

MTO - Tillämpning inom Svensk kärnkraftindustri

Ursprungligen publicerad i januari 2000, därefter delvis omarbetad.

Olle Andersson ©

SAMMANFATTNING

Syftet med denna uppsats är att översiktligt beskriva MTO-begreppet samt dess tillkomst och historia. Avsikten är också att utifrån mina egna erfarenheter av MTO-verksamheten vid Forsmarks Kraftgrupp AB beskriva tillämpningen inom svensk kärnkraftindustri. För att få en sådan helhetsbild beskrivs därför hur några MTO-verktyg används vid kärnkraftverket.

Den första versionen av uppsatsen ingår i en rapport publicerad av Linköpings Universitet, LiTH-IKP-I-263, Sammanställning över projektarbeten, kursen Människa, teknik och organisation – MTO, Höstterminen 2000. I samband därmed var ytterligare ett syfte är att utifrån bakgrundsbeskrivningen dra slutsatser om dagens situation och om den framtida utvecklingen. Då rapporten efterfrågats efter den ursprungliga publiceringen har den delvis reviderats varvid avsnittet om dagens situation och den framtida utvecklingen utgått. Skälet till detta är att analyser av framtida utveckling snabbt blir inaktuella då framtid, som bekant, obevekligen blir historik.

Termen MTO (Människa – Teknik – Organisation) är i dag ett väl etablerat, allmänt samlande begrepp inom svensk kärnkraftsindustri och hos tillsynsmyndigheten, Statens Kärnkraftinspektion. MTO som begrepp introducerades i Sverige efter olyckan vid kärnkraftverket Three Mile Island utanför Harrisburg i USA. MTO-begreppet står för ett synsätt, kunskaper och användning av olika analysverktyg gällande samspelet mellan människor, tekniska system och organisatoriska faktorer. Begreppet har från början haft en stark koppling till reaktorsäkerhet men har över tid fått en vidare tillämpning och innefattar idag alla aspekter av samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer.

En vidgad, modern tolkning är att MTO-begreppet inte bara är ett specialistområde eller en samling analysverktyg utan också ett samlat synsätt, ett sätt att utveckla ett säkerhetskulturtänkande som fokuserar på hela det socio-tekniska systemet, inklusive tekniska, mänskliga och organisatoriska faktorer. Detta synsätt innebär att alla kunskaper, vetenskapliga såväl som erfarenhetsbaserade, om samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer, blir tillämpade i alla delar av kärnkraftverkens verksamhet. För att förstå samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer behövs således kunskaper från flera olika specialistområden som; ergonomi (human factors), psykologi, beteendevetenskap etc.

INNEHÅLL

- 1. SYFTE OCH METOD**
- 2. INLEDNING**
 - 2.1 MTO-begreppets etablering**
 - 2.2 En modern beskrivning av MTO-begreppet**
- 3. MTO I PERSPEKTIV AV REAKTORSÄKERHETSUTVECKLINGEN**
 - 3.1 Inledning**
 - 3.2 Tiden före TMI-Olyckan**
 - 3.3 Efter TMI-Olyckan, 80-talet**
 - 3.4 Efter Tjernobyl, 90-talet**
 - 3.5 Avreglerad marknad och hot om avveckling**
 - 3.6 Sammanfattande diskussion**
- 4. FORSKNING OCH UTVECKLING**
 - 4.1 Inledning**
 - 4.2 Forskning och utveckling som samfinansierats av kärnkraftföretagen och SKI**
- 5. KOMPETENS SOM STÖDJER ETT SYSTEMTÄNKANDE**
- 6. METODER OCH VERKTYG TILLÄMPADE I FORSMARK**
 - 6.1 Inledning**
 - 6.2 MTO-analys**
 - 6.3 Förebyggande analyser vid tekniska ändringar – MANFRED**
 - 6.4 Förebyggande analyser vid organisatoriska ändringar**
 - 6.5 Utvärdering av organisatoriska faktorer – en del av ASAR**
 - 6.6 Uppföljning och trendanalys av inträffade händelser (RO)**
- 7. ENKÄT**
- 8. REFERENSER**

APPENDIX

- 1. Beskrivning av TMI-olyckan i Harrisburg samt olyckan i Tjernobyl**

ÖSTHAMMAR 2002-09-04

3:e omarbetade upplagan

© Olle Andersson

Materialet i denna uppsats får användas fritt om källan anges.

1. SYFTE OCH METOD

Syftet med denna uppsats är att översiktligt beskriva MTO-begreppet samt dess tillkomst och historia. Avsikten är också att utifrån mina egna erfarenheter av MTO-begreppets tillämpning vid Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) beskriva tillämpningen inom svensk kärnkraftindustri. För att få en sådan helhetsbild beskrivs därför hur några MTO-verktyg används vid FKA. Andra kraftbolag kan ha tagit till sig MTO-begreppet annorlunda och också tillämpa metoderna annorlunda.

Författaren har arbetat med MTO-frågor inom FKA sedan 1988 och är sedan samma år sekreterare och, sedan 1989, även ordförande i FKA:s MTO-grupp. I den rollen och tillsammans med Carl Rollenhagen, SwedPower AB, har författaren svarat för metodutveckling och breddning av MTO-begreppet inom FKA. Författaren har vidare varit sammanhållande vid genomförande av en rad MTO-analyser, bl.a. den inom FKA först utförda. Författaren är vidare företagsspecialist inom områdena Instrument & Control samt MTO. Författaren är också FKA:s representant i SKI:s rådgivande grupp avseende forskning inom MTO-området.

Ensam och tillsammans med Carl Rollenhagen har författaren publicerat flera uppsatser i ämnet, bl.a. vid konferenser och möten arrangerade av IAEA och ENS (European Nuclear Society), bl.a. [1], [2] och [3].

Faktaunderlaget till uppsatsen baseras på av författaren, ensam eller tillsammans med Carl Rollenhagen, tidigare publicerade uppsatser, främst [1], [2] och [3], samt litteraturstudier. Litteraturunderlaget har utgjorts av ett stort antal rapporter, uppsatser, artiklar, instruktioner mm. Hänvisning till referenslistan ges löpande i texten. En av de viktigaste källorna har varit olika nummer av SKI:s skriftserie NUCLEUS – Forskningsnytt från Statens Kärnkraftinspektion. En annan viktig referens har varit Carl Rollenhagens bok, ”MTO - en introduktion”, [4].

Faktaunderlaget är kompletterat med en enkätundersökning riktad till ett antal personer som var och en har betytt mycket för MTO-begreppets utveckling. Enkäten och svaren redovisas i avsnitt 7.

Jag vill slutligen tacka alla som lämnat stöd och uppmuntran för detta arbete. Utan stöd och uppmuntran hade uppsatsen aldrig blivit skriven. Ett särskilt tack riktas till:

Bo Magnusson, Linköpings Universitet, för idé och uppmuntran,
Karl-Fredrik Ingemarsson och Ingvar Berglund, FKA/FQ, utan vars stöd och värdefulla kommentarer uppsatsen inte skulle ha kunnat komma till,
Carl Rollenhagen och Per Evenéus, SwedPower AB, för deras stora tålamod, värdefulla kommentarer, bl.a. vid genomläsning av uppsatsen,
Gerd Svensson, SKI, för värdefullt bakgrundsmaterial och svar på massor av frågor,
Professor Björn Wahlström, VTT i Finland för värdefulla kommentarer, samt slutligen, till alla som besvarat enkäten och bidragit med stort kunnande.

2. INLEDNING

2.1 MTO-begreppets etablering

Termen MTO (Människa – Teknik – Organisation) är i dag ett väl etablerat, allmänt samlande begrepp inom svensk kärnkraftsindustri och hos tillsynsmyndigheten, Statens Kärnkraftinspektion¹. Inom kärnkraftindustrin står MTO-begreppet för ett synsätt, kunskaper och användning av olika analysverktyg gällande samspelet mellan människor, tekniska system och organisatoriska faktorer. Begreppet har från början haft en stark koppling till reaktorsäkerhet men har över tid fått en vidare tillämpning och innefattar idag alla aspekter av samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer. MTO som begrepp introducerades i Sverige efter olyckan vid kärnkraftverket Three Mile Island (TMI) utanför Harrisburg i USA, som inträffade i mars 1979. Se appendix 1.

Med anledning av TMI-olyckan tillsatte Sveriges regering en utredning (Säker kärnkraft? Betänkande av Reaktorsäkerhetsutredningen, SOU 1979:86, Stockholm 1979) som hade i uppdrag att se över reaktorsäkerheten i Sverige och föreslå åtgärder. Vid analys av olyckans händelseförlopp stod det klart att brister i samspelet mellan människorna, tekniken och organisatoriska faktorer bidragit till händelseutvecklingen. Enligt reaktorsäkerhetsutredningen krävdes därför en vidgad syn på säkerheten så att den även skulle inkludera mänskliga och organisatoriska aspekter. För att kunna hantera dessa frågor på ett mer systematiskt sätt föreslog utredningen också att SKI skulle få utökade resurser.

Sedan reaktorsäkerhetsutredningen lämnat sitt betänkande kom det att ta nära tio år innan termen MTO blev ett samlat begrepp för att beteckna samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer. Efter TMI-olyckan och fram till slutet av 80-talet skedde på kärnkraftverken en långsam kunskapsuppbyggnad vad avser ergonomi. Kunskaperna byggdes främst upp vid konstruktionen och driftsättningen av Sveriges två senaste kärnkraftblock, Forsmark 3 och Oskarshamn 3. Parallellt med utvecklingen på kraftverken skedde även en utveckling inom SKI som innebar att myndighetens resurser förstärktes, främst avseende beteendevetenskaplig kompetens. Kompetensuppbyggnaden ledde till att en särskild human factors grupp etablerades hos SKI redan 1980.

Sommaren 1987 inträffade en händelse vid Oskarshamn 3 (O3) som kom att få betydelse för synen på samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer. Efter den årliga revisionsavställningen skulle man i O3 genomföra ett rutinprov av styrtavarna. När provet inleddes var inte det hydrauliska snabbstoppsystemet inkopplat vilket innebar ett brott mot gällande regler. Händelsen föranledde en grundlig undersökning under ledning av SKI. Utredningen visade på nödvändigheten av att, utöver tekniska och mänskliga faktorer, även inkludera organisatoriska aspekter i utredningsarbetet. För första gången skedde en dokumenterad utredning där samspelet mellan de tre elementen M, T och O be-

¹ Fortsättningsvis ingår SKI i det samlade begreppet "kärnkraftindustrin" om inget annat särskilt anges.

handlades. Därmed etablerades förkortningen ”MTO” som ett samlat begrepp för detta samspel.

I avsnitt 3 redovisas mer utförligt hur MTO-begreppet utvecklats som följd av olika händelser och i relation till hur synen på hur reaktorsäkerhet har förändrats.

2.2 En modern beskrivning av MTO-begreppet

Enligt min uppfattning, en uppfattning som jag för övrigt delar med många andra, kan MTO-begreppet idag sägas omfatta tre olika men sammanhörande synsätt eller områden:

1 *Analysverktyg*

Under årens lopp har olika MTO-verktyg utvecklats. De första analysverktygen avsåg att utreda (komplexa) händelser, identifiera genombrutna barriärer och bakomliggande orsaker samt föreslå och rekommendera åtgärder för att förhindra ett återupprepande. Senare har även förebyggande analysverktyg tagits fram. Flera av de verktyg som används av FKA beskrivs i avsnitt 6.

2 *MTO som ett specialistområde*

MTO har uppfattats som ett relativt smalt område i huvudsak för ergonomer och beteendevetare. Denna tolkning är dock alltför begränsad. För att förstå samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer behövs kunskaper från flera olika specialistområden som; ergonomi (human factors), psykologi, beteendevetenskap etc. MTO har kommit att utvecklas mot att bli en multivetenskaplig disciplin och idag räcker det inte att vara ”bara” beteendevetare, psykolog eller ergonom för att täcka in alla aspekter av MTO-begreppet. Flera olika specialistområden måste samverka.

3 *MTO som ett samlat begrepp för ett systemtänkande avseende säkerhet*

MTO-begreppet kan också sägas vara ett synsätt, ett sätt att utveckla ett säkerhetskulturtänkande som fokuserar på hela det socio-tekniska systemet, inklusive tekniska, mänskliga och organisatoriska faktorer. Detta synsätt innebär att alla kunskaper, vetenskapliga såväl som erfarenhetsbaserade, om samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer, blir tillämpade i alla delar av kärnkraftverkens verksamhet.

Gränserna mellan de tre ovan beskrivna områdena är inte tydliga och det finns starka kopplingar och beroenden mellan dem. För att förstå orsaker och olika samband när man genomför MTO-analyser är det nödvändigt att ha ett systemtänkande. Kunskaper inom olika specialistområden är en förutsättning, både för att etablera ett systemtänkande och för att kunna utnyttja olika analysmetoder på

ett så effektivt sätt som möjligt. Ett systemtänkande är en förutsättning för att ta fram kontrollrumsfilosofier och genomföra förebyggande tekniska eller organisatoriska analyser.

Beroende på kunskap, erfarenhet och organisationstillhörighet kan bilden av MTO-begreppet som tre olika men sammanhörande synsätt eller områden tolkas olika. Somliga ser MTO primärt som ett analysverktyg, andra ser MTO enbart som ett specialismråde. En viktig uppgift för oss som arbetar med MTO är att påverka vår omgivning så att man mer naturligt tillämpar ett MTO-synsätt i alla delar av verksamheten där människor organiserat skall samverka med teknik.

3. MTO I PERSPEKTIV AV REAKTORSÄKERHETSUTVECKLINGEN

3.1 Inledning

Utvecklingen av kärnkraftindustrins syn på samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer har i hög grad påverkats av yttre händelser. Utvecklingen kan indelas i fyra steg:

Tiden för TMI-olyckan, 60- och 70-talen

Under 60- och 70-talen karaktäriseras synsättet inom kärnkraftindustrin av devisen: ”TEKNIK löser alla problem”.

Tiden efter TMI-olyckan, 80-talet

TMI-olyckan fäste uppmärksamheten på brister i samspelet mellan MÄNNISKA - TEKNIK.

Efter Tjernobyl, 90-talet

Tjernobyl-olyckan fäste uppmärksamheten på KULTUR-frågor. Organisatoriska faktorer uppmärksammas tydligare. Även om ergonomi och human-factors tillämpats tidigare ”föds” MTO som begrepp i slutet av 80-talet.

Nutid och framtid

Elmarknaden har avreglerats och kärnkraftindustrin har ställts inför en kostnadskris. LEDNINGS- och ORGANISATORISKA frågor har därmed fått större betydelse än tidigare.

MTO-begreppets utveckling i perspektiv av reaktorsäkerhetsutvecklingen belyses närmare i de efterföljande avsnitten. Texten baseras på en rad föredrag och uppsatser bl.a.: Lars Högberg, Milstolpar i svenskt reaktorsäkerhetsarbete [5], Gerd Svensson, MTO-perspektiv självklar del i tillsynsarbetet [6], Kerstin Dahlgren, Programområde: Samspelet mellan Människa – Teknik – Organisation [7], Lars Högberg, Safety culture as an element of contact and co-operation

between utilities, research institutes and safety authorities [8], samt, Carl Rol-
lenhagens bok, ”MTO - en introduktion”, [4].

