



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**

**R74:1988**

**Datoriseringen och byggnadsarbetet  
CAD och projektering av  
byggplatsens arbetsmiljö**

**Adina Jägbeck**

*R  
Jall*

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Plac	<i>Se</i>

**Byggforskningsrådet**

R74:1988

# DATORISERINGEN OCH BYGGNADSARBETET

CAD och projektering av  
byggplatsens arbetsmiljö

Adina Jägbeck

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 831063-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till Svenska Bygg-  
nadsarbetareförbundet, Allan Andersson, Stockholm.

## REFERAT

Datorstöd används idag, förutom för administrativa uppgifter, inom projektering, byggstyrning, utsättning och förvaltning. Det finns anledning att anta att krav på rationaliseringar och komplexiteten i byggandet kommer att driva datoriseringen allt längre in på byggplatserna. Projektet består av två delar. En generell del, där samband mellan datoranvändningen och effekterna på arbetsförhållandena studeras. Tre pilotprojekt, där möjligheten att förbättra arbetsförhållandena för byggnadsarbetare och förebygga nya problem med hjälp av datateknik prövas i praktiken.

Detta pilotprojekt är inriktat på användning av datorer inom projekteringen. Det övergripande målet har varit att utveckla metoder för att, vid datorstödd projektering, förebygga arbetsmiljöproblem på byggplatsen. Det konkreta målet har varit att utveckla och testa en CAD-tillämpning inom områdena FALL-RAS och ERGONOMI.

Inom projektet har utvecklats en programmodul som ett komplement till det allmänt spridda CAD-programmet AutoCAD. Modulen innehåller två delar:

1. Information om skyddsregler, normer och standard. Avsikten är att förse projektören med information som normalt inte finns inom konsultledet. Informationen utgörs av bilder som kan tas fram på skärmen under projekteringen utan att avbryta denna.
2. En meny med skyddssymboler. Symbolerna föreställer olika fysiska skydd att monteras på byggplatsen eller att t ex gjutas in i förväg. Symbolerna fungerar som anvisningar både till arbetsplatsen och till övriga aktörer som konstruktör, VVS-konsult, tillverkare av prefabdelar m m.

Fallskyddsdelen har blivit relativt omfattande och fullständig. Ergonomidelen har visat sig svårare att hantera, främst beroende på brist på tillämpbara regler när det gäller arbetsbelastning. En angelägen fortsättning skulle vara att komplettera beskrivningar med regler om kemiska produkter.

I Bygghälsorådets 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.

R74:1988

ISBN 91-540-4938-5

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Spångbergs Tryckeri AB, Stockholm 1988

## Innehållsförteckning

<b>0</b>	<b>Sammanfattning</b>	Sid 5
<b>0.1</b>	<b>Forskningsprojektet "Den framtida byggarbetsplatsen" - Huvudstudien</b>	5
<b>0.2</b>	<b>Pilotprojekt 1: CAD och projektering av byggets arbetsmiljö</b>	6
0.2.1	Arbetsgången	
0.2.2	Mål och avgränsning	
0.2.3	Krav på systemet	
0.2.4	Val av system	
<b>1</b>	<b>Problemet</b>	11
1.1	Det vill gärna bli fel...	11
1.2	Samband mellan bygget och arbetsmiljöproblemen?	12
1.3	Vad kan projektören påverka bäst?	13
<b>2</b>	<b>Data som ny förutsättning</b>	14
2.1	CAD	14
2.2	De stora systemen	15
2.3	PC-CAD	16
<b>3</b>	<b>Projektets ambitioner</b>	17
<b>3.1</b>	<b>Olika ambitionsnivåer för projektören</b>	17
3.1.1	Information om risktyper	
3.1.2	Identifiera risker i det enskilda projektet	
3.1.3	Upplysning och planeringsförutsättningar för byggplatsen	
3.1.4	Projektering för god arbetsmiljö på bygget	
3.1.5	Val av ambitionsnivå för projektörens medverkan	
<b>3.2</b>	<b>Ambitioner för CAD - användningen</b>	20
3.2.1	Vad kan CAD göra i arbetsmiljöprojekteringen?	
3.2.2	Den första uppläggnings	
3.2.3	Val av funktioner för ett datorstött system för projektering av arbetsmiljö för bygget	
3.2.3	Val av datorsystem	
<b>3.3</b>	<b>Val av problemområden</b>	24
3.3.1	Urvalskriterier	
3.3.2	Olika fallsituationer	
3.3.3	Åtgärder för att förhindra fall	

3.3.4	Permanent skyddsanordningar- en del av byggnadskulturen?	
3.3.5	Permanent anordningar för tillfälliga skydd	
3.3.6	Övriga projektörsinsatser för att minimera fallrisker	
3.3.7	Ergonomiska problem	
3.3.8	Åtgärder för bättre ergonomi	
3.3.9	Val av åtgärder för vårt provsystem	
<b>4</b>	<b>Resultat: ett ointelligent system som innehåller kunskap</b>	<b>29</b>
4.1	Skyddsmodulens plats i CAD-systemet	29
4.2	Bladderblock över regler	30
4.2.1	Systematik	
4.2.2	Bladderblockets innehåll	
4.3	Symbolbibliotek	39
4.3.1	Menyn	
4.3.2	Symbolerna	
4.4	Resonerande: mekaniskt och kreativt	43
<b>5</b>	<b>Test och utvärdering</b>	<b>44</b>
5.1	Objektet	44
5.2	Skyddsplanering i ett tidigt skede	44
5.3	Slutsatser av testet	44
5.4	Återstående frågor	46
5.4.1	Hur kan den nu genomförda skyddsplaneringen genomföras på bygget?	
5.4.2	Hur fungerar det system som har utvecklats i projektet med en annan, oinsatt projektör?	
5.4.3	Debatt om systemets ambitioner, inriktning och lösningar på teoretiska och praktiska problem	
5.4.4	Utveckling av projektörens insats för bättre arbetsmiljö på bygget	

## 0 Sammanfattning

### 0.1 Forskningsprojektet "Den framtida byggarbetsplatsen"

#### Huvudstudien

Datoriseringens utbredning inom byggbranschen har inledningsvis berört dels konstruktionsberäkningar, dels det administrativa arbetet inom byggföretagen. Numera används datorstöd även inom projektering, byggstyrning, utsättning och förvaltning.

Det finns dock anledning att anta att krav på rationaliseringar och komplexiteten i byggandet kommer att driva datoriseringen allt längre in på byggplatserna. Tidregistrering och projektadministration kan nu i skötas från terminaler på bygget. På flera håll görs försök att utveckla byggande robotar för olika arbetsmoment. Både arbetsorganisationen och yrkesinnehållet kommer att påverkas.

Samtidigt finns de traditionella arbetsmiljöproblemen kvar. De viktigaste problemen är olycksfallsrisker, arbetsbelastning, klimatproblem, kemiska risker och stress.

Byggnadsarbetaryrket har dock starka positiva sidor. Hit kan räknas omväxling, personlig frihet, möjligheter att lära och utvecklas och ett starkt kamratskap.

Forskningsprojektet "Den framtida byggarbetsplatsen" ska söka belysa en rad frågor kring datoriseringen och dess betydelse för byggnadsarbetarna. Projektets syfte är

- ... att sammanfatta utvecklingstendenser kopplade till datoriseringen som påverkar byggnadsarbetarnas arbetsförhållanden,
- ... att analysera hur datoriseringen i olika skeden av byggprocessen påverkar byggnadsarbetet,
- ... att föreslå användningsområden, användningssätt och projektrutiner för den nya tekniken som bidrar till rationell produktion, god arbetsmiljö och ökat medbestämmande för byggnadsarbetarna samt
- ... identifiera behov av fortsatt FOU.

Projektet består av två delar

En generell del, där samband mellan datoranvändningen och effekterna på arbetsorganisation och arbetsmiljö studeras.

Några pilotprojekt, där möjligheten att förbättra arbetsförhållandena för byggnadsarbetare och förebygga nya problem med hjälp av datateknik prövas i praktiken.

## 0.2

### Pilotprojekt 1:

#### CAD och projektering av byggets arbetsmiljö

Pilotprojekt 1 är inriktat på användning av datorer inom projekteringen.

### 0.2.1

#### Arbetsgången :

- 1 Diskussion om önskat informationsflöde om arbetsmiljö till projekteringen
- 2 Val av system för ett försök
- 3 Skiss till arbetssätt för projektören
- 4 Sammanställning av regler, råd principiella lösningar och produkter
- 5 Prototyp till en tilläggsmodul för arbetsmiljö inom ett befintligt CAD-system
- 6 Test av arbetsmiljömodulen i ett konkret projekt

Projektgruppen har bestått av Adina Jägbeck och Catharina Lindahl, VBB samt Örjan Wikforss, Kurt Löwnertz och Agne Helmö, Wikforss Visualisering AB. Arbetsfördelningen inom gruppen har varit den att VBB har svarat för projektledning samt för punkterna 1 - 4 medan Wikforss Visualisering har i huvudsak arbetat med punkterna 5 - 6. Det praktiska testet har gjorts vid projekteringen av kv. Sigurd i Uppsala. Projektör var Wikforss arkitektkontor och entrörenör var Diös Östra bygg AB.

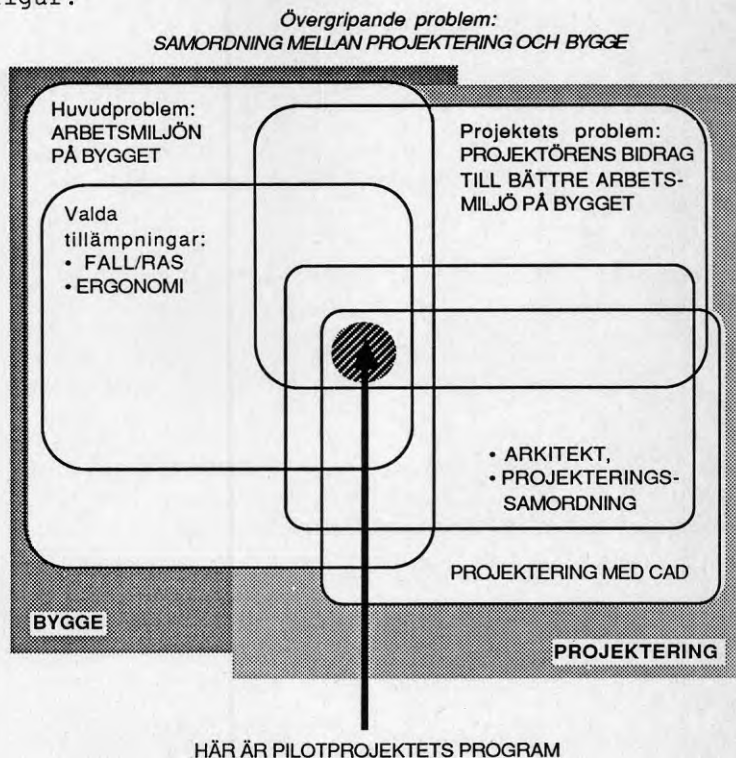


## 0.2.2

**Mål och avgränsning**

Det övergripande målet har varit att utveckla metoder för att, vid datorstödd projektering, förebygga arbetsmiljöproblem på byggplatsen. Det konkreta målet har varit att utveckla och testa en CAD-tillämpning inom områdena FALL-RAS och ERGONOMI för projektörer.

