ARBETSMILJÖ FONDENS

SAMMANFATTNINGAR

1016

Personsäkerhet vid automatiserad produktion

För innehållet i sammanfattningen svarar Tomas Backström, Arbetsolycksfallsgruppen, Tekniska Högskolan, 100 44 Stockholm, tel 08-790 60 00.

Pnr 83-0461 Olycksfall, tekniska åtgärder (46) *Januari 1987*

Datoriserade tillverknings-system

Utrustningar med datorer tar över en allt större del av de uppgifter i produktionen som tidigare utfördes av människor. Det gäller för de flesta branscher. I ett helautomatiskt produktionssystem kan följande tekniska delar ingå:

- teknisk utrustning som utför de önskade uppgifterna, t ex fleroperationsmaskin, pappersmaskin, förpackningsmaskin
- hanteringsanordning som tar objekten in och ur maskinen med tillräcklig precision, t ex industrirobot, plockautomat
- transportanordning som förflyttar objekten från lager, mellan maskiner och till lager, t ex autotruckar, transportband
- automatiskt lager som tar fram det som behövs, bokför osv
- mätutrustning som kontrollerar produkterna och utrustningen, och påverkar automatiska inställningar, verktygsbyten o dyl.

Helautomatiska produktionssystem är sällsynta. Ofta är bara någon del av processen automatiserad, och det är ovanligt att ens de delarna är *helt* automatiserade, utan operatörsingripanden krävs då och då.

Men även i produktionssystem där automatiseringen drivits långt är arbetstagarens kunskaper och åtgärder centrala för funktionen. Förebyggande och korrigering av störningar samt underhåll och reparation är exempel på nödvändiga arbetsuppgifter som tekniken inte helt kan ta över. De som utför dessa uppgifter kan befinna sig inom områden där automatiskt styrda maskinrörelser förekommer och kan alltså råka ut för olycksfall, som direkt sammanhänger med automatiseringen.

Korrigering av störningar verkar vara det största enskilda olycksfallsproblemet vid automatiska maskiner.
Foto: Jan Håkan Dahlström/Bildhuset.

Kommer olycksfallen att försvinna?

Införandet av automatiserade maskiner har förmodligen minskat riskerna för olycksfall. Men med automatiseringen uppstår nya risker, som är värda att ägna särskild uppmärksamhet.

Redan 1981 anmäldes uppskattningsvis 2 000 olycksfall i Sverige där skadan orsakats av automatiskt styrda maskinrörelser. Detta visar en statistikundersökning som gjorts i projektet. Vanligast var att utrustningens operatör skadades av en oväntad maskinrörelse, som han själv oavsiktligt startat, oftast genom att komma åt en oskyddad startknapp eller en givare av misstag. Den farligaste arbetsuppgiften var att korrigera driftstörningar.

Säkerhet är inte bara en teknisk fråga

Samspelet mellan människa och maskin är viktigt för personsäkerheten. Många olycksfall kunde ha undvikits om den tekniska utrustningen varit bättre anpassad till operatören och hans arbete.

En förklaring till problemen är att man vid konstruktion och utformning utgår från att automatiken kommer att klara sig själv. Man tror därför att operatörens arbete blir enkelt. Men operatören kommer alltid att behöva lösa problem och korrigera störningar som uppstår.

Hur arbetet i en automatiserad process ska utföras, bestäms till stor del av den tekniska utformningen. Mycket av uppläggningen av arbetet är därför bestämd redan när utrustningen utformas, innan arbetsplatserna finns i verkligheten. En så detaljerad planering på en abstrakt nivå, kan knappast bli felfri. Brister kan ses som en naturlig följd av automatisering. De problem som sedan uppstår får operatörerna till stor del klara själva, vilka resurser de ges är därför centralt för säkerheten.

Det finns motsättningar mellan traditionell arbetsorganisation och de krav som datoriserad tillverkning ställer på operatörerna. En operatör som ska få sin utrustning att fungera enligt företagets plan måste ibland göra saker som inte ingår i hans arbete enligt den traditionella arbetsorganisationen. Han kanske bryter mot arbetsinstruktioner och säkerhetsföreskrifter och utför arbetsuppgifter som han egentligen inte har teoretisk kunskap för och praktisk övning i, som till exempel att ändra i program, att utföra små reparationer på utrustning och verktyg och att ta underhandsbeslut i många frågor. Att detta inte är planerat gör hans arbete mer riskabelt.

Även företagets sätt att organisera underhållsarbete och projektering av nya produktionssystem har stor betydelse för säkerheten.

