

# TEMO-VAGNEN

## Utveckling och utvärdering

av en

## Multifunktions Materialhanterings Maskin

Mikael Hellsten & P.O. Axelsson



© MHAB, Falkenberg mars 1996.  
Huvudförfattare: Mikael Hellsten, MHAB.  
Avsnitt 4.1 P.O. Axelsson SUFAB, Nyland

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Förord	4
Sammanfattning	5
Summary	6
1. INLEDNING	7
1.1 Arbets-skadesituation	8
1.2 Ekonomi	10
2. TEMOVAGNEN	11
2.1 Tekniska data	13
2.2 Ställningsbyggnad	14
2.3 Andra arbeten	14
3. UTVECKLINGSARBETE	15
3.1 Marknadsundersökning	15
3.2 Prototypbygge	16
4. UTVÄRDERING	17
4.1 Arbets-säkerhetsanalys vid användning av TEMO-vagnen	17
4.2 Arbetsdiagnos-studie	25
4.3 Ergonomi	27
4.4 Enkät och subjektiv utvärdering	32
4.5 Ekonomi	34
5. MARKNAD	37
6. ERFÄRENHET AV UTVECKLINGSARBETET	38
7. LITTERATURFÖRTECKNING	39
8. BILDER	40

## Förord

TEMO-VAGNEN har tillkommit efter idé och initiativ av Tommy Olsson, platschef på HEAB-Byggställningar AB i Falkenberg.

Tommy, en gång själv ställningsbyggare, och som då undrade hur han skulle orka med ett så tungt arbete på lång sikt.

Tommy önskade att erfarenhet och kunnande i branschen skulle bli kvar, genom att ställningsbyggare orkade arbeta även efter 35-40 års-åldern. Tommy ansåg att en förutsättning var att tung materialhantering underlättades.

Idén till TEMO-VAGNEN hade Tommy Olsson sedan drygt tio år tillbaka. Han hade även byggt några enkla prototyper. Först efter ett bidrag från SBUF 1991 kunde en professionell konstruktör anlitas. En speciellt utformad maskin för ställningsbyggnad konstruerades då.

Senare söktes nytt anslag för att bygga prototyper och göra tester. Denna ansökan drogs tillbaka efter kritik.

En marknadsundersökning våren 1994 visade behov att utforma TEMO-VAGNEN för en bredare grupp av användare. Det resulterade i en tredje anslagsansökan. Anslag att bygga och utvärdera en prototyp till en "multifunktions-materialhanteringsmaskin" erhöles då från Arbetslivsfonden, Byggeforskningsrådet och SBUF.

I syfte att presentera en rimligt omfattande rapport, har mycket material utlämnats. Författarna kan hjälpa till med upplysningar där oklarheter kan finnas.



## Sammanfattning

TEMO-VAGNEN är en multifunktions materialhanterings maskin, som tillkommit från de behov som funnits i byggbranschen på ett kompakt och flexibelt hjälpmedel för materialhantering.

Idén kommer från en ställningsbyggare som identifierat behov av hjälpmedel som möjliggör tillvaratagande av kunskap och erfarenhet även när kroppskrafterna inte längre är så stora.

Resultatet är en liten vagn med stor kran som kan lasta sig själv och som kan lyfta material och personkorg till hög höjd. Släpkärra är tillbehör. Vagnen drivs av en dieselmotor, den är fjärrstyrd, fyrhjulsdriven och har en basyta endast något större än en vanlig byggskiva. Alla funktioner är hydrauliska.

Befintliga materialhanteringsmaskiner är ofta stora och dyra. Timkostnader ofta mellan 400-1000 kr. Alternativ är manuellt arbete. I byggverksamhet och särskilt i ställningsbyggnad är tung materialhantering vanligt förekommande. En marknadsundersökning har bekräftat behovet av en liten och flexibel maskin för materialhantering.

Föreliggande projekt har detaljutvecklat, och byggt en prototyp av TEMO-vagnen. Prototypen har under ett halvt år körts i tester på några olika arbetsplatser.

Vagnen har utvärderats med avseende på arbetssäkerhet, ergonomi och ekonomi.

Arbetssäkerhetsanalysen visar att TEMO-vagnen kan förväntas bli ett relativt säkert hjälpmedel. Analysen föreslår kompletterande insatser som ytterligare kan höja säkerheten och minska riskerna. Användning av ett hjälpmedel som TEMO kan också förväntas medföra att t ex byggnadsställningar byggs säkrare.

Den ergonomiska analysen visar att TEMO-vagnen väsentligt kan avlasta den man som kör maskinen. Rätt använd kan den också minska den ergonomiska belastningen för övriga engagerade i uppgiften. Används maskinen fel kan risker och toppbelastningar istället öka. Motivationen för en man steg med > 50% när han fick TEMO som hjälpmedel.

I ekonomisk avseende kan TEMOvagnen reducera både direkta och indirekta kostnader. Kalkylerna visar att Temovagnen när den används optimalt, kan betala sig på ett år.

TEMO-vagnen är en avancerad maskin som kan bidra till att höja användarnas kompetens. Kompletterad med en utbildning i handhavande har den förutsättning att öka arbetetsäkerhet, minska ergonomisk belastning och ge en påtaglig besparingseffekt.

## Summary

The TEMO-WAGON is a Multifunction Materialhandling Machine, created to meet the Construction Industrys need of a compact and flexible aid for material handling.

The idéa comes from a scaffolder who idenified the need for an aid, making it possible to take advantage of of the workers knowlege and experience after their physical strength has decreased.

The result is a small Wagon with a big Crane able to load itself and a Trailer, to lift Material or a Liftcage to a high level. The Wagon is operated by a Dieselengine, it has remote Control, 4-wheel drive and a basis slighly bigger than a construction board. All controls are hydraulic.

Existing machines for materialhandling are often big and expensive. The charge for renting them is often between 400-1000 SEK. The most common alternative is, manual work. In the Construction Industry and especially in Scaffolding, heavy material handling is regular. A Market analysis confirmed the need of a small and flexible Machine for material handling.

This project has developed and built a Prototype of the TEMO-WAGON. This Prototype was tested on a few different work-sites during six month.

The Wagon has been evaluated according to accident risk, ergonomics and economy.

The risk analysis show that the TEMO-WAGON can be expected to be a safe aid. The analysis proposes additional contributions to further increase safety and minimize risks. Using TEMO can be expected to increase the safety when using Scaffolds and other Constructions.

The analysis of ergonomics showed that TEMO will conciderably reduce the work load for the operator. Used in the right way it's also possible to help reduce the work load of the other persons engaged in the task. Used in the wrong way, risks and top load will increase.

The motivation for a scaffolder Operator increased with >50% when he started using TEMO.

Economically the TEMO can reduce both direct and indirect costs. Calculations indicate using TEMO in an optimal way, will pay the machine in one year.

TEMO-WAGON is an advanced construction aid, that could contribute to increase the competence for it's users. Supplemented with an education of handling the machine it has the qualification to make work safer, reduce work load and make a clear saving.

## 1. INLEDNING

Byggverksamhet är till stor del materialhantering. Byggmaterial är ofta tungt. Hantering sker både horisontellt och vertikalt. Horisontell hantering sker med kran, kärra eller på axeln. Vertikal hantering med kran, hiss, manuella lyft eller t ex repspel.

Det finns ofta ett behov av ett mindre hanteringshjälpmedel, som kan användas för flera olika ändamål. Hjälpmedel som kan användas där utrymmet är begränsat.

Även inom områden som underhåll och service i tung industri, förråds- och lagerbyggnader, hamnar och längs kraftledningar har ofta behov av hjälpmedel för materialhantering, personlyft och närtransporter.

TEMOVAGNEN är liten 2,5 x 1,4 m. Den tar sig fram där andra hjälpmedel inte kommer till. T ex på gårdar, mjuka gräsmattor, och i kuperad terräng. Den är 4-hjulsdriven med styrning på 2 hjul. Motorn är placerad under ett tippbart flak.

TEMOVAGNEN kan lasta långa bördor. Den klarar mark-transporter från t ex lossning av en lastbil till den plats där materialet skall lyftas upp.

Kranen med förlängningsdel lyfter bördor till 14 m:s höjd, och klarar därmed många förekommande vertikala transportuppgifter.

Fyra stödben sörjer för stabiliteten då kranen arbetar.

I kranen finns ett överlastskydd.

Med TEMO-VAGNEN kan säkerheten i byggande öka. Risk för fallande föremål och överbelastning kan minska.

Sannolikheten att säkerhets-detaljer på byggnadsställningar mm kommer på plats ökar.

Alternativen till TEMO-VAGNEN är ofta stora tunga och väsentligt dyrare maskiner som, fast byggkran, hjullastare och mobilkran, eller "lull".

På många platser kan sådana stora och tunga maskiner inte användas. De är ofta inte ekonomiskt försvarbara.

TEMO-VAGNEN kan minska fysiologisk belastning, i tunga arbeten. Speciellt kan den bidra till att avlasta rygg, nacke och armar-axlar som ofta är tungt belastade. TEMO-VAGNENs flexibilitet medför att många olika arbeten kan underlättas.

Förslitningskador och skador- på grund av överbelastning, bör kunna minska vilket även kan reducera antalet olycksfall.

## 1.1 Arbetsskadesituation

Följande arbetsskadestatistik är hämtad från "arbetsskador 1992". Överbelastning av kroppsdel utgör en huvudsaklig faktor i ett stort antal olycksfall i arbetslivet.

Bland dödsfallen 1992, totalt 105 st var:

- 51- fordonsolyckor,
- 12 - träffad av fallande föremål,
- 11- fall till lägre nivå,
- 7 - skadad av maskin, föremål i rörelse.

ISAS yrkeskod 79X (Övrigt bygg- och anläggnings-arbete) redovisar 1992, 3740 olycksfall i denna grupp, varav 9 dödsfall.

Av dessa var :

- 345 - träffad av fallande föremål,
- 591 - fall till lägre nivå,
- 672 - överbelastning av kroppsdel,
- 545 - hanteringsskador.

I gruppen 759 (Övriga med verkstads-och byggnadsmetallarbeta) inträffade 904 olycksfall, av dessa var:

- 81 - träffad av fallande föremål,
- 27 -fall till lägre nivå,
- 72 - överbelastning av kroppsdel,
- 206 - hanteringsskador.

Olycksfall 1992 där **ställning** finns med i bilden, totalt 412 fall varav 2 dödsfall.

- 271- fall av person, varav 226 fall till lägre nivå
- 37 - av överbelastning, varav 13 vid lyft.
- 31 - slagit emot stillastående föremål
- 19 - feltramp, snedtramp
- 10 - hanteringsskada

Olycksfall bland **ställningsbyggare**, totalt 76 varav 1 dödsfall

- 23 - fall av person varav 15 fall till lägre nivå
- 13 - hanteringsskada
- 12 - träffad av fallande föremål
- 11 överbelastning av kroppsdel, varav 7 vid lyft
- 7 - slagit emot stillastående föremål



Olycksfall där **lyftblock, talja** (används ofta i ställningsbyggnad) finns med i bilden, totalt 35 fall  
16 - skadad av maskin i rörelse  
7 - överbelastning vara 2 vid lyft  
5 - träffad av fallande föremål  
3 - hanteringsskada

Olycksfall med **lastbils och traktormanövrerad kran**, totalt 69 fall varav 1 dödsfall  
36 - träffad av maskin, föremål i rörelse  
17 - träffad av fallande föremål  
13 - fall av person varav 13 fall till lägre nivå

Antalet anmälda **arbetssjukdomar bland ställningsbyggare** var 1992, **34 stycken**, varav **28** st hänför sig till **överbelastning**. Detta är en hög siffra, sett till den relativt lilla yrkesgrupp som ställningsbyggare utgör.

De olycksfall bland **ställningsbyggare** som användning av TEMO-VAGN eller motsvarande hjälpmedel skulle kunna bidra till att reducera är:

- \* *överbelastningar* vid bärning och lyft
- \* *hanteringsskador*, bärning av gods kan minska, själva monteringsarbetet kvarstår dock
- \* *träffad av fallande föremål*, man behöver inte stå under lasten vid lyftning
- \* *fall till lägre nivå* då mottagandet uppe på ställningen kan underlättas
- \* *fall på samma nivå* då bärning på mark kan minska, även bärning uppe på ställningen kan minska

bland **övriga yrkesgrupper**:

- \* *fall till lägre nivå* bland de som brukar ställningen då det troligen oftare kommer att monteras bra skyddsräcken och fotlister
- \* *överbelastningar* vid bärning och lyft
- \* *hanteringsskador*, bärning av gods kan minskas

**Antalet förslitningsskador, förtidspensioneringar och sjukfrånvarodagar** kan eventuellt reduceras.

**Förslitnings- och belastnings-skador** som kan reduceras hos ställningsbyggare med TEMO-VAGNEN.

## 1.2 Ekonomi

Kostnad för tung materialhantering definieras på två olika nivåer. Primärt syns kostnad för arbetskraft och maskiner. Sekundärt återfinns kostnad för olycksfall, belastningsskador, frånvaro och personalomsättning.