3.2 Tiden före TMI-Olyckan

Devisen: ”TEKNIK skall lösa alla problem” karaktäriserar det synsätt som råd-
de inom kärnkraftindustrin till början av 80-talet. Människan blev ofta reduce-
rad till något slags ”medelvärde” av egenskaper och förutsattes anpassa sig till
de tekniska lösningar som teknikerna tog fram. Det är under den här perioden
som kärnkraftblocken Oskarshamn 1 och 2, Barsebäck 1 och 2 samt Ringhals 1
och 2 byggs och tas i drift. Trots att Forsmark 1 och 2 tas i drift först i början av
80-talet konstruerades kontrollrummen för dessa anläggningar i huvudsak under
mitten av 70-talet. Även om tekniska lösningar skulle lösa alla problem fanns en
förståelse för att ergonomiska faktorer spelade roll för operatörernas situation.
Erfarenheter från tidigare kontrollrumskoncept utvärderades (av tekniker) och
identifierade brister försökte man bygga bort. Dåvarande chefen för konstruk-
tionskontoret för kontrollutrustning vid Statens Vattenfallsverk, Nils Rydberg,
uttryckte denna erfarenhetsåterföring som: ”*Det löper en röd tråd från kontroll-
rummen i Harsprånget, Porjus, Stenungssund och Ringhals 1 till Forsmarksre-
aktorerna*”.

3.3 Efter TMI-Olyckan, 80-talet

3.3.1 Inledning

Som nämnts inledningsvis fick olyckan i kärnkraftverket Three Mile Island
utanför Harrisburg i USA (se appendix 1) stor betydelse för synen på samspelet
mellan människan och tekniken. Kritiken av hur säkerhetsarbete i branschen be-
drivits före olyckan var svidande. Den av USA:s president tillsatta Kemmeny-
kommissionen skrev i sin rapport:

*”Slutsatsen blir att medan huvudorsaken till detta tillbud kom att utvecklas till
en allvarlig olycka var olämpliga operatörsåtgärder så bidrog många faktorer
till operatörernas handlande, såsom brister i utbildningen, oklara driftinstruk-
tioner, oförmåga hos olika organisationer att dra rätta lärdomar av tidigare
tillbud samt brister i utformningen av kontrollrummen. Dessa brister får till-
skrivas kraftföretag, leverantörer av utrustning och den statliga tillsynsmyndig-
heten. Vare sig operatörsfelen ”förklarar” vad som inträffade i detta fall eller
ej, är vi därför – i ljuset av alla ovan påtalade brister – övertygade om att en
olycka liknande den vid TMI förr eller senare var oundviklig”*

Olyckan blev en väckarklocka för reaktorsäkerhetsarbetet i hela västvärlden. I
Sverige tillsattes reaktorsäkerhetsutredningen och en folkomröstning om kärn-
kraftens fortsatta utbyggnad genomfördes. Reaktorsäkerhetsutredningen konsta-
terade i sitt betänkande att en hel del bra saker hade gjorts avseende svenskt re-
aktorsäkerhetsarbete men att mycket mer borde göras.

Reaktorsäkerhetsutredningens förslag till åtgärder antogs av regering och riksdag (Prop. 1980/81:90, bil.1; NU 1980/81:60 rskr 1980/81:381). De svenska kärnkraftföretagen drog igång många aktiviteter på eget initiativ, men det blev ändå ytterst SKI som skulle se till att programmet genomfördes. Detta gällde flera områden, inte minst MTO-området.

3.3.2 SKI:s programområde: Samspel mellan Människa, Teknik och Organisation

Enligt reaktorsäkerhetsutredningens förslag fick SKI i början av 80-talet ökade resurser som bl.a. gjorde det möjligt att bygga upp en grupp av specialister inom området human factors. Dessa specialister hade ofta en bakgrund inom det beteendevetenskapliga området. Även om uppbygganden började redan 1980 var det först 1984 som samtliga tilldelade tjänster var besatta. Den relativt långsamma introduktionen liksom den tveksamhet som till en början rådde beträffande om hur arbetet bäst skulle bedrivas satte också sin prägel på de initiala satsningarna. Det kom att dröja ända till mitten av 80-talet innan human factors erkändes som lika viktigt för reaktorsäkerhetsarbetet som de tekniska specialistområdena. När detta erkännande kom (1986) ombildades SKI:s human factors grupp till en egen avdelning, likställd med SKI:s tekniska enheter.

3.3.3 Utvecklingen under första halvan av 80-talet

Resultatet av folkomröstningen 1980 blev att det svenska kärnkraftprogrammet skulle omfatta 12 reaktorer. Detta innebar att Oskarshamn 3 (O3) och Forsmark 3 (F3), som bägge togs i drift 1985, är de senast byggda i Sverige. Med dessa två anläggningar avslutades en utbyggnad som pågått mer eller mindre kontinuerligt sedan slutet av 60-talet. Då bygget av dessa två anläggningar bara var påbörjat när TMI-olyckan inträffade 1979 fick den händelsen betydelse både för utformningen och utvärderingen av anläggningarnas kontrollrum. Parallellt med driftsättningen av O3 och F3 pågick utbyte av datorsystemen i kontrollrummen i alla övriga kraftverk, utom i Forsmark 1 & 2. Ett omfattande arbete lades ner dels på integration av de nya datorsystemen i kontrollrumsmiljön och dels på att utforma Människa – Maskingränssnittet på ett ur ergonomisk synpunkt så bra sätt som möjligt.

Ett tydligt formulerat krav i reaktorsäkerhetsutredningen var att SKI skulle utvärdera de svenska kontrollrummen ur operatörssynpunkt. Behovet aktualiserades ytterligare i samband med att SKI skulle ge drifttillstånd för O3 och F3. SKI:s önskemål var att kraftverken själva skulle genomföra dessa utredningar. Utredningar kom att utföras på helt olika sätt för O3 och F3. I Forsmark genomförde FKA själva en utredning. ”En någorlunda godtagbar sådan” enligt Kerstin Dahlgren, dåvarande chef för MTO-enheten på SKI. Inom OKG ställde man sig frågande till hur en sådan utvärdering skulle genomföras. SKI beslöt då att starta ett forskningsprojekt för att ta fram lämplig metodik. Utvärderingen av O3 kom

av den anledningen inte att utföras förrän en god bit in på 90-talet, se även avsnitt 4.2 nedan.

Ett vittnesbörd om att utformningen av kontrollrummet i O3 och F3² ändå blev bra i en internationell jämförelse är ett uttalandet av Mr Furet från Commissariat à l'Energie Atomique France, som under 80-talet, för IAEA:s räkning, reste världen runt och dokumenterade olika kontrollrumslösningar: "Of all control rooms seen, this one seemed to have the best design and most comfortable work environment" [9].

3.3.5 Utvecklingen under andra halvan av 80-talet

En händelse som fick stor betydelse för utvecklingen både inom SKI och ute på kraftverken var den så kallade O3-incidenten som inträffade i juli 1987. Med anledning av händelsen genomförde SKI en utredning där för första gången både human factors specialister och tekniker ingick. En slutsats som man kom fram till var att även organisatoriska faktorer måste beaktas tillsammans med faktorer som berör samspelet mellan människan och tekniken. Det är i detta sammanhang som förkortningen "MTO" blir etablerad som beteckning för samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer.

Under de sista åren av 80-talet skedde en bred och kraftfull utveckling på MTO-området. Flera olika samverkande faktorer bidrog till detta. Delvis som följd av O3-incidenten tog SKI initiativ till att bilda en samarbetsgrupp sammansatt av kraftverkschefer, VD för KSU (Kärnkraftindustrins utbildningscentrum), representanter för SKI:s ledning och med chefen för SKI:s MTO-enhet som sekreterare. Genom att kraftverkscheferna engagerades fick gruppen stor betydelse för introduktionen av MTO. När MTO-begreppet fått en fastare förankring i början av 90-talet kunde den gemensamma samarbetsgruppen avvecklas.

Under åren 1987 och 1988 genomförs bl.a. följande:

- En kurs i HPES (Human Performance Evaluation System, se avsnitt 6.2) genomförs på initiativ av KSU.
- Utifrån HPES-metoden utvecklas en svensk metod för att analysera inträffade händelser. Metoden kallas MTO-analys, se avsnitt 6.2.
- De första MTO-analyserna genomförs vid Barsebäck, Ringhals och Forsmark.
- MTO-grupper bildas vid alla svenska kärnkraftverk.

² F3 och O3 är systemanläggningar vilket innebär att kontrollrummen är mycket lika varandra.

3.3.4 SKI och kärnkraftverken utvecklas i olika riktning

10-årsperioden 1980 till 1990 kom att betyda oerhört mycket för utvecklingen av MTO-begreppet. I slutet av perioden accelererar utvecklingen och många av de verktyg och institutioner som är självklara idag skapas under några mycket händelserika år. Sannolikt innebar satsningarna på kontrollrumsförnyelse och installationen av nya datorsystem i början av 80-talet att introduktionen av MTO-frågorna då gick relativt långsamt. När resurser senare frigörs kan utvecklingen komma igång på allvar.

En faktor som fått stor betydelse för den fortsatta utvecklingen är myndighetens och kärnkraftföretagens olika kompetensprofil inom MTO-området. SKI:s MTO-enhet har redan från begynnelsen varit bestyckad med beteendevetare och specialister inom "human factors". Ute på kraftverken var det intresserade tekniker som fick ägna sig åt MTO-frågorna. Myndighetens experter saknade därmed en naturlig motpart vilket försvårade kommunikationen mellan industrin och myndigheten, man pratade inte samma språk. Denna olikhet i hur kunskaperna är "förankrade" har fortfarande stor betydelse i samspelet mellan myndighet och industri.

SKI:s syn på MTO-begreppet var dessutom från början mycket bredare än vad som var fallet inom kärnkraftföretagen. Under flera år in på 90-talet uppfattade kärnkraftindustrin MTO-begreppet enbart som ett analysverktyg och möjligen som ett specialismråde för beteendevetare och ergonomer.

3.4 **Efter Tjernobyl, 90-talet**

3.4.1 Säkerhetskulturbegreppet

Tjernobyl-olyckan, som inträffade 1986, hade inte alls samma påverkan på den västerländska kärnkraftindustrin som TMI-olyckan hade. Olyckan fäste dock uppmärksamheten på den roll som ledningen och organisationen har för att förhindra att olyckor inträffar. Olyckan fäste också uppmärksamheten på förhållningssättet till reaktorsäkerhet. Dessa frågor bearbetades inom IAEA som, i början av 90-talet, introducerade begreppet *säkerhetskultur* [10]. Fritt översatt kan begreppet säkerhetskultur definieras som:

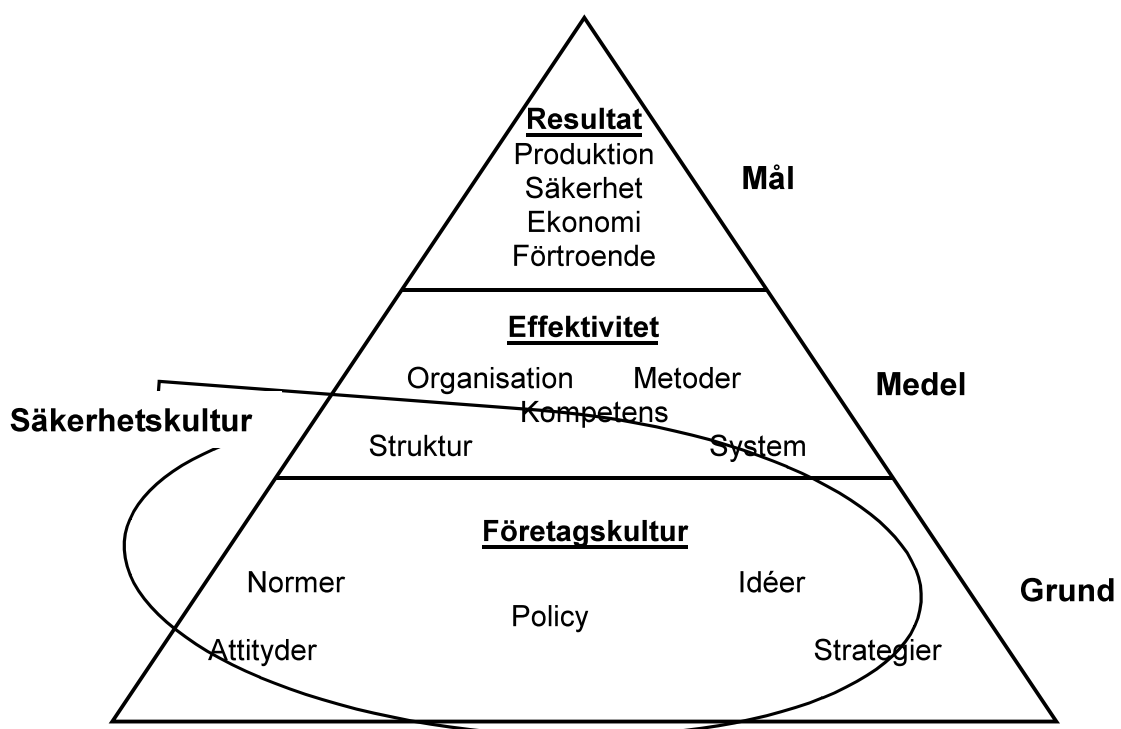
*"Säkerhetskultur är den samling kännetecken och attityder i en organisation och hos individer som i alla situationer garanterar att kärnkraftfrågor får den uppmärksamhet som deras betydelse kräver
Säkerhetskultur kräver att alla uppgifter som har betydelse för säkerheten utförs korrekt, med vaksamhet, vederbörlig eftertanke och kunskap, säkert omdöme och känsla av ansvar."*

Säkerhetskulturbegreppet har haft stor betydelse för utvecklingen av MTO-verksamheten. Genom att anlägga ett bredare perspektiv, ett systemtänkande, på

MTO närmar sig MTO-synsättet en syn på reaktorsäkerhet som ligger nära det synsätt som definieras av säkerhetskulturbegreppet.

Trots den stora medvetenhet som IAEA:s arbete skapade i början av 90-talet har flera kärnkraftföretag vid olika tillfällen uppvisat allvarliga brister. Som exempel kan nämnas Millstone och Peach Bottom i USA och Ontario Hydro i Kanada.

Enligt en utredning av IAEA räknades de här anläggningarna under sina första år till de bästa i respektive land [11]. Svårigheterna uppkom vid övergången från uppbyggnadsfasen till den efterföljande drift- och underhållsfasen. Problemen bestod t.ex. av otillräckligt stöd från bolagens högsta ledning, ett ledarskap som var mer inriktat på teknik än på människorna. En annan viktig faktor var det sätt som arbetet var organiserat på samt brister i att ta till sig andras lärdomar. Andra bidragande orsaker var brist på resurser, dåligt förankrade omorganisationer, neddragningar, ökad anhopning av instruktionsändringar och underhållsåtgärder samt låg status hos kvalitetsavdelningarna. Gemensamt var också, med något undantag, att anläggningarnas högsta ledning inte fångat upp situationen tidigt eller insåg dess betydelse och därför inte agerade i tid.



Figur 1, Säkerhetskultur är en del av företagskulturen.

Svensk kärnkraftindustri är på inget sätt immun mot liknande problem. Barsebäck var nära en liknande situation under mitten av 90-talet och de andra företagen kan hamna i svårigheter som följd av förlorad kompetens eller som följd av påverkan från starka yttre krafter.

3.4.2 Utvecklingen under första halvan av 90-talet

Första halvan av 90-talet karaktäriseras av konsolidering. I början av perioden fick utvecklingen av MTO-verktygen struktur. Under Carl Rollenhagens ledning, han kom till Vattenfall AB1990, utvecklades och dokumenterades MTO-analysmetoden i Forsmark. Runt decennieskiftet genomgick en stor del av personalen i Forsmark en grundläggande MTO-utbildning. MTO-begreppet blev därmed fast etablerat och främst inom drift- och reaktorsäkerhetssektionerna breddades synen på MTO till att bli ett systemtänkande.

Utvecklingen på de andra svenska kärnkraftverken har följt ett mönster som liknar det från Forsmark.

