förundersökningen.

4 Värdering av provningsresultat

Två provningsmetoder skall användas, dragprovning på SP och bockprovning på arbetsplatsen. Bockprovningen skall fungera som en snabb och enkel egenkontroll. Den är avpassad så att den skall vara något strängare än dragprovningen.

För vardera provningsmetodern gäller följande värderingsregler - i princip enl BBK 79, 7.5.5.2. Om metoderna skulle ge olika resultat är dragprovningen utslagsgivande. Med kontrollparti menas vid förundersökning all armering av viss dimension och charge. Vid fortlöpande provning avses ett antal element svarande mot ca 3-4 ton armering.

- a. Kontrollpartiet godkänns om alla prov uppfyller kraven
- b. Kontrollpartiet underkänns om mindre än hälften (dvs endast 1 av 3) uppfyller kraven.
- c. Om enstaka prov inte klarar kraven utförs omprovning med tre reservprovstycken. Kontrollpartiet godkänns om alla reservprov klarar kraven.

Om svetsningen inte blivit godkänd enligt reglerna ovan skall ny förundersökning utföras efter erforderliga justeringar. Armeringsenheter som underkänts vid dragprovning får inte användas som kraftupptagnade armering. Avsikten är att bockprovet skall förvarna om sådan risk för underkännande skulle finnas.

Stockholm den 20 oktober 1987

CEMENT OCH BETONG INSTITUTET
Uppdragsfunktionen



Christer Ljungkrantz



STATENS
PROVNINGSANSTALT

National Testing Institute

Byggnadsteknik, Stockholm
Göran Ohlsson

PROTOKOLL

Datum/Our date
1987-11-12
Ert datum/Your date

BILAGA 7 1 (4)
Beteckning/Our reference
87B60102
Er beteckning/Your reference

Cement och Betonginstitutet
100 44 STOCKHOLM

Dragprovning av häftsvetsade armeringsstänger

FÖREMÅL

Häftsvetsade armeringsstänger av kvalitet Ks 60S med diameter 10, 12 och 16 mm och längd ca 1 m. På ungefär halva längden var en kort, slät stång \emptyset 10 enkelsidigt häftsvetsad vinkelrätt mot kamstängen.

Osvetsade armeringsstänger Ks 60S med diameter 10 och 12 mm och längd ca 1 m.

Stängernas märkning framgår under rubriken Provningsresultat.

PROVNINGSMETOD

Stängerna dragprovades enligt provningsmetod angiven i BBK 79, Band 2, bilaga 3, punkt 2.1.

RESULTAT

a. Svetsade stänger

Prov märkt	d mm	FeLs kN	ReLs N/mm ²	Fms kN	Rms N/mm ²
<u>\emptyset 10 mm. Röd märkning</u>					
D1	10,0	49,3	630	62,0	790
D2	10,0	49,2	630	61,8	790
D3	10,0	49,6	630	61,8	790
D4	10,0	49,4	630	61,2	780
D5	10,0	49,1	630	60,7	770
D6	10,0	49,5	630	60,8	770
mdt			<u>630</u>		<u>780</u>

Charge S-0148

SP-303

POSTADRESS
Box 5608, 114 86 STOCKHOLM
Postal address
P.O. Box 5608, 114 86 STOCKHOLM

BESÖKSADRESS
Drottning Kristinas väg 33 A
Office address
Drottning Kristinas väg 33 A

TELEFON
08-10 91 40
Telephone
Int + 46 8-10 91 40

TELEX
36252 testing S



Prov märkt	d mm	FeLs kN	ReLs N/mm ²	Fms kN	Rms N/mm ²
---------------	---------	------------	---------------------------	-----------	--------------------------

Ø 12 mm. Röd märkning

Charge H-5895

D4	11,9	79,6	700	96,6	850
D4	11,9	79,0	700	97,1	860
D5	11,9	80,9	720	98,8	870
D5*	11,9	81,0	720	96,0	850
D6*	11,9	77,4	680	102,0	900
D6	11,9	82,0	730	97,9	870
mdt			<u>710</u>		<u>870</u>