Projektets avgränsning kan illustreras av följande figur:



Figur 0-1

Projektets huvudfråga och avgränsning

## 0.2.3

**Krav på systemet**

De uppgifter som projektören kan behöva ha tillgång till för att bidra till bättre arbetsmiljö består av lagar, regler och råd om arbetsmiljön. Vidare måste projektören utifrån objektet välja ut vilka av reglerna som är tillämpliga och vilka byggdelar som berörs. Arbetsmiljöprojekteringen måste göras som ett led i den vanliga projekteringen.

De viktigaste synpunkterna på sättet att använda en CAD-baserad arbetsmiljömodul gällde projektörens förkunskaper, möjligheter att lära sig att överblicka och tillämpa nya regler och smidigheten i användningen på olika inlärningsstadier. Systemets huvuddelar anknyter till dessa förutsättningar.

#### 0.2.4

##### **Val av system**

Dessa krav ledde till att det system som valdes skulle vara ett standard CAD-system som skulle kunna innehålla både "normala" projekteringsfunktioner och de tillägg som arbetsmiljöprojekteringen kunde innebära. Systemet skulle innehålla både grafik och databas. Ytterligare ett praktiskt önskemål var att systemet skulle vara "öppet", lätt och helst billigt att arbeta i och utveckla.

Valet föll på ett väl spritt PC-baserat CAD-system - Autocad. Inom denna ram valde vi vidare ett av de bygganpassningar som finns utvecklade i Sverige - Arcad. Den framtagna arbetsmiljötillämpningen har infogats i Arcad för att få en naturlig koppling till den normala projekteringen. (Arbetsmiljömodulen kan dock användas även oberoende av Arcad.)

#### 0.3

##### **Resultat:**

##### **ett ointelligent system som innehåller kunskap**

Med utgångspunkt från ovanstående resonemag kom systemet att innehålla följande delar:

##### 0.3.1

##### **Bladderblock över regler**

"Bladderblocket" består av ett antal bilder som redovisar gällande normer, vad projektören kan, bör eller måste göra och vilka symboler som kan användas. Bilderna är ordnade enligt BSABs byggdels-tabell. De kan tas fram och läggas över den ritning man arbetar med projektet. Användningen av bladderblocket innebär en inläring av ämnesområdet.

Som grund för kunskapsbasen i systemet gjordes en sammanställning av regler, råd principlösningar och produkter på marknaden.

Bladderblocket måste hållas aktuellt med förändrade regler för att fungera som avsett.

### 0.3.2 **Symbolbibliotek**

För att underlätta arbetet med projektering av arbetsmiljö finns ett symbolbibliotek med färdiga symboler för olika ändamål.

- Permanenta skydd mot fall och ras
- Tillfälliga skydd för fall och ras
- Ergonomiska symboler.
- En fjärde grupp symboler syftar till att bygga upp en arbetsplatsdisposition.

### 0.3.3 **Resonerande: mekaniskt och kreativt**

Den sista och viktigaste delen i arbetsmiljöprojekteringen utgörs av resonerandet.

Vi undersökte möjligheterna att låta vissa *sökfunktioner* göras automatiskt men avstog från detta därför att CAD-systemen idag inte kan "identifiera" de flesta delar i en ritning - det mesta ritas som streck och inte som byggdelar.

*Kreativa lösningar* t ex att en konstruktion måste kunna ifrågasättas helt om de skydd som krävs blir orimliga eller att man väljer förtillverkning, bättre hjälpmedel osv har vi inte ansett lämpliga att mekanisera. Det är en yrkeskunskap som måste tillhöra människor. Det är dock inte omöjligt att datasystem kan komma att utvecklas som kan ge bättre underlag för beslut.

## 0.3 **Test och utvärdering**

### 0.3.1 **Ett prov med skyddsplanering**

I projektet ingick ett test av systemet i ett praktiskt byggprojekt. Det aktuella objektet var Kv. Sigurd i Uppsala där Wikforss arkitektkontor projekterade bostäder. Beställare var Diös Östra AB, projektets totalentreprenör.

Testet utgjordes av skyddsplanering av ett av åtta liknande trapphus. Planeringen gjordes i samarbete med entreprenören som deltog med arbetschef, platschef, lagbas (tillika skyddsombud) samt skyddsingenjör. Skyddsplaneringen kom att utföras långt före byggstart.

Resultatet bestod av två delar:

- Ett protokoll med beslut om arbetsmetoder, och arbetsplatsens disposition
- En skyddsritning

### 0.3.2

#### Slutsatser av testet

- o Skyddsplaneringen gjordes i samarbete med en entreprenör. Vilket stämmer med vår förhoppning att ett samarbete skulle främjas och underlättas med ett sådant system.
- o Skyddsplaneringen gjordes under realistiska diskussioner om det kommande bygget. Detta berodde främst på att entreprenören deltog i planeringen.

Testet visar inte vilket resultat en projektör ensam skulle ha kommit fram till.

- o Projektörens deltagande ledde till att skyddsfrågorna kunde diskuteras i ett sammanhang där ändringar av konstruktionen och tillkommande skyddsåtgärder kompletterade varandra. mar- bete.
- o Entreprenören var helt nöjd med resultatet av skyddsprojekteringen. Planeringen kunde göras effektivt och med rätt omfattning.
- o Skyddsritningen var tydlig. Färdiga symboler fanns för de flesta beslutade åtgärder.
- o Testet kan sägas antyda att det är naturligt att arbetsplatsens planering, frågor om arbetsmetoder och om skydd diskuteras i ett sammanhang. Det talar också för att sådana symboler bör ingå i ett mer utvecklat arbetsmiljöprogram.

### 0.3.4

#### Återstående frågor

Det är främst två aspekter som inte belyses tillräckligt i projektet:

- 1 Hur kan den nu genomförda skyddsplaneringen genomföras på bygget?

Den planering som nu kunde genomföras i ett tidigt skede i samarbete med den platsorganisation som kommer att delta i bygget har naturligtvis alla förutsättningar att bemötas positivt.

Däremot är det lika troligt att det kommer att behöva revideras och kompletteras.

- 2 Hur fungerar det system som har utvecklats i projektet med en annan, oinsatt projektör?

I projektet har vi kunnat bedöma systemets fakta-innehåll och olika funktioner. Däremot har det inte varit möjligt att pröva om en oinsatt projektör accepterar arbetssättet, hur det är att lära sig att hitta i blädderbilderna och att använda symbolerna.

- 3 Debatt om systemets ambitioner, inriktning och lösningar på teoretiska och praktiska problem

Det är också viktigt att prototypen, dess utgångspunkter och inriktning diskuteras av projektörer och entreprenörer så att slutsatserna kan användas för framtiden.

## 1 Problemet

### 1.1 Det vill gärna bli fel...

Citat från byggmötesprotokoll:

20/2 I lägenhet nr 0307 märktes att trapphålet var för stort så att skenan hamnar i luften.  
Väntetid och frångång 1 dag innan besked.

1/4 Hålborrharen förstör gipsväggar när han borrar för värmestammar.

XX stänker vår kran med betong under tömning från bil.

Vi kan ej utföra terrassarbeten på E19 förrän XX bilat bort sin frusna betong.

2/4 Rörschakt V30 felborrat i D17 , väggar måste flyttas. Generellt (10 lgh).

Understa fästet till konsol X10 kan ej fästas vid ventschakt E19 under fläktrum, var tvungen att gå ifrån.

.....

9/5 XX bilar upp i lägenhetsgolven i hus D och gjuter igen.

Betong tas in genom fönstren som förstörs. Platschefen informerad.

14/5 Mått och lösning på takfot vid takhuv på fläktrum E20 saknas på ritning. Platschef överlämnade skiss senare på dagen.

.....

17/9 Oframkomligt för traktor till lilla torget p g a schaktmassor, till 11.00 sedan smal tillfartsväg, får ej in långa limträbalkar.

Ys traktor kör på kranen, kranchaufför vägrar köra p g a faran. Stillestånd 1 timme.

Efter fråga från oss om det skulle vara underlagspapp på råsspont över loftgång fick vi besked om att så var fallet. Strul på taket.

## 1.2

### Samband mellan bygget och arbetsmiljöproblemen?

Arbetsmiljöproblemen på bygget kan hänföras till olika förhållanden på bygget:

#### Fysisk/tekniska:

- arbetsplatsens läge (höjd, tillträdesvägar, lutning mm)
- utrymme (för kroppen, för handen, för hjälpmedel)
- material (ämne, format, vikt mm)
- media för bygget (el, vatten mm för maskiner)

#### Organisatoriskt/ ekonomiska

- arbetsfördelning (vem, hur länge)
- hjälpmedel (planering, organisation)
- tidplan (totalt, fördelning)
- bemaning (antal, utbildning)
- planering
- ledning, kontroll, styrning
- städning, underhåll

#### Sociala/ individuella

- kunskaper och erfarenheter
- samtrimning
- kultur och inställning
- speciella omständigheter

Det finns regler och arbetsmetoder som tillsammans utformar arbetsmiljön på bygget. Den höga olycks-siffrorna och förslitningen tyder på att de rutiner som finns idag inte räcker för att säkerställa en bra arbetsmiljö.

Ett viktigt problem är att ingen part har kontroll över samtliga förutsättningar vilket gör det svårt för någon enskild aktör att ensidigt åstadkomma en förbättring.

Orsakerna till problemen kan delas in i tre huvudgrupper:

- Fel krav: de arbetsmiljökrav som gäller för bygget förmår inte undanröja riskerna.
- Fel instans: arbetsmiljökraven ställs där problemen uppkommer, oftast för sent i processen och inte där de kan lösas.
- Brister i samarbetet: information förmedlas inte mellan de olika aktörerna, problemen löses inte i samverkan.