Med syftet att säkra driften en god bit in på 2000-talet beslutade FKA i mitten av 90-talet att fram till år 2000 investera ca 2000 miljoner kronor i anläggningsförnyelse. Huvuddelen av investeringen avsåg förnyelse av kontrollrum och kontrollutrustning för Forsmark 1 och 2. Ett resultat av förnyelseplanen blev att flera nya MTO-verktyg togs fram. Ett av dessa verktyg beskrivs utförligt i avsnitt 6.3. För de först genomförda projekten användes tråkigt nog inte de framtagna verktygen på avsett sätt. Resultatet blev en ur driftsynpunkt delvis dålig kontrollrums- och HMI-utformning (Human – Machine – Interface). För att korrigera de värsta misstagen har man varit tvungen att initiera dyra ”städprojekt”. Lärdomarna har dock fört det goda med sig att insikten om verktygens betydelse för ett bra slutresultat har fått stort genomslag.

3.4.3 Utveckling under andra halvan av 90-talet

Förutom moderniseringsprojektens behov av metodstöd präglades slutet av 90-talet i hög grad av att SKI då kom ut med en övergripande föreskrift om ”säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar”, SKIFS 1998:1 [19]. I föreskriften framhålls betydelsen av samspelet mellan människa, teknik och organisation och det ställs krav på att tillståndshavarna skall beakta detta samspel i sin verksamhet. I och med föreskriftens tillkomst förändrades också myndighetens tillsynsstrategi. Från att förut i detalj ha följt olika ärenden övergick man till en verksamhetsorienterad tillsyn där avsikten var att lägga inspektionsresurserna mer på uppföljning av kraftverkens egenkontroll än på uppföljning av enskilda sakfrågor.

För MTO-verksamheten (analyser, uppföljning av händelser, förebyggande arbete vid ändringar etc.), liksom för många andra verksamheter, innebar detta en övergång från att ”se till det faktiska resultatet” till att följa upp det ”formella systemet”. För MTO-verksamheten förstärktes detta arbetsätt av att de som ut-

förde inspektionerna ofta saknade erfarenhet av drift av kärnkraftverk. SKI:s MTO-enhet har av tradition till största delen besatts med beteendevetare, se avsnitten 3.3.4 och 5. Under mitten av 90-talet skedde en generationsväxling och flera av de nya, som kom direkt från universitet och högskolor, har inte alltid den praktiska erfarenhet som vore önskvärd. Om inte utvecklingen kan vändas så att inspektionsverksamheten blir mer nyanserad riskerar utvecklingen och breddningen av MTO-begreppet att hämmas.

3.5 Avreglerad marknad och hot om avveckling

3.5.1 Avreglerad marknad

En annan viktig faktor för utvecklingen av MTO-begreppet är den avreglering av elmarknaden som skedde i slutet av 90-talet. Avregleringen har inneburit ett ändrat fokus i kärnkraftindustrin. Från att fokus legat på ökad produktion till bibehållen kostnad ligger fokus idag på sänkta kostnader med bibehållen hög produktion. För att klara detta paradigmskifte fordras rationaliseringar, ändrad organisation och ändrat ledarskap. För att genomföra de önskvärda organisationsförändringar fordras bra analysverktyg. Med tillgång till sådana verktyg säkras att samspelet mellan människa och organisation bli så bra som möjligt i den tekniska miljö som ett kärnkraftverk utgör.

I FKA:s tolkning av MTO-begreppet har "O:et" hittills primärt varit ett uttryck för organisationens stödjande funktioner, dvs. instruktioner, utbildning, kommunikation etc. Hur arbetet organiseras har inte lyfts fram lika tydligt eftersom organisationen varit mer eller mindre statisk under en relativt lång period. I den nya situationen som innebär förändringar av hur arbetet organiseras, måste dessa frågor lyftas fram tydligare.

Karl-Fredrik Ingemarsson, chef på enheten för säkerhet och miljö i FKA, ger tydligt uttryck för detta framtidsperspektiv i sitt enkätsvar:

Det viktigaste elementet i utvecklingen av MTO-konceptet är ökat fokus på förebyggande arbete och analys av vad som kan dyka upp i framtiden, främst avseende organisationsförändringar.

Ett första steg i denna utveckling togs tidigare i år inom FKA när en ny instruktion togs fram som anvisar metod för hur ett förslag till en organisations- eller verksamhetsförändring skall analyseras och redovisas. Metoden beskrivs utförligt i avsnitt 6.4.

3.5.2 Avveckling

Hotet om avveckling har legat över kärnkraftindustrin sedan folkomröstningen 1980. Hotet har varit mest uttalat för Barsebäcksverket. Under många år gällde riksdagsbeslutet att kärnkraften skulle vara avvecklad senast 2010. Idag är detta

årtal borta och avveckling skall ske i en mer realistisk takt. För Barsebäck har detta tyvärr inneburit att ett aggregat redan stängts. För Sydkraft, som tidigare var ensamägare till Barsebäcksverket, och för SKI har av den anledningen säkerhetsaspekterna vid avveckling varit uppe för diskussion. En avvecklingssituation har många MTO-relaterade element. Det gäller kompetensfrågor, organisation av arbetet mm. Stora krav ställs på ledningen i att hantera en, både för organisationen och personalen, påfrestande och osäker situation samt att upprätthålla en hög kvalitet i säkerhetsarbetet.

3.6 Sammanfattande diskussion

MTO-begreppets etablering

Enligt min uppfattning var TMI-olyckan av avgörande betydelse för förståelsen för att man måste ta hänsyn till människans egenskaper, förmåga och kunskaper i tekniska system. Med de insikter som olyckan gav, bröts dogmen att ”tekniken löser alla problem”.

Under 80-talet skedde en långsam kompetensuppbyggnad inom human factors området, främst inom SKI. Under samma period pågick en omfattande modernisering av kontrollrummen i de äldre kärnkraftverken och Forsmark 3 och Oskarshamn 3 byggdes färdiga och driftsattes. För kraftverken innebar detta en kompetensuppbyggnad, främst avseende ”kontrollrumsfilosofier” och ergonomi. SKI:s pådrivande roll under den här uppbyggnadsfasen var, enligt min uppfattning, av stor betydelse och initiativet till en ”samverkansgrupp” var avgörande för den snabba utvecklingen av MTO-begreppet som sker i slutet av decenniet.

Ledningarna på de Vattenfallsägda kraftverken kom relativt tidigt till insikt om MTO-verktygens betydelse. Insikten kom lite senare i Oskarshamn (OKG) och Barsebäck (BKAB). På alla kraftverken förstod man att tillämpningen bidrog till ökad säkerhet, färre störningar och överlag en effektivare och lönsammare drift. Denna ståndpunkt vidimeras tydligt i de enkätsvar jag erhållit.

Under 90-talets början skedde en konsolidering av MTO-arbetet vilket enligt min uppfattning kan tillskrivas Carl Rollenhagen, som haft en avgörande betydelse som metodutvecklare och visionär, samt eldsjälens Jean-Pierre Bento, som under den här viktiga perioden outröttligt propagerade för MTO-verktygens tillämpning, främst inom OKG och BKAB.

Idag är MTO-begreppet väl etablerat, vilket också stöds av svaren på min enkät. Enligt min uppfattning, vilken också stöds av enkätsvaren, återstår dock ännu mycket arbete för att förankra och bredda insikten om bl.a. MTO-analysernas värde. Driftledning, operatörer och personal som arbetar med olika typer av säkerhetsfrågor har sedan lång tid tillbaka goda insikter och ett brett MTO-synsätt. Denna förankring är dock inte lika bra inom andra sektorer som underhåll och tekniskt stöd. Kunskaperna om MTO-begreppet är dessutom varierande i de olika kraftverkens företagsledningar. Inom SKI är MTO sedan lång tid tillbaka lik-

ställt med andra tekniska grenar av tillsynen. Enligt min uppfattning måste kommunikationen mellan företrädare för MTO-verksamheten på kraftverken och SKI:s MTO-enhet förbättras så att man tillsammans kan verka för en bredad förankring.

4. FORSKNING OCH UTVECKLING

4.1 Inledning

Som framgått tidigare uppmärksammades brister i samspelet mellan Människa – Teknik efter TMI-olyckan i USA. Olyckan inträffade 1979 och utredningar i Sverige ledde bl.a. till att en human factors grupp inrättades hos SKI redan i början av 1980-talet. Gruppens tillkomst och sammansättning, i huvudsak akademiker med beteendevetenskaplig bakgrund, innebar att det redan i början av 80-talet etablerades kontakter med forskare inom beteendevetenskap och ergonomi.

Inom ramen för det nordiska kärnkraftsamarbetet (Nordic Liason Committee for Atomic Energy, NKA) påbörjades i slutet av 70-talet arbeten som engagerade forskare vid olika universitet och institut i Norden. De forskningsresultat som kom fram har publicerats i en rad rapporter som av olika skäl dock inte fått det genomslag i industrin som de förtjänar. Den forskning och det arbete som föregick publiceringen av rapporterna har dock haft stor betydelse för kunskapsuppbyggnaden vid de berörda institutionerna, t.ex. Linköpings Universitet, Technical Research Centre of Finland (VTT) och Instituttt for Energiteknikk (IFE) / OECD Halden Reactor Project i Norge.

Exempel på av NKA publicerade rapporter är:

NKA/KRU-(81)XX	Operator Training, Control Room Design and human reliability.
NKA/LIT-3.1	The Design Process and the Use of Computerized Tools in Control Room Design.

Det är dock först sedan MTO-begreppet vunnit fotfäste i mitten av 80-talet som forskning avseende **samspelet** mellan människa, teknik och organisatoriska faktorer kommer igång på bredare front. Forskningen har i princip bedrivits enligt tre huvudinriktningar:

1. Forskning i kontrollrums- och bildskärmsergonomi mm vid OECD:s forskningsanläggning i Halden i Norge. (OECD Halden Reactor Project)
2. Behovsstyrd eller projektorienterad forskning finansierad av SKI eller kärnkraftföretagen.

3. Stöd till forskning vid universitet och högskolor, bl.a. som en viktig del i fortsättningen av det nordiska kärnkraftsamarbetet (nordisk kärnsäkerhetsforskning, NKS).

Information om SKI:s forskning publiceras regelbundet i NUCLEUS, SKI:s tidskrift för Forskning och utveckling. Artiklar och information om tidskriften kan erhållas via SKI:s hemsida: www.ski.se.

Kärnkraftföretagen har hittills inte på egen hand bedrivit någon omfattande forskning inom MTO-området. Kärnkraftföretagen har dock haft ett omfattande samarbete med SKI som svarat för merparten av den behovsstyrda och projektorienterade forskningen. SKI har dessutom via sitt FoU-program sedan 1993 finansierat en professur vid Psykologiska institutionen, Stockholms Universitet. Ett av de viktigaste orsakerna till denna uppdelning kan vara kärnkraftföretagens kraftfulla satsning på metodutveckling under första hälften av 90-talet.

Situationen har nu förändrats och både FKA och Ringhals AB bedömer att det stöd som man via SKI kanaliserats till universitet och högskolor endast i liten utsträckning kunnat nyttiggöras inom industrin. FKA har därför tillsammans med Ringhals AB deklarerat att man är beredda att finansiera alternativa former för forskning och grundutbildning så att dessa får en fastare koppling till kraftföretagen.

För att hålla sig ajour med utvecklingen har dessutom Vattenfall AB och dotterbolagen FKA och Ringhals AB finansierat en "omvärldsbevakning" via uppdrag till Carl Rollenhagen och hans kollegor på SwedPower AB. Omvärldsbevakningen har skett genom deltagande i konferenser, seminarier och liknande aktiviteter samt litteraturstudier. Redovisningen av omvärldsbevakningen har skett i form av årsrapporter vilka haft ett högt läs- och informationsvärde.

4.2 Forskning och utveckling som samfinansierats av kärnkraftföretagen och SKI

Redovisningen nedan bygger i huvudsak på uppsatser i SKI:s tidskrift för FoU, NUCLEUS. [12] och [13].

Forskning och utveckling är en integrerad del av SKI:s verksamhet avseende reaktor- och kärnämnessäkerhet, icke-spridning av klyvbara kärnämnen och kärnavfallssäkerhet samt information. Inom dessa områden finansieras ett stort antal olika forskningsprojekt inom universitet, högskolor, konsultföretag och forskningscentra. För hjälp att bl.a. bedöma olika forskningsprojekts angelägenhetsgrad har det inrättats en rådgivande forskningsnämnd. Nämndens uppdrag är att bistå myndigheten med bedömning av forskningsverksamhet samt värdering av föreslagna forskningsprojekt och slutförd forskning.

Många forskningsprojekt och kompetensbevarande åtgärder samfinansieras av kärnkraftföretagen och SKI. Två olika processer kan förekomma. I det ena fallet söker SKI ekonomiskt stöd från industrin för forskning som man önskar genomföra. I det andra fallet söker industrin ekonomiskt stöd från SKI för forskningsprojekt som man anser angelägna. Syftet med detta förfarande är att öka det ömsesidiga intresset för forskningen. Man kan dock fråga sig om detta är rationellt eftersom SKI:s forskningsmedel till 100% kommer från kärnkraftföretagen genom årliga utdebiteringar.

Samfinansiering sker inte bara av svensk forskning utan även av nordiska och internationella projekt där storlek och kostnader gör det önskvärt med många finansierare. Det främsta exemplet på internationell forskning inom MTO-området vars svenska finansiering kanaliseras via SKI:s forskningsbudget är stödet till OECD:s forskningsanläggning i Halden i Norge. (OECD Halden Reactor Project). Vid anläggningen i Halden har OECD bedrivit forskning sedan 19XX dels avseende reaktorbränsle och dels avseende kontrollrums- och bildskärmsergonomi.

Ett annat exempel på forskningsstöd som inte är projekt- eller direkt behovsstyrt är den professur i kärnkraftsäkerhet och psykologiska aspekter på samspelet människa, teknik och organisatoriska faktorer som 1993 inrättades vid Psykologiska institutionen vid Stockholms Universitet. Syftet var att bygga upp forskarkompetens och bedriva forskningsprojekt vars resultat skulle kunna nyttiggöras inom kärnkraftindustrin. Exempel på sådana forskningsprojekt är:

- Sömnbriestens påverkan på förmågan att lösa problem och fatta beslut
- Utveckling av AEB-modellen för incident- och riskanalyser, se nedan.
- Barriärfunktioner och kritiska arbetssituationer
- Integrerad säkerhetsanalys

Som redovisats inledningsvis har kärnkraftföretagen på senare tid ifrågasatt i vilken utsträckning den vid Psykologiska institutionen genomförda forskningen och utbildningen kommer företagen till del.

AEB-Modellen

Enligt [14] består en AEB-analys av två huvudfaser. Först beskrivs alla händelser som föregått incidenten och därefter beskrivs alla fel i händelsekedjan med ett flödesschema, där både mänskliga och tekniska felhändelser tas med. Den andra fasen i analysen är att identifiera de barriärer som skulle hejdat händelseförloppet. Metoden innehåller några av de delanalyser som ingår i den av kärnkraftföretagen utvecklade MTO-analysmetoden, vilken beskrivs utförligt i avsnitt 6.2. AEB-metoden har i huvudsak bara fått tillämpning inom SKI.