Ø 16 mm. Röd märkning

Charge J-5867

D1	15,9	129,1	640	160,0	800
D2	16,0	125,6	620	155,0	770
D3	16,0	126,2	630	157,0	780
D4	16,0	124,5	620	155,5	770
D5	16,0	122,4	610	147,6	730
D6	16,0	129,3	640	161,3	800
mdt			<u>630</u>		<u>780</u>

Ø 10 mm. Blå märkning

Charge S-0147

D1	10,0	49,6	630	61,1	780
D2	10,0	49,8	630	60,9	780
D3	10,0	49,3	630	60,8	770
D4	10,0	49,5	630	60,6	770
D5	10,0	49,5	630	60,8	770
D6	10,0	49,6	630	60,5	770
mdt			<u>630</u>		<u>770</u>

Ø 10 mm. Svart märkning

Charge X-7854

D1*	10,0	50,3	640	61,1	780
D2	9,9	50,2	640	61,4	780
D3	10,0	49,8	630	61,5	780
D4	9,9	50,3	640	61,4	780
D5	9,9	50,8	650	61,8	790
D6	10,0	50,2	640	61,8	790
mdt			<u>640</u>		<u>780</u>

Prov märkt	d mm	FeLs kN	ReLs N/mm ²	Fms kN	Rms N/mm ²
---------------	---------	------------	---------------------------	-----------	--------------------------

Ø 16 mm. Blå märkning
Charge X-9686

D1	15,8	127,3	630	158,0	790
D2	15,8	127,0	630	157,8	790
D3	15,8	124,4	620	154,4	770
D4	15,8	125,0	620	153,8	770
D5	15,8	125,0	620	154,3	770
D6	15,8	126,4	630	157,6	780
mdt			<u>630</u>		<u>780</u>

För tre av stängerna, vilka markerats med *, uppkom brott invid svetsen. För övriga prov låg brottstället utanför svetspåverkat område.

 b. Osvetsade stänger (jämförelseprov)

Prov nr	d mm	FeL kN	ReL N/mm ²	F ₄ kN	R ₄ N/mm ²
------------	---------	-----------	--------------------------	----------------------	-------------------------------------

Ø 10 mm. Svart märkning X 7854

1	9,9	50,2	640	54,2	690
2	9,9	50,2	640	55,0	700
3	9,9	50,3	640	54,7	700
mdt		<u>50,2</u>	<u>640</u>	<u>54,6</u>	<u>700</u>

Ø 12 mm. Röd märkning H 5895

1	11,9	81,0	720	89,6	790
2	11,9	81,0	720	89,8	790
3	11,9	80,9	720	88,9	790
mdt		<u>81,0</u>	<u>720</u>	<u>89,4</u>	<u>790</u>

- 1) F₄ betecknar kraften som ger 4 % töjning.
Mätlängden var 100 mm utom för prov Ø 10-1 (200 mm).



OMDÖME

De provade stängerna uppfyller krav på häftsvetsad armering som ställs i BBK 79, (villkor b).

STATENS PROVNINGSANSTALT
Byggnadsteknik

Christer Molin

Göran Ohlsson



Cement och Betonginstitutet
100 44 STOCKHOLM

Dragprovning av häftsvetsade armeringsstänger

FÖREMÅL

Häftsvetsade armeringsstänger av kvalitet Ks 60S med diameter 10, 12 och 16 mm och längd ca 1 m. På ungefär halva längden var en kort, slät stång \varnothing 10 enkelsidigt häftsvetsad vinkelrätt mot kamstängen.

För att se om gällande krav uppfylls för stänger \varnothing 10 mm inlämnades svetsade reservprov märkta 871217 DR1-3. Jämförelseprov erhöles genom att kapa stängerna bredvid svetsen varefter stängdelarna utan svets dragprovades. För motsvarande kontroll av \varnothing 12 mm stänger användes resultat från tidigare utförda provningar.

Stängernas märkning framgår under rubriken Provningsresultat.

PROVNINGSMETOD

Stängerna dragprovades enligt provningsmetod angiven i BBK 79, Band 2, bilaga 3, punkt 2.1.