### 1.3

#### Vad kan projektören påverka bäst?

Endast en mindre del av orsakerna till arbetsmiljöproblemen kan sättas i samband med projekteringen. De faktorer som projektören råder över är i första hand förhållanden som är föremål för projektering nämligen:

- konstruktion
- material
- utrymme

och, i viss mån,

- arbetsmetod

Projektörens val är dock inte ensamt avgörande för uppkomsten av arbetsmiljöproblem. För varje egen-  
skap hos byggnad som projektören föreskriver finns ofta flera arbetsmetoder. Byggets planering och organisation, arbetsmetoderna och arbetsfördelningen har den största betydelsen när det gäller de verkliga arbetsförhållandena. Till liknande slutsatser kommer också forskarna inom SAR's arbetsmiljöprojekt (ref) liksom SKAPA-projektet (ref).

Detta förhållande har också en rimlig förklaring. Projekteringsarbetet är i stor utsträckning anpassat till de material och arbetsmetoder som finns i praktiken. Det är mera sällan som projektören förutsätter eller tvingar fram nya arbetsmetoder. Projektören bör dock i många fall ha möjlighet att välja mellan olika lösningar på samma brukarproblem.

## 2 Data som ny förutsättning

### 2.1 CAD

Detta är inte platsen att mer ingående beskriva ett CAD-systems funktioner och uppbyggnad. Några egenskaper som har haft betydelse för utvecklingen av prototypen är dock viktiga.

CAD kan sägas vara en elektronisk kombination av olika traditionella verktyg som i sin nya form kan fås att samarbeta. De delar som kan ingå är:

- "Milimeterpapper" - ett rutnät med fasta lägen vars inbördes avstånd kan definieras till att motsvara valfria verkliga mått.

3D-system innehåller ett gitter i stället för ett platt nät och kan därmed hantera rymdkroppar.

2.5D-system kan definiera avstånd mellan begränsat ett antal skikt, t.ex våningsplan.

- "Skisspapper" - ett flertal skikt kan överlagras, samkopieras, släckas.

Skikten kan ges olika funktioner. Uppdelning i skikt kan delvis ersätta databaser.

- "Linjemallar" - funktioner som efterliknar linjaler, kurvmallar m m.
- "Skrivmaskin"
- "Räknemaskin"
- "Figurmallar", "Klisterbilder" - dvs färdiga figurer som symboliserar verkliga föremål, gärna i skala. Figurerna kan sorteras i ämnesvisa "symbolbibliotek" som kan avbildas på bordsmenyer eller kallas fram med olika kommandon.
- "Kartotek" - databaser som innehåller olika objekt och information om dessa. Olika söksystem för huvudord, underrubriker, urval m m.

Alla dessa egenskaper måste utnyttjas för att bygga upp en CAD-tillämpning som innehåller både verbal kunskap och avbildningar av verkliga föremål.



## 2.2

### De stora systemen

Utgångspunkten för projektet var att åstadkomma i det närmaste ett expertsystem för projektörer för lösning av byggets arbetsmiljöproblem på ett tidigt skede.

De skisserade funktionerna förutsatte ett integrerat verktyg med en avancerad CAD-del och en avancerad databas. Det skulle utnyttja möjligheterna som äkta 3D ger för koppling mellan projektering och produktionsplanering. En dubbelriktad koppling skulle finnas mellan den grafiska delen och databasen.

Databasen skulle i sin tur innehålla flera inbördes kopplade underavdelningar. Både ritningen och databasen (databaserna) skulle vara organiserade med en för branshen gemensam kodstruktur för att underlätta sökning och kopiering mellan de olika delarna. Skissen motsvarande på sitt sätt de integrerade program som numera finns för persondatorer där text, kalkyl, diagram och kommunikation kan användas i sammankopplade dokument.

Efter diskussioner med CAD-experten stod det klart att det långt kvar innan programutvecklingen inom byggtillämpningar skulle komma att erbjuda de byggestenar som denna första projektskiss krävde. De felande länkarna var många vid den aktuella tidpunkten, våren 1984.

Det fanns visserligen möjligheter att åstadkomma kopplingar mellan grafik och databaser men endast i ena riktningen, dvs från grafik till databas. Dessutom kunde kopplingar endast gälla "frälset" i ritningarna, dvs färdiga celler (symboler, objekt) dvs enheter kopierade ur ett särskilt bibliotek och inte "meniga" streck och andra figurer. Kopplingen kunde ske med hjälp av objektets namn (eller kod). Att gå i andra riktningen, dvs att identifiera element på ritning utifrån motsvarande namn eller kod i databasen var inte möjligt i de system som kom i fråga (Intergraph och Medusa).

De stora systemen i branchen har alla möjligheter till 3D. 3D-funktionen är utformad på olika sätt i de olika systemen. Intergraph arbetar med "äkta" 3D, dvs att den inritade kroppen utgör en rymdfigur utformad som antingen en "stältrådsmodell" eller bestående av ytor. Den 3-dimensionella kroppen kan sedan betraktas från en vald punkt i rymden eller roteras kring en axel. Medusa och CV utgår istället ifrån med projektioner som sammanbinds efter projektörens anvisningar till en perspektivbild. Bilder med olika betraktelsepunkter kan skapas som beskriver byggnadskroppen (eller interiören) ur olika vinklar. Problemet var att 3D inte i något system användes för den vanliga

projekteringen annat än i undantagsfall, mest som presentationsmaterial på samma sätt som i manuell projektering.

Ytterligare ett problem med de stora systemen var givetvis kostnaden för programmering och systemutveckling. Även enkla men fungerande "skisser" tar lång tid att göra och kostar mycket pengar. Dessutom är systemmänn en bristvara- få, överhopade med arbete och stressade av de höga kostnaderna och användarnas krav.

Det som slutligen avgjorde vårt beslut att avstå från att genomföra projektet på något av de stora systemen var dock att de inte användes för byggplanering och byggproduktion. Det kan låta paradoxalt med tanke på att de flesta arbetsstationer av Medusa ägs av entreprenörer. Men även där finns, t.v, en klar åtskillnad mellan projekteringsverktyget CAD och byggstyrningsverktyget BS. Det senare är i vissa fall intergrerat med ekonomi- och lönesystem, i andra fall inte.

## 2.3

### PC-CAD

Erfarenheterna av SAR's arbetsmiljöprojekt och inte minst av Bygghälsans stora "SKAPA"- projekt pekar på att projektören visserligen inte har kunskap att planera arbetsmiljön på bygget men att det inte heller vore praktiskt eller önskvärt att det ansvaret låg hos projektören, annat än i begränsade områden. En stor del av arbetsmiljöproblemen löses lämpligast av entreprenören. I många fall vore ett närmare samarbete med projektören till fördel för slutresultatet.

Det är därför tveksamt om ett hjälpmedel för projektören att på egen hand projektera bättre arbetsmiljö, även om projektering av arbetsmiljö med hjälp av CAD skulle visa sig fungera bättre än de försök som hittills har gjorts med manuell projektering. Det finns inte några tecken på att datorstödet skulle automatiskt, inom en nära framtid kunna leda till en större integration mellan projektering och bygge. Det krävs sannolikt att projektörssystemen (CAD och databas-AMA eller ordbehandlings-AMA) och entreprenörssystemen (databaser och kalkylsystem) är lönsamma för sin respektive användning på egen hand. Desutom krävs att de båda systemsorterna tekniskt kan kopplas ihop.

Datorer kommer alltså inte att automatisk leda till ett närmare samarbete mellan projektör och entreprenör. Projektets mål var dock inte i första hand att hjälpa projektörerna att rita bättre arbetsmiljö utan att projektörerna ska kunna ge sitt bidrag till att arbetsmiljön verkligen blir bättre. Vilket är något olika saker. Den hänsyn som projektören even-

tuellet tar till arbetsmiljön ska kunna förmedlas till bygget på ett sätt som passar entreprenörens arbetssätt och med sådan teknik att entreprenören kan skarva på med sina kompletteringar. Det reviderade målet blev därför ett datoriserat planeringshjälpmedel för arbetsmiljö, som ska kunna användas av både projektörer och entreprenörer med den ansvarsuppdelning som blir bäst i varje projekt. Gränserna kan bero på upphandlingsform, graden av prefabricering mm.

## **3 Projektets ambitioner**

### **3.1 Olika ambitionsnivåer för projektören**

Det här projektet syftar till att utveckla projektörens möjligheter att bidra till en god arbetsmiljö på bygget.

Projektören kan ha olika ambitionsnivåer när det gäller projekteringen av ett enskilt projekt:

1. Informera om allmänna risker i samband med den aktuella konstruktionen
2. Identifiera direkta risker i projektet
3. Upplysa om planeringsförutsättningar inför senare skyddsplanering på byggplatsen
4. Projektera för god arbetsmiljö under bygget

#### **3.1.1 Information om risktyper**

Underlaget för den här typen av information är inte kopplat till ett speciellt projekt. Den finns redan i pappersform och delvis på data.

En mer genomförd datorisering skulle kunna utgöras av ett söksystem där lagstiftning, råd, lösningar och produkter skulle kunna sorteras fram. Lösningen skulle också kunna kopieras in i handlingarna eller bara hänvisas till med en kod. Arbetssättet kunde liknas arbetet med beskrivningsdelen av projekteringshandlingarna.

Detta kan utformas som ett regelrätt "expertsystem" eller ett enklare bibliotek typ produktkatalogen. I ett expertsystem skulle projektören kunna precisera förutsättningarna allt eftersom och få svar på om någon lösning krävs och i så fall vilken. I en enklare katalog skulle projektören, m h a en kod, kunna få information om de regler eller produkter

som är aktuella. Detta senare förutsätter att projektören själv besitter grunkunskapen i ämnet.

I båda fallen bör det vara frågan om en branschgemensam eller samhällelig databas. Det ställs stora krav på att en sådan databas är aktuell, komplett och tillförlitlig. Så länge som projektering för byggsplatsens arbetsmiljö inte är ett krav kan sannolikt ingen myndighet ställa sig bakom en sådan sammanställning. Av samma skäl kan det även vara svårt att motivera en sådan databas på kommersiella grunder.

### 3.1.2

#### Identifiera risker i det enskilda projektet

Att automatiskt identifiera alla risker i ett projekt är vid första tanken orealistiskt. Vissa risker är dock klart kopplade till särskilda byggnadsdelar. I den mån dessa är markerade som komponenter, celler eller symboler skulle de kunna utgöra ett första urval och en hjälp vid granskning av handlingarna ur bl.a arbetsmiljösynpunkt.

Kontrollen skulle i vissa fall kunna vara kopplad till beskrivningskoden. Det gäller målning, limning, tätningsmassor mm vilka skulle kunna kontrolleras ur kemisk synpunkt.