År 1995 beräknades direkt arbetskraftkostnad i byggbranschen till ca 150-200 kr/arbetad timme. Bland de maskinella hjälpmedlen kan nämnas stationär byggkran ca 600-1000 kr/timme. Mobilkran ca 800 kr/timme. Lastbil med kran ca 400 kr/timme.

1995 beräknades kostnaden för korttidsfrånvaro för en fullbetald ställningsbyggare till 1100 kr/dag\* och för en byggnadsarbetare 864 kr/dag\*. Långtidsfrånvaro beräknades kosta 150 kr/dag\* för ställningsbyggare och ca 160 kr/dag\* för byggnadsarbetare. En fullbetald ställningsbyggare tjänade då 94:50 kr/timme\*, och en byggnadsarbetare 100 kr/timme\*.

Personalomsättningen beräknas i normal konjunktur ca 10%/år bland ställningsbyggare.

Internutbildningen är för ställningsbyggare i regel en veckas kurs och beräknas kosta totalt ca 10.000 kr. Rekryteringskostnaden uppskattats till ca 5.000 kr/man för ställningsbyggare.

En ställningsbyggare beräknas få betalt för mellan 1400-1700 timmar/år.

En byggnadsarbetare beräknas få betalt för 1800 - 1824 timmar per år.

Korttidsfrånvaron i ett större ställningsbyggarföretag var under tiden 1992-1995 ca 2-5% och långtidsfrånvaron ca 4-8%.

Bland byggnadsarbetare var motsvarande korttidsfrånvaro 2-4% och långtidsfrånvaron 4-6%.

Företagens kostnad för korttidsfrånvaro för en fullbetald byggnadsarbetare beräknades 1995 till 164:50 kr/timme (dag 2-14), för långtidsfrånvaro 62:50 kr/timme (dag 15-90) och 32:50 timme 91-180\*.

En fullbetald byggnadsarbetare tjänade då 100 kr/timme\*.

Personalomsättningen beräknas i "normal konjunktur" ca 10 % årligen.

Internutbildning beräknas kosta ca 10.000 kr/person.

Rekryteringskostnaden uppskattats till 10.000 kr/person.

\* Uppgifterna om byggnadsarbetare från

Hallands Byggmästareförenings Service AB.

Uppgifterna om ställningsbyggare från HEAB Byggställningar AB.

## 2. TEMOVAGNEN

TEMO-VAGNEN är en liten vagn med kran och stödben. Den har yttermått 2,5 x 1,4 meter och en totalhöjd på 2,5 meter.

TEMO-VAGNEN har stora breda punkteringssäkra hjul. Drivning på 4-hjul och styrning på 2-hjul ger framkomlighet och klarar 50% lutning. Motorn är placerad under det tippbara flaket vars yta ligger 88 cm över marken.

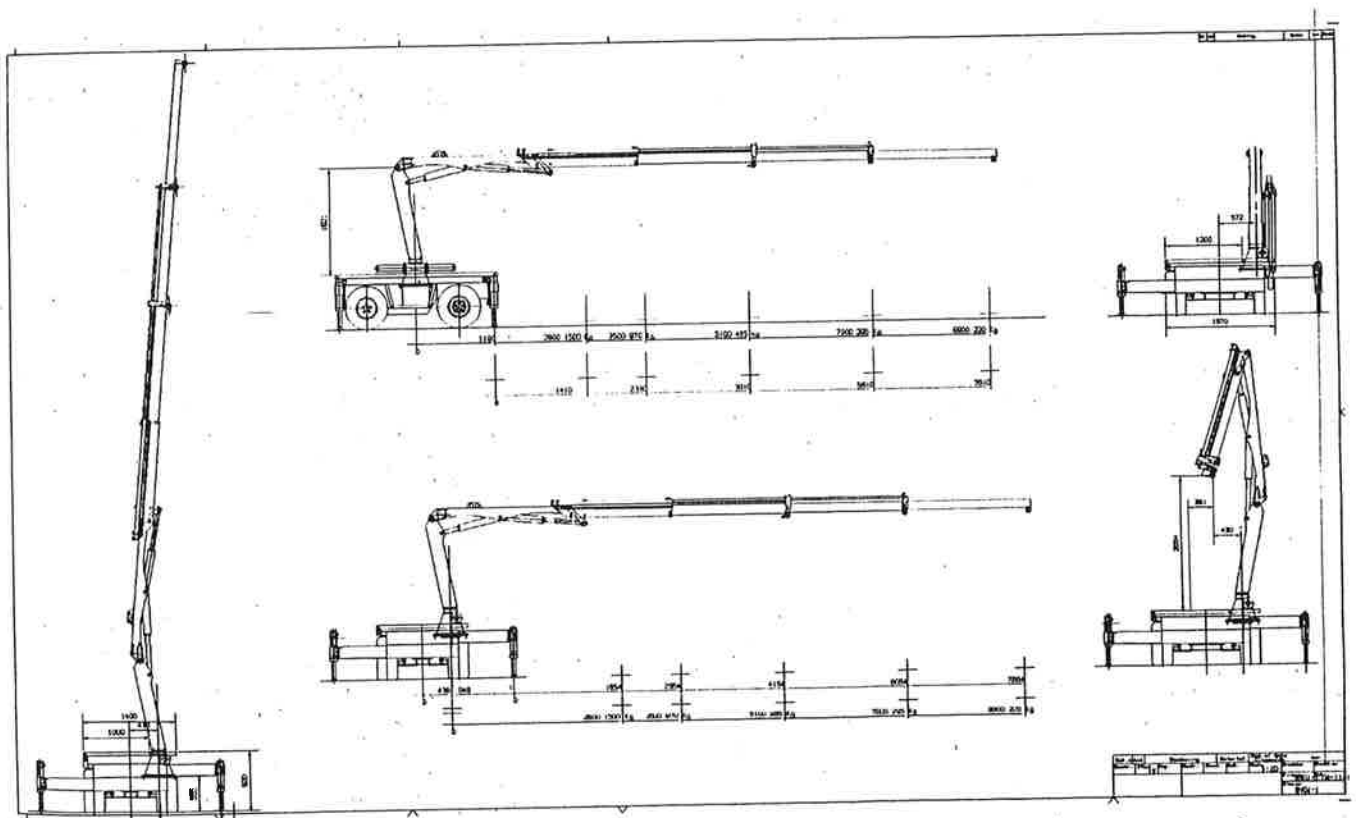
Kranen är placerad vid sidan om flaket, det finns inget som hindrar att långa bördor transporteras. Lastkapaciteten är 1500 kg.

Kranen lyfter med förlängningsdel lätta bördor ca 300 kg upp till 14 meters höjd. Lyftkapaciteten ökar med minskad höjd och utligg.

Fjärrstyrning från låda (på magen), proportionalstyrd hydraulik. Största hastighet på mark är 8 km/tim. Max lyfthastighet på det hydrauliska spelet är 50 meter per min.

TEMO-VAGNEN väger 4,2 ton i prototyputförande och är avsedd att transporteras på släpvagn eller lastbil.