En annan omfattande typ av forskning är den forskning som är behovs- eller projektorienterad. Exempel på sådana forskningsprojekt är:

- Kommunikation och samspel mellan kontrollrumspersonalen. I projektet utvecklades en metod, ”Skiftnyckeln” för analys och återkoppling avseende kommunikation och samarbete i skiftlaget vid hantering av störningar.
- Projekt för att på sikt kunna förbättra utbildning, procedurer och träning av personal som utför så kallad oförstörande provning (OFP). Arbetet påbörjades redan 1990 och låg sedan nere några år innan det återupptogs i slutet av 90-talet.
- Studie av hur kontrollrumspersonalen vid Sveriges äldsta respektive nyaste kärnkraftblock, O1 respektive O3, bedömer kontrollrummen och sina arbetsförhållanden. SKI:s syfte med projektet var att ta fram en metod för att utvärdera kontrollrumsfunktionen och att kartlägga och bedöma operatörsarbetet från arbets- och säkerhetssynpunkt. Oskarshamns Kraftgrupp AB, ägare till O1 och O3 utnyttjade tyvärr analysen för att visa att det gamla kontrollrummet var likvärdigt med det nya vilket förtog en del av analysens trovärdighet. Att projektet överhuvudtaget kunde genomföras kan tillskrivas den av SKI skapade koordineringsgruppen där kraftverkscheferna ingick. Det tog SKI flera år av diskussioner och information innan undersökningen kunde genomföras med erforderligt stöd av OKG:s ledning.

Sammanfattningsvis kan konstateras att de gemensamma forskningsinsatserna lett till förvånande få praktiska lösningar eller tillämpningar i de svenska kärnkraftverken. Utvecklingen på den kanten har drivits av leverantörerna och av kraftverkens egna resurser. För industrins metodutveckling har eldsjälarna som Jean-Pierre Bento vid KSU och metodutvecklare som Carl Rollenhagen haft avgörande betydelse. De gemensamma forskningsinsatserna har dock varit av stor betydelse för kompetensuppbyggnaden hos SKI och inom institutioner som OECD:s Haldenprojekt.

5. KOMPETENS SOM STÖDJER ETT SYSTEMTÄNKANDE

I Sverige och även i andra länder, har det rått en allmän uppfattning att MTO primärt är ett specialistområde för beteendevetare och ergonomer. Detta synsätt kan i någon mån ha hämmat utvecklingen av MTO-konceptet. En bidragande faktor till detta kan vara utbildningssystemets traditionella sätt att inordna olika kompetensområden i fakulteter med liten eller ingen kommunikation mellan de olika vetenskapsområdena. Enligt Carl Rollenhagen och Olle Andersson [1] fordras stöd från flera olika kompetensområden för att åstadkomma ett bredare synsätt på MTO, ett heltäckande systemtänkande avseende säkerhet.

Beteendevetenskap och ergonomi är naturligtvis viktiga och nödvändiga kompetenser även när man anlägger ett bredare synsätt på MTO-begreppet. Detta innebär dock inte att ett bredare synsätt blir tillämpligt med någon automatik bara för att man är skicklig eller välutbildad beteendevetare eller ergonom. Psykologi är en fragmenterad och högt specialiserad vetenskap som omfattar en rad discipliner.

pliner från klinisk psykologi till politisk vetenskap. Flera av disciplinerna inom den psykologiska vetenskapen behövs också för att så effektivt som möjligt behandla olika frågor som ryms inom MTO-begreppet. En god förståelse för kognitiv psykologi är exempelvis nödvändig vid analys av händelser och vid konstruktion och utvärdering av människa – maskingränssnitt. På motsvarande sätt är en god förståelse för organisationspsykologi självklart användbar vid utvärdering av organisations- eller verksamhetsförändringar. Som nämnts ovan innebär dessa tillämpningsexempel inte automatiskt att de stödjer ett brett systemtänkande.

Det sätt som arbetet på ett kärnkraftverk är organiserat försvårar också ett multidisciplinärt tänkande. Arbetsstyrkan är ofta högt specialiserad och uppdelat i relativt distinkta kulturer vilket försvårar ett tvärvetenskapligt arbetssätt. Kontrollrumspersonalen har till exempel ofta goda insikter i psykologi. Tekniker, underhållspersonal och konstruktörer är å andra sidan inte alls lika intresserade av den typen av frågor. Dessa skillnader i kunskap kan leda till skilda värderingsgrunder vilket inte underlättar kommunikation och förståelse mellan grupperna. Ett sätt att överbrygga problemen är att arbeta i grupper sammansatta med personal från flera olika kompetensområden. En viktig gemensam ”kompetens” som alla i en sådan grupp bör ha är förståelse och öppenhet för att man kan se på en fråga från flera olika håll.

I FKA har man lyckosamt arbetat multidisciplinärt i en företagsgemensam MTO-grupp sedan 1988. Gruppen är sammansatt av kontrollrumspersonal och tekniker och i gruppen ingår även beteendevetare. En svårighet har varit att engagera underhållspersonal vilket försvårat arbetet med att implementera ett MTO-synsätt i hela organisationen. Erfarenheterna från gruppens arbete visar att det inte är av någon avgörande betydelse om den beteendevetenskapliga kompetensen utgörs av konsulter eller egen personal. Den viktigaste ”framgångsfaktorn” för gruppen har varit dess allsida och multidisciplinära sammansättning. Erfarenheterna från FKA stödjer tesen att ett multidisciplinärt arbetssätt är av stor vikt för att kunna dra nytta av den överordnade filosofi som ligger i MTO-begreppet.

6. METODER OCH VERKTYG TILLÄMPADE I FORSMARK

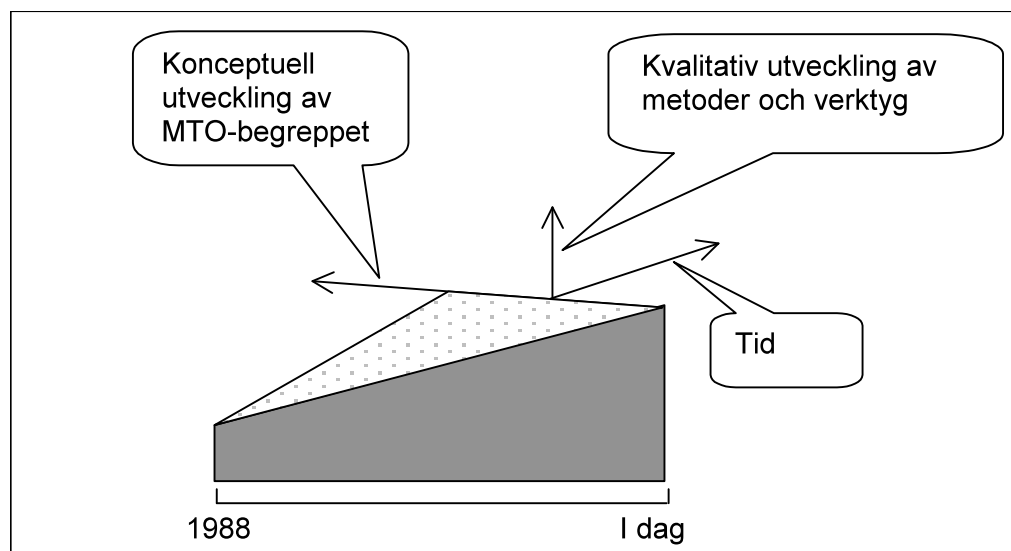
6.1 Inledning

I detta avsnitt beskrivs fem olika MTO-verktyg:

1. MTO-analyser
2. Förebyggande analyser vid tekniska ändringar – MANFRED
3. Förebyggande analyser vid organisatoriska ändringar
4. Utvärdering av organisatoriska faktorer – en del av ASAR
5. Uppföljning och trendanalys av inträffade händelser (RO)

Beskrivningarna baseras på en uppsats [1] presenterad vid ENS konferens TopOperation i Berlin 1999 samt på de i Forsmark framtagna instruktioner [15], [16] och [17] vilka dels styr MTO-verksamheten och dels beskriver olika verktyg och anger hur, när och av vem de skall användas. Två av de beskrivna verktygen är proaktiva (förebyggande) och två reaktiva (korrigerande). Utvärderingen av organisatoriska faktorer som är en del av ASAR kan sägas vara både reaktiv och proaktiv.

MTO-begreppet etablerades 1988 i Forsmark och samma år genomfördes den första MTO-analysen. Sedan dess har verktyg och metoder utvecklats, inte bara kvalitativt avseende ”analystekniskt tillämpning”, utan även konceptuellt, dvs. till innehåll och djup, vilket illustreras av nedanstående figur.



Figur 2. Sedan MTO-begreppet introducerades 1988 har det skett både en konceptuell och kvalitativ utveckling av MTO-konceptet.

6.2 MTO-analys

6.2.1 Inledning

1988 introducerades i Forsmark och de andra svenska kärnkraftverken en metod för att analysera händelser där man kunde misstänka att brister i samspelet mellan människan, teknik och organisatoriska faktorer bidragit till händelseförloppet. Metoden kom att kallas MTO-analys och byggde på en från USA importerad men kraftigt modifierad analysmetod, HPES (Human Performance Evaluation System).

Det var bl.a. genom att KSU (Kärnkraftsäkerhet och Utbildning AB i Studsvik) arrangerade en kurs i HPES-metoden 1988 som utveckling av MTO-verktyg tog fart i Sverige. Den största skillnaden mellan HPES och den svenska versionen av MTO-analys är att HPES-metoden innehåller en i detalj styrd intervjumetod. Detta arbetssätt passar inte den svenska kulturen som i mindre grad är intresserad av personrelaterade brister vid inträffade händelser. I de svenska versionerna av MTO-analys finns ingen styrning alls avseende intervjuernas genomförande. Det enda metoden föreskriver avseende intervjuteknik är att understryka för den intervjuade att syftet INTE är att ”sätta dit någon” utan att klarlägga ett händelseförlopp och till detta koppla olika orsaker, avvikelser och genombrutna eller saknade barriärer.

Syftet med genomförande av en MTO-analys är att identifiera direkta orsaker, grundorsaker (root cause) samt genombrutna eller saknade barriärer och utifrån denna kunskap förebygga att liknande händelser inträffar igen. Hur effektiv en MTO-analys är beror på hur väl den som utför analysen lyckas identifiera grundorsaker och genombrutna eller saknade barriärer.

Sedan den första MTO-analysen i FKA genomfördes i november 1988 har 57 analyser genomförts. I snitt innebär detta något mindre än 5 analyser per år. Av de 57 analyserna berör 7 arbetarskyddsrelaterade händelser, övriga analyser är reaktorsäkerhetsrelaterade. Andelen analyser som berör arbetarskyddsrelaterade händelser har ökat markant under slutet av 1990-talet.

6.2.2 Metodbeskrivning

Metoden för att genomföra MTO-analyser beskrivs utförligt i [4]. Sedan Carl Rollenhagens bok publicerades har det dock skett en utveckling varför nedanstående metodbeskrivning i huvudsak är baserad på [15].

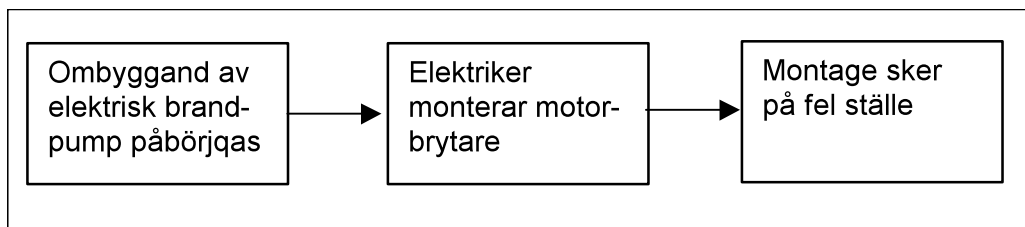
En MTO-analys består av fyra delanalyser:

1. Händelse- och orsaksanalys
2. Avvikelseanalys
3. Barriäranalys
4. Konsekvensanalys

Av dessa är delanalyserna 1 till 3 obligatoriska. Konsekvensanalysen kan utelämnas om allvarlighetsgraden av den inträffade händelsen är uppenbar. Delanalyserna kompletteras med slutsatser och rekommenderade åtgärder.

Händelse- och orsaksanalys, HOA

Syftet med händelseanalysen är att rekonstruera händelseförloppet och bryta ner detta i delhändelser. För att synliggöra händelseförloppet och möjliggöra kopplingar till de andra delanalyserna sker rekonstruktionen av händelseförloppet i form av händelsediagram. I diagrammet representeras varje för händelseförloppet väsentlig delhändelse av en rektangel med en beskrivande text. Händelsediagrammet kan liknas vid en ”filmsekvens” där varje ruta sammanfattar vad som är viktigast för att läsaren skall förstå hela händelseförloppet. I figuren nedan visas principen för hur en händelsesekvens byggs upp i ett så kallat HOA-diagram



Figur 3 Händelser representeras med rektanglar i HOA-diagrammet.

Förutom den beskrivande texten är det viktigt att datum och tid för respektive händelse framgår. Denna information kan antingen skrivas i rutorna eller alldeles under.

Till de enskilda händelserna kopplas sedan orsaker och omständigheter som bidragit till att händelsen inträffat. Orsakerna delas upp i direkta orsaker och bakomliggande (grund)orsaker. Orsakerna representeras i HOA-diagrammet som ovaler ritade ovanför respektive händelse. Till varje händelse kan flera orsaker kopplas. Vid HOA byggs ett orsaksträd upp. Överst i orsaksträdet finns grundorsakerna. För att skilja dessa från de direkta orsakerna dras ett vågrätt streck i HOA-diagrammet så att de direkta och bakomliggande orsakerna tydligt kan skiljas åt.

Exempel på en direkt orsak är: ”Arbetsmomentet saknades i instruktionen”. En bakomliggande orsak kan vara att ”Ledningen har inte avsatt tillräckliga resurser för att hålla instruktionerna uppdaterade”. Från den av IAEA utvecklade ASSET-metoden [18] har två frågor ”lånats” för att identifiera/hitta direkta respektive grundorsaker:

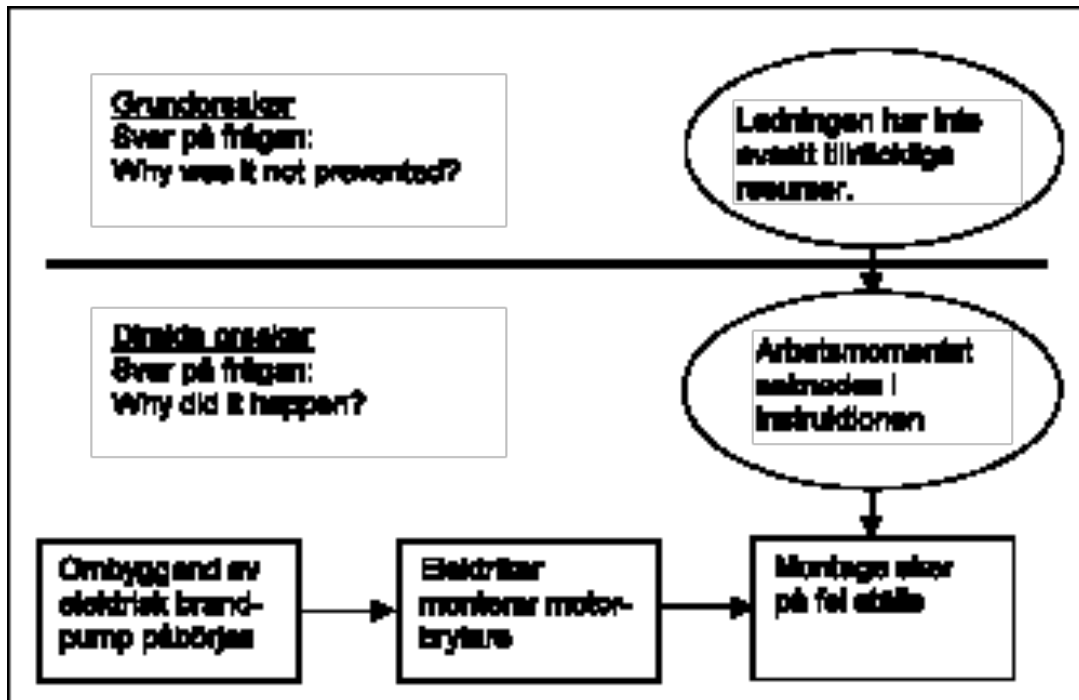
WHY DID IT HAPPEN?