I andra fall skulle kontrollen kunna kopplas till symboler- t.ex märkningen av hål och sockakt. Det innebär att hålmärkningen inte "ritas" utan kopieras från ett symbolbibliotek med möjlighet att söka igenom ritningarna på samma sätt som sökning av ett speciellt ord sker vid ordbehandling. Arbetssättet har likheter med stycklistning och mängdavgivning. Datorstödet bör utformas på liknande sätt.

Kunskapen om risktyper finns i detta fall hos projektören eller får hämtas i samarbetet med någon rådgivande instans, typ bygghälsan.

### 3.1.3

#### Upplysning och planeringsförutsättningar för byggsplatsen

Bygghandlingarna skulle kunna kompletteras med upplysningar av intresse för arbetsmiljön, upplysningar som skulle utgöra underlag för den vidare planeringen på arbetsplatsen. De upplysningar som projektören kan ge gäller byggsdelars hållfasthet och stabilitet och möjligheterna att hantera och belasta dem under bygget. Det kan också vara frågan om enskilda konstruktions vikt och andra egenskaper som kan hjälpa till för att bedöma möjligheten att lyfta med en viss utrustning.

Det kan också vara frågan om anvisningar för avsträvning och förankring av byggdelar under monteringen.

Sådana handlingar kan vara lättare att precisera i direkt dialog med bygget. Det kan i många fall vara en gemensam fråga för konstruktör och materialtillverkare.

Datasystemets roll är här att underlätta framtagningen av den typen av upplysningar vilket har likhet med andra förteckningar och mängdberäkningar.

### 3.1.4

#### Projektering för god arbetsmiljö på bygget

I denna kategori faller sådana konstruktionsdetaljer som underlättar hanteringen på byggplatsen. Det kan vara frågan om ingjutna lyftögglor, ingjutna fästen för kommande installationer eller fästen för skyddsräcken, skyddsnet, livlinor o dyl.

Generellt kan man säga att projektören måste föreställa sig byggnaden under uppförande och vid reparation och inte endast i bruk. Under uppförande gäller att klara:

- Transport, hantering och lagring av byggnadsdelarna. Det kan påverka både de olika enheternas hanterbarhet som tillträdesvägarna.
- Förhållandena under utförandet av arbetet. Det kan gälla utrymme, arbetsställning, kemiska risker mm.

Ett grundkrav är att projektören inte förutsätter arbetsmetoder som inte accepteras ur arbetsmiljösynpunkt. Detta får utgöra en miniminivå och kan betraktas som ett passivt sätt att bidra till att minska arbetsmiljöproblemen på bygget. Exempel på detta är att undvika målning med epoxifärger.

Men projektören kan också aktivt arbeta för en bättre arbetsmiljö. Den enklare metoden att åstadkomma detta är att använda sig av "alternativmetoden" dvs att utifrån en given lösning välja alternativa konstruktioner, utföranden och material som ger en likvärdig lösning för brukaren men en bättre arbetsmiljö för byggnadsarbetarna. Det är också den linje som den danska arbetsmiljölagstiftningen följer när det gäller projektörens ansvar. Exempel på detta är att föreskriva vattenbaserade färger och lacker alternativt att kräva fabriksmålning om det är viktigt att farliga lösningsmedel används. Ett annat exempel är att välja mursten som lätt kan lyftas med en hand. Eller att placera installationer på en bekväm arbetshöjd.

En mer långtgående insats som projektören kan göra för byggnadsarbetarna är att ha byggplatsens arbetsmetoder som en av de viktigare förutsättningarna, jämsides med brukarkrav, underhållskrav mm vid val av byggnadens form, konstruktioner och material. Ingen projektör kan idag, vid ett nybygge hävda att kravet på hissar eller soprum tillkommer som störande element i planlösningen det är krav som normalt ingår som en förutsättning i byggnadsprogrammet. Samma dignitet skulle t.ex kunna ges kravet på utrymme i installationsutrymmen.

För att klara detta krävs att projektören är insatt i byggmetoder och vid projekteringen och dessutom har en roll i projektet som innefattar uppföljning under bygget och samarbete med platsledningen kring problem i produktionen. (Se SKAPA-projektet) Detta skulle ge projektören möjlighet att bedöma om och när en speciell lösning innebär svårigheter på bygget och om det krävs speciella upplysningar riktade till bygget.

I annat fall skulle den ambitiöse projektören, för att gardera sig ur arbetsmiljösynpunkt, vara hänvisad till att bara rita låga hus med enkla former och med traditionella, kända, metoder och material, vilket inte är till gagn för någon i det långa loppet...

### 3.1.5

#### **Val av ambitionsnivå för projektörens medverkan**

I projektet förutsättes att projektörens roll inte har ändrats anmärkningsvärt. Det innebär att det ska vara möjligt att engagera sig i olika grad för en bättre arbetsmiljö. Ett datorstött verktyg ska vara användbart både för alla ovannämnda nivåer.

Det är en fördel dessutom om datorsystemet kan användas som en grund för ett ökat samarbete mellan parterna. Det innebär att den översiktliga skyddsplanering som projektören kan ha gjort ska kunna utvecklas och anpassas av en entreprenör.

Vi tror att projektörens engagemang är viktigt för att resultatet ska bli bra och rimligt effektivt. Det innebär att projektören måste lära sig att tänka på arbetsmiljö. Datorsystemets uppgift är att stå till tjänst med detaljupplysningar och med förenklade arbetsmetoder - inte med kunskap och bedömningar.

## 3.2

### **Ambitioner för CAD - användningen**

### 3.2.1

#### Vad kan CAD göra i arbetsmiljöprojekteringen?

CAD är ett arbetsredskap som kan vara lämpligt för vissa syften och mindre intressant - idag - i andra tillämpningar. Först några problem som vi inte tror att CAD lämpar sig för:

- Det är uppenbart att det finns brister i de regler som gäller arbetsmiljön på bygget.

Ett projekteringshjälpmedel kan inte undanröja dessa brister - men väl underlätta att tillämpa de regler som finns.

- Det ställs idag mycket få krav på projektören när det gäller byggets arbetsmiljö.

Ett projekteringshjälpmedel kan inte ändra detta men väl åskådliggöra alternativ så att projektören kan välja en utformning som är bättre ur arbets- miljösynpunkt.

- Det finns tyvärr ett mycket litet samarbete mellan projektörer och entreprenörer när det gäller arbetsmetoder på bygget.

Inget projekteringshjälpmedel kan tvinga fram ett bättre samarbete - men väl bidra till att presentera projekteringsresultatet så att det blir användbart för byggets arbetsmiljöplanering.

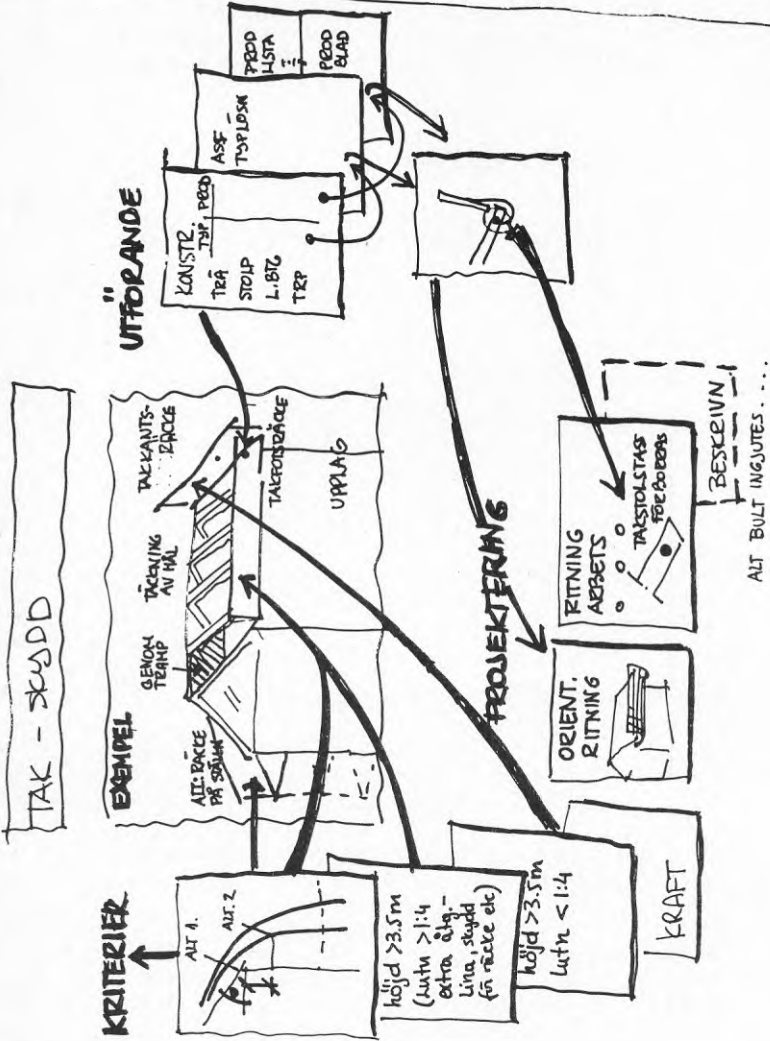
### 3.2.2

#### Den första systemuppläggnigen

Som underlag för våra försök att definiera prototypens funktioner använde vi oss av en idealmodell över fakta och bearbetningar som krävs för att projektera arbetsmiljö med hänsyn till en person som kan projektera men är mindre insatt i arbetsmiljökraven.

Efter en mödosam dialog med CAD-experten insåg vi att varken CAD-systemen eller projekteringsrutinerna skulle tåla några mer långtgående försök till automatiserad bearbetning av data. Istället valde vi att bygga upp ett "halvautomatiskt" system med en kombination av hjälpmedel och mänsklig bedömning på samma nivå som projekteringsystemen i övrigt.

Figuren visar den ursprungliga systemuppläggnigen med de delar som blev datoriserade särskilt utmärkta.





### 3.2.3

#### Val av funktioner för ett datorstödd system för projektering av arbetsmiljö för bygget

Ett hjälpmedel för arbetsmiljöprojektering kan däremot ha följande funktioner:

- 1a ge en överblick över de regler som gäller för projekteringen av arbetsmiljön för byggnadsarbetare (och reparatörer, fastighetsskötare mfl) - "projekteringsregler"
- 1b ge en överblick över de arbetsmiljöregler som gäller byggplatsen samt ett urval av de förhållanden vilka kan påverkas av projektören - "byggplatsregler för projektören"
- 2 översätta regler till datorstödda rutiner för projektering (symboler, kommandon)
- 3 underlätta samordningen mellan projektörer genom att skapa en gemensam arbetsmiljöredovisning (rutiner för redovisning, ansvarsfördelning mm)
- 4 utgöra ett "dokument" som kan ligga till grund för samarbetet mellan projektör och entreprenör när det gäller arbetsmiljön

### 3.2.4

#### Val av datorsystem

Vid valet av datorsystem har det gällt att hitta ett system som

- dels har, eller har utsikter att få, tillräcklig spridning bland projektörer,
- dels finns hos entreprenörer.