**OBS!** Alla data gäller utvärderad prototyp. En serietillverkad vagn kan få delvis ändrade data.



Figur 2.0.1 Ritning TEMOVAGNEN

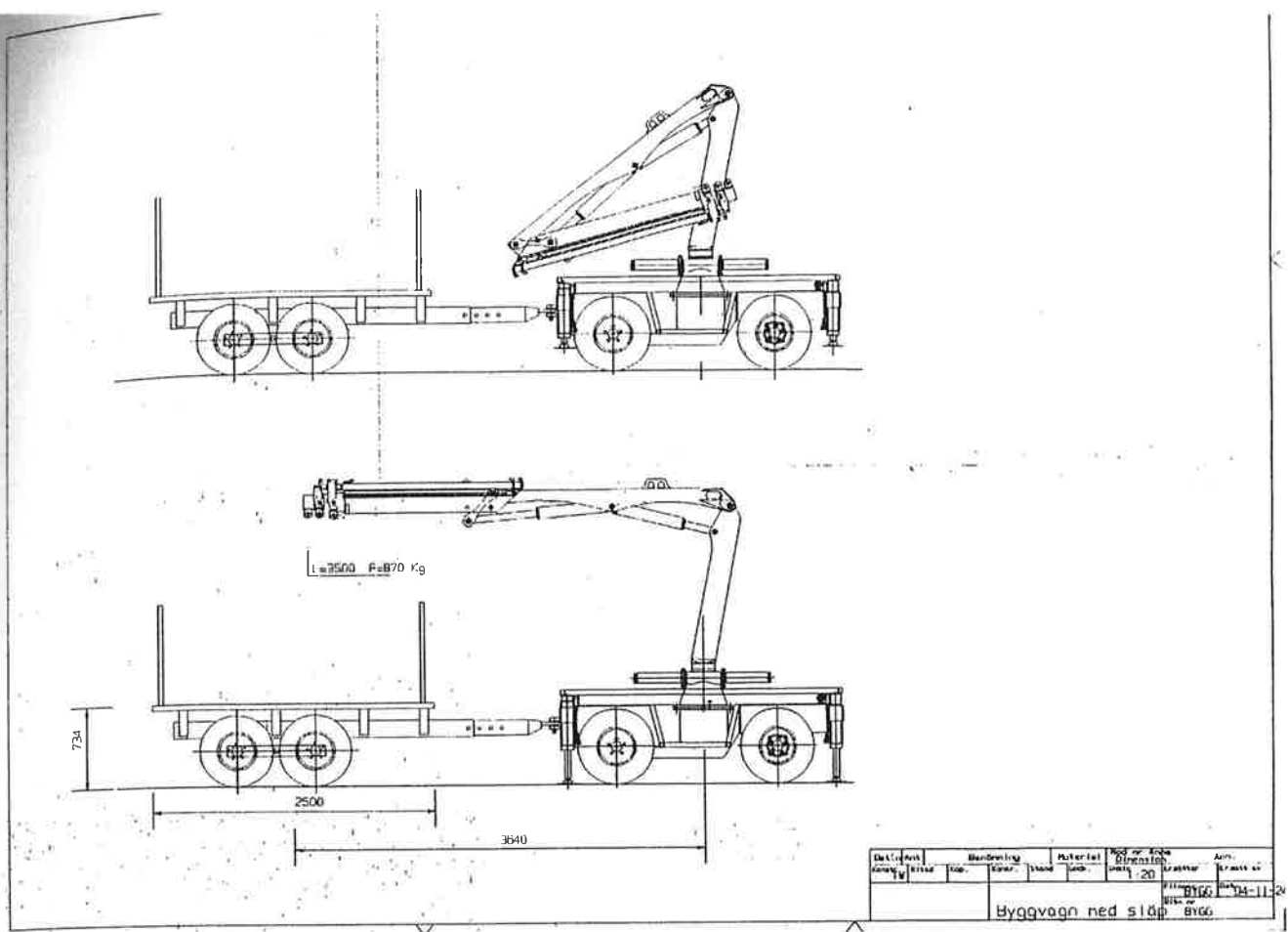


Bild 2.0.2 TEMOVAGNEN med släp

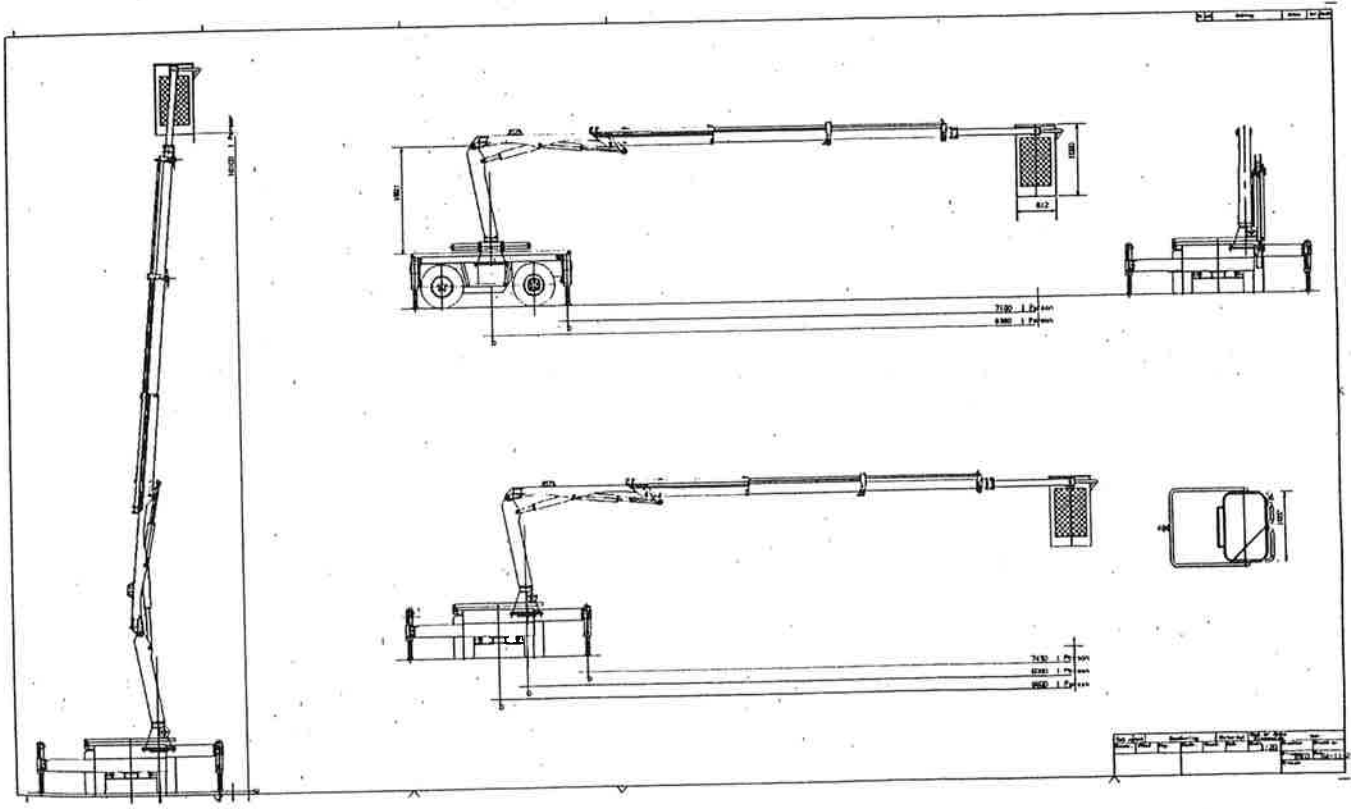


Bild 2.0.3 Ritning TEMOVAGNEN med korg

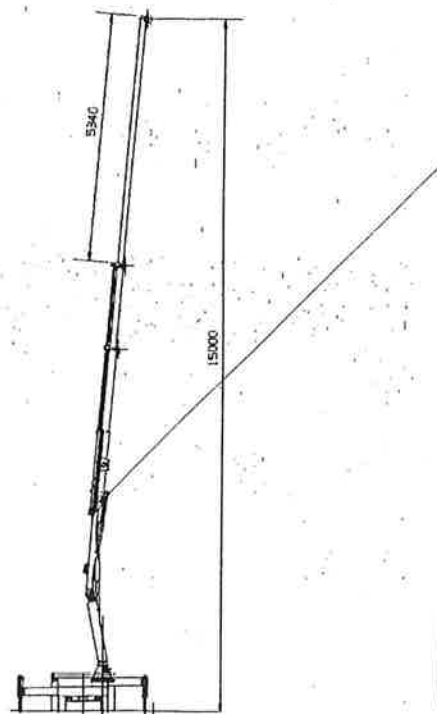
## 2.1 Tekniska data (prototyp)

### Mått och vikt

Längd	2,5m
Bredd	1,4m
Totalt med stödben	3,0 m
Flakhöjd	0,88 m
Total höjd med kran	2,4 m
Vikt	4,2 ton

Kubota Diesel med katalysator	21,5 kW
Max oljetryck	18 MPa = 180 bar
Manöverspänning	12 V
Proportionalstyrd hydraulik.	Danfoss
Max hastighet	8 km/tim
4 - hjulsdrift	
Max samlad dragkraft	2300 daN (kp)
Lastkapacitet på flak	1500 kg med obegränsad längd
Kran Pallfinger PK3700	3,7 tm
Hydraulisk vinsch	50 meter/minut
Räckvidd/lyftförmåga	1,4 m - 1500 kg 7,4 m - 480 kg
Max lyfthöjd med extra jibb	14 meter 100 kg
Max lyfthöjd utan extrajibb	10 meter 480 kg
Svängvinkel	330 grader
Hydraulisk räckvidd	7,4 m

Observera att alla data gäller utvärderad prototyp. En serietillverkad vagn kan få delvis förändrade data.



Figur 2.1.1 Winch applikation

## **2.2 Ställningbyggnad**

TEMO-VAGNEN var ursprungligen konstruerad för ställningsbyggnad. Förlängningsarm till kran, vinsch och små yttermått innebär god anpassning till behoven vid ställningsbyggnad.

En man kan köra vagnen, lasta den, transportera material på marken och lyfta upp material till personer som jobbar högre upp.

Material som skall lyftas upp samlas först nära platsen för TEMO:s uppställning, och kan sedan med vinsch i kranens förlängningsarm snabbt lyftas.

Belastningen på den som kör TEMO blir normalt mindre genom att denne är friare rörlig och inte behöver bära till eller ta emot bördor vid spelet. Han kan placera sig längre ifrån lyftpunkten och behöver inte böja huvudet lika kraftigt bakåt.

## **2.2 Andra arbeten**

TEMO-VAGNEN har en för sin storlek hög kapacitet. Den kan enligt konstruktören hanteras som en lastbilskran, utan förarbevis.

Det finns ändå anledning att ta fram en kurs för handhavande av TEMO. En sådan ger ökad kompetens, säkerhet, produktivitet och status till operatören.

Utrustningsalternativ med olika kranstorlek, hydraulisk vinsch, korg, släpvagn och t ex pallgaffel gör TEMO till ett intressant och lönsamt alternativ i olika sammanhang. Den är t ex lämplig för underhållsarbeten, villabyggnad, att långa material, och att utföra korta transporter av tungt material.

### 3. UTVECKLINGSARBETE

För projektet bildades en **arbetsgrupp** bestående av :

Per-Olof Axelsson, SUFAB, arbetsolycksfallsforskare  
Timar Gustavsson, TIMARS Svets & Smide AB, tillverkare  
Mikael Hellsten, MHAB, projektledare, forskare arbetsvetenskap  
Tommy Olsson, HEAB-Byggställningar AB, upphovsman  
Tomas Wallin, Protec AB, konstruktör

Efter avslutat bygge av prototyp våren 1995, har Timar Gustavsson och Tomas Wallin lämnat arbetsgruppen.

En **referensgrupp** som kunde representera samtliga intressenter i branschen tillsattes vid projektets start hösten 1994. Gruppen bestod av:

Sune Almqvist, BYMAB  
Kenth Andersson, Hallands Byggmästarförening  
Per- Olof Axelsson, SUFAB  
Timar Gustavsson; TIMARS Svets & Smide AB  
Reidar Johansson, HEAB Byggställningar AB  
Birgitta Larsson, HYRMEC Halland AB  
Karl-Erik Lundby, NCC HUS AB  
Tommy Olsson, HEAB Byggställningar AB  
Martin Pärsson, HEAB Byggställningar AB  
Pär Åhman, Byggmästarföreningen Väst  
Bertil Åkerberg, SBAF avd 22  
Mikael Hellsten, MHAB

#### 3.1 Marknadsundersökning

En marknadsundersökning utförd av MHAB bekostades av TIMARS Svets & Smide AB innan utvecklingsprojektet startade.

Undersökningen omfattade intervjuer och en enkät till ca 50 potentiella användare i Sverige och Norge. De representerade fyra kategorier, ställnings- och bygg-entreprenörer, maskinuthyrare och tung industri.

Undersökningen visade att ett så avancerat hjälpmedel som TEMO-VAGNEN inte var kommersiellt relevant att specialdesigna för en så liten yrkesgrupp som ställningsbyggare.

Genom att utveckla konceptet så att vagnen får mer allmän tillämpning i byggande, service och underhåll, bedöms denna bli kommersiellt intressant att tillverka och använda.

### 3.2 Prototypbygge

Efter marknads-undersökningen konstruerades vagnen om. Förändringar som vidtogs innebar en breddning av konceptet. Ökad kapacitet på kranen gavs högsta prioritet. Maximal lyfthöjd på kranen minskade till 14 meter. Redskap till kranen (förlängningsarm och vinsch) och att installation av en dieselmotor prioriterades. Åtgärderna medförde att vagnens bredd ökade med 20 cm och att totalhöjden ökade med nära 40 cm och flakhöjden med knappt 10 cm. Vikten ökade till 4,2 ton.

Prototypen byggdes på nyåret 1995. Den rullade första gången i mars samma år. Då inleddes arbetet med att finna kompletterande utrustning. En snabb hydraulisk vinsch till kran som kunde klara 50 meter/minut, en personkorg, en släpvagn (under projektiden ej framtagen) och konstruktion och tillverkning av förlängningsarm till kranen. Tillverkningen av prototypen innebar många och olikartade problem för de inblandade.

Det främsta problemet var ekonomin. De tekniska problemen kunde konstruktören klara. Utan mycket god vilja från arbetsgruppen och extern ekonomisk hjälp från HEAB-Byggställningar AB hade det varit svårt att ta fram prototypen.

Hösten 1995 var vagnen komplett. Under sommaren gjordes komplettering med vinsch och korg klara. Praktiska arbetsstudier inleddes i början av september. Under den tid arbetsstudier pågått har en rad förbättringar vidtagits. Flera av dem efter synpunkter från arbetsplatserna.

Följande åtgärder har vidtagits för att förbättra prototypens funktion:

- Ändring av funktionen av det automatiska gaspådraget till arbetsvarv samt stopp till motorn
- Ändring av styrprogrammet från fjärrmanövreringen på fram och back samt höger/vänster vid krypkörning
- Möjlighet att återställa resetknapparna till körning fram/back och till överlastskydd på kran från manöverlådan.
- En stabil påhängsvagn för förflyttning av större materialmängder, längre sträckor.
- Tidrelä och kontrollampa till glödstiften på motorn monterade
- Automatiskt gaspådrag ändrat
- Omprogrammering av funktioner vid krypkörning justerade
- Skumfyllning av däck
- Backventil på sugledning för diseloja monterad

Se vidare avsnitt 4, Utvärdering.



## 4. UTVÄRDERING

Detaljmaterial från utvärdering redovisas i separat supplement.

### 4.1 Arbetssäkerhetsanalys vid användning av TEMO-vagnen

Denna arbetssäkerhetsanalys bygger på observationer utförda vid användning av TEMO-vagnen på två byggarbetsplatser. Den ena i Hyssna utanför Göteborg där nybyggnad av skola pågick. Temo-vagnen användes här till att lyfta diverse byggmaterial på plats som t ex takstolar, lecasten, murbruk och ställningsmaterial. Den andra arbetsplatsen var fasadrenovering av hyreshus i Helsingör. Här användes Temo-vagnen endast till ställningsbyggnad.

Vid arbetssäkerhetsanalysen beskrivs användningen av Temo-vagnen i delmoment. För varje delmoment bedöms vilka risker för personskador som föreligger, sannolikheten för att de ska inträffa och konsekvensens storlek. Dessutom görs förslag till åtgärder för att minska på risken. Det är viktigt att se åtgärdsförslagen tillsammans med riskbeskrivningen bl a för att även relativt obetydliga risker kan bli intressanta att bygga bort då åtgärdsförslagen är mycket enkla att genomföra.

Arbetssäkerhetsanalysen är i detta fall en subjektiv bedömning utförd av P-O Axelsson med erfarenheter från olyckfallsanalyser inom byggområdet. Det innebär att arbetsmomentens risker jämförs med omständigheterna vid inträffade olycksfall i byggbranschen i allmänhet och olycksfall där liknande maskiner och lyftning varit involverade.

Avsikten med arbetssäkerhetsanalysen är att finna risker och åtgärdsförslag i utvecklingsskedet för att så långt som möjligt bygga bort riskerna genom tekniska förändringar av Temo-vagnen. Då riskerna inte kan byggas bort utgör kunskapen om riskerna underlag för handhavandebeskrivning och varningsskyltar.

### Tillbudsrapportering

Analys av inträffade tillbud utgör, tillsammans med analyser av inträffade olycksfall, grund för bedömning av risker i arbetssäkerhetsanalysen. Därför genomfördes tillbudsrapportering under två veckor på varje arbetsplats. Ett av syftena är att se om tillbud har med TEMO att göra för eventuella åtgärder. Ett annat är att se om TEMO skulle kunna ha använts i andra sammanhang för att minska risker för olycksfall. Endast ett tillbud har rapporterats. Benägenheten att rapportera tillbud är mycket beroende på den allmänna skyddsnivån i aktuellt arbete. Händelser som för en utomstående skulle uppfattas som tillbud registreras inte av den inblandade då händelsen är vanligt förekommande och att man vant sig.

## Beskrivning av risker och åtgärdsförslag

I beskrivningen nedan redovisas de anmärkningsvärda riskerna, i vilka situationer de förekommer, sannolikhet att de inträffar, hur allvarliga konsekvenserna kan bli om risken utlöses och förslag på åtgärder.

### Risk för att TEMO-vagnen välter vid körning respektive lyftarbete

Tex vid uppkörning på betongplatta och trottoarkant, vid körning och lyft på löst/mjukt underlag och med tung last.

Sannolikheten för att TEMO-vagnen skall välta är liten.

Konsekvensen vid vältning på person är mycket allvarlig.