Svaret på frågan är en **DIREKT ORSAK**

WHY WAS IT NOT PREVENTED?

Svaret på frågan ger en **BAKOMLIGGANDE ORSAK**

Det är ofta en bedömningsfråga huruvida de brister som uppdagades som grundorsaker kan anses som rimliga förklaringar till att felet på lägre nivå inte upptäcktes i tid. En erfarenhet är dock att man genom att gå djupare i analysen kan upptäcka brister i överordnade system (t.ex. av ledningen utgivna instruktioner, ledningens uppföljning av verksamheten, etc.) vilka rimligen borde kunna förebygga att händelsen inte skulle ha inträffat. Brister i de överordnade systemen utgör en slags ”fel med gemensam orsak” (common cause) på ledningsnivå.



Figur 4. Orsaker till händelserna ritas in ovanför händelserna. Direkta orsaker och grundorsaker skiljs åt med en linje i diagrammet.

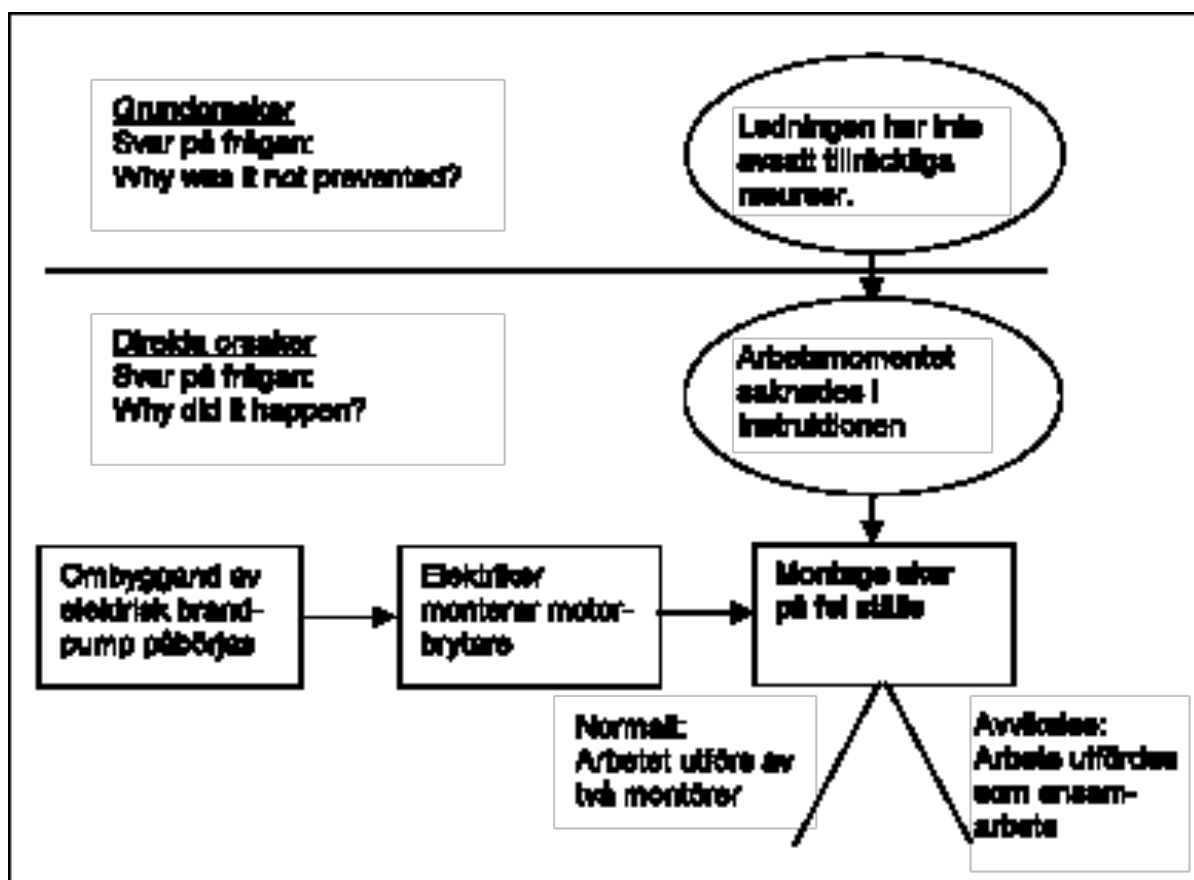
Avvikelseanalys

Avvikelseanalysen används för att till de olika händelserna identifiera och dokumentera sådant som avviker från det normala när händelsen inträffat men som inte bidragit/orsakat händelsen. Exempel på avvikelser är:

”Normalt är det två som utför montaget, men den här gången var montören ensam”,

Normalt utförs montage på dagtid, men den här gången gjordes montaget på övertid”.

Syftet att redovisa avvikelser som inte orsakat en händelse är att dokumentera att en avvikelse från det normala förekommit och att den som utfört analysen värderat avvikelsen, dvs. bedömt att den inte bidragit till att händelsen inträffat. Avvikelser kan dock ses som omständigheter som försvårat för människan att ”göra rätt”.



Figur 5. Avvikelser läggs in under tillhörande händelse.

Barriäranalys

Barriärfunktioner finns för att stoppa ett oönskat händelseförlopp eller för att förebygga och begränsa konsekvenserna av ett oönskat händelseförlopp. Syftet med barriäranalysen är att hitta genombrutna barriärer eller barriärer som borde funnits men som saknades.

Barriärer kan vara fysiska eller administrativa.

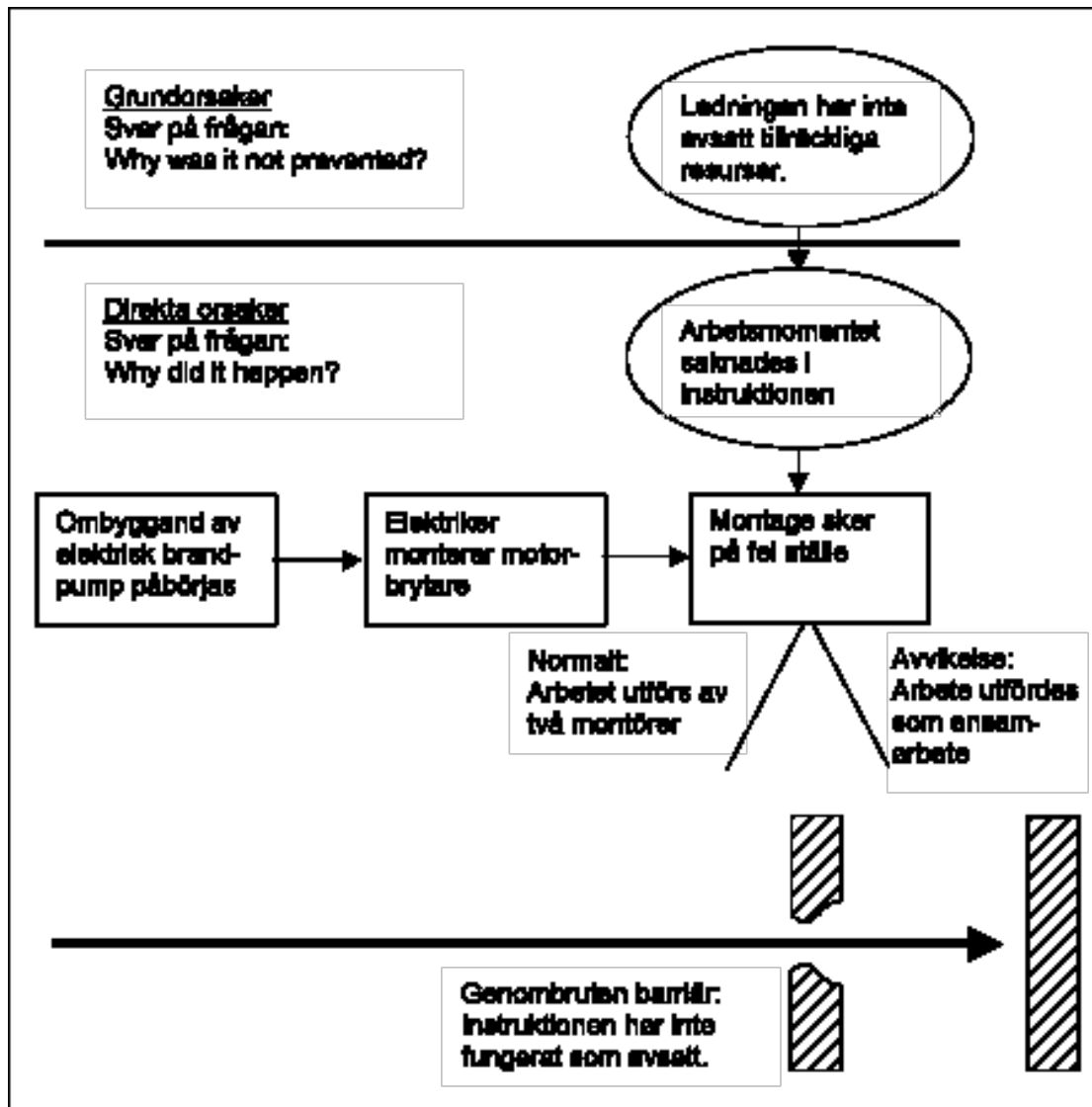
Exempel på fysiska barriärer är: Överströmsskydd, säkerhetsventiler, säkringar, olika typer av spärrar etc.

Exempel på administrativa barriärer är: Instruktioner, regler, utbildning, provrutiner, etc.

För att göra barriärer starkare kan de utföras med redundans (flera parallella) och/eller redundanta (av olika typ, t.ex. ”hängslen och livrem”).

Administrativa barriärer kan vara förebyggande eller uppfångande. En förebyggande administrativ barriär kan exempelvis vara en instruktion som föreskriver att åtgärder skall vidtas för att förhindra en framtida hypotetisk oönskad händelse, t.ex. att jorda en elskena innan arbete påbörjas i ett ställverk.

En fysisk barriär kan fungera automatiskt, t.ex. en säkring. Administrativa barriärer kräver oftast en aktiv handling av en människa för att fungera. Ett instruktionsmoment som innebär en skyddsåtgärd, t.ex. att jorda en skena, fungerar inte om inte den som utför arbetet läser, förstår och tillämpar instruktionen.



Figur 6. Genombrutna barriärer läggs in under händelserna.

Det är lätt att ta administrativa barriärer för givna. Att bara införa en regel, instruktion eller föreskrift innebär inte automatiskt att människor i en organisation tillämpar reglerna. Detta innebär att administrativa barriärer måste vårdas och underhållas på samma sätt som tekniska barriärer för att säkert fungera. Grundorsaken till händelser som inträffar kan ofta härledas till brister i vården och underhållet av barriärer. Dessa underhållsrelaterade brister kan man få fram med frågan: Why was it not prevented? Att det finns underhållssystem och resurser för att underhålla barriärer är en ledningsfråga. Det innebär att grundorsaker of-

tast kan härledas till att ledningen underlåtit att följa upp att de administrativa barriärerna är i gott skick och att resurser avsätts för detta underhållsarbete.

I händelse och orsaksdiagrammet ritas genombrutna eller saknade barriärer in under händelsesekvensen.

Barriärer utgör en sorts djupförsvar. Exempel: Elmontören har en utbildning för att veta hur han skall göra. Vissa moment i elmontörens arbete styrs av instruktioner och regler. Reglerna är en andra försvarslinje mot att montören gör sådana fel att han själv eller andra kommer till skada. Om elmontören ändå skulle göra fel finns en tredje försvarslinje i form av tekniska barriärer i form av säkringar, jordfelsbrytare etc.

Konsekvensanalys

Konsekvensanalysen syftar till att tala om vad som kunde ha inträffat om ytterligare någon barriär genombrutits. Konsekvensanalysen kan sägas värdera styrkan i den barriär som slutligen stoppade händelseförloppet. Rätt genomförd kan konsekvensanalysen på ett utmärkt sätt illustrera att tillsynes triviala och ”ofarliga” händelser kan leda till stora katastrofer om det skulle finnas fler brister i djupförsvaret.

6.2.3 Genomförande

Inom FKA genomförs alltid MTO-analyser av ett team. Normalt genomförs följande huvudmoment:

- 1 Förberedande faktainsamling. Inläsning av rapporter, instruktioner mm.
- 2 Upprättande av intervjuplan. Baserat på den förberedande faktainsamlingen identifieras vilka personer som behöver intervjuas.
- 3 Genomförande av intervjuer. Vid intervjuerna är det viktigt att inleda med en förklaring till varför intervjun sker, varför en MTO-analys genomförs, vem som beslutat att analysen skall genomföras samt att ge en beskrivning av hur det går till att genomföra en MTO-analys. En annan viktig information som man skall ge den intervjuade är syftet med analysen. I samband därmed skall man klargöra att syftet inte är att ”sätta dit någon” utan att förhindra att liknande händelser inträffar igen genom att de barriärer som brutit stärks.

En annan viktig sak att tänka på är intervjumiljön. Bäst resultat uppnås om intervjuerna genomförs på den intervjuades arbetsplats. Om det behövs kan man också gå runt och titta på den eller de platser där olika händelser inträffat. Det är också bra om man inte är för många som gör intervjun, ett lämpligt antal kan vara två intervjuare.

- 4 Under tiden som intervjuerna genomförs är det lämpligt att upprätta ett preliminärt händelse- och orsaksdiagram. Baserat på intervjuerna och fak-

taunderlaget i form av rapporter, instruktioner mm gör man sedan en orsaks-, avvikelse- och barriäranalys.

- 5 Analysarbetet är ett iterativt arbete där händelse-, orsaks-, avvikelse- och barriäranalyserna växer fram och blir mer och mer ”stabila” allteftersom intervjuer och inläsning av faktamaterialet sker.
- 6 När händelse-, orsaks-, avvikelse- och barriäranalyserna uppfattas som ”stabila” är det lämpligt att gå vidare med att utröna vilka bakomliggande orsaker som ligger bakom de direkta orsakerna.
- 7 Analysarbetet avslutas med en konsekvensanalys.
- 8 MTO-analysen kompletteras sedan med ett antal rekommendationer. Dessa bör vara formulerade så att de dels är genomförbara, dels att de är så generella att de kan förhindra även likartade händelser. Antalet rekommendationer bör vara rimligt få och de kan delas upp i olika kategorier beroende på hur generella de är.

MTO-analysen dokumenteras i en rapport. Innan rapporten fastställs är det lämpligt att de personer som är mest berörda av händelsen får läsa igenom rapporten och korrigera eventuella sakfel. Inom FKA fastställs rapporten normalt av den enhetschef som beordrat genomförande av analysen. När rapporten fastställs innebär det inte att man automatiskt tar ställning till rekommendationerna. Dessa skall ses som analysteamets förslag och kan behöva värderas innan de beslutas bli genomförda. I FKA gäller att rekommendationerna skall värderas och sedan beslutas i en särskild beslutshandling.

6.3 Förebyggande analyser vid tekniska ändringar – MANFRED

6.3.1 Inledning

En annan typ av MTO-verktyg är de som används vid genomförande av ändringar och ombyggnader av Människa – Maskingränssnittet (HMI), Verktygen har sin viktigaste tillämpning vid ändringar i kärnkraftblockets centrala kontrollrum. Syftet med dessa verktyg är att förbättra kontrollrumsfunktionen, kontrollrummets användbarhet, ergonomi och arbetsmiljön. Tillämpningen av ett MTO-synsätt är särskilt viktigt i kontrollrumsmiljön där samspelet mellan teknik, människa och organisatoriska faktorer i hög grad präglar miljön.