RESULTAT

a. Svetsade stänger

Prov	d	F _{eLs}	R _{eLs}	F _{ms}	R _{ms}
märkt	mm	kN	N/mm ²	kN	N/mm ²

\varnothing 10 mm. 871105

D1	9,9	49,3	630	62,9	800
D2	9,9	49,5	630	62,6	800
D3	9,9	49,8	630	62,4	790
mdt			<u>630</u>		<u>800</u>



Prov märkt	d mm	F _{eLs} kN	ReLs N/mm ²	F _{ms} kN	R _{ms} N/mm ²
<u>Ø 16 mm. 871105</u>					
D1	15,9	122,8	610	155,0	770
D2	15,9	122,4	610	153,1	760
D3	15,9	128,3	640	162,1	810
mdt			<u>620</u>		<u>780</u>
<u>Ø 10 mm. 871126</u>					
D1	9,9	50,2	640	63,1	800
D2	9,9	49,9	640	63,0	800
D3	9,9	49,7	630	62,5	800
mdt			<u>640</u>		<u>800</u>
<u>Ø 16 mm. 871126</u>					
D1	15,9	128,0	640	158,5	790
D2	15,9	124,9	620	154,8	770
D3	15,9	124,0	620	154,4	770
mdt			<u>630</u>		<u>780</u>
<u>Ø 10 mm. 871211</u>					
D1	10,0	52,4	670	65,8	840
D2	10,0	51,6	660	64,3	820
D3	10,0	53,0	680	65,2	830
mdt			<u>670</u>		<u>830</u>
<u>Ø 10 mm. 871217</u>					
D1*	10,0	51,2	650	63,8	810
D2	10,0	51,5	660	63,8	810
D3	10,0	51,2	650	63,5	810
mdt			<u>650</u>		<u>810</u>
<u>Ø 12 mm. 871221</u>					
D1*	11,9	82,9	730	99,9	880
D2	11,9	81,9	720	99,8	880
D3	11,9	81,6	720	99,5	880
mdt			<u>720</u>		<u>880</u>

Prov märkt	d mm	F _{eLs} kN	R _{eLs} N/mm ²	F _{ms} kN	R _{ms} N/mm ²
<u>Ø 16 mm. 871216</u>					
D1	15,9	128,2	640	160,5	800
D2	15,9	126,8	630	156,9	780
D3	15,9	125,1	620	155,4	770
mdt			<u>630</u>		<u>780</u>

För två av stängerna, vilka markerats med *, uppkom brott invid svetsen. För övriga prov låg brottstället utanför svetspåverkat område.

b. Osvetsade stänger (jämförelseprov)

Prov nr	d mm	F _{eL} kN	R _{eL} N/mm ²	F ₄ 1) kN	R ₄ N/mm ²
<u>Ø 10 mm. 871217</u>					
DR1	10,0	51,4	650	55,8	710
DR2	10,0	51,2	650	55,1	700
DR3	10,0	51,2	650	54,9	700
mdt		<u>51,3</u>	<u>650</u>	<u>55,3</u>	<u>700</u>

Ø 12 mm. H 5895 2)

1	11,9	81,0	720	89,6	790
2	11,9	81,0	720	89,8	790
3	11,9	80,9	720	88,9	790
mdt		<u>81,0</u>	<u>720</u>	<u>89,4</u>	<u>790</u>

1) F₄ betecknar kraften som ger 4 % töjning.
Mätlängden var 100 mm.

2) Resultaten är desamma som tidigare redovisats i
protokoll nr 87B60102.



STATENS
PROVNINGSANSTALT

PROTOKOLL

4 (4)

Datum

Beteckning

1988-01-08

87B60105

OMDÖME

De provade stängerna uppfyller krav på häftsvetsad armering som ställs i BBK 79, (villkor a eller b).

STATENS PROVNINGSANSTALT
Byggnadsteknik

Christer Molin

Göran Ohlsson

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 850365-4
från Statens råd för byggnadsforskning till Skanska AB,
Danderyd.**

R106: 1988

ISBN 91-540-4978-4

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708106

Abonnemangsgrupp:

**R. Byggnadets ekonomi
och organisation**

S. Byggplatsens verksamhet

Distribution:

**Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 39 kr exkl moms