Det innebär ett inte alltför dyrt system som klarar både projektörens krav på god grafisk behandling och entreprenörens krav på databashantering och kalkyler. Det innebär, i praktiken, en moduluppbyggd programvara där olika användare kan skaffa de delar som passar dem.

Utvecklingen av CAD på presondatorer öppnar nu nya möjligheter. Nästa uppgift i pilotprojektet blev där- för att undersöka dessa. Det system som låg längst fram i utvecklingen var en påbyggnad på AutoCAD - ARCAD - utvecklad av Wikforss arkitektkontor. Systemet är utvecklat för IBM-PC, en dator som sannolikt redan har en viss spridning även hos entreprenörer.

### 3.3 Val av problemområden

#### 3.3.1 Urvalskriterier

Projektet behandlar inte alla de tänkbara arbetsmiljöproblem som kan uppträda på ett bygge. Urvalskriterierna har varit:

- Viktiga problem (för byggnadsarbetarnas skull)
- Problem som har ett klart samband med projektering (för resultatets skull)
- Problem som är olika till sin karaktär (för forskningens skull)

De valda problemområdena blev Fall/ras och Ergonomi.

#### 3.3.2 Olika fallsituationer

Underlaget rasar-	stege bock byggnadsdel
Snubblar-	löst material kablar arbetsverktyg ojämnt underlag utstickande byggnadsdel ränna,
Halkar-	is vätska halt byggnadsmaterial lutande underlag
Blir knuffad el.dyl-	fallande föremål fallande person maskin i rörelse
Yrsel eller annan inre påverkan-	sjukdom lösningsmedel hopkrupen arbetsställning buller, infra- eller ultraljud

#### 3.3.3 Åtgärder för att förhindra fall

De åtgärder för bättre skydd mot fallolyckor som en projektör kan vidta eller förbereda för finns i lagar och anvisningar, inom byggnadslagstiftningen och arbetsmiljölagstiftningen. Kopplat till dessa

finns sedan exempel, råd och produkter som kan vara bra att känna till och använda i det enskilda projektet. Nedan ges en förteckning på lagar och anvisningar. Till detta läggs kommentarer om vad projektören lämpligen kan göra i varje fall. Som källor har använts:

- SBN 1980
- AFS 1981:14 (Skydd mot skada genom fall och ras)
- ASS 32 (Bygganvisningar), och Meddelande 1974:21
- AFS 1983:12 (Takarbeta)
- Medd 1978:20 (Montering av förtillverkade betongelement)
- Medd 1978:19 (Montering av förtillverkade stålkonstruktioner)
- Arbetsmiljöhandbok för projektering inom byggbranschen
- AMA
- Diskussioner med bygghälsans Åke Ahlgren, Tore Sköldberg, Karl-Ebbe Rask, samt olycksfallsgruppen KTH
- Rundskrivelse till samtliga byggnadsinspektörer på yrkesinspektionens distrikt
- Skyddsräckeskatalogen 1985

### 3.3.4

#### **Permanent skyddsanordningar - en del av byggnadskulturen?**

En typ av fallskydd utgörs alltså av fasta anordningar för brukare och fastighetsskötare. De flesta av dessa finns angivna i SBN och gäller följaktligen vid nybyggnad och därmed jämförbara reparationer. Deras förekomst styrs av byggnadslagen och deras placering och utformning specificeras i SBN. Skydden, räcken, bryggor och formlister, är dock ganska oansenliga och i många fall otillräckliga.

Men mycket mer skulle kunna göras. Man kan nämligen ha den inställningen att skydd ska störa den "egentliga" byggnaden så lite som möjligt. Eller också kan man utgå från den funktionen vid projekteringen.

Ett exempel: en originell idé som har diskuterats är att integrera vissa skyddsdetaljer i byggnadens formspråk, t.ex skyddsräcken vid takfot. I den

postmoderna arkitekturen används t.ex hisschakt som ett formelement i form av storskaliga pilastrar. På liknande sätt kunde Palladio-liknande räcken vid takfoten. Vi vill inte i detta projekt ta ställning till olika formspråk och vi inser att en föreskrift om t.ex "Palladio-räcken" kan ha en hämmande inverkan på arkitektens skapade. Själva räckesfunktionen är dock inte mer begränsande än kravet på en viss att trappräcken måste vara av en viss minsta höjd och ha en viss föreskriven täthet.

Liknande resonemang kan föras beträffande många skyddsåtgärder. Resultatet måste bli att de viktigaste, dvs de allvarligaste och mest frekventa problemen i slutändan avsätter spår i byggnadskulturen.

### 3.3.5

#### **Permanenta anordningar för tillfälliga skydd**

De flesta fallrisker inom byggnaden hänger dock ihop med att byggnaden är under uppförande och att de "naturliga" skyden (trappräcken, ytterväggar, schaktväggar) ännu inte har kommit på plats. Andra risker hör ihop med att byggnadsarbetarna befinner sig på tillfälliga konstruktioner som ställningar, arbetsplattformar, bockar osv.

Vid kontakter med representanter för Bygghälsan och yrkesinspektionen har diskuterats om det inte toltalt kan bli mer ekonomiskt att projektera permanenta infästningspunkter för tillfälliga fallskydd. Dessa skulle kunna användas vid takarbeten, fasadarbeten, fönsterputsning mm.

Några av de uppslag som har kommit är:

- Permanenta takräcken på industribyggnader och permanenta fästen för takräcken på övriga byggnader. Ingjutna fästen är speciellt viktigt vid platta tak och lättbetongkonstruktioner. (Yngve Mettäväinio, YI i Luleå, Sven Åman, YI i Uppsala och Bernt Blomgren, YI i Skövde)
- Förankringen av byggnadsställningen projekteras in i konstruktionen. Byggnadsställning projekteras och dimensioneras samtidigt som den övriga projekteringen. (Bernt Blomgren, YI i Skövde)
- Bult eller annan förankring för skyddsräcke projekteras in vid "öppna fasader" dvs utfackningsväggar som sätts upp efter att stommen är klar. (Sven Åman, YI i Uppsala)

### 3.3.6 Övriga projektörsinsatser för att minimera fallrisker

- Minimera storleken på genomföringar i bjälklag. Det bör vara enklare att dimensionera och bestämma positionen för håltagningar och ursparingar mha CAD än vid manuell ritning. (Bernt Blomgren, YI i Skövde)
- Ledningar för tillfällig el kan projekteras för inbyggnad/ ingjutning bl a för att eliminera snubbelrisker och förbättra belysningen. (Bernt Blomgren, YI i Skövde, JM-bygg, m.fl)

### 3.3.7 Ergonomiska problem

De viktigaste ergonomiska problemen på byggen hänger samman med:

- Arbetsutrymme
- Monteringsutrymme
- Arbetsställning
- Objektens vikt och form
- Arbetstakt
- Ensidighet

### 3.3.8 Åtgärder för bättre ergonomi

Det finns ett antal rekommendationer som projektören kan ta hänsyn till, inte minst arkitekten som fungerar som samordnare av projekteringen.

De källor vi använt är:

- SBN 1980
- AFS
- Arbetsmiljöhandbok för projektering inom byggbranschen
- Diskussioner med Nils Eriksson (SBAF), bygghälsans Åke Ahlgren, Tore Sköldberg, Karl-Ebbe Rask, samt olycksfallsgruppen KTH
- Rundskrivelse till samtliga byggnadsinspektörer på yrkesinspektionens distrikt

Åtgärder för att förbättra byggets ergonomi i projekteringen visade sig inte lika lätta att få

fram som fallskydd. Ingen av yrkesinspektörerna hade några konkreta förslag i vår enkät.

Anledningen är att främst att ergonomin på plats ofta är ett resultat av konstruktionen och de valda arbetsmetoderna. Murade väggar av tunga betongblock är ett bra exempel.

Faktum att en konstruktion som väggar murade av stora betongblock ofta leder till tunga lyft i obekväma arbetsställningar beror på att man normalt lyfter med en hand och flyttar bomlaget för sällan.

Med lyfthjälpmedel, kontinuerlig höjning av ställningen och en lugnare arbetstakt skulle en del av problemen undvikas - men m<sup>2</sup>-kostnaden för konstruktionen skulle inte heller vara densamma. Om entreprenörerna genomgående offererade ett pris som täckte den bättre arbetsmiljön skulle kanske projektörerna betrakta väggar av tunga murblock som något exklusivt som ska användas sparsamt.

Felet ligger här sannolikt i att det inte finns några gränsvärden att hänvisa till som kan "höja ribban" i branschen.

### 3.3.9

#### Val av åtgärder för vårt provsystem

##### ÅTGÄRDER MOT FALL

De typer av åtgärder som diskuteras är:

- i första hand: förhindra förlust av balans
- i andra hand: minimera följderna av fallet

Inget av dessa områden är helt under projektörens kontroll. Fallrisker som kvarstår under byggnadens bruksskede bör - och ska - åtgärdas av projektören med hjälp av räcken och andra skydd. Detta gäller även underhåll och reparationsarbeten.

De tillfälliga skyddsåtgärder som kan vidtas på bygget kan delas in i två typer: tekniska och organisatoriska. Oftast krävs en kombination av dessa.

Exempel på *tekniska skyddsåtgärder* är: räcken, fästen, stadiga konstruktioner, utrymme för arbete och passage, förberett utrymme för tillfälliga ledningar, täckning av hål och rännor, markering av risker mm

Exempel på *organisatoriska åtgärder* är: städning, vakthållning, information, uppsättning av skydds-räcken, lock, spänger, uppsättning av markeringar mm.

Det är naturligt att projektören koncentrerar sig på att ge rätt förutsättningar för de tekniska åtgärderna.

Dessa är:

- Projektering av permanenta fallskydd
- Markering av läge för tillfälliga fallskydd
- Projektering av förtillverkade infästningar av tillfälliga fallskydd

#### ÅTGÄRDER FÖR BÄTTRE ERGONOMI

När det gäller ergonomin kan projektörens uppgift vara att

- Reservera utrymme för arbete och lyfthjälpmiddel
- Reservera utrymme för transport och hantering
- Välja infästningsmetod och läge i förhållande till materialets vikt och form för att medge en bekväm arbetsställ

## 4 Resultat: ett ointelligent system som innehåller kunskap

### 4.1 Skyddsmodulens plats i CAD-systemet

Arcad innehöll vid projektets start endast arkitekttillämpningar. Det kom dock att utvecklas under projektets gång. F n finns även VVS, och el. Byggmiljö-modulen nås på samma sätt som de övriga. Det innebär att vid skifte av modul kvarstår de rena ritkommandona oförändrade medan symbolmenyn byts ut.