En lärdom från tidigare moderniseringsprojekt är att den här typen av arbeten i hög grad är beroende av att flera olika kompetensområden samverkar. Optimalt är om man kan etablera samverkan mellan personer med kontrollrumserfarenhet, instruktörer, beteendevetare, ergonomer och I&C-ingenjörer (instrument och kontrollutrustning). Eftersom kontrollrummen i stor utsträckning är datoriserade och många av moderniseringsarbetena innebär att datorer utnyttjas på ett eller annat sätt behöver även IT-kompetens utnyttjas.

Erfarenheterna visar att ergonomifrågorna tyvärr hanteras på ett sätt som innebär att ett bredare MTO-synsätt försvåras. Uppfattningen att MTO är synonymt

med ”human factors” och därmed är ett område bara för specialister kan ha bidragit till detta. För att motverka dessa tendenser måste ett systemtänkande tillämpas tidigt i konstruktionsarbetet. För att klara detta har ett verktyg tagits fram som styr arbetet på ett sådant sätt att personer med olika kompetens och förutsättningar ”tvingas” samverka.

6.3.2 MANFRED, Metodbeskrivning

MANFRED (Metoder för ANalys och utvärdering vid Framtagning av ny ErgonomiDesign) är en metod för att analysera och utvärdera ändringar och moderniseringsprojekt ur ett systemperspektiv genom att tillämpa ett MTO-synsätt. MANFRED är idag integrerad i ändringsverksamheten. MANFRED består av tre faser:

Fas 1, förberedande analyser

Åtgärderna i den förberedande fasen syftar till att stödja konstruktionsarbetets tidiga moment för att optimera den slutliga lösningen. Beroende på typen av projekt kan flera eller alla av de förberedande analyserna redan vara genomförda eller så finns informationen tillgänglig på annat sätt. Fas 1 i MANFRED-processen är integrerad i FKA:s generella ändringsprocess och många av delanalyserna nedan dokumenteras i en ändrings-specifikation som alltid tas fram när en ändring skall genomföras.

Problemidentifiering. För att klarställa vilken övergripande påverkan ändringen kommer att få behöver ett antal grundläggande frågor besvaras, bl.a.: Påverkas roller, ansvar och arbetsfördelning i kontrollrummet? Har ändringen någon säkerhets- eller tillgänglighetspåverkan? Finns det några anknytningar till andra projekt? Harmoniserar ändringen med företagets mål och policy på olika områden? Vilka tekniska och administrativa funktioner påverkas av ändringen? Vilka Människa – Maskingränssnitt (HMI) påverkas av ändringen (datorer, pulpeter, kontrolltavlor etc.)?

Funktionsanalys. Funktionsanalysen syftar till att klarställa vilka tekniska och administrativa lösningar (åtgärder) som behöver genomföras för att lösa de identifierade problemen.

Uppgiftsbeskrivning. Uppgiftsbeskrivningen kan utföras som en preliminär uppgiftsanalys för att på övergripande nivå klarställa vilka arbetsuppgifter som påverkas av ändringen. Resultatet av uppgiftsbeskrivningen är en lista på arbetsuppgifter.

Relationsanalys. Denna analys syftar till att klarställa relationerna mellan de olika arbetsuppgifterna som skall genomföras. Det är särskilt viktigt att identifiera konflikter mellan olika uppgifter samt konflikter mellan mål, funktioner och strukturer. Checklistor används för att stödja relationsanalysen.

Fastställande av basis. Konstruktionsförutsättningar för kontrollrums- eller kontrollutrustningsändringar skall vara fastställda dels i en kontrollrumsfilosofi och dels i en infrastrukturplan (för bl.a. datakommunikation). Inför varje projekt behöver dessa ”basis” gås igenom och baserat på resultatet justeras.

Identifiering av instruktioner. För att optimera konstruktionsarbetet är det värdefullt att redan i ett tidigt skede identifiera vilka instruktioner som kommer att påverkas samt att planera för deras förändring.

Fas 2, Uppgiftsanalys

Under fas två av MANFRED genomförs mer detaljerade analyser. De olika momenten genomförs lämpligen som genomgångar i en mock-up, uppbyggd så att den överensstämmer så bra som möjligt med den tänkta lösningen. Fas 2 av MANFRED är ett bra exempel då alla tre perspektiven på MTO blir tillämpade: Ett brett MTO-perspektiv tillämpas under ledning av beteendevetenskaplig expertis som leder analysarbetet med ett utvecklat metodstöd.

Uppgiftsbeskrivning. Beskrivningen som arbetades fram i fas 1 förfinas och utvecklas ytterligare. Arbetet fokuserar på de nuvarande arbetsuppgifter som kan bli påverkade av ändringen, t.ex. på grund av att HMI förändras.

Uppgiftsanalys (Task analysis). Den föreslagna förändringen analyseras utifrån sin förmåga att stödja operatörerna i en så optimal miljö som möjligt. ”Miljön” består av HMI, instruktioner, utbildning etc. Ett antal kritiska uppgifter väljs ut för detaljerad analys.

Tillförlitlighetsanalys, HRA (Human reliability analysis). De kritiska uppgifter som utvalts i uppgiftsanalysen analyseras också med en förenklad tillförlitlighetsanalysmetod, UFA (Uppgifts- och mänskligt felhandlande-analys).

Fas 3, Verifiering och validering

Fas 3 genomförs när den föreslagna lösningen är framtagen. Om det är möjligt bör verifiering och validering göras i en fullskalesimulator där ändringen redan är införd. Mindre ändringar kan verifieras och valideras vid genomgångar i t.ex. en mock-up, förutsatt att denna tekniskt överensstämmer med den slutliga lösningen som kommer att införas i anläggningen.

Verifiering. Med verifiering avses i detta sammanhang en kontroll av att den lösning som kommer att bli realiserad överensstämmer med funktionsspecifikationen. Detta kan t.ex. ske som en genomgång av att de ergonomiska kraven är uppfyllda. En annan typ av verifiering är att kontrollera att de observationer och avvikelser som noterats under MANFRED fas 1 och 2 är omhändertagna på ett acceptabelt sätt.

Validering. Med validering avses en kontroll av att operatörerna kan utföra sina arbetsuppgifter på ett så optimalt sätt som möjligt när den beslutade lösningen blir genomförd. Den valideringsmetodologi som tillämpas utgörs av en kombination av olika metoder: Intervjuer, observationer samt en metod som kallas ”avbrott”. Med ”avbrott” avses en teknik där en arbetsuppgift avbryts vid en kritisk punkt och operatörens situationsuppfattning mäts.

6.3.3 Diskussion

Att man måste anlägga ett brett MTO-perspektiv och tillämpa olika specialistkompetenser inom MTO-området vid genomförande av kontrollrumsrelaterade ändringar är uppenbart. Syftet med MANFRED är att stödja ett arbetssätt som tar hänsyn till samspelet mellan människor, teknik och organisatoriska faktorer genom att förse ändringsprojektet med verktyg och metoder för att analysera, verifiera och validera ändringen ur ett MTO-perspektiv.

Eftersom MANFRED förutsätter samverkan mellan flera olika personalkategorier ställer metodens tillämpning stora krav på projektledningen. Projektledare och företagsledning måste vara väl insatta i syftet med metoden och vara motiverad att verka för dess tillämpning. Erfarenheter från tidigare moderniseringsprojekt visar att de ergonomiska frågorna underskattats vilket lett till bl.a. dåligt utformade larmsystem, dålig bildskärmsergonomi etc. Dessa brister har senare fått korrigeras till mycket höga kostnader vilket torde motivera en striktare tillämpning av de verktyg som finns framtagna. Att ”göra rätt” från början är alltid lönsamt. Detta får dock inte leda till att MTO enbart uppfattas som ett specialistområde. Om så blir fallet riskerar den nödvändiga integreringen att bli lidande. Olika specialistdiscipliners tillämpning måste balanseras av ett breddat synsätt där alla aspekter av samspelet mellan människor, teknik och olika organisatoriska faktorer beaktas. Vid ändringsarbeten är det ideala om olika kompetenser kan samverka:

- Konstruktörer och systemingenjörer utbildas så att de kan utföra olika typer av analyser, t.ex. uppgiftsanalys.
- Ingenjörer utbildas i ergonomi
- Projektledare utbildas i metodtillämpning och arbetsmetodik för genomförande av de olika faserna i t.ex. MANFRED.
- Beteendevetare utbildas i reaktorsäkerhet och driftmetoder

6.4 Förebyggande analyser vid organisatoriska ändringar

6.4.1 Inledning

Krav och förutsättningar för elproduktion förändras kontinuerligt. För att möta olika krav och anpassa verksamheten till yttre förutsättningar finns det ibland behov av att förändra kärnkraftverkets organisation eller sättet som verksamheten bedrivs på.

Det finns flera goda skäl att använda en i förväg klarställd rutin för att utreda, specificera och dokumentera vad en organisations- eller verksamhetsförändring innebär:

- Ett bra och väl genomarbetat beslutsunderlag utgör en förutsättning för hög kvalitet i slutprodukten. Detta innebär att ett gediget förarbete alltid är lönsamt.
- Enligt SKIFS 1998:1 [19] skall såväl tekniska som organisatoriska ändringar säkerhetsgranskas. Föreskriften ställer dessutom krav på att förändringen granskas ur ett MTO-perspektiv och av personer med MTO-kompetens. För att möjliggöra denna granskning fordras ett granskningsbart underlag.
- En bra beskrivning underlättar genomförande och acceptans av förändringen.

För att strukturera arbetet med att specificera och dokumentera ett underlag möter kraven ovan har FKA tagit fram en metod för att bereda av organisations- och verksamhetsförändringar. Metoden är dokumenterad i en instruktion [17]. Syftet med är bl.a. att på ett spårbart sätt kunna redovisa att säkerheten kan upprätthållas på en acceptabel nivå före, under och efter en förändring. I detta sammanhang är det värt att notera att säkerhet inte står i något motsatsförhållande till effektivitet och lönsamhet. För att vara lönsam och effektiv måste en organisation också vara effektiv och framsynt när det gäller säkerhet och tillsynen av att den upprätthålls.

Den rutin som beskrivs i detta avsnitt togs i drift vid FKA i februari 2000. Rutinen har med mycket bra resultat tillämpats vid de (2-3) organisations- och verksamhetsförändringar som genomförts eller initierats under år 2000.

6.4.2 Utformning och innehåll i utredningsrapport för organisations- eller verksamhetsförändringar

För att dokumentera ett förslag till en organisations- eller verksamhetsförändring och möta de krav som redovisats i avsnitt 6.4.1 ovan skall dessa förslag redovisas i en rapport vars innehåll redovisas nedan. Bara sådana avsnitt som är väsentliga ur MTO-synpunkt är redovisade i detalj. Avsnitt specifika för kärnkraftsverksamheten redovisas översiktligt, på rubriknivå.

1. Inledning och problemanalys

Detta avsnitt skall innehålla en redogörelse för bakgrund och motiv till organisations- eller verksamhetsförändringen.

Detta innefattar:

- Historik och bakgrund.
- Beskrivning av vilka mål och vinster som man förväntas uppnå
- Situationsanalys innefattande:
 - ✓ Beskrivning av nuvarande situation,
 - ✓ vilka är problemen, vilka problem skall förändringen lösa,
 - ✓ har motsvarande förändring genomförts någon annan stans och om så är fallet vad blev resultatet,
 - ✓ vilka alternativ eller varianter till lösning finns.

2. Målsättning och avgränsningar

Detta avsnitt skall innehålla en beskrivning av vad man vill uppnå med förändringen samt en tydlig avgränsning av vad ändringen omfattar.

Målen skall vara konkreta och beskrivna, både övergripande och nedbrutna på detaljnivå. Det skall också framgå vilka osäkerheter som finns, dvs. vilka garantier finns det för att målen uppnås och är måluppfyllelsen förknippade med några villkor.

3. Förutsättningar

3.1 Säkerhets- och kvalitetskrav

Säkerhets- och kvalitetskrav kan hämtas från en rad för kärnkraftindustrin specifika dokument, t.ex. SKIFS 1998:1 [8]. Förutom de krav som kan härledas från dessa dokument finns ett övergripande krav att kraftverkets ledning under och efter en förändring skall ha full kontroll över tillsynen över reaktorsäkerheten och över de resurser, med erforderlig kompetens och erfarenhet, som erfordras för att fullgöra alla åtaganden som krävs enligt gällande tillstånd, föreskrifter och lagar.

3.2 Operationella krav

Även operationella krav kan hämtas från en rad olika dokument t.ex. företagets egen kvalitetshandbok, gällande avtal, avtal med personalorganisationerna (PO), miljökrav etc.

3.3 Arbetsmiljökrav och arbetsrättsliga krav

De krav som berör arbetsmiljö och arbetsrätt finns primärt att hämta i gällande lagstiftning och i avtalen med PO.

4. Organisatorisk lösning och beskrivning av ny verksamhet eller arbetsprocess

4.1 Organisationsstruktur

Den nya organisationsstrukturen illustreras med organisationsschema eller på annat sätt. Förändring jämfört med nuvarande organisation skall framgå.

4.2 Funktions- och ansvarsbeskrivning

I detta avsnitt beskrivs varje delfunktion och till funktionen kopplat ansvar.

4.3 Kompetenskrav

Här anges de kompetenskrav som olika befattningar i den nya organisationen kräver samt hur dessa krav skall uppfyllas.

4.3 Koppling till andra enheter

I detta avsnitt skall framtida kommunikationsvägar beskrivas. För att säkerställa att ingen önskad funktionalitet går förlorad behöver befintliga kommunikationsvägar, formella såväl som informella, kartläggas. Redovisningen skall även omfatta en bedömning av resursbehov och effektivitet samt hur svårigheter som uppbrutna informella kommunikationsvägar kommer att tacklas. Följande bör särskilt beaktas:

- Behov av och påverkan på informationsutbyte med organisationsdelar som inte påverkas av förändringen.
- Behov av och påverkan på informationsutbyte inom den enhet eller enheter som påverkas av förändringen.
- Organisation av möten mm.
- Påverkan på delgivningslistor, telefonkatalog etc.

4.4 Stödfunktioner

På motsvarande sätt som under 4.3 beskrivs hur olika stödfunktioner som IT, administrativ support, lokaler, etc. kommer att påverkas.

5. Genomförande

I detta avsnitt beskrivs hur förändringen skall genomföras, bl.a. skall följande beskrivas:

- Förhandlingar med PO
- Beslutstidpunkter
- Övergångsregler och rutiner
- Kvalitetssäkring under genomförandefasen
- Informationsbehov externt och internt
- Behov av kompetensöverföring mellan ny och gammal struktur

6. Riskbedömning

6.1 Reaktorsäkerhet

6.2 Allmän riskbedömning

En allmän och övergripande riskbedömning skall genomföras som tar hänsyn till risker på både lång och kort sikt. De risker som bör ingå i bedömningen är:

- Risk för att erforderliga resurser inte kan tillskapas
- Risk för överbelastning av personalen
- Förmåga att bedriva verksamheten under genomförandefasen
- Risk för kompetens- och resursbrist under genomförandefasen
- Risk för kompetensflykt i ett långtidsperspektiv
- Risk för attitydförändringar som kan påverka effektivitet och säkerhet
- Risk för att etablerad praxis inte ersätts eller att etablerade rutiner tappas bort (degraderad sammanlagrad kompetens – ”lost or degraded organisational memory”)
- Risk för att roller blir otydliga
- Risk för att formella såväl som informella kontaktvägar går förlorade
- Risk för att kompetenskrav inte kan tillgodoses
- Risk för arbetsmiljöförsämringar

6.3 Påverkan på företagets kvalitetshandbok

7. Utvärdering

I detta avsnitt beskrivs hur och när effektvärdering av förändringen skall ske.