Den tekniska utformningen

Den tekniska utformningen bestämmer mycket av operatörens arbetssituation och vilka risker han utsätts för. Exempel på några punkter av speciell vikt för säkerheten är:

- Maskinen ska kunna stoppas säkert. För att ett maskinstopp ska vara effektivt och användbart krävs att det:
  - har en säker funktion (helst säkrad med konventionell teknik)
  - har indikation på att utrustningen är stoppad
  - har enkel manövrering och återstart
  - ger minimal störning av produktionen
  - inte ger risk för materiella skador vid användning.
- Manöverorgan för farliga maskinrörelser ska skyddas mot oavsiktlig beröring.
- Farliga maskinrörelser behöver avskärmas med skydd i så stor utsträckning som möjligt, som vid andra maskiner. Trots att utrustningen är automatisk kommer det att finnas skäl för operatören eller andra att utföra arbetsuppgifter inne i maskinen. Det kanske inte sker ofta, men det kan vara desto farligare.
- En bra regel är att separera de kretsar i styrsystemet som är väsentliga för säkerheten från dem som sköter driftsfunktionen. På så sätt blir säkerheten lättare att kontrollera, och den påverkas mindre

av att övriga styrsystemet ändras, vilket ofta händer.

- Datortekniken ger goda möjligheter att informera operatörer eller underhållspersonal om vad maskinen gör, givares status, vad som ska göras härnäst och vad eventuella felfunktioner beror på. Den kan också göra det möjligt att upptäcka och korrigera misstag vid manövrering. Dessa möjligheter verkar utnyttjas i alltför liten utsträckning.
- När större dataprogram ska utformas är det viktigt att arbeta systematiskt och överskådligt. Man bör börja med en översiktlig planering, dela upp programmet i moduler med definierade gränssnitt och man bör använda ett datorspråk som underlättar för programmeraren. Några nyckelbegrepp för hög säkerhet hos programvaran är hög pålitlighet, skydd mot felbetjäning, skydd mot icke auktoriserad påverkan och automatisk feldetektion.

Kan man lita på datorn?

I nästan alla moderna automatiserade utrustningar finns en dator. De flesta operatörer vi intervjuat har råkat ut för oväntade maskinrörelser, som de inte kunnat förklara.

Det är vanligt att säkerhetsfunktioner styrs av datorn. Vi är tveksamma till om det ger tillräcklig säkerhet. När det inte går att visa att datorstyrningen är helt säker, bör funktioner som är viktiga för personsäkerheten säkerställas med konventionell teknik.

Några problem med datorn ur säkerhetssynpunkt är:

- Datorn är känslig för olika slag av elektriska störningar. Det går inte att förutsäga vad som inträffar om den råkar ut för en störning eller ett tekniskt fel.
- Ett normalstort dataprogram är omöjligt att med fullständig säkerhet testa eller granska. Det kan alltid finnas dolda fel.
- Det är lätt att ändra i ett dataprogram, men det är svårt att förutse alla konsekvenser av en ändring.
- Produktionssystemets delar är sammankopplade och datorer kan lagra information, detta gör att det är svårt att alltid förutsäga maskinrörelserna.
- Det finns ibland effektivare sätt att utföra en manövrering än det som beskrivs i manualen. Men användningen av sådana genvägar kan i vissa lägen ge oväntade följder.
- Det saknas kriterier för att bedöma säkerheten hos ett datorstyrt system.

Kan man lita på människan?

I och med att datorn finns mellan operatören och processen, vet operatören mindre om det maskinen utför. Det är omöjligt att i detalj känna till hur styrningen fungerar. Datorn följer normalt kommandon utan att ifrågasätta om det är rimligt. Detta, och många andra saker, gör att risken för felmanövreringar är stor.

I de flesta automatiska anläggningar finns brister i utformning och planering. Det är människans kunnande och anpassningsförmåga som gör att de ändå fungerar och att olycksfall trots allt är relativt sällsynta.

> ETT RÄKNEEXEMPEL
> I ett arbete görs tio "farliga" korrektioner per dag. Efter tio år inträffar ett olycksfall. Då har man klarat 20 000 korrigeringar och misslyckats med en.

Arbetstagaren utför i första hand ett arbete. Hans beteende styrs inte främst av att försöka undvika olycksfall. Ofta tolereras det på arbetsplatsen att man tar risker, och det leder för en enstaka individ sällan till olycksfall. Risktagningen ger snarare en viss "belöning". Det osäkra arbetssättet kan till exempel vara enklare, snabbare, mindre ansträngande och produktivitetshöjande.

För att operatörerna ska arbeta på ett säkert sätt gäller:

- att de vet hur de ska arbeta säkert
- att det är möjligt att arbeta säkert
- att de är motiverade att arbeta säkert.

Det krävs tekniska och organisatoriska förutsättningar för detta.

Det är mänskligt att fela, men tar man hänsyn till människans förutsättningar och uppgifter vid utformning av teknik och organisation, bör sannolikheten för farliga mänskliga felhandlingar kunna hållas låg. Arbetstagaren är framför allt en resurs i systemet och inte en felkälla.

Att planera för säker drift

Väl genomtänkta säkra arbetssätt för olika situationer är en väg att öka säkerheten. Men då måste arbetstagaren känna till dem och kunna använda dem i praktiken. Särskilt viktigt är att operatören vet vad som ska göras när störningar uppkommer.