Fördelen är att arbetsmetoden är beprövat, andra CAD-system fungerar på liknande sätt och att modulen ansluter sig väl till övriga rutiner i systemet.

Systemet kom systemet att innehålla två huvuddelar:

- Bladderblock över regler och råd
- Symbolbibliotek

Symbolbiblioteket är helt béparallellt med övriga tillämpningar. Bladderblocket är mera unikt för arbetsmiljömodulen.

## 4.2

### Bladderblock över regler

Utgångspunkten var att projektören inte har någon överblick av de regler som gäller arbetsmiljön på bygget. Dessa behöver presenteras i en form som anknuter så långt möjligt till gällande projekteringsrutiner.

"Bladderblocket" består av ett antal bilder som redovisar gällande normer, vad projektören kan, bör eller måste göra och vilka symboler som kan användas. Bilderna är ordnade enligt BSABs byggdels-tabell. De kan tas fram och läggas över den ritning man arbetar med. Det går inte att ändra i bilderna under projekteringen.

Som grund för kunskapsbasen i systemet gjordes en sammanställning av regler, råd principlösningar och produkter på marknaden. Sammanställningen gjordes m h a litteratur, intervjuer och en enkät till samtliga yrkesinspektörer på byggsidan.

De flesta krav riktas till bygget - inte till projektören. Många åtgärder måste dock planeras och ritas. Vi valde att ta med sådana.

I vår sammanställning finns en hel del råd och tips på hur olika problem kan lösas, vilka konstruktio-ner som leder till problem m m. Sådana resonemang och erfarenheter ingår inte i prototypen. Vi har därmed kommit att skilja på "faktakunskap" och "yrkeskunskap". Datasystemet har ingen yrkeskunskap. (I detta avseende fungerar systemet likadant som i den "normala" projekteringen - CAD-programmet säger inget om den ritade byggnaden är ful, oekonomisk eller trång. Det ger framför allt inga anvisningar till hur sådana nackdelar ska undvikas.)

Bladderblocket måste hållas aktuellt med förändrade regler för att fungera som avsett.

Användningen av bladderblocket innebär en inläring vilket innebär att en projektör med vana av arbetsmiljöprojektering med tiden kommer att utnyttja denna funktion allt mindre.



#### 4.2.1

#### Systematik

Den vanliga systematiken i branschen, BSAB-tabellerna, är tillräckligt välförankrade i branschen för att utgöra en kodstruktur även för arbetsmiljöområdet. Bygghälsan har för övrigt förberett terrängen genom sin "Arbetsmiljöhandbok för projektörer" från 1975 där man följde AMA-koderna. Ett problem, vars betydelse vi inte hann bedömma, var dock att BSAB-koderna användes företrädesvis av specialiserade beskrivare. De vanliga projektörerna är sällan så förtrogna med dem att de t.ex kan de utantill.

Det finns två sorters tabeller: byggdelsorienterade och metodorienterade. I programmet används en ny version av den byggdelsorienterade BSAB-tabellen som är samordnad med entreprenörerna. Dess huvudrubriker används som sökstruktur för arbetsmiljöregler.

Rubrikerna är:

1. Mark
2. Grund
3. Stomme
4. Tak
5. Fasad
6. Stomkomplettering inv
7. Ytskikt inv.
8. Installationer
9. Bygget

#### 4.2.2

#### Blädderblockets innehåll

På följande sidor redovisas "blädderblockets" innehåll

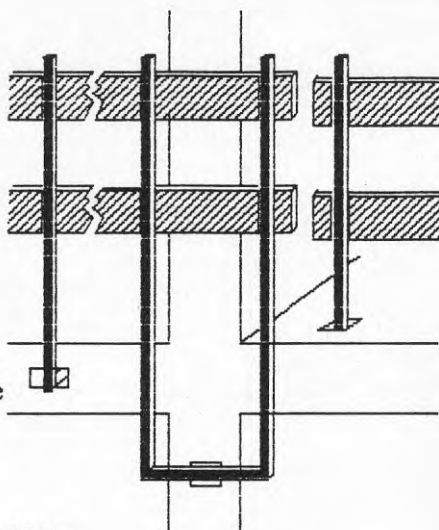
Bjälklagskant

Norm: ASS 1972:32

Hänvisningar: För detaljlösningar se  
Bygghälsans katalog  
SKYDDSRÄCKEN.

Villkor: Fallhöjd &gt; 2 m.

Projektering: Infästningar kan kombi-  
neras med balkongräcke  
resp. trappräcke.



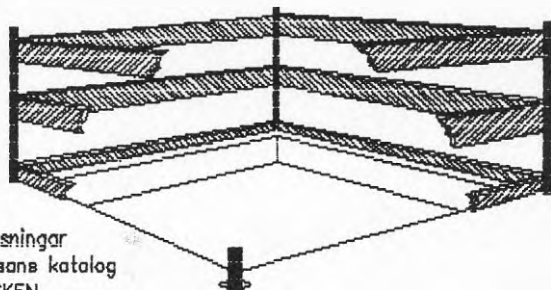
Symbol: Skyddsräcke

Bjälklagsöppning

Norm: AFS 1981:14

Hänvisningar: För detaljlösningar  
se Bygghälsans katalog  
SKYDDSRÄCKEN.

Villkor: Fallhöjd  $\geq$  2 m kräver räcke med  
fotlist, armeringsnät kombinerat  
med fotlist eller täckning (typ lock).

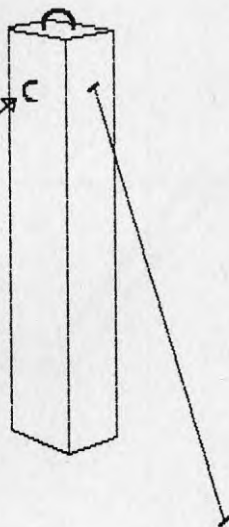
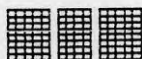


Symboler: Skyddsräcke  
Fallskydd lock el. motsv.

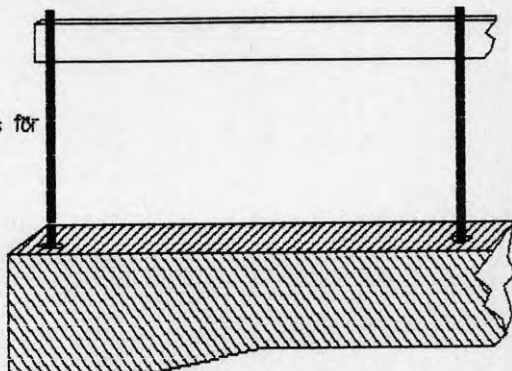


Pelare (elementbygge)

Norm: ASS 1978:20

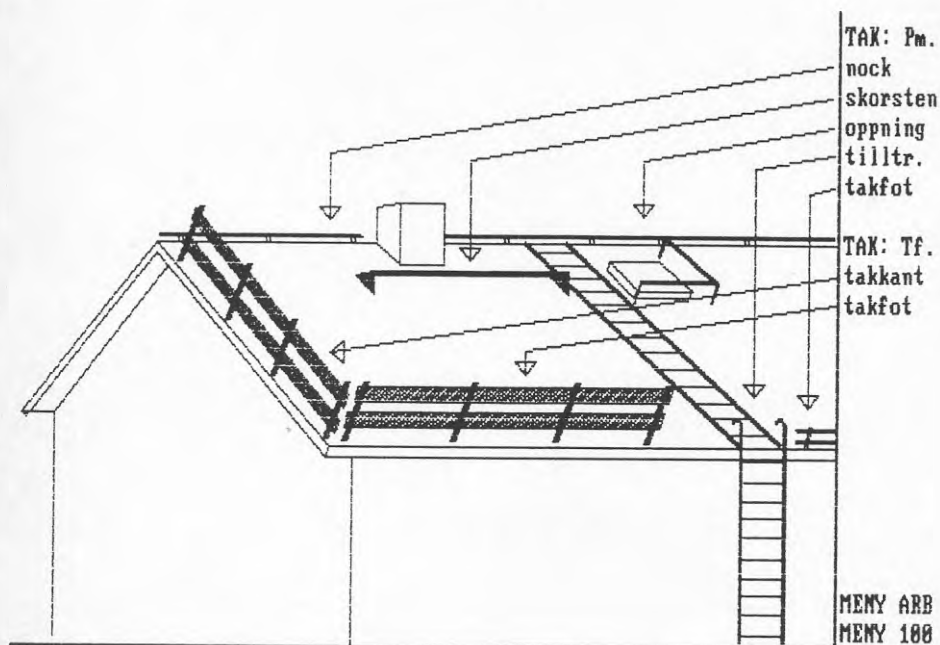
Ögla för fastkrokning av  
stege och säkerhetslinaProjektering: Ingjutningsgods  
för fästen.Symboler: Linfäste  
Stegfäste  
Stagfäste  
LyftfästeBalk

Norm: ASS 1978:20

Projektering: Ingjutningsgods för  
handledare

Symbol: Handledare (fästen)





### Tillträde till taknock och fästeanordningar till linor

Norm: SBN kap. 41:341 och 41:342

Standard: Takbrygga enl. SS 831302

Takstege enl. SS 831303

Nockräcke enl. SS 831301

Villkor:

Fästögla

Taklutn.  $\leq$  1:10

Fasadhöjd  $\geq$  4 m

Nockräcke eller Takbrygga

Taklutn.  $>$  1:10

Fasadhöjd  $>$  4 m

Takbrygga långa nock

Fasadhöjd  $\geq$  8 m

Taklutn.  $>$  1:4

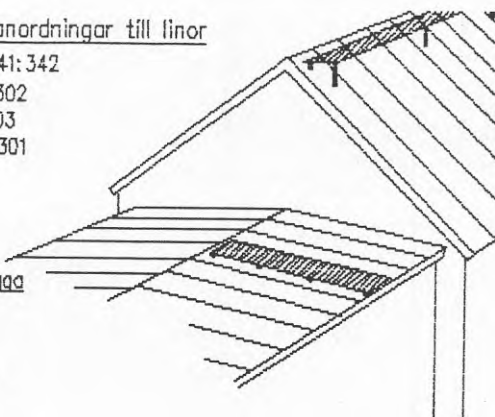
Takstege till nock

Avstånd till uppstigningsställe  $>$  1 m

Fasadhöjd  $\geq$  4 m

Taklutn.  $>$  1:6

( Taklutn. 1:10 till 1:6 ) -takbrygga kan ersätta takstege

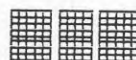


Symboler: Takbrygga

Takstege

Fästögla

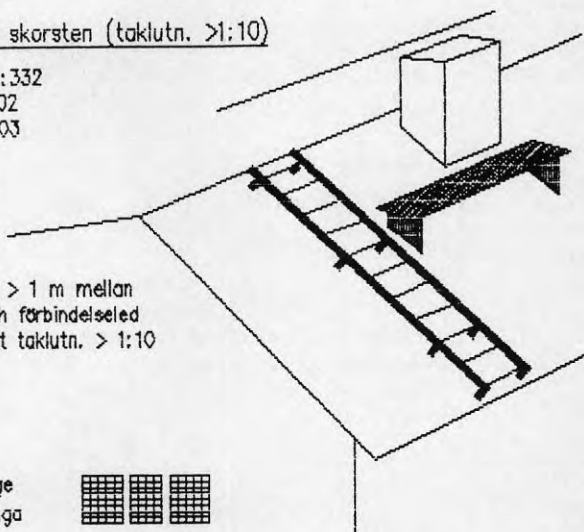
Nockräcke



### Förbindelseled till skorsten (taklutn. >1:10)

Norm: SBN kap. 41:332  
Standard: SS 831302  
SS 831303

Villkor: Vid avstånd > 1 m mellan skorsten och förbindelseled till tak samt taklutn. > 1:10



Symboler: Takstege  
Takbrygga



### Öppningar

Norm: Takluckor SBN kap. 41:344  
Takfönster SBN kap. 41:344

#### VILLKOR

Dagöppning > 600 x 800 mm samt höjd över takytan < 350 mm

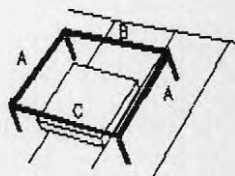
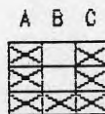
#### Takluckor

Avstånd mellan t.k. taklucka och taknock > 1 m  
Taklucka bär personlast  
Taklucka bär ej personlast

#### Takfönster

Taklutn.  $\geq$  1:10, men < 1,75:1  
Taklutn. < 1:10 eller där fönster är längre än 4 m och taklutn. < 1,75:1

#### RÄCKESDEL



Symboler: Skyddaräcke 500



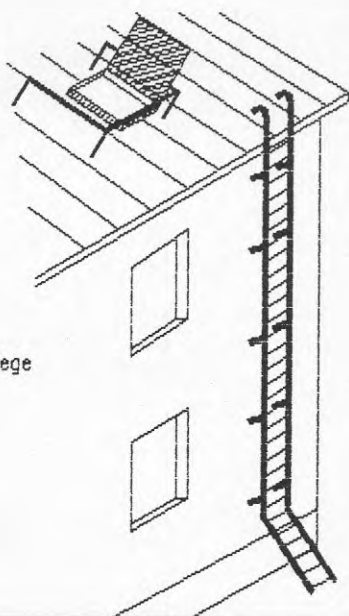
Förbindelseled till tak

Norm: Utvändig förbl. SBN kap. 41:321  
 Invändig förbl. SBN kap. 41:322

Standard: Lös stege SS 83 13 04  
 Fast väggstege SS 83 13 05  
 SS 83 13 06

Villkor: Fasadhöjd  $\leq$  4 m -lös stege  
 Fasadhöjd 4-8 m -fast väggstege  
 Fasadhöjd  $>$  8 m -taklucka

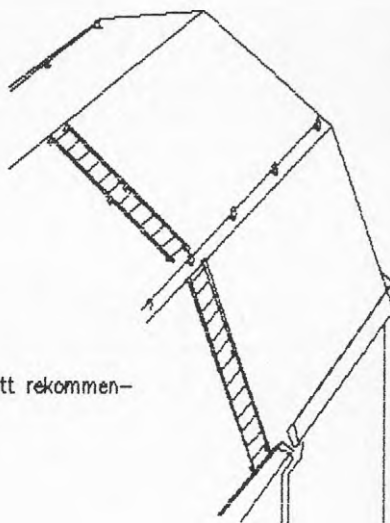
Symboler: Stege  
 Glidskydd  
 Räcke 0.5

Fallskydd och rasskydd vid takfot och takbrott

Norm: SBN kap. 41:343  
 Standard: SS 831301

Villkor: Taklutn.  $>$  1:3  
 Fasadhöjd  $>$  3 m

Projektering: Takstege till takfot och takbrott rekommenderas vid mycket branta tak.



Symbol: Takfotsräcke



Takfot

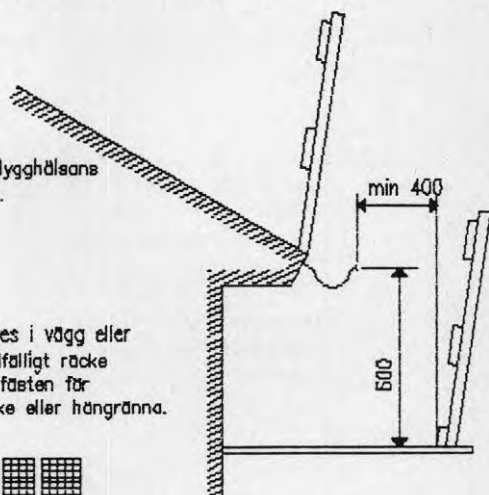
Norm: AFS 1983:12

Hänvisning: För detaljlösningar se Bygghälsans katalog SKYDDSRÄCKEN.

Villkor: Fallhöjd  $\geq 3.5$  m.

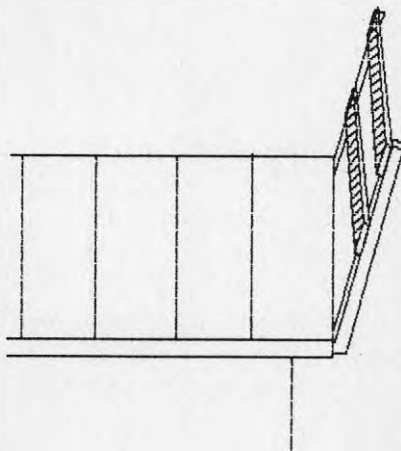
Projektering: Fästen för brygga göres i vägg eller takotol. Fästen för tillfälligt räcke kan kombineras med fästen för permanent takfoteräcke eller hänggränna.

Symbol: Skyddsräcke

Takkant

Norm: AFS 1983:12

Hänvisning: För detaljlösningar se Bygghälsans katalog SKYDDSRÄCKEN

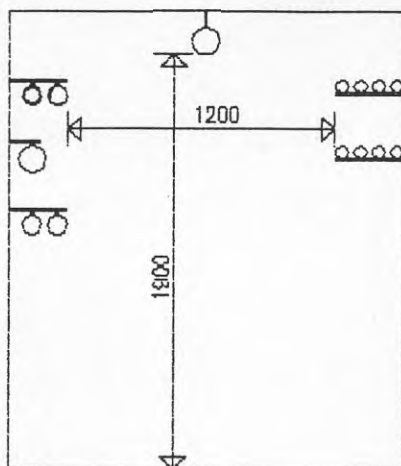
Villkor: Takkantaräcke krävs vid taklutning  $< 1:4$  samt fallhöjd  $\geq 3.5$  m.

Symbol: Skyddsäcke



Arbetsutrymme i huvudstråk  
för rörledningar

Projektering: Placera tunga rör i bekväm  
arbetshöjd (väggmontage).  
Fåtten för upphängning  
bör vara ingjutfningsgods.  
Transport på vagn av  
6 m långa rör skall  
kunna ske vilket kräver  
tillräckligt utrymme samt  
jämt och torrt underlag.



Symboler: Fritt mått





## 4.3

**Symbolbibliotek**

För att underlätta arbetet med projektering av arbetsmiljö finns ett symbolbibliotek med färdiga symboler för olika ändamål.

Symbolerna är så konstruerade att de hamnar på ett speciellt arbetsmiljöskikt och kan därmed redovisas på valfria ritningar.

Symbolerna finns på en särskild meny och är grupperade efter sina användningsområden, i princip de olika problem som ska åtgärdas:

- Permanenta skydd mot fall och ras innehåller symboler för olika räcken, luckor mm.
- Tillfälliga skydd för fall och ras innehåller symboler som markerar läget för räcken, lock, bryggor m m och ritar ut *infästningar* för respektive skydd liksom fästöglor för avsträvningar, livlinor mm.
- Ergonomiska symboler. Denna grupp innehåller symboler som används vid samordning av de olika projektörerna. Symbolerna anger främst utrymmesmått som ska hållas fritt för att möjliggöra rimlig arbetsställning.

Övriga problem som hör ihop med lyft och transporter hör mera intimt ihop med de maskiner och hjälpmedel som entreprenören kan komma att välja. Symboler för olika maskiner och utrymmesbehov för dessa kan läggas till. Det kan bli särskilt aktuellt om systemmet används av en entreprenör eller i samarbete med denna.

- En fjärde grupp symboler syftar till att bygga upp en arbetsplatsdisposition. Den innehåller olika bodar, upplag och transportanordningar. (Denna grupp av symboler kan sägas ligga något utanför projektets avgränsning men syftar till att ge underlag för vidare samarbete med entreprenören kring byggmetoder och arbetsmiljö.)

Symbolerna avser inte f n några bestämda produkter. I ett särskilt projekt kan de dock försees med namn och uppgifter på valt fabrikat

4.3.1

Menyn

ARBETSPLATS								

ÖVRIGT

UTRYMME	ARBETS-STÄLLNING & DAMM	BULLER	KEMI

ERGONOMI











PERMANENT SKYDD	TILLFÄLLIGA SKYDD	

FALL & RAS








## 4.3.2

## Symbolerna

PERMANENTA SKYDD

	→	Räcke 1.1 m. Ange först räcketts startpunkt därefter dess slutpunkt. Texten "PERM. RÄCKE 1.1 M" skrivs automatiskt ut invid räckessymbolen.
	→	Räcke 0.5 m. Fungerar lika som ovanstående räckessymbol.
	→	Räcke 0.3 m. Fungerar lika som ovanstående räckessymbol.
	→	Foträcke. Ange först foträckets startpunkt därefter dess slutpunkt. Texten "FOTRÄCKE" skrivs automatiskt ut på symbolen.
	→	Nockräcke. Fungerar som foträcke.
	→	Takräcke. Fungerar som foträcke.
	→	Takstege. Fungerar som foträcke.
	→	Stege. Ange stegens placering genom att först ange insättningspunkt och sedan riktning.
	→	Fallskydd galler. Ange dess placering, riktning och storlek genom att peka ut tre hörnpunkter.
	→	Arbetsplattform. Fungerar som gallersymbolen.