8. Dokumentation

I detta avsnitt redovisas påverkan på dokumentation, främst instruktioner.

9. Utbildning

I detta avsnitt redovisas den utbildning som fordras för att genomföra ändringen.

10. Tidplan

6.5 Utvärdering av organisatoriska faktorer – en del av ASAR-utvärderingen

6.5.1 Inledning

SKI:s föreskrift om kärnsäkerhet [19] ställer krav på att kraftverken periodiskt, vart 10:e år genomför en analys av den föregående 10-årsperioden och baserad på analysen föreslå förbättringar, såväl organisatoriska som tekniska. Den periodiska säkerhetsanalysen kallas ASAR.

I rekommendationerna för genomförande av ASAR betonar SKI att ett socio-tekniskt perspektiv skall anläggas. För att uppfylla detta krav har en för ändamålet särskild MTO-metod tagits fram.

6.5.2 Metodbeskrivning

Egenutvärdering. Med egenutvärdering avses i detta sammanhang att olika funktioner och kontor inom FKA genomför en utvärdering av sin egen verksamhet. I utvärderingen ingår att beskriva och bedöma följande:

- Organisation och arbetsuppgifter, tidigare (10-årsperspektiv), nuvarande och framtida (kända).
- Roller och ansvarsförhållanden (omfattning och tydlighet)
- Stödfunktioner (instruktioner, utbildning etc.)
- Strategier för kvalitetsutvärdering
- Strategier för erfarenhetsåterföring och informationsutbyte

I anslutning till utvärderingen skall varje funktion eller kontor också ange styrkor och svagheter i den egna verksamheten samt föreslå förbättringsåtgärder.

Egenutvärderingen ger en god bild av hela organisationens styrkor och svagheter. Eftersom det är svårt att genomföra en objektiv egenutvärdering måste resultatet balanseras med en extern, mer objektiv, utvärdering.

Extern utvärdering. Med extern avses att utvärderingen genomförs av någon utanför FKA:s organisation. Den externa utvärderingen genomförs på tre nivåer: strategisk, taktisk och operativ. Utvärderingen fokuserar bl.a. följande:

- Genomgång av tidigare genomförda organisationsutvärderingar. Uppföljning av om rekommenderade åtgärder införts eller ej.
- Ledning av säkerhetsarbetet, t.ex. genom analys av beslutsstrukturer.
- Ledning av ändringsverksamheten, planering och arbete under revisionsavställningar samt haveriberedskap.
- Arbetsmiljöändringar och deras påverkan på organisationen.

Genom att kombinera resultatet från egenutvärderingen och den externa utvärderingen är det möjligt att sammanfatta och i viss utsträckning värdera företeelser som förekommer i bägge typerna av analyser.

Ett annat verktyg som också använts i den externa analysen är så kallade säkerhetskulturenkäter, dvs. enkäter med frågor som sedan de besvarats kan användas för att värdera hur väl ett säkerhetskulturtänkande är etablerat.

I den externa utvärderingen ingår också att gå igenom inträffade händelser och värdera hur dessa hanterats av organisationen.

6.5.3 Diskussion

En erfarenhet från den först genomförda ASAR-utvärderingen med här ovan beskrivna metoder tillämpade visar att organisationsutvärderingen skulle ha föregåtts av en informationskampanj där syfte och metod förklarats. Den här typen av analyser kan uppfattas som en belastning om syfte, mål och fördelar inte kommuniceras innan analyserna påbörjas.

En annan erfarenhet är att resultatet med fördel kan utnyttjas vid säkerhetskulturseminarier och diskussioner inom respektive enhet eller kontor.

6.6 Uppföljning och trendanalys av inträffade händelser (RO)

6.6.1 FKA MTO-grupp

Inom FKA finns sedan 1988 en gemensamma MTO-grupp. Gruppen är sammansatt av representanter från varje produktionsenhet samt från teknikenheten. Produktionsenheternas representanter är normalt sammankallande i de enhetsvisa MTO-grupper som finns på varje produktionsenhet. Ordförande och sekretärfunktionerna i den gemensamma gruppen tillsätts av enheten för Säkerhet och Miljö. I gruppen ingår också en medlem med beteendevetenskaplig kompetens. Jämfört med konkurrenterna har FKA och Ringhals AB en fördel eftersom Vattenfall AB:s konsultföretag, SwedPower AB, har en grupp beteendevetare verksamma i som konsulter som kan lämna stöd till dotterföretagen i verksamhet som har koppling till MTO.

Enligt FKA-Instruktion 126 "FKA MTO-verksamhet" [16] skall den gemensamma MTO-gruppen bedriva följande verksamhet;

1. Arbetsgruppen skall arbeta med frågor som är relevanta för FKA.
2. Arbetsgruppen skall arbeta med frågor där minst två av komponenterna i MTO-begreppet ingår. Ärenden utan koppling mellan Människa – Teknik,

Människa - Organisation eller Teknik – Organisation skall således ej behandlas av gruppen.

3. Arbetsgruppen skall arbeta med policyutveckling inom MTO-området.
4. Arbetsgruppen skall arbeta med erfarenhetsåterföring inom MTO-området. Information skall kanaliseras via blockrepresentanterna.
5. Arbetsgruppen skall vara samarbetspartner och kontaktyta mot myndigheterna.

Detta innebär:

- Att på uppdrag delta i diskussioner med myndigheter i frågor som berör MTO.
 - Att vara samarbetspartner/kontaktyta vid kontroller eller undersökningar som myndigheten vill genomföra.
 - Att utveckla förslag till samarbetsformer med myndigheterna.
6. Gruppen skall handlägga ärenden åt och vara remissinstans för FKA Säkerhetskommitté.

Detta innebär bl.a.:

- Att granska samtliga RO och SS ur MTO-synpunkt. (RO = Rapportvärda händelser respektive SS = Snabbstopp. RO är definierade i [8])
- Att klassa och kategorisera RO och SS samt lämna kompletterande rekommendationer och/eller åtgärdsförslag för MTO-relaterade händelser där så erfordras.
- Att genomföra trenduppföljning av MTO-relaterade RO/SS.

Av avsnitt 6.6.2 nedan framgår vilka kategorier RO och SS kategoriseras enligt samt definitionen för respektive kategori.

7. Gruppen skall rekommendera och uppmuntra att MTO-analyser genomförs för händelser som är intressanta ur MTO-synpunkt. Genomförda analyser skall granskas och kommenteras av gruppen.
8. Gruppen skall vara remissorgan för FUD-insatser inom MTO-området, typ referensgrupp avseende MTO-forskning hos SKI.

MTO-gruppens möten protokollförs. Verksamheten avrapporteras årsvis i en FQ-Rapport som också ligger till grund för en redovisning till FKA Säkerhetskommitté.

6.6.2 Kategorisering av RO och SS samt trenduppföljning

Sedan 1992 har MTO-gruppen kategoriserat inträffade MTO-relaterade händelser (RO, Rapportervärda händelser respektive SS, Snabbstopp). Kategoriseringen utgör en databas som kan användas för att analysera trender. Analysresultat, slutsatser och på dessa baserade rekommendationer sammanställs i en årsrapport. Årsrapporten föredras i FKA Säkerhetskommitté och baserat på kommitténs utlåtande beslutar VD vilka av rekommendationerna som skall genomföras.

Erfarenhetsmässigt har det visat sig att det är svårt att upprätthålla klara orsaks-kategorier vid klassificering av MTO-faktorer. Ofta är det en svår balans mellan att ha för många kategorier å ena sidan och för få å andra sidan. Definitionerna nedan har, i stort sätt, uppfattats som praktiskt användbara, men också i vissa fall svårhanterliga vilket utgör en motivation för kontinuerlig översyn.

De inträffade händelserna analyseras avseende följande kategorier:

Brist i ändringsrutiner:

Kategorin brist i ändringsrutin avser administrativa rutiners innehåll och tillämpningen av dessa i samband med ändringsverksamhet. Ändringsverksamheten omfattar alla steg, från idé till projektavslut.

Brist i arbetspraxis:

Generell kategori som noteras i de fall där individens arbetssätt avviker mot vad som är god praxis för utförande av ett arbete. Kategorin noteras endast då ingen av de övriga kategorierna fångar upp bristande arbetspraxis. Med god arbetspraxis menas väl kända och etablerade tillvägagångssätt som visat sig leda till önskad kvalitet på arbetet. Att ett arbetssätt avviker från god praxis säger ingenting om grundorsakerna till denna avvikelse utan är bara en notering som ofta kräver fortsatt uppföljning.

Brist i arbetsledning:

Noteras när händelsen har orsakats eller påverkas av bristande arbetspraxis på ledningsnivå (grupp och högre).

Brist i ergonomi:

Noteras då individens handlingssätt påverkats negativt av att gränssnittet Människa - Maskin varit bristfälligt. Kategorin innefattar däremot inte brister i omgivningsfaktorer. Brist i omgivningsfaktorer hanteras i kategorin "Yttre påverkan".

Brist i teknik:

Kategorin noteras då brister i teknik bidragit till att individen försatts i sådana omständigheter att sannolikheten för felhandlingar och administrativa svårigheter har ökat och att detta skulle kunna ha förebyggts med bättre utformad tek-

nik. När en händelse kategoriseras som ”brister i teknik” behöver detta inte innebära att sannolikheten för felhandlingar ökat. Det kan räcka med att en komponent inte uppfyller specificerade prestanda eller inte klarar miljökraven för att i kombination med ”O” eller ”M” kategorisera händelsen som brist i teknik.

Observera att denna kategori skiljer sig från ovanstående (ergonomi), även om skillnaden i vissa fall kan vara svår att upprätthålla. Kategorin har visat sig meningsfull och är ett tillägg till den ursprungliga listan.

Brist i administrativa rutiner:

Kategorin brist i de administrativa rutinerna avser deras utformning t ex dess fullständighet och ergonomiska utformning. Exempel på administrativa rutiner är; Felanmälan, arbetstillstånd, driftorder, loggboksföring, kontrollrumsarbete.

Brist i kommunikation:

Kategorin brist i kommunikation avser brister i kommunikation mellan en eller flera aktörer.

Kommunikationen kan vara skriftlig eller muntlig.

Brister kan finnas hos såväl ”sändande” som mottagande” av ett meddelande eller order. Normalt är det dock alltid sändaren som är ansvarig för att meddelandet (informationen) uppfattats korrekt.

Brist i instruktioner:

Noteras som brist i antingen arbetspraxis och/eller som administrativt olämplig utformning av instruktion. Avsaknad av instruktion noteras också i denna kategori i de fall detta är orsak eller bidragande orsak till ett beteende som varit bristfälligt.

Brister i utbildning:

Noteras när individen saknar den kunskap som krävs för att kunna utföra arbetet med tillräcklig kvalitet. Kategorin omfattar systemet för utbildning (dess utformning och uppföljning).

Brister i driftklarhetsverifiering

Kategorin omfattar brister i system och/eller arbetspraxis som har till syfte att verifiera att ett system, efter ingrepp, är driftklart.

Yttre påverkan

Denna kategori avser olika miljöfaktorer som ljus, buller, temperatur etc. samt även faktorer som kan härledas till andra systems inverkan på förmågan att fullgöra en given arbetsuppgift. Denna senare typ av miljöfaktor kan vara påverkan från angränsande system, påverkan från annan parallell aktivitet etc.

STAR(K) ej tillämpat

STARK står för Stopp, Tänk, Agera, Reagera samt Kommuniera. Att STARK ej tillämpats innebär att man inte följt det goda arbets sättet som innebär: Om du gör fel. Stanna upp och tänk efter. Vidta bara sådana åtgärder som du är säker på inte förvärrar situationen. Det innebär bl.a. att rädda människoliv eller att förhindra att någon människa kommer till skada. Kontakta arbetsledningen eller personal i kontrollrummet och berätta vad som inträffat.

Brist i samordning

Alla aktiviteter fordrar någon form av planering. Brist i samordning kan innebära att erforderlig planering inte skett eller att planeringen varit bristfällig. Med planering avses exempelvis beredning av underhållsåtgärd, beredning av avställning eller driftsättning, den samordning som driftvakt och driftplaneringsfunktionen skall svara för etc.

Brist på resurser

Kategorin brist på resurser avser brist på tid, brist på personal, brist på ekonomiska resurser etc.

Brist i erfarenhetsåterföring / Återupprepning

Denna kategori omfattar händelser som tidigare har uppmärksammats men som av olika skäl inte har föranlett tillräckligt starka åtgärder för att förhindra en återupprepning.

Kategorin innefattar också händelser där det framgått att information funnits tillgänglig men där denna information inte har nyttjats i sådan omfattning att händelsen kunde ha förebyggts. Informationen kan ha sitt ursprung inom blocket, på annat block inom anläggningen, eller information från andra kraftverk.

Överträdelse av rutin

Avser medveten överträdelse av rutin, instruktion eller annan regel. Omedveten överträdelse av rutin kan t.ex. hänföras till brist i arbetspraxis eller brist i utbildning.

Oklart ansvarsförhållande

Avser att händelsen har sin grund i eller har påverkats av att ansvarsförhållanden varit otillräckligt definierade (skriftligt eller muntligt) i samband med arbetet.

Kategorisering på teknikområde

Utöver ovanstående "brister" skall även MTO-relaterade RO och SS kategoriseras på teknikområde. Följande områden kan anges: UE (montage och underhåll el), UM (montage och mekaniskt underhåll), UI (montage och underhåll avseende data, instrument och reglerteknik), D (drift, driftplanering, strålskydd), FT

(beredning och planering av anläggningsändringar, konstruktion, analys och utredningsverksamhet)

6.6.3 Exempel på trenduppföljning av händelser som kategoriserats

En av de kategorier som trendats är ”Brist i ändringsrutin”. Utfallet för F1 och F2 under perioden 1992 till 1996 visade att ett relativt stort antal händelser kunde härledas till denna kategori, se diagram nedan. För att i detalj analysera bakomliggande orsaker och föreslå åtgärder genomfördes en särskild utredning under 1996. Att de föreslagna åtgärderna haft avsedd effekt kan tydligt avläsas i den nedgången från 1997 och framåt.

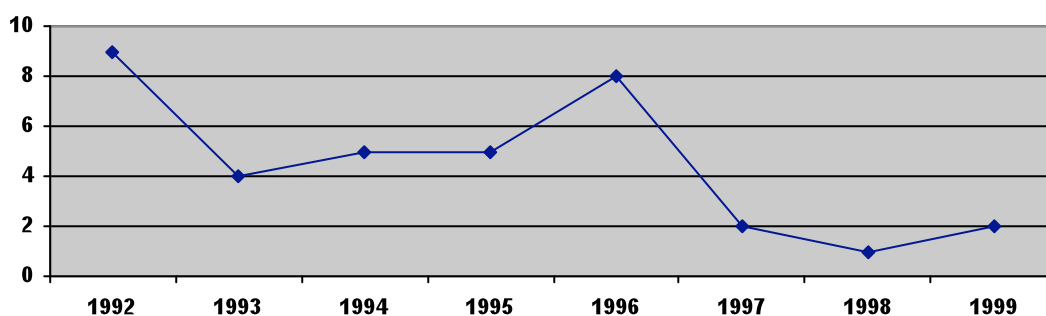


Diagram 1. Inträffade händelser som kategoriserats tillhör kategorin ”Brist i ändringsrutinen”. Nedgången 1997 kan kopplas till de åtgärder som vidtogs till följd av det relativt höga utfallet 1992 till 1996 där uppgången 1996 blev en väckarklocka.

7. ENKÄT

7.1 Inledning

Som framgår av avsnitt 1 bygger föreliggande uppsats på litteraturstudie och författarens kunskaper och erfarenheter. För att verifiera slutsatser och komplettera fakta hämtade ur litteraturen har 8 personer i nyckelbefattningar ombetts att besvara 10 frågor sammanställda i en enkät.