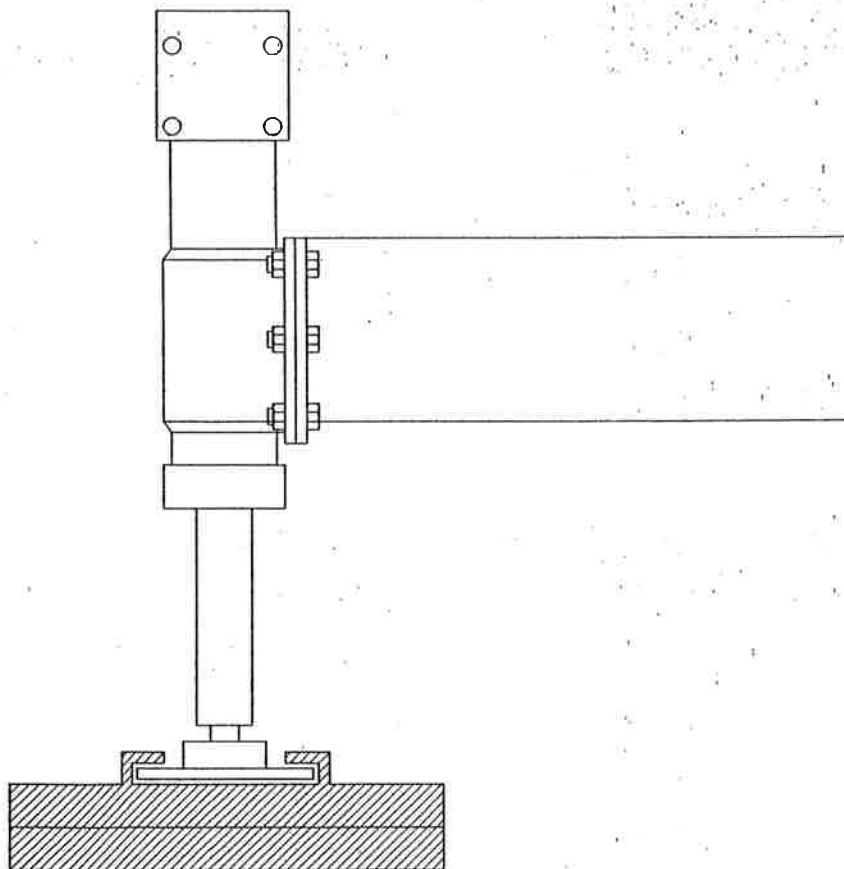
Åtgärdsförslag:

Avkännare i stödbenen eller på annat ställe sänder signal till reglage och som stoppar ytterligare belastning, dvs som endast tillåter rörelser som minskar belastning.

Ramp för att ta sig upp på platta, över diken etc.

Sänka tyngdpunkten ytterligare.

Kraftiga tryckfördelningsplattor som följer med TEMO-vagnen. Se figur 4.1.1. Kan placeras i fickor intill stödbenen och sättas på plats vid behov.



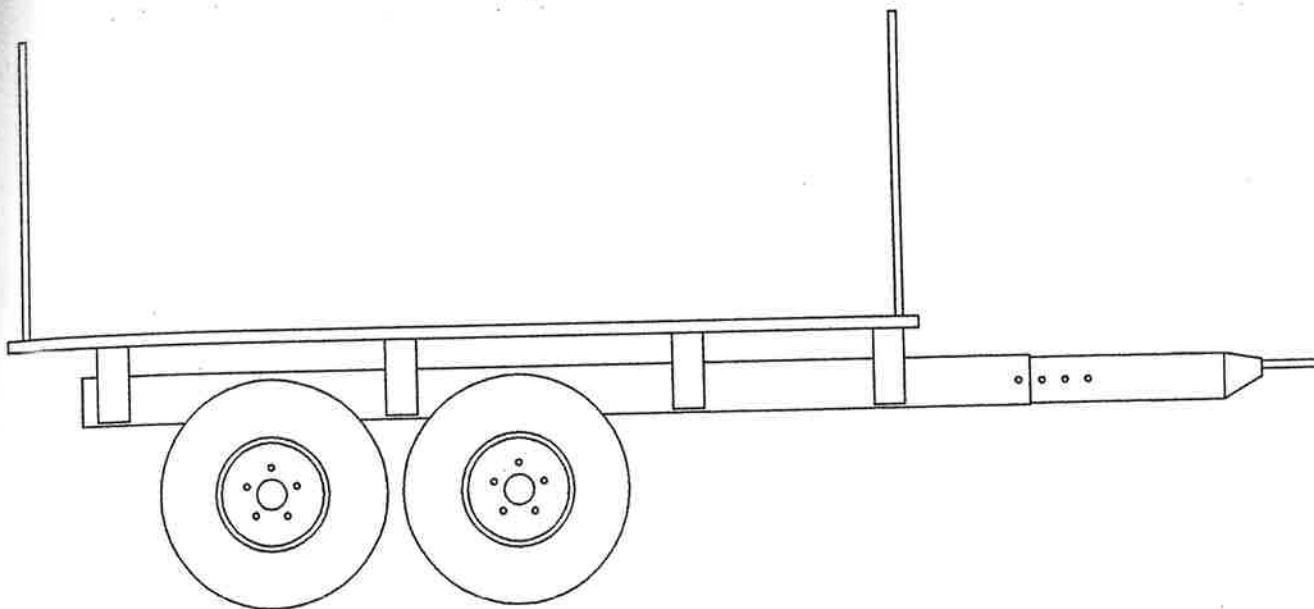
Figur 4.1.1. Tryckfördelningsplattor.

## Risk att extravagn välter

T ex vid körning över trottoarkant e dyl med tung last  
Mycket stor sannolikhet att detta inträffar med den vagn som användes i  
Helsingör - en handdragen vagn.

Åtgärdsförslag:

En vagn anpassad till TEMO och till aktuella lasten måste tas fram! Se  
figur 4.1.2.



Figur 4.1.2. Extravagn.

## Risk för förare att bli påkörd eller köra på annan människa

Vid körning fram TEMO till uppställningsplats

Risken är liten då föraren normalt gick vid sidan och med god uppsikt  
över TEMO's rörelser. Släpps reglagen, t ex om föraren ramlar, stannar  
TEMO.

Åtgärdsförslag: Förbättra tillgängligheten till nödstoppet på TEMO, t ex  
utanför plexiskivan eller med hål i denna.

Ljudsignal och "saftblandare" när TEMO förflyttas och vid vistelse på  
allmän plats.

## Risk för belastningskada

Vid koppling av last. Vid mottagning av last

Vid manuell justering av last

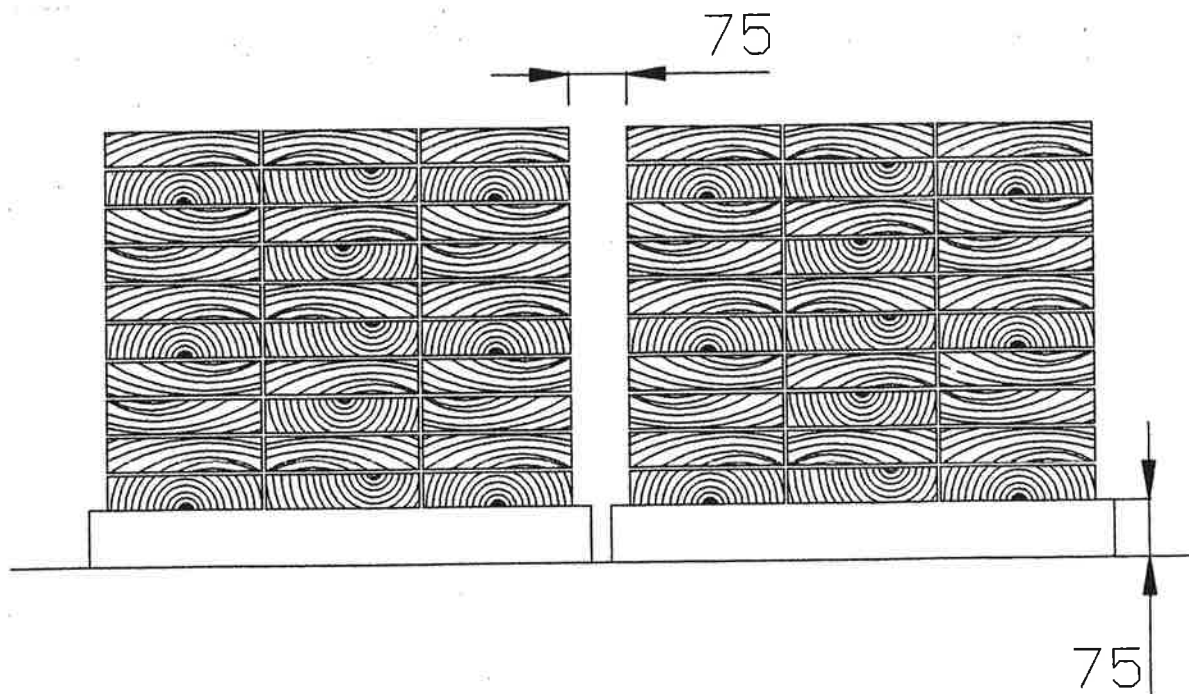
Sannolikheten jämförelsevis liten i förhållande till normal  
ställningsbyggnad.

Konsekvenser av belastningsskador är allvarliga.

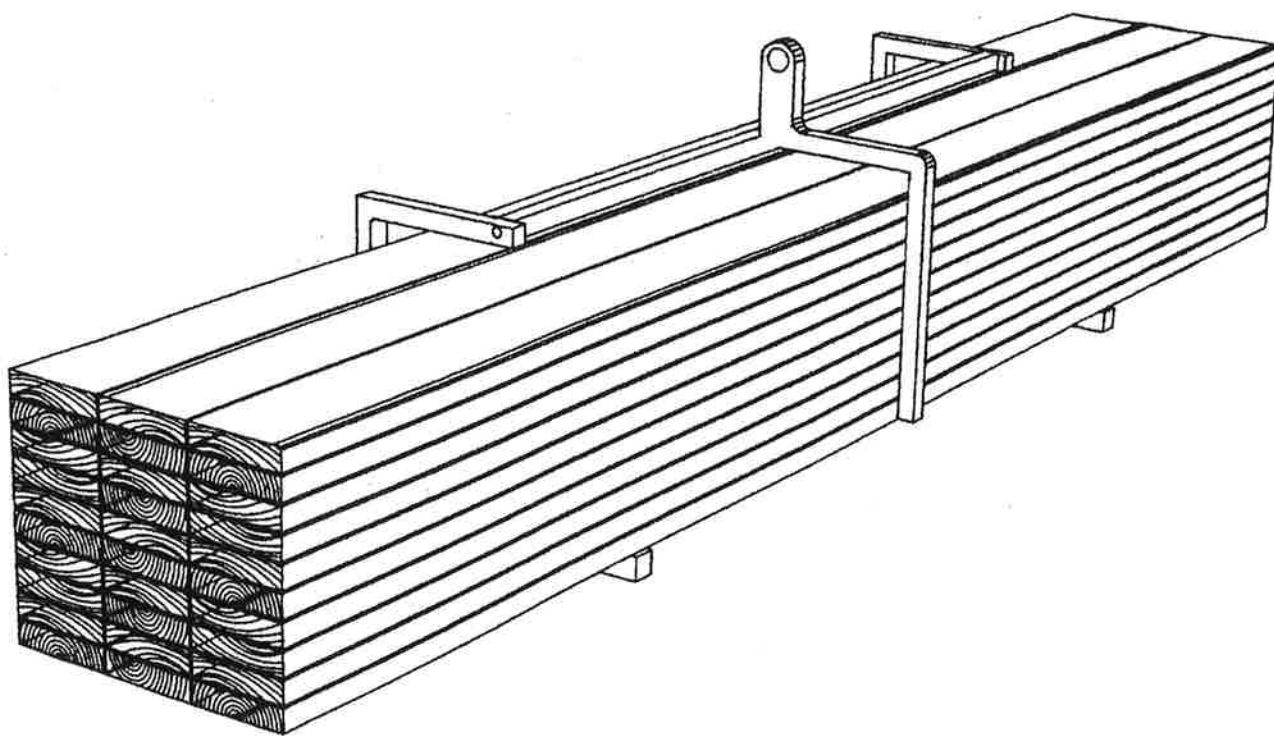
**Åtgärdsförslag:**

Mellanlägg mellan material i både höjd och sidled så att man kan få in stropp runt materialet. Se Figur 4.1.3.

Särskilt lyftdon för ställningsrör plank, pallar, balkar, pelare etc.. Se Figur 4.1.4



Figur 4.13 Mellanrum för stroppning.



Figur 4.1.4 Särskilt lyftdon för ställningplank. Exempel på idé.

## **Risk för klämskada**

Vid koppling av last

Lyfter flaket.

Vid lyftning av lock till tillbehörlåda.

Under stödplattor när stödben fälls ner.

Sannolikheten liten för stödben men stor vid tillbehörlådans lock.

Konsekvensen måttligt allvarlig..

Åtgärdsförslag:

Mellanlägg mellan material i både höjd och sidled så att man kan få in stropp runt materialet.