Tillfälliga skydd

	→	Tillfälligt skyddsräcke. Ange räcketts start- och slutpunkt.
	→	Fallskydd fotlist. Ange fotlistens start- och slutpunkt.
	→	Fallskydd lock. Ange dess placering, riktning och storlek genom att peka ut tre hörnpunkter.
	→	Fallskydd handledare. Ange handledarens startpunkt och slutpunkt.
	→	Ingjutningsfäste för stag. Ange insättningspunkt och riktning.
	→	Fäste för lina. Ange insättningspunkt.
	→	Fäste för steg. Ange insättningspunkt.



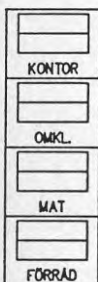
- Skyddstak mot ras. Ange först en insättningspunkt sedan dess riktning och storlek genom att ange två hörnpunkter.
- Passerbrygga. Ange bryggans placering genom att först ange insättningspunkt och sedan riktning.
- Ingjutet monteringsfäste. Ange insättningspunkt.

### Utrymme



- Rekommenderat fritt utrymme.
- Horisontellt min. utrymme.

### Arbetsplats



- De olika typerna av bodar placeras ut genom att man anger insättningspunkt och sedan riktning.



- Upplag. Ange dess placering, riktning och storlek genom att peka ut tre hörnpunkter.



- Trappa. Ange dess start- och slutpunkt och bredd genom att peka ut tre hörn av trappan.

## 4.4

**Resonerande: mekaniskt och kreativt**

Den sista och viktigaste delen i arbetsmiljöprojekteringen utgörs av resoneraudet, tänkandet. Detta kan delas in i två typer: "mekanisk sökning" och "alternativ".

**Sökning** styrs av frågor som: vilka regler är tillämpliga, vilka byggdelar berörs, vilka skydd ska användas, var ska skydd placeras?

Den här typen av frågor övervägde vi att lägga in i systemet. Det är i grunden frågan om olika urval bland regler och byggdelar.

Sökning av byggdelar (eller risker) inom ett projekt hade varit motiverat - även om man förstår problemet är det lätt att man missar en detalj.

Sökning bland arbetsmiljöregler var mindre motiverat. Reglerna är relativt få och logiska och kan förmodligen snart läras in. Inläringen har dessutom ett värde i sig.

Det kom dock aldrig till något försök att programmera något automatiskt söksystem främst därför att CAD-systemen idag inte kan "identifiera" de flesta delar i en ritning - det mesta är streck och inte byggdelar.

**Kreativa lösningar** är en viktig del av projekteringen. Handböcker och regelsamlingar ger krav och lösningar i en given situation. När det gäller projektering, liksom mycket annat, utgörs "konsten" av att många förutsättningar måste förändras tills den bästa totallösningen faller på plats.

Det innebär t ex att en konstruktion måste kunna ifrågasättas helt om de skydd som krävs blir orimliga. Eller att andra åtgärder tas till: fabriks-tillverkning, förtillverkning på plats, maskinella hjälpmedel, en annorlunda ordningsföljd, organisatoriska skyddsåtgärder osv.

För att klara detta krävs kunskap, erfarenhet, samarbete och, inte minst, intresse. Datasystemet ska därför inte styra eller hindra några åtgärder. Ansvar för beslutet måste vara människornas.

Det är å andra sidan inte omöjligt att ett datasystem kan utvecklas för att ge bättre underlag för beslut - t.ex presentera konsekvenser, ge färdiga förslag ur databaser m m. Sådana tillämpningar var dock inte aktuella för en första prototyp.

## 5 Test och utvärdering

### 5.1 Objektet

I projektet ingick ett test av systemet i ett praktiskt byggprojekt. Något urval gjordes inte utan systemet prövades på det första objekt som kom att projekteras m h a CAD efter det att prototypen blev klar.

Det aktuella objektet var Kv. Sigurd i Uppsala där Wikforss arkitektkontor projekterade bostäder för en bostadsrättsförening. Beställare var Diös Östra AB, projektets totalentreprenör.

### 5.2 Skyddsplanering i ett tidigt skede

Testet utgjordes av skyddsplanering av ett av åtta liknande trapphus. Planeringen gjordes i samarbete med entreprenören som deltog med arbetschef, platschef, lagbas (tillika skyddsombud) samt skyddsingenjör. Skyddsplaneringen kom att utföras långt före byggstart bl a tack vare en försening av byggnadslov. Skyddsplaneringen gjordes vid två möten.

Resultatet bestod av två delar:

- Ett protokoll med beslut om arbetsmetoder, placering av kranar och hissar, typlösningar för skydd vid skakt, arbetsmetoder och formtyp vid gjutning, typlösning för skydd vid arbete på takfot m m
- En skyddsritning med fästen för staging av form, fästen för tillfälliga räcken kring bjälklagskant och trapphus, armering i hål för kommande ledningar m m.

Protokoll och ritning redovisas i bilaga.

### 5.3 Slutsatser av testet

Här följer några kommentarer till testet.

- o Skyddsplaneringen gjordes i samarbete med en entreprenör.

Systemet tvingar inte fram ett samarbete mellan projektör och entreprenör. Vår förhoppning var dock att ett samarbete skulle främjas och underlättas.

Testet bevisar naturligtvis inte att samarbetet måste uppstå. Den aktuella skyddsplaneringen hade med största sannolikhet inte gjorts med deltagande av projektören om inte datasystemet hade funnits.

- o Skyddsplaneringen gjordes under realistiska diskussioner om det kommande bygget. Detta berodde främst på att entreprenören deltog i planeringen.

Testet visar inte vilket resultat en projektör ensam skulle ha kommit fram till. Testet visar inte heller hur en insatt, respektive oinsatt projektör skulle hanterat arbetsmiljöfrågorna med hjälp av "bladderbilderna".

- o Projektörens deltagande ledde till att skyddsfrågorna kunde diskuteras i ett sammanhang där ändringar av konstruktionen och tillkommande skyddsåtgärder kompletterade varandra. Bland de svårlosta frågorna utmärkte sig arbete vid takfot.

Systemet förutsätter inte att entreprenören deltar i skyddsprojekteringen. Fördelen är dock att fler detaljer kan avgöras i ett sådant samarbete.

- o Entreprenören var helt nöjd med resultatet av skyddsprojekteringen. Planeringen kunde göras effektivt och med rätt omfattning. Resultatets kvalitet har inte bedömts av någon utomstående men entreprenörens representanter måste tillsammans anses besitta en mycket hög kompetens.
- o Projektören hade inga problem att rita upp de överrenskomna lösningarna.

Det kan vara ett tecken på vad systemet klarar av. Projektören var i detta fall Kurt Löwnertz som själv hade programmerat systemet och deltagit i många diskussioner om arbetsmiljöreregler och lösningar. Testet säger därmed ingenting om hur lätt någon annan projektör skulle kunna träna upp sig på systemet.

- o Skyddsritningen var tydlig. Färdiga symboler fanns för de flesta beslutade åtgärder.

Ett exempel på skydd som kom att ritas utan symbol var de tillfälliga räckena i trappan. Man bedömde dock inte att den framtagna lösningen skulle bli så generell att den borde infogas i biblioteket (vilket givetsvis hade varit möjligt.)

- o Ritning och protokoll kompletterade varandra på ett bra sätt. Protokollet speglade främst de aspekter som faller utanför arkitektens och konstruktörens ansvar. Det innehöll främst mark och arbetsplatsdisposition.

Testet kan sägas antyda att det är naturligt att arbetsplatsens planering, frågor om arbetsmetoder och om skydd diskuteras i ett sammanhang. Det talar också för att sådana symboler bör ingå i ett mer utvecklat arbetsmiljöprogram.

#### 5.4 **Återstående frågor**

Det pilotprojekt som redovisats här har naturligtvis inte löst alla frågor kring projektering av byggets arbetsmiljö. Resultatet kan dock anses vara uppmuntrande.

Som idéer till vidare arbete kan vara dels de aspekter som inte har kunnat belysas tillräckligt i projektet och dels några steg vidare i utvecklingen som framstår som intressanta på grundval av erfarenheterna hittills.

##### 5.4.1 **Hur kan den nu genomförda skyddsplaneringen genomföras på bygget?**

Den planering som nu kunde genomföras i ett tidigt skede i samarbete med den platsorganisation som kommer att delta i bygget har naturligtvis alla förutsättningar att bemötas positivt på bygget och komma till nytta utan särskilda åtgärder.

Däremot är det lika troligt att det allteftersom bygget framskrider kommer att behöva revideras och kompletteras. En sådan omfattande uppföljning rymms inte i projektet.

##### 5.4.2 **Hur fungerar det system som har utvecklats i projektet med en annan, oinsatt projektör?**

I projektet har vi kunnat bedöma systemets fakta-innehåll och olika funktioner. Däremot har det inte varit möjligt att pröva om en oinsatt projektör accepterar arbetssättet, hur det är att lära sig att hitta i blädderbilderna och att använda symbolerna.



#### 5.4.3 **Debatt om systemets ambitioner, inriktning och lösningar på teoretiska och praktiska problem**

Det är också viktigt att prototypen, dess utgångspunkter och inriktning diskuteras av projektörer och entreprenörer så att slutsatserna kan användas för framtiden.

En serie seminarier i SARs, entreprenörernas eller Bygghälsans regi kunde utgöra ramen kring en sådan utvärdering och diskussion.

#### 5.4.4 **Utveckling av projektörens insats för bättre arbetsmiljö på bygget**

Skisser till vidare utveckling är:

- En tillämpning av arbetsmiljöprojekteringen i närmare samarbete med en entreprenör och eller en tillverkare/uthyrare av byggmaskiner och skyddsutrustning.

Det bör leda till en närmare koppling mellan arbetsmiljöplanering och produktionsplanering t.ex transport och hanteringsfrågor.

Även den ergonomiska delen kan sannolikt utvecklas vidare med denna koppling.

- Vidare analys av möjligheten att tillämpa gällande regler för skydd redan i projekteringen t ex i form av ett projekt där beställaren åtar sig ansvaret för byggets arbetsmiljö.

En utformning skulle vara att en skydds krav redovisas i anbudsunderlaget. En annan att projektör och entreprenör ålades att samarbeta i skyddsfrågor.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 831063-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till Svenska  
Byggnadsarbetareförbundet, Stockholm.**

**R74:1988**

**ISBN 91-540-4938-5**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art. nr: 6708074**

**Abonnemangsgrupp:  
R. Bygandets ekonomi  
och organisation  
S. Byggplatsens verksamhet**

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

**Cirkapris: 33 kr exkl moms**