För att väsentligt minska antalet olycksfall vid automatiska maskiner krävs en genomtänkt säkerhetsfilosofi. Den bör grunda sig på operatörens faktiska arbete, som inte är att övervaka ett perfekt fungerande tekniskt system. Arbetet är istället ofta ett samspel med ett sammansatt och svåröverskådligt datorsystem som inte fungerar precis som det var tänkt.

I automatiserade anläggningar är det ofta svårt att planera för alla situationer som kan uppkomma. Det är därför viktigt att arbetstagarna själva får resurser att planera hur en uppgift kan utföras på ett säkert sätt. Några exempel på viktiga resurser är:

- *Kunskap*. Praktisk och teoretisk kunskap om tillverkningsprocessen och utrustningen är en första förutsättning.
- *Möjlighet till samverkan*. Det behövs dels för att kunna diskutera problem, dels för att öka de egna kunskaperna. Samarbetet kan stödjas organisatoriskt, till exempel att det finns en grupp som har ansvaret för vissa frågor och att man har avsatt tid för möten.
- *Manualer* bör vara skrivna med tanke på operatörens behov. Det behövs bland annat en översikt över hur utrustningen fungerar och användbara säkerhetsinstruktioner.
- *Hjälp*. Vid behov bör det vara möjligt för operatören att snabbt få kvalificerad hjälp.

Det är viktigt att det finns rutiner för ändringar i datorprogram eller utrustning, som säkerställer:

- att dokumentationen uppdateras
- att berörd personal informeras
- att säkerhetsfunktioner testas.

Underhållsavdelningen behöver känna till vilka delar av utrustningen som är viktiga för säkerheten. I det löpande underhållet bör säkerhetsfunktionerna testas. Vid reparationer får inte dessa delar försämras, till exempel inte bytas ut mot delar av sämre kvalitet.

Att tänka på vid projektering

Vid projektering av en ny anläggning bestäms mycket av säkerheten. Hur detta arbete organiseras är mycket viktigt. Säkerhetsfrågorna behöver beaktas och kontrolleras under hela projekteringen. Ansvaret för hur detta ska gå till måste klargöras.

Man bör vara medveten om att människor kan komma att få anledning att befinna sig i varje del av utrustningen, även i automatiska maskiner.

Företaget bör planera för att systematiskt följa upp problem och tillbud under anläggningens första tid, och ha beredskap att rätta till!

Forskningsprojektet

I detta forskningsprojekt har vi studerat olycksfallsrisker vid automatiserad produktion. Vidare har vi sammanställt idéer om vad som kan göras för att höja säkerheten.

Det första steget var att undersöka olycksfall där ett tekniskt styrsystem varit inblandat. Statistik över sådana olycksfall finns i rapporten "Plötsligt startade maskinen".

Som andra steg sökte vi i facklitteraturen efter förslag till olika lösningar på säkerhetsproblem. En ytterligare del i projektet

var att analysera tre olika datorstyrda utrustningar; en utrustning för automatisk sortering av lastpallar, en för automatisk förpackning av pappersrullar och en numeriskt styrd svarv. Detta återges i rapporten "Mot säkrare styrsystem". Där finns en lista över lösningar och förslag som kan höja säkerheten, och en komprimerad sammanställning över föreskrifter och normer ur olycksfallsperspektiv.

Publikationer

I projektet har följande publicerats:

Plötsligt startade maskinen – statistik över olycksfall påverkade av styrsystem.
Backström T och Harms-Ringdahl L.
Arbetsolycksfallsgruppen, Tekniska Högskolan, rapport nr TRITA-AOG-0028, Stockholm 1984.
Pris: 25 kronor

Mot säkrare styrsystem – om personsäkerhet vid automatiserad produktion.
Backström T och Harms-Ringdahl L.
Arbetsolycksfallsgruppen, Tekniska Högskolan, rapport nr TRITA-AOG-0040, Stockholm, 1986.
Pris: 55 kronor

A statistical study of control systems and accidents at work.
Backström T and Harms-Ringdahl L.
Occupational Accident Research Unit, Royal Institute of Technology Journal of Occupational Accidents,
6 (1984) 201–210.
Pris: 20 kronor

Production disturbances–a safety problem in automatic machines.
Harms-Ringdahl L.
Occupational Accident Research Unit, Royal Institute of Technology Proceedings IFAC/IFIP/IFORS/IEA Conference on analysis, Design, and Evaluation of Man-Machine Systems, Varese, Italien, 1985.
Pris: 15 kronor

Experiences from safety analysis of automatic equipment.
Harms-Ringdahl L.
Occupational Accident Research Unit, Royal Institute of Technology Journal of Occupational Accidents, 8 (1986) 139–148.
Pris: 20 kronor

Ovanstående publikationer kan beställas från:
Arbetsolycksfallsgruppen, Tekniska Högskolan, 100 44 STOCKHOLM,
Tel 08-790 61 17.

Arbetsmiljöfonden

Box 1122, 111 81 Stockholm
Tel 08-796 47 00 (vx)

Norstedts Tryckeri, Stockholm 1987

ISSN 0283-6718