Särskilt redskap för att föra in stroppar under pall

Särskilt lyftdon för pallar, balkar pelare, räcketgrindar etc..

Tungt lock av stål på tillbehörlåda bytes mot lättmetall

Ljudsignad när stödben fälls ut och ner.

Handskar och ståltåhätta.

## **Risk för att bli tillstött**

Vid förflyttning av kranarm t ex vid felmanövrering av reglage

Lyfta materialet till och från monteringsställe.

Sannolikheten måttlig då föraren har god kontroll över lasten.

Sannolikheten att bli tillstött av svängande och roterande last bedöms som stor.

Konsekvenserna vid stöt från svängande last eller kranarm är allvarlig.

Åtgärdsförslag:

Bra kunskap om lyftteknik.

Rotator på TEMO's krok för att minska okontrollerad rotation av lasten

Förbättra/förenkla den bärbara manöverboxen så att den sitter stadigare mot kroppen och att en hand kan användas att styra lasten.

Rep/snören i ändarna som man kan styra lasten med.

Tydliga reglage (färre)TEMOS's kranarmsrörelser bör göras mjukare vid start och stopp.

Förenkling av manövern nedåt/inåt med kranarm (t ex när man för ner last på ställningslag)

Hjälmar som tål stötar i sidled skall användas.

## **Risk tappa last eller del av last**

Risk koppla så att lasten hänger ojämnt eller inte är låst.

Ryckiga rörelser ökar risk för att tappa last.

Lasten sjunker vid användningen av vinsch.

Sannolikheten för att olycksfall av denna typ skall inträffa torde vara mindre med Temo-vagnen än i många andra sammanhang då föraren i

de flesta fall utför koppling själv och har mycket goda möjligheter att följa lastens förflyttning.

Att tappa last kan ha mycket allvarliga konsekvenser

Åtgärdsförslag:

God grundkunskap i lyftteknik och lyftutrustning.  
Formellt krävs inte förarbevis idag men någon form av instruktioner/utbildning är nödvändig för säker och effektiv användning.  
Förarbevis för alla som skall köra Temo-vagnen rekommenderas.  
Markera mittpunkten på allt långt material, t ex ställningsrör och plank.  
Färre, enklare och tydligare handgrepp vid användning av manöverreglage för att minska risken för felmanövrering.  
"Mjukare" rörelser vid körning med kranarmen.  
Starkare vinschmotor.

### **Halkar när man beträder TEMO**

T ex när man går upp på flaket för att justera/koppla last  
Sannolikheten är stor  
Konsekvensen av halkningen är relativt liten.  
Åtgärdsförslag:  
Halkfri yta på stödbenen ovanpå och på flak. Nuvarande stålflak bör bytas mot räfflad yta.

### **Risk att trilla av från TEMO vid körning**

Sannolikhet ganska stor då båda händerna behövs att sköta reglage.  
Konsekvens stor speciellt om man skulle hamna under vagnen.  
Åtgärdsförslag:  
Förbjuda att vistas på TEMO vid körning. (Varningsskylt)  
För att minska risken för att person faller av vid körning skulle ett skyddsräcke/båge kunna sitta framför kranarm intill last där föraren kan stå.

### **Risk tappa last från flak**

Sannolikheten stor om inte surring eller stöttning av last sker.  
Konsekvensen allvarlig om person befinner sig i riskzonen.  
Åtgärdsförslag:  
Stöttor på flak måste finnas och användas vid förflyttning.  
Möjlighet att snabbt surra fast last - t ex två spännband på rullar under flaket.

### **Risk att ställning/ställningslag brister vid nedsättning av material**

Sannolikhet måttlig vid koppling till kranarmens krok då det är svårt att fälla bom och dra in kranarm samtidigt på ett mjukt sätt. Sannolikheten liten vid användning av vinsch.  
Konsekvensen mycket allvarlig då både person och last kan rasa ner.

Åtgärdsförslag:  
Färre, enklare och tydligare handgrepp vid användning av  
manöverreglage.  
"Mjukare" rörelser vid körning med kranarmen.

### **Risk för den som tar emot last att falla ner**

T ex när man sträcker sig ut för att ta emot last som svänger eller roterar.

Det förekommer att skyddsräcke saknas vid detta moment.

Sannolikheten måttlig.

Konsekvensen mycket allvarlig vid fall från t ex ställning.

Åtgärdsförslag:

Minska behovet av manuell styrning av last t ex med rotator på kranarmens krok.

"Mjukare" rörelser vid körning med kranarmen.

Se till att skyddsräcke alltid finns på plats vid mottagning av material uppe på ställning.

### **Övriga iakttagelser, synpunkter och kommentarer**

Föraren plockar av och på manöverboxen vid flera tillfällen i samband med stroppning och koppling. Verkar ineffektivt och innebär fler rörelser och moment. Se över möjlighet att arbeta med boxen hängande på kroppen t ex genom att den kan föras runt på ryggen

Föraren gör vid flera tillfällen felmanöver med reglagen. Det är tydligt att förarna är ovana vid manövrering av kranarm. För många reglage för att ovana skall kunna köra den. Reglaget för förflyttning av TEMO framåt och bakåt är för känsligt. Risk för att stöta till person eller ställning mm. Färre, enklare och tydligare handgrepp vid användning av manöverreglage och "mjukare" rörelser bör eftersträvas.

Formellt krävs inte förarbevis idag men någon form av instruktioner/utbildning är nödvändig för säker och effektiv användning. Till köp av TEMO-vagnen bör en kurs erbjudas. Vi bör verka för att utbildning och förarbevis blir obligatoriskt vid användning av kranar av detta slag.

Stålflaket är tungt, 1 ton. Om det gick att enkelt lyfta av detta skulle TEMO komma ner i ca 3 ton. Detta skulle öka möjligheten att förflytta sig över känsliga kantbalkar och andra ytor. Den skulle då även kunna lyftas med enklare kran och baklastare. En enklare ramp skulle kunna användas. Kan löstagbara vikter fästas på/i stödbenen för att komma ner i totalvikt och för att lättare kunna få ner vikten tillfälligt vid lyft av TEMO och vid förflyttningar över känsliga ytor? Vikterna skall kunna lyftas av TEMO själv.

Observera klämrisker vid hantering av dessa vikter. De skall helst gå att föra på plats utan att händer finns i riskzonen. Problem vid lastning av TEMO-vagnen på lastbil. En mobilkran måste användas och kappellet på lastbilen måste tas bort. Med lätt flak kan lyftutrustning (kolv) och flak göras enklare och billigare och gåytan kan göras mindre halkig. Med lättare flak skulle tillgängligheten till motor mm göras bättre.

Fästen på TEMO (kanske även på stålflak) för att kunna lyfta med gafflar på t ex baklastare. Det skulle då gå att lyfta upp TEMO-vagnen till nästa bjälklag (under förutsättning att bjälklaget är dimensionerat för detta).

Ta bort "brytningen" när nedre kranarmskolven går i topp. Att behöva gå ner/fram till TEMO för att lösa brytaren väcker irritation och skapar risker. Man väljer att hålla sig på en lägre nivå för att slippa "brytningen".

Önskemål om sk "krabbstyrning", dvs kunna svänga båda hjulparen oberoende finns för att öka användbarheten i trånga utrymmen. Sannolikt ökar dock antal reglage med denna åtgärd vilket är negativt.

Fast belysning på flak då man ibland använder flaket att stå på vid styrning av last.

Möjligheter till lyftredskap som ytterligare skulle minska behöven av horisontella förflyttningar uppe på ställningen bör undersökas. T ex lyftkrokar för skyddsräckesgrindar där du kan lyfta direkt på plats vid varje fack.



## 4.2 Arbetsdiagnos-studie

En studie av arbetsdiagnos efter inspiration av Hacman/Oldham, "Workredesign" har genomförts med och utan TEMO-VAGN.

JDS-metoden är utvecklad med intentionen att användas i diagnostik för undersökning om och hur befintliga arbeten kan förbättras för att öka de anställdas motivation, skicklighet och tillfredsställelse. Och för att värdera effekterna av ett förändringsarbete.

Studien undersöker:

- variation i arbetet
- uppgifternas identitet
- uppgifternas signifikans
- autonomi
- feedback av arbetet
- feedback av chefer
- samarbete
- Motivationspotential

Upplevt psykologiskt tillstånd

- upplevd mening i arbetet
- upplevt ansvar i arbetet
- kännedom om arbetsresultatet

Känslomässigt resultat

- generell tillfredsställelse
- egen arbetsmotivation
- tillfredsställelse av att utvecklas i arbetet

Tillfredsställelse av sammanhang

- tillfredsställelse med arbets säkerhet
- tillfredsställelse med lön
- tillfredsställelse med medarbetare
- tillfredsställelse med chefer

Storlek på behov av individuellt växande

- skulle önska (växa och styrka)
- valt (växa och styrka)
- total nivå på växa och styrka i arbetet

I detta arbete ingår 18 arbetsdiagnoser, uppdelade på tre kategorier:

- elva ställningsbyggare utan erfarenhet av TEMO
- tre byggnadsarbetare med TEMO
- fyra ställningsbyggare med TEMO

Resultaten från respektive grupp har jämförts med motsvarande riktvärden för byggnadsarbetare.

De flesta värden är lägre än motsvarande riktvärdena. Anmärkningsvärt låga värden noteras för feedback från och tillfredsställelse med chefer och för tillfredsställelse med lön.

Samarbete med andra och tillfredsställelse med medarbetare noterar klart högre omdömen än motsvarande riktvärden.

Den låga tillfredsställelsen med cheferna och feedback från dessa bland ställningsbyggarna kan vara resultatet av att arbetsledarna i ställningsbyggnad inte är närvarande på arbetsplatserna i samma utsträckning som på en byggarbetsplats i allmänhet.

Effekten av TEMO kan avläsas i jämförelse av samma grupp ställningsbyggare på samma arbetsplats och i samma uppgift med respektive utan TEMO.

Dessa studier visar en ökad tillfredsställelse med arbetssäkerhet, chefer och lön vid användning av TEMO. En liten ökning av behovet att "växande och styrka" i arbetet med TEMO, i övrigt är förändringarna små, motivationspotentialen för gruppen som är nästan oförändrad med respektive utan TEMO. För den man som laget utsett till operatör ökade motivationspotentialen vid användning av TEMO med 55%.

Inom varje kategori och inom respektive grupp (olika anställningsorter i kategori ställningsbyggare utan TEMO) är variationerna mycket stora. Inom en och samma grupp varierar t ex motivationspotentialen med en faktor mellan 2 och 3.

För gruppen byggnadsarbetare är det psykologiska tillståndet något bättre liksom det känslomässiga resultatet och tillfredsställelsen av sammanhang än för ställningsbyggare. Behovet av att växa i arbetet inte lika uttalat, även motivationspotentialen är något lägre än hos ställningsbyggarna.

Riktvärdena för byggnadsarbetare är generellt något högre än hos de som ingått i de studerade grupperna.

SUBJEKT	A	B	C	D
Arbets variation	5,2	4,32	5,29	3,89
Uppgifts identitet	5,1	5,05	4,7	4,34
Uppgift signifikans	5,5	5,34	6	5,34
Autonomi	5	5,18	4,17	4,92
Feedback av arbetet	4,9	5,12	5,47	4,25
Feedback från chefer	4,5	3,14	2,49	2,5
Samarbete med andra	5,4	6,14	6,17	5,29
MOTIVATIONSPOTENTIAL (MPS)	141	134	130	97
UPPLEVT PSYKOLOGISKT TILLSTÅND				
Upplevd mening i arbetet	5,2	4,55	5,5	4,31
Upplevt ansvar i arbetet	5,1	5,05	6,11	4,75
Käenedom om resultat	5,2	4,92	5,42	4,94
KÄNSLOMÄSSIGT RESULTAT				
Generell tillfredsställelse	4,9	4	5,13	4,5
Egen arbetsmotivation	5,6	5,21	5,56	4,84
Tillfredsställelse av att växa i arbetet	5	4,91	4,75	4,69
TILLFREDSSTÄLLELSE AV SAMMANHANG				
Tillfredsställelse av arbetssäkerhet	5	4,14	4,17	5
Tillfredsställelse med lön	4,5	2,77	2,67	4,13
Tillfredsställelse med medarbetare	5,1	5,67	5,89	5,17
Tillfredsställelse med chefer	4,9	3,42	4	3,25
STORLEK PÅ BEHOV AV INDIVIDUELLT VÄXANDE				
Skulle önska GNS (växa och styrka)	4,9	5,56	4,08	4,72
Arbetsval GNS (växa och styrka)	4,2	3,77	3,67	3,78
Total GNS (växa och styrka)	4,5	4,67	3,87	4,25
A= Medel byggnadsindustri generellt				
B= Medel ställningsbyggen utan TEMO				
C= Medel byggnadsarbete Hyssna med TEMO				
D= Medel ställningsbygge Helsingör med TEMO				

Tabell 4.2 Resultat-sammanställning JDS-undersökning.

### 4.3 Ergonomi

De ergonomiska studierna har utförts som observationsstudier och med hjälp av intervjuer och enkät. Observationsstudierna omfattar ca 20 timmars videofilmade arbete och ytterligare ca 40 timmar reell observation. Från videofilmerna har representativa avsnitt valts ut för frekvensstudier av arbetsställningar och arbetsbelastning. Frekvensstudierna har utförts med WOPALAS-metoden.

Observationsstudierna omfattar sex arbetsplatser. Kvarteret Halmkärven i Halmstad, SE-banken på Storgatan i Halmstad, stort fasadrenoveringsarbete på flerbostadshus i Helsingör, Ställningsbygge på gård respektive fasader i Malmö.

WOPALAS (Working Posture Analysis System) är en observationsstudiemetod utvecklad vid KTH (Hellsten 1985). WOPALAS är mer detaljerad än den tidigare OWAS-metoden utvecklad vid Ovako Oy i Finland på 1970-talet. I början av 1990-talet utvecklades en datorbaserad version vid Sveriges Lantbruksuniversitet, JBT, AAT (Pinzke 1993).

I studier med Wopalas har avläsningar av arbetsställning och belastning av yttre vikt eller kraft gjorts var 3:dje sekund. Arbetspositioner som inte förändrats inom 6 sekunder, har betecknats som statiska arbetsställningar. Analyserat arbete har delats in i 7-10 arbetskoder. Varje kod omfattar en eller flera aktiviteter. I "summary" är det plats för maximalt sju arbetskoder. Övriga kan ej utläsas direkt från sammanställningarna.

Arbetskoderna är:

Work code 0: Paus, pratar, väntar etc.

Work code 1: Manuell horisontell transport

Work code 2: Manuell vertikal transport

Work code 3: Bearbetning, skruvning, borrar etc

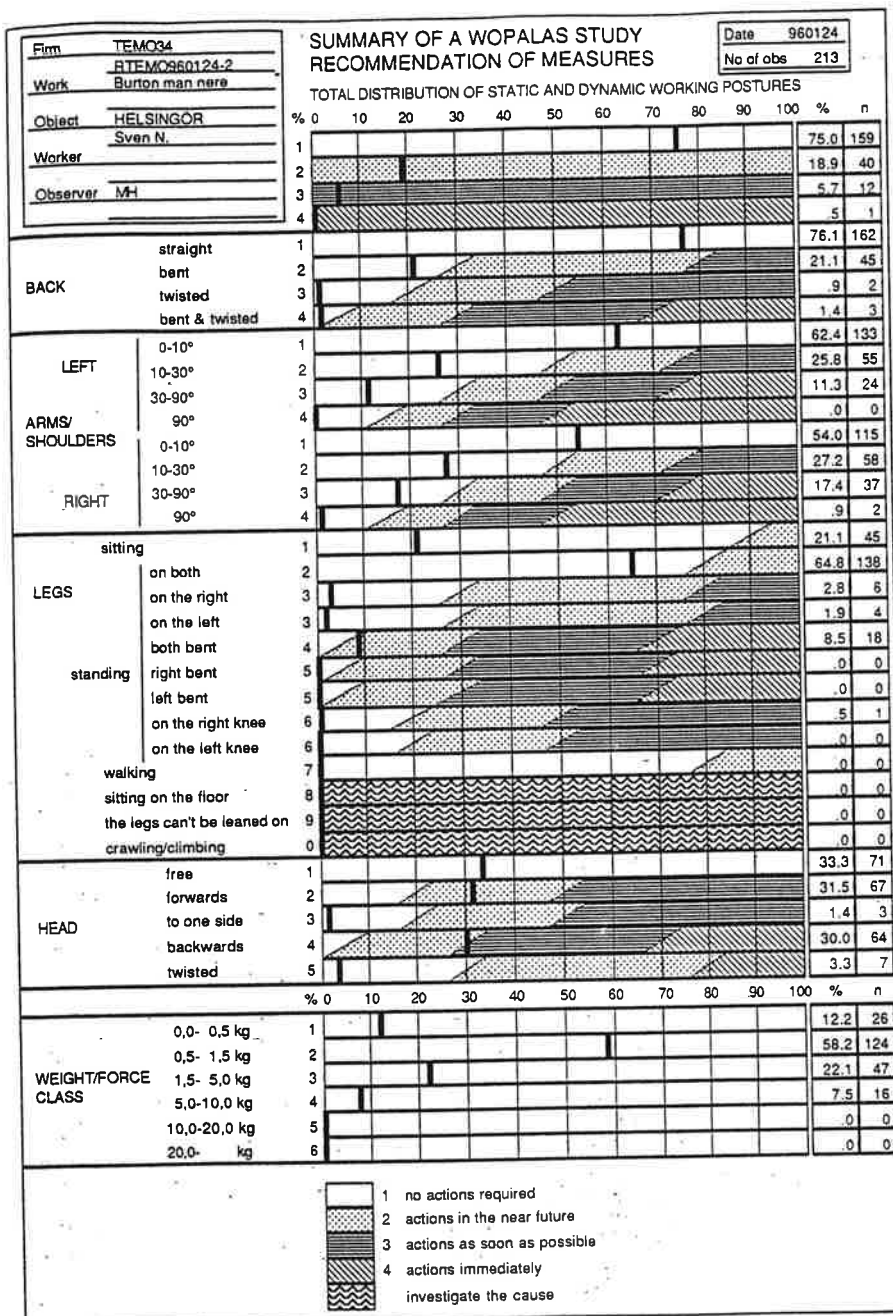
Work code 4: Slingning, borttagning av sling etc

Work code 5: Förflyttning utan börda

Work code 6: Kör, kran, repspel, TEMO etc.

Work code 7: Mottagning av material

Work code 8: Övrigt



Antal observationer  
Data om arbetet

% andel av resp  
åtgärdsclass

ryggens ställningar

armarnas ställningar

benens ställningar

huvudets ställningar

% andel vikt, yttre kraft

definition av åtgärdsclass

Figur 4.3.1 Exempel på WOPALAS sammanställning

Resultaten av WOPALAS-undersökningar indikerar att med användning av TEMO-VAGNEN i ställningsbyggnad försvinner praktiskt taget alla olämpliga arbetsställningar och tunga arbetsbelastningar för den man som kör vagnen. Kvar blir en hög andel ställningar med huvudet bakåtböjt. Speciellt vid lyft till höga höjder och då operatören av någon anledning står nära vagnen eller lyftpunkten.

Utan TEMOVAGN, används i ställningsbyggande ofta repspel. Den som står vid repspelet har en hög andel ställningar med huvudet kraftigt bakåtböjt. Anledningen är ofta att den som "kör" repspelet i regel tvingas stå nära lyftpunkten invid fasaden. Han är bunden att stå närmare än den som kör TEMO med trådlös styrning.

Studierna indikerar att den som står på marken och hanterar repspel i vanlig ställningbyggnad har en arbetsuppgift som är lättare än övriga uppgifter i ställningsarbete. TEMO-VAGNEN ger förutsättning att minska denna belastning ytterligare.

Vid "körning" av repspel ingår ofta att släpa fram material och sätta sling omkring detta. Det arbetet är det tyngsta i sammanhanget. Det förekommer att den som "spelar upp" material lägger sling kring material på långt avstånd från spelet. Vid lyft svänger lasten då in mot operatören som måste ta emot och styra det. Detta är tungt och innebär risk för överbelastning.

Med TEMOVAGN kan material hämtas på avstånd genom att kranen täcker in ett relativt stort område. Alla lyft kan göras rakt upp. Det ökar säkerheten och minskar belastningstopparna. Följden blir att mindre tid och ansträngning åtgår för att bära fram material och lägga sling.

De som klättrar och bygger ställning utsätter sig för stora belastningar. De tyngsta momenten är manuell transport av material uppåt och horisontellt. Olämpliga och höga belastningssituationer förekommer frekvent. Risken för tillbud och akuta skador kan bedömas vara stor. TEMO-VAGNEN löser inte alla dessa problem. Risker och belastningar reduceras kan också reduceras med organisatoriska förändringar. Arbetsorganisatoriska förändringar är möjliga även med andra hjälpmedel.

TEMO-VAGNEN ger bra förutsättning att reducera horisontell transport på byggnadsställning. I studier av TEMO har det visat sig att man lyft stora bördor (upp till 20 plank) i varje lyft. Vid lyft av så stora bördor elimineras denna vinstmöjlighet. Samtidigt skapas nya risker för överbelastning vid mottagandet av så stora tunga bördor.

Frekvensstudier indikerar att åtgärdsbehovet för vagnens operatör kan bortfalla. Undantag är huvudets ställningar, där det i redovisade studier förekommer en fortsatt hög andel bakåtböjning av huvudet. Huvudet har i våra studier varit bakåtböjt under nära en tredjedel av tiden. Det är bara en mindre reduktion jämfört med arbete vid repspel. Denna andel arbetsställningar kan reduceras genom att operatören flyttar sig längre bort från lyftpunkten, utan att förlora precision i arbetet. En handhavande-utbildning kan reducera belastningar som denna så att ytterligare åtgärder blir överflödiga.

Huvudet är framåtböjt i samband med slingning av last. Tiden med framåtböjt huvud är ca dubbelt så stor som vid arbete med repspel, och lika stor vid jämförelse av mängd lyft material. Arbetet att lägga sling kring materialet har i dessa studier inte påverkats av valet av hanteringshjälpmedel

Belastning på rygg, armar, axlar och ben är lägre än vid arbete med repspel. Något behov av åtgärder har inte registrerats för dessa kroppsdelar vid arbete med TEMO.

Observationsstudier med respektive utan TEMO uppvisar ingen påtaglig förändring i arbetsställning och arbetsbelastning för "uppeman". Förutsättningarna att förbättra "uppemanens" arbetsställningar och arbetsbelastning är goda. Att så inte skett kan härledas till att arbetsstyrkan varit ovan vid TEMO och saknat tillräcklig erfarenhet och träning för att utnyttja maskinen optimalt. En handhavandeutbildning kan här vara till stor nytta för att snabbt ge ökad säkerhet, förbättrad ergonomisk situation och ökad produktivitet.

De personer som studerats kan betecknas tillhöra en elit av ställningsbyggare. De leder arbetet, hushållar med kroppens krafter och är noga med sina arbetställningar. Sammanställning av statiska och dynamiska rekommendationer för åtgärder visar på ett relativt måttligt förändringsbehov för armar/axlar i viss mån även för rygg och ben. Huvudets ställningar präglas i nästan samma utsträckning som för de som hanterar spel eller TEMO av ett behov att reducera böjning bakåt och framåt.

Ställningsbyggare utsätts för återkommande höga belastningar, som innebär en påtaglig skaderisk. Tunga vikter hanteras frekvent och det är angeläget att minska vikten hos ställningsmaterial.

Källmaterial från arbetsstudier redovisas i separat supplement.

### **Biomekanisk analys**

Några tyngre arbetsmoment i ställningsbyggnad har valts ut för beräkning av mekanisk belastning på leder, genom biomekanisk analys. Belastning på armbågsled, axelled och femte ländryggskotan (L5/S1) har beräknats för i fyra olika lastfall.

- Bärning av två stycken 25 kg trall
- Lyft av 20 kg plankor över huvudet
- Lyft av 24 kg spira, stående på ställning
- Drag av tung kärra på marken

Beräkningarna visar att det lättaste arbetet är att bära två trall. Belastningen är symmetrisk och hävarmarna är korta.

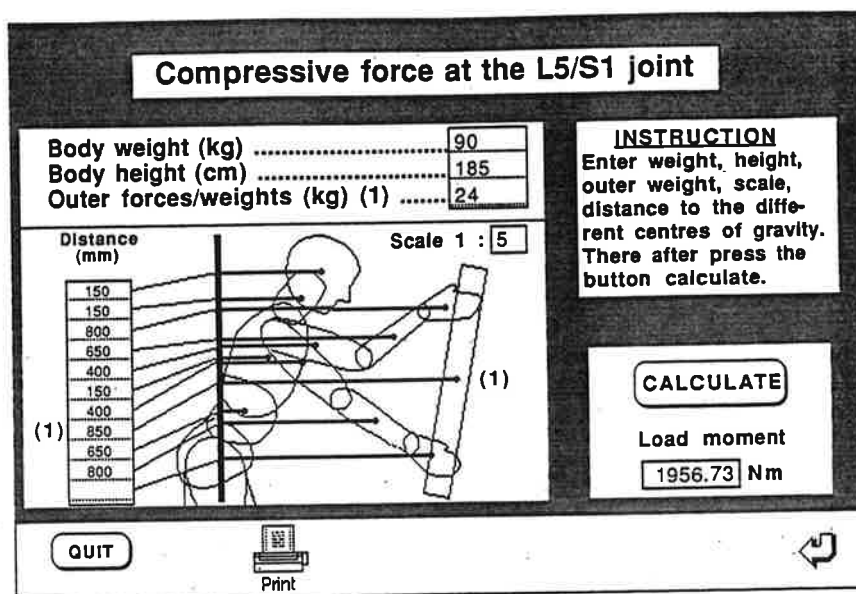
Lyft av plankor över huvudet ger större hävarmar, och kompressionen av ländryggskotan blir relativt stor, över 800 Nm.

Lyfta upp en spira, stående på ställningen ger hög kompression på ländryggen. Momentet blir nära 2000 Nm när arbetet utförs i den mest gynnsamma ställningen. Detta är ett arbete som kräver stor styrka, och träning för att kunna utföras utan risk.

Dra en tung kärra på marken med 100 kg:s dragkraft ger hela 6500 Nm lastmoment på ländryggen. Här överskrides Niosh:s gräns för rik att erhålla arbetsskada. Här är det uppenbar risk att utlösa ryggbesvär. Detta arbetsmoment det som ställningsbyggarna ansett vara tyngst.

Det som subjektivt skattats som "mycket, mycket tungt". Att dra med hundra kg momentant är inte det tyngsta som en van ställningsbyggare utsätter sig för. Många ställningsbyggare har stor styrka och de använder den. Används styrkan fel, finns risk att skada även en kropp med bra muskelstöd.

Detaljerad biomekanisk analys i separat supplement.



Figur 4.3.2 Biomekanisk analys av ländrygg, vid lyft av spira.  
Från data program WOPALAS S.Pinzke. JBT, SLU.

#### 4.4 Enkät och subjektiv värdering.

Enkät och subjektiv utvärdering har omfattat två olika enkät formulär med ett tiotal frågor vardera. Det ena för de som ej haft TEMO-VAGN och det andra riktat till dem som provat TEMO. Dessutom har den subjektiva utvärderingen omfattat Nordiska ministerrådets blankett för yrkesrelaterade muskoskeletala sjukdomar och deras prevention, två olika typer skattningsskalor med plats att göra uppskattning av belastning vid olika arbetsmoment för var kroppsdel.

Den första enkäten och skattningen av belastning var riktad till elva ställningsbyggare i tre olika städer som inte haft tillgång till TEMO.

Fyra av dessa uppgav att de hade funktionshinder pga skador.  
Tio man uppgav att det i arbetet fanns störande moment.  
Samtliga uppgav att arbetet kunde effektiviseras med tillgång till goda hjälpmedel för materialhantering, vertikalt och horisontellt.  
Samtliga angav att de i deras arbete förekom materialhantering som var så tung att hälsan kunde äventyras.  
3 uppgav att **tillbud** sker ofta.  
Svåra arbetsställningar och svår arbetsbelastning uppgavs vid tung materialhantering. "Ibland känner man sig som en truck"

I genomsnitt de senaste 12 månaderna förekom 4,5 besvär/man. Vid 2 tillfällen per person kunde det ordinarie arbetet inte utföras.  
Den senaste veckan före enkäten uppgavs 1,8 besvär per person.

Belastningsupplevelsen vid i första hand horisontell transport uppgavs till mellan "mycket ansträngande" och "mycket mycket ansträngande".  
Värst utsatt upplevdes ländrygg vara.

En andra enkät var riktad till tre byggnadsarbetare (snickare) som använt TEMO på ett skolbygge.

De uppgav att arbetet kan effektiviseras med tillgång till goda hjälpmedel för materialhantering, vertikalt och horisontellt.  
Samtliga uppgav att TEMO var ett sådant bra hjälpmedel och att vagnen effektiviserat deras arbete.  
Samtliga angav att det i deras arbete förekom materialhantering som var så tung att hälsan kunde äventyras. De tyngsta uppgifterna ansågs vara ställnings-byggande och arbete på tak.  
Samtliga uppgav att de tyckte TEMO var ett bra hjälpmedel och de gav även förslag på mindre modifieringar som kan förbättra en serietillverkad produkt.

En andra del av enkät nr 2 riktades till fyra ställningsbyggare.  
Samtliga dessa uppgav att de upplevt att TEMO effektiviserat deras arbete. En man uppgav också följande risk med TEMO-VAGNEN:  
"När mycket material lyfts upp på en gång är det en risk att ta emot det".



Ett tillbud inträffade när TEMO-VAGNENS stödben sjönk i mjukt underlag. Andra risker med TEMO uppgavs vara klämrisker och avgaser. Se vidare avsnitt 4.1 Arbetssäkerhetsanalys

Svåra arbetsställningar och arbetsbelastningar som uppgavs kunna elimineras med TEMO är:

"Bära fram material till nockspel"

"Vertikal transport av plank och rör"

"Långa transporter på marken och på gårdar".

"Man slipper dra in materialet på plats som en jäkla arbetshäst"

Många belastnings- och förslitnings-skador i t ex rygg, axlar och knän ansågs kunna elimineras med TEMO.

Fyra kommentarer till om TEMO är det hjälpmedel som behövs?

"Ja, grundtanken positiv men plats för justeringar finns".

"Ja fast större kran"

"Ja"

"Hade den klarat 17-18 meter hade det varit bingo"

Var är TEMO-VAGNEN bäst motiverad?

"Förflyttning av material & uppläggning av mtrl. på lägre ställningar"

"Långa transporter på marken"

"Att ta in material på innergårdar"

"Vertikala transporter"

TEMO kan göras bättre genom att styrningen vid transport förbättras och att kunna lasta mer än ett hiv på flaket och genom att kunna lyfta högre med kranen. Det elektroniska kan förenklas så att den blir mer lättkörd.

Vid användning av TEMO rapporterades antalet besvär de senaste 12 månaderna vara 4,5 per person dvs oförändrat. Anledningen kan sannolikt bero på att det var kort tid ett par månader mellan undersökningar med respektive utan TEMO. TEMO-VAGNEN hade endast använts ca en vecka före den andra undersökningen. De senaste 7 dyggen rapporterades 0,75 besvär/pers en reduktion till mindre än hälften jämfört med motsvarande arbete utan vagnen.

Belastningsupplevelser och högt belastade kroppsdelar utan TEMO visar att materialtransport ger högst belastning på ländryggen.

Detaljerad redovisning av enkätstudier i separat supplement.

## 4.5 Ekonomi

I följande ekonomiska beräkning har antagits ett pris på 400.000 SEK till kund på TEMO-VAGNEN. Det innebär att den kan beräknas kosta ca 150 kr/tim, eller 800 kr/dag att hyra, under förutsättning att den kan hyras ut 150 dagar/år.

Vad TEMO-VAGNEN kan spara, avgör dess användning. Besparingarna kan vi dela in i **direkta besparingar** till följd av snabbare produktion och **indirekta besparingar** som inbegriper kostnader för frånvaro, personalrörlighet, kvalitetsförbättring och ökad flexibilitet i utfört arbete.

**Den direkta besparingen** vid ställningsbyggnad har i dessa inledande studier varit 50-100% ökad produktivitet för den person som kört TEMOVAGN jämfört med då denne "kört" repspel. Vid horisontell transport är höjningen av produktiviteten i våra studier i samtliga fall > än 100%. I nämnda studier av produktivitet har operatören haft mycket begränsad vana att hantera maskinen. Högst ökning av produktivitet vid vertikala lyft registrerades med TEMOVAGN utan förlängningsarm. Med TEMOVAGN underhåller en man, tre man på ställningen med material. I två studier av man med repspel, förser mannen vid spelet två man på ställning med material. Slutledningen är att bygglagets sammanlagda produktivitet varit högre med vagnen än utan denna.

I vissa arbetsuppgifter kan produktivitetsökningen vara ännu större, och även svårare att beräkna med begränsat studiematerial. Det gäller t ex att hämta och transportera material i närområdet. Med TEMOVAGN kan detta arbete utföras ensam av en person. Lastning, transport och lossning av material kan utföras av en man. Utan TEMOVAGN krävs antingen en stor maskin, en lastbil eller ett par personer med kärra som får arbeta manuellt.

Rätt använd kan en TEMOVAGN spara in en man. Detta förutsatt att TEMOVAGNEN har jobb hela den tid den extra personen skulle ha arbetat. Den direkta besparingen kan då bli 290.000 kr/år i ett ställningsbyggarföretag och motsvarande siffra är då ca 360.000 kr/år i ett byggföretag.

**Den indirekta besparingen** kan beräknas som en summa av:

- minskad långtidssjukskrivning
- minskad korttidsfrånvaro
- minskad personalomsättning
- minskat rehabiliteringsbehov
- minskat antal olycksfall
- ersättningsrekrytering vid 1/3-del av all frånvaro
- ökad motivation och trivsel
- ökad kompetens
- ökad yrkesstatus
- kvalitetsförbättring
- effekt på företagets arbetsmiljö, profil och image

Beräkningar baserade på ett år för ett stort ställningsbyggeriföretag (beräkningarna bygger på antaganden och uppskattningar från två erfarna företrädare för ställningsbyggeribranschen):

- Långtidsfrånvaron på ett arbetsställe med 10 kollektivanställda ställningsbyggare minskar med 540 timmar/år =  $540 \times 150 / 8 = 10.000$  kr
- Korttidsfrånvaron minskar med 750 tim/år =  $1000 \times 150 = 152.500$  kr och om kostnad för ersättningsrekrytering beräknas till 190 kr/tim x 375 ger det 71.250 kr .
- Personalomsättning på arbetsstället minskas till hälften, spar 10.000 kr för rekrytering, ca 5.000 kr för den som slutar och ytterligare 10.000 kr i utbildning, samt därtill 30.000 kr i förlorad produktivitet med en ny ovan kraft.
- Kostnad för rehabilitering av personal kan beräknas till 10.000 kr per 10 kollektivanställda, i tid nedlagd av arbetsledare.
- Minskat antal arbetsolycksfall, ett fall/ 100 anställda ger kostnad för arbetsskadeutredning  $10.000 \text{ kr} / 10 = 1.000$  kr  
Kostnad för ersättares upplärning beräknas till 2.000 kr  
Bortfall av täckningsbidrag /arbetsolycka/10 = 6.000 kr
- Ökad motivation och trivsel beräknas till 10.000 kr
- Ökad yrkesstatus beräknas till 10.000 kr
- Kvalitetsförbättring beräknas ge 25.000 kr
- Effekten på företagets profil, arbetsmiljö och kunnande beräknas till 50.000 kr.

Total indirekt besparing blir då 287.750 kr/år och till detta adderas ett mervärde på 95.000 kr.

Totalt beräknas således en TEMO-VAGN som har jobb på ett arbetsställe med 10 ställningsbyggare årligen ge:

direkt besparing på	+290.000
indirekt besparing på ca	+287.000
mervärde på	+95.000
kostnad för avskrivning, drift & underhåll på	-150.000
Dvs en positiv ekonomisk påverkan på resultatet med:	522.000

Det innebär att en TEMOVAGN kan vara lönsam också med en relativt kort årlig drifttid. Med halverad besparing är TEMO-VAGNEN enligt dessa beräkningar fortfarande en god affärsmässig investering.

Hallands Byggmästarförening redovisar följande exempel på kostnad för en byggnadsarbetares sjukfrånvaro år 1995:

Direkt lön	100:-
Semesterersättning	12:50
Arbetsgivaravgifter	41:-
Overheadkostnader	45:-
Total lönekostnad	198:50

Sjuklönen är dag (2-14) 75 kr/dag, semesterersättningen är konstant 12:50, arbetsgivaravgiften är 32 kr under dag (2-14), annars 5 kr/dag overheadkostnaden sjunker till en tredjedel eller 15 kr efter 90 dagar.

Företagets sjuklönekostnader inklusive avgifter blir då:

Karensdagen	500:-
Dag (2 & 3)	2.632:-
Dag (4 & 5)	2.632:-
Dag (6-10)	6.580:-
1:a månaden efter 2 två veckor	11.250:-
1:a året efter 90 dagar (1880x32kr)	58.500:-

Ett autentiskt fall med nacke-axel problem kostade arbetsgivaren:

År 1, 2x5 dagar	11.528:-
År 2, 4x5 dagar	23.056:-
År 3, 3x5 dagar + 3x10dagar	54.324:-
År 4, 2x5 dagar + 1x2 månader + 3x10 dagar	71.060:-
År 5, 3x5 dagar + 4månader + 1x10 dagar	69.536:-
År 6, 1x10 dagar + 11 månader	83.369:-
År 7, 12 månader	58.500:-
År 8, 12 månader	58.500:-

Total arbetsgivarkostnad 429.873:-

Sjukpenning kostade samhället 1 014.192:-

Förtidspension kostade samhället 1.500.000:-

Total kostnad för företag och samhälle var 2 920.736:-

Personen förlorade själv 620.000 kr jämfört med om denna haft normal lön. Därtill kommer extra kostnader för personen som vårdfall och dennes och närstående lidande som inte kan räknas i pengar.

## 5. MARKNAD

TEMO-VAGNEN kan bedömas få en god marknad. Den är en liten maskin som underlättar tunga arbetsuppgifter, den kan höja användarens kompetens och den ger förutsättning för flexibilitet mellan olika arbetsuppgifter.

TEMO-VAGNEN kan användas för många arbetsuppgifter. Ställningsbyggnad, material hantering på byggplatser som t ex lagning av material till murare och material till takarbete. Den kan vara lämplig på villabyggen där flera hus uppförs. Vagnen kan då utnyttjas av flera olika yrkesgrupper för många större och mindre transport-, hanterings- och lyft-uppgifter.

Den kan vara lämplig för fasadarbete, smidesarbete, underhållsarbete i tung industri, arbete med belysningsunderhåll, målning mm.

En handhavande-utbildning för de som använder TEMO kan ge bra förutsättning att använda TEMO på ett säkert sätt och med maximal effektivitet. TEMO-VAGNEN är så avancerad att den fordrar praktisk träning att hantera och kunskap om materialhanteringsuppgifter för optimalt utbyte i varje tillämpning. Utbildning ge högre kompetens hos användarna vilket bidrar till säkerhet och lönsamhet

Därmed skulle det ekonomiska utfallet av investering i TEMO förbättras både för direkt och indirekt besparing och mervärde.

## 6. ERFARENHET AV UTVECKLINGSARBETET

Upphovsmannen har haft svårt att förverkliga sin idé. Finansieringen har inneburit omöjliga kompromisser. Det kan förefalla märkligt att ett arbetstagarinitierat projekt som syftar till att förbättra arbetsmiljö och produktivitet inte lättare vunnit gehör hos anslagsgivare. Detta speciellt som upphovsmannen tidigare lyckats med att ta fram andra arbetsmiljö- och produktions-förbättrande produkter.

SBUF har på denna punkt skilt sig från de övriga, genom att redan 1991 bevilja medel till konstruktion av en TEMO-VAGN för ställningsbyggnad och senare, 1994 bevilja ytterligare medel till detta projekt.

En kärv budget har inneburit påfrestning på projektgruppen och det inbördes samarbetet.

Kostnaderna för utveckling av ny teknik är ofta mycket höga, och extra kostnader har tillkommit vid ett stort antal tillfällen. Åtgärdande av smärre fel och brister i funktion under utvärderingen har försvårats av en kärv ekonomi i projektet.

Byggbranschens extrema lågkonjunktur har inneburit svårighet att utvärdera TEMO-VAGNEN. Det har varit få lämpliga arbetsplatser. En optimal utvärdering kräver relativt stora och långvariga projekt, där samma arbete kan studeras med respektive utan det nya hjälpmedlet. Projekt som ger användarna gott om tid att lära sig använda och utnyttja det hjälpmedel som skall värderas. Det har inte varit fallet i detta projekt.

Ekonomiskt stöd från HEAB-Byggställningar AB har bidragit till att projektet kunnat fullföljas.

En viktig uppgift har varit arbeta för TEMO-VAGNEN skall komma ut på marknaden.

När detta skrivs pågår ett arbete på BIC Sweden West AB i Uddevalla. (Sveriges första BIC (Business Innovation Centre) en bland drygt 100 BIC:ar i ett nätverk med bas i EBN (European Business and Innovation Centre Network) i Bryssel.

BIC Sweden West AB söker ett tillverkande och ett marknadsförande företag för TEMO-VAGNEN.

## 7. LITTERATURFÖRTECKNING

Axelsson, P.O., 1991. Accident Prevention in The Construction Industry TRITA-AVF 1991:7. Department of Work Science, RIT, Stockholm.

Broms, G., Lindahl, P., Wallberg, A., 1983. Mobil Arbetsplats för underhållsarbete. Arbetsmiljölaboratoriet Tekniska Högskolan (KTH) TRITA-AML-0128 & Arbetarskyddsfondens sammanfattning Nr 702.

Hackman, J.R., & Oldham G., (1980), Work Redesign, Reading, Mass: Addison-Wesley.

Hellsten M., 1985. WOPALAS. En praktisk handledning för studier av arbetsställning och arbetsbelastning. Tekniska Högskolan (KTH), Byggergonomilaboratoriet. PM 1985-09-06. Stockholm.

Hellsten, M., 1994. TEMO-VAGNEN. En marknadsundersökning. MHAB, Falkenberg.

Kanawaty, G., (1992) Introduction to Work Study, Fourth (revised) edition. International Labour Organization, International Labour Office, Geneva.

Olsson, T., 1993. Slutredovisning projekt 0054 TEMO-vagnen till SBUF. HEAB-Byggställningar i Falkenberg 1993-06-10.

Pinzke, S., 1994. International Journal of Industrial Ergonomics 13(1994) 307-315. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Agricultural Biosystems and Technologies, Box 945, 220 09 Lund, Sweden.

## 8. BILDER

Bild 1. Arbete från korg med TEMO.

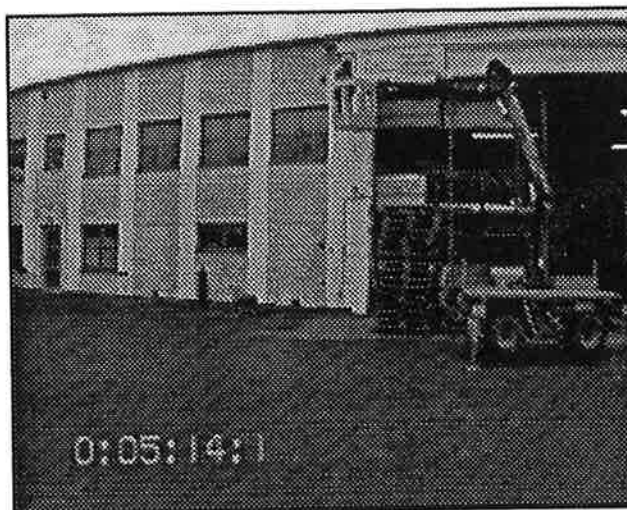
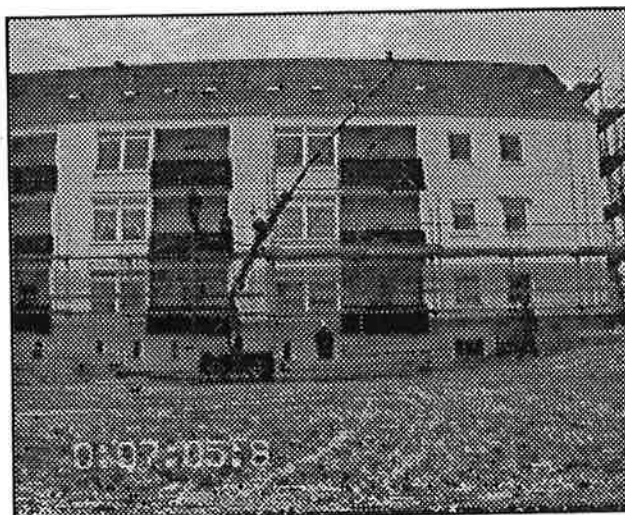


Bild 2. Lossning av släpvagn.



Bild 3. Översikt, lyft med TEMO med förlängningsarm till ställningsbygge.

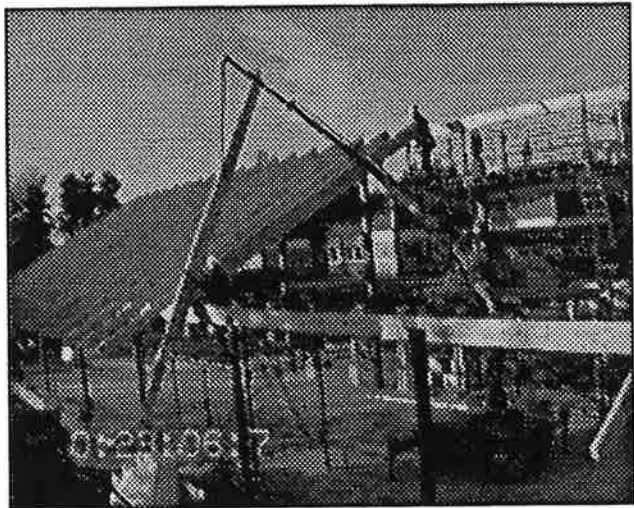




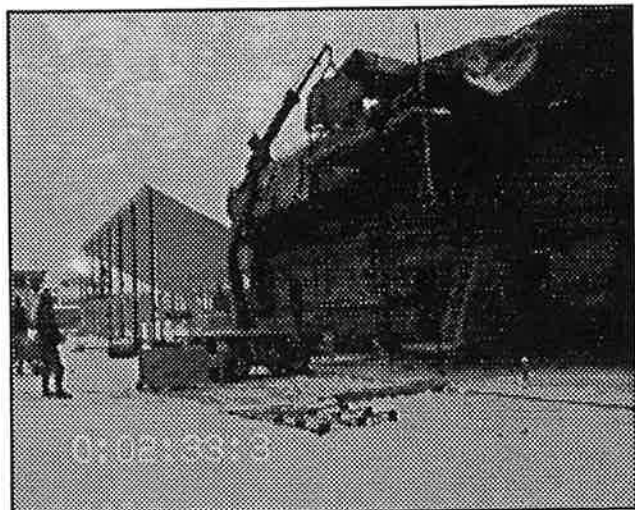
**Bild 4. Operatören, kan stå längre ifrån för att minska belastningen på nacken.**



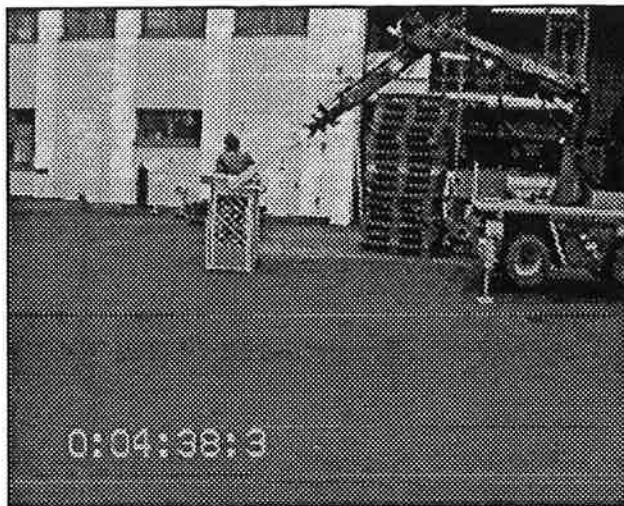
**Bild 5. Lyft av takstol med kran utan förlängningsarm på skolbygge.**



**Bild 6. Lyft av en halv pall Leca (ca 300 kg) med kranen**



**Bild 7. TEMO med korg klar för lyft.**



**Bild 8. TEMOs förare övervakar lyft.**



**Bild 9. Transport med släp och full last på väg.**



Bild 10. Transport utan  
TEMO.



Bild 11. Lyft av plank med  
repspel.

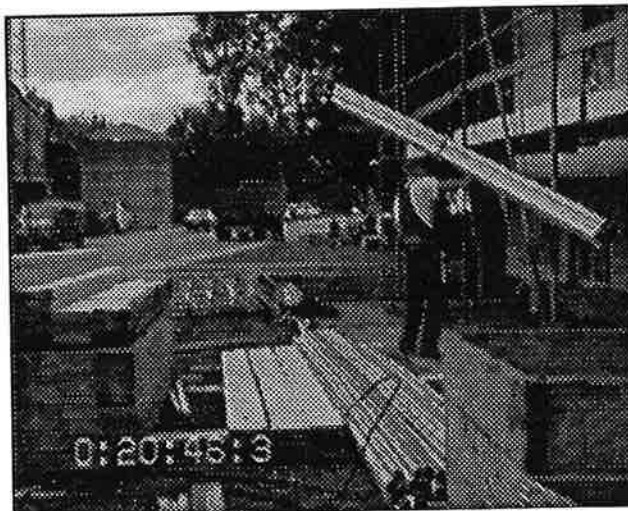


Bild 12. Bärning av trall  
på ställning.



Bild 13. Lyft av spira manuellt.



Bild 14. Arbete vid repspel.

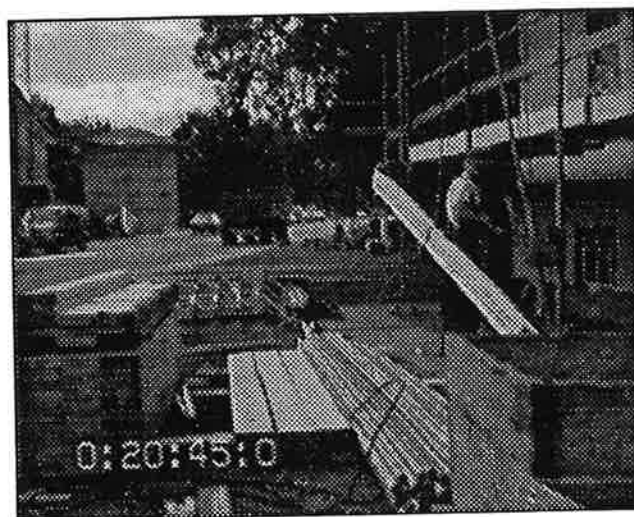


Bild 15. Mottagning av kopplingar som kastas upp.