Följande personer ombads besvara enkäten:

Karl-Fredrik Ingemarsson, chef för enheten Säkerhet och Miljö inom FKA

Göran Persson, chef för Forsmark 1

Gerd Svensson, chef för enheten Människa-Teknik-Organisation på SKI

Kerstin Dahlgren, fd. chef för MTO-enheten på SKI, idag på IAEA

Calle Rollenhagen, chef för MTO-enheten på SwedPower AB

Eva Telg, MTO-handläggare vid kärnkraftverket i Barsebäck

Ola Hernvall, MTO-handläggare vid kärnkraftverket i Ringhals

J-P Bento, tidigare sammanhållande för MTO inom KSU, idag egen konsult

Av ovanstående 8 personer har 7 varit vänliga att besvara enkäten. En person har bara besvarat de fyra första frågorna.

7.2 Enkät och svar

Nedan redovisas enkätens frågor och lämnade svar. Svaren är i några fall redigerade för att öka läsförståelsen. I sak har inga ändringar gjorts.

Fråga 1

**Vad betyder begreppet Människa-Teknik-Organisation (MTO) för dig?
Vad lägger du in i begreppet?**

Svar:

Samverkan mellan Människa, Teknik och Organisation. Samverka mellan M, T och O kan idealt ses som en liksidig triangel där förskjutning av något av hörnen indikerar obalans och därmed problem med samspelet.

Samspelet mellan utförare – teknisk utformning – leda/styra (i formell (instruktioner/beslut) och informell (ordergivning/förhållningssätt) mening). MTO är dels ett specialistområde (Human Factors) men också, och kanske viktigare, ett försök att bygga en systemsyn på säkerhet där olika kompetensområden ingår.

Ursprungligen var det för mig en vidgning av begreppet Människa-Maskin där vidgningen till att inkludera Organisationen stod för det mest väsentliga.

Ett systemtänkande där mänskliga, tekniska och organisatoriska element intergerar med varandra. Det är ett effektivt redskap i analyser och i kommunikation. Begreppet är uttryck för att det är nödvändigt att studera arbete i dess mänskliga, tekniska och organisatoriska sammanhang.

Uttrycker att ett tvärvetenskapligt arbete är nödvändigt och ger mervärde till säkerhetsarbetet.

En helhetssyn där samspelet M-T-O alltid måste beaktas i alla typer av verksamheter: drift, underhåll, ändring, utveckling, utbildning, kvalitetssäkring, ledning och styrning.

Samspelet (eller oftare bristen på samspel) mellan människa-människa, människa-teknik och människa-organisation, och de konsekvenser som dessa samspel vållar.

Begreppet MTO indikerar för mig ett helhetsperspektiv på säkerhetsfrågor där samma vikt läggs på M, T och O som på gränssnittet och sambandet mellan dem. Detta gäller lika mycket vid konstruktion, design, drift och underhåll samt organisationsändringar som vid analys av inträffade händelser.

Fråga 2

Vad betyder MTO för din organisation?

Svar:

Ett sätt att organisera analyser av problem i samspelet mellan Människor, Teknik och Organisation.

Ett betraktelsesätt och förhållningssätt till ”mjuka” säkerhetsfrågor.

För ledning och driftpersonal tror jag det betyder en möjlighet att förbättra samspelet, definierat under punkt 1. I den mån underhållspersonal överhuvudtaget har en uppfattning är det nog snarast en jakt på ”syndabocker”. På senare tid kanske man i någon mån kan börja skönja en något mer positiv syn, åtminstone inom ledningen för underhållsverksamheten.

I konsultföretaget SwedPower är MTO ett kompetensområde bland andra.

a) Ett område av minst lika stor vikt i säkerhetsarbetet som de tekniska. KTL (kärntekniklagen) ställer krav på att tillståndshavaren skall vidta alla de åtgärder som behövs för att förhindra felaktig funktion hos komponenter och förhindra felaktigt handlande som kan leda till radiologisk olycka.

b) Länkar i säkerhetskedjan (Se NUCLEUS Nr 3-4/1999)

c) Ett område inom vilket utökade krav ställs med tillhörande allmänna råd i SKIFS 1998:1 [8]

d) Beteckningen på en enhet som i samarbete med andra enheter svarar för föreskrifter, allmänna råd, inspektioner, granskningar, beslut, utredningar, internationellt facksamarbete inom området som omfattar djupförsvarets mänskliga och organisatoriska aspekter såsom: kvalitetssystem och kvalitetssäkring.

e) En kompetens och ett perspektiv på säkerhet som behöver delta vid tillsynsbeslut och samlade säkerhetsvärderingar och som organisationen behöver fler representanter för.

En självklar del av säkerhetsarbetet. Tyvärr också likhetstecken med ”utredning” av såväl förebyggande karaktär som på förekommen anledning.

Verksamheten kring MTO-relaterade frågor är den viktigaste pelaren i min (be-gränsade) organisation.

Fråga 3

Vad anser du var den viktigaste orsaken till att samspelet Människa-Teknik-Organisation blev ett begrepp inom kärnkraftindustrin?

Svar:

Att Reaktorsäkerhetsutredningen 1979 anmälde de mjuka frågorna som avgörande för säker drift av kärnkraftverk och att Vattenfall tillsammans med FKA organiserade sig för att utveckla metoder och skapa resurser kring de mjuka säkerhetsfrågorna.

Det fanns en reell förbättringspotential i form av minskat antal felhandlingar och felfunktioner vilka hade värde både ur reaktorsäkerhetssynpunkt (inklusive image) och i ekonomiskt avseende.

Erfarenheter från TMI och Chernobyl pekade entydigt på behovet av ett vidgat synsätt. Metoder för händelseanalys var viktig för att bredare lansera MTO-synsättet. MTO-tillämpningarna visade också snabbt på den ökade kunskap som metoderna genererade.

a) Utredningen av haveriet i TMI ”Säker kärnkraft?” (Reaktorsäkerhetsutredningen) och utredningens tvärvetenskapliga sammansättning, t.ex. ingick i utredningen Karin Sundström-Frisk (psykolog, arbetsmiljö- och olycksfallsforskare på vad som då hette Arbetsmedicinska Institutet, senare Arbetarskyddsstyrelsen, senare Arbetslivsinstitutet), Lennart Sjöberg (professor i kognitiv psykologi), vidsynta tekniker såsom SKI:s före detta generaldirektörer Lars Nordström och Lars Högberg samt nuvarande ordföranden i reaktorsäkerhetsnämnden Nils Gyldén.

Utredningen lämnade ett förslag till säkerhetshöjande åtgärder och forskning sammanställda i 49 punkter och uppdelade på nio områden. Utredningen krävde en vidgad syn på säkerheten att inkludera även mänskliga och organisatoriska aspekter. SKI svarade på reaktorsäkerhetsutredningen med ett åtgärdsprogram.

b) Etablerad beteendevetenskaplig kunskap om samspelet människa – teknik – organisation. Flera personer som arbetade på enheten hade en bakgrund i en socio-teknisk referensram. Mycket grovt och förenklat innebar den att teknik och organisation behövde optimeras – vilket vanligen innebär att tekniken behöver anpassas till vad som krävs av en bra organisation. Anpassningen mellan teknik och organisation ansågs ha betydelse för människors prestation, välbefinnande och hälsa.

c) Säkerhetsanalyser, incidenter – svensk och utländsk inspektionsverksamhet. Självklart TMI, men i USA lyftes inte organisationsfrågorna fram lika mycket som i Sverige. Tjernobyl. Lokala kritiska mätningar 1987 i Oskarshamn 3. Utredningen av den händelsen gjordes av ett tvärvetenskapligt team (ingenjörer och psykolog). Utredningen visade på nödvändigheten av att inkludera organisatoriska, tekniska och mänskliga aspekter i utredningsarbetet för att förstå händelseförloppet, bidragande orsaker och vilka åtgärder som skulle behövas.

Två saker sammanföll:

SKI bildade en enhet som skulle beakta människans förutsättningar inom kärnkraftverken i Sverige.

J-P Bento översatte HPES-metoden till svenska.

Jag tror att TMI-olyckan triggade INPO att titta bortom den traditionella teknikfixeringen och att INPO fann HPES-konceptet hos NASA. Till Sverige tror jag MTO kom via Jean-Pierre Bento efter hans tjänstgöring på INPO.

Vi (svensk kärnkraftindustri) hade under en lång tid levt med en gedigen deterministisk och senare probabilistisk syn på säkerhetsfrågor. Begränsade resurser avsattes i Sverige för personalen i de centrala kontrollrummen redan under 70-talet på vad man skulle kunna kalla MTO-relaterade spørsmål. TMI var dock det som gjorde att vår industri satte fokus på MTO-begreppet.

Fråga 4

När ungefär i tiden skedde introduktionen av MTO?

Svar:

1986

Frågan ligger egentligen ”före min tid”. Man kan nog få många svar, beroende på perspektiv. Ur blockorganisationens synpunkt uppfattar jag att MTO blev en realitet under tidigt 90-tal.

Slutet på 80-talet.

1979 med reaktorsäkerhetsutredningen. Begreppet MTO blev till på SKI någon gång i slutet av 1987 eller början av 1988 i anslutning till utredningen av avvikelserna från STF på O3.

På Barsebäck i slutet av 80-talet (1988-1989)

I USA misstänker jag omkring 1985-86, i Sverige ungefär 1988.

Början av 80-talet (jag minns samarbete mellan dåvarande RKS (Rådet för Kärnsäkerhet) och NSAC som så småningom ersatte INPO.

Fråga 5

Hur skedde introduktionen? Vem var initiativtagare? Var det något som låg i tiden eller var det någon eldskäl som ledde introduktionen?

Svar:

I FKA och F3 som utsatts för myndighetens granskning under driftsättningen 1983 till 1986. Senare, när kompetens tillförts (den eldsjäl som författat denna uppsats), blev säkerhetsstaben FQ pådrivande med starkt stöd av cFQ och VD.

Kan inte ge ett sakkunnigt svar, se svar på fråga 4.

Mycket handlade om eldsjälar vid SKI, KSU, Vattenfall AB och vid kärnkraftverken. Jag har nog betytt en del, bl.a. genom min bok samt ett stort antal föreläsningar och konsultuppdrag.

Jag var inte med då men jag tror att det var flera eldsjälar, bl.a. J-P Bento men också lokalt på kraftverken.

Se svar på fråga 3. Det låg nog definitivt inte i tiden, Jean-Pierre Bento hos KSU var nog eldsjälens som drev på.

Under början av 80-talet skedde internationellt samarbete med utöver USA, även våra kollegor från Electricité de France (EdF). Hur vi (KSU) hade kommit in minns jag inte riktigt.

Introduktionen i Sverige minns jag så tillvida att jag höll första kursen i MTO-analys för ca 15 representanter från kärnkraftföretagen under 1987-1988, det blev ca 700 st. under de efterföljande åren. Jag hade även tagit fram kursmateriel, vilket byggde mycket på resultatet av ovan nämnda samarbete. Jag vill inte kalla mig elsjäl, snarare isbrytare.

Mitt minne är att den första djupa MTO-analysen genomfördes 1988 angående en händelse i Barsebäck.

Fråga 6

Anser du att MTO som koncept är väl etablerat inom kärnkraftindustrin? Om så är fallet vad anser du vara de viktigaste faktorerna som stödjer dittes?

Svar:

Ja, med varierande ambition. Ett bevis är att inom FKA görs nu alltid MTO-utredningar vid svårare tillbud och händelser. Dock görs för lite förebyggande MTO-arbete.

Ja, i vart fall ur lednings- och driftperspektiv, där jag uppfattar att MTO bedöms som ett proaktivt verktyg för verksamhetsförbättringar. Däremot har vi inte lyckats nå underhållsverksamheten. Orsaken kan troligen sökas dels i underhållsfunktionens kompetens som enligt min uppfattning inte är tillräckligt bred för att ta till sig MTO, dels i att FKA sökt kompensera för detta med ett ökat driftledningsåtagande. I förlängningen har detta lett till att MTO blivit en fråga för ledningen och driftorganisationen. Detta syns tydligt i vilka personalgrupper som är involverade i MTO-arbetet i Forsmark. Kanske kan vi ändra på detta med den nya organisationen?

Tekniken och tänkesättet är etablerat i driftorganisationerna och i säkerhetsavdelningarna. Kunskapen är lägst i ledningsskikten.

Hyfsat. Man frågar efter MTO-kompetens i projekten för ändringsverksamhet, dvs. i förebyggande syfte. Jag tror att det är ett bra betyg för hur väletablerat begreppet är.

Javisst är det väl etablerat, det faktum att linjen själv begär MTO-utredningar av inträffade händelser ser jag som ett gott bevis för accepten. I Ringhals vanns nog den breda accepten för MTO genom att det började användas vid utredning av personsäkerhetshändelser i början av 90-talet. Nu känns det som att en tveksamhet mot MTO börjar spira, insatsen känns högre än utbytet.

MTO som koncept är ett väl etablerat begrepp inom kärnkraftindustrin. Detta gäller i synnerhet driften och, troligtvis i mindre grad, för underhåll. I praktiken finns det flera (dock inte alla) kraftverk som i sin dagliga verksamhet arbetar påtagligt med detta koncept: MTO-begreppet är en del av verksamheten.

Fråga 7

Vad anser du vara de viktigaste elementen i utvecklingen av MTO-konceptet (med 5 års framförhållning)?

Svar:

Ökat fokus på förebyggande arbete och analys av vad som kan dyka upp i framtiden, främst avseende organisationsförändringar. Metoder för rapportering av ”near misses” och ”low level incidents” behöver också utvecklas.

För närvarande tycks utvecklingslinjen vara en ytterligare förfining ur driftperspektivet. Detta yttrar sig främst i organisatoriska analyser av kontrollrumsförändringar. Enligt min uppfattning har perfektionsträvandet i detta avseende passerat effektivitetsoptimum och kan bli destruktivt. Skenande analyskostnader kommer att negativt påverka incitamenten till förändringar (alla pengar går till analyser – det blir inget över till reella förbättringar). Av mig önskad utveckling är istället att MTO även skall bli ett praktiskt verktyg inom underhållsverksamheten.

Fortsatt hög kompetens, bland de som har MTO som ”funktion”.

Ledningens förståelse och efterfrågan på MTO.

Resurstilldelning

Minskad fokusering på reaktiva utredningar av inträffade händelser till förmån för förebyggande riskanalyser med MTO-ögon och trendanalyser av större rapportmaterial.

Min syn är att MTO-konceptet är väl utvecklat. Vi har de verktyg vi behöver för att göra ett gediget MTO-arbete. Personligen är jag övertygad om att framgången beror mer på hur väl vi använder de verktyg vi har än att hitta på nya. Det är en fråga om en finslipning av befintliga metoder och redskap. Finslipningen bör delvis baseras på resultatet av dessa verktygs användning.

Fråga 8

Anser du att MTO-Konceptet har bidragit till ökad säkerhet? Ge exempel!

Svar:

Ja tvärsäkert!

MTO-konceptet har introducerat barriärbegreppet som blivit en del av säkerhetsledningens betraktelsesätt och metod för att styra verksamheten.

Syns tydligt i att snabbstopp och andra störningar pga. mänskligt felhandlande av driftpersonalen idag är närmast försumbart. Jag är dessutom övertygad om att MTO inneburit en avsevärd förbättring i vår förmåga att ta hand om störningar, vilket dock är svårare att bevisa.

Ja. Genom t.ex. bättre genomlysning av händelser samt ett ökat medvetande om människans och organisationens roll.

Förebyggande analyser av arbetssätt och rutiner har gett många input till ”säkra-re” rutiner, men det är svårt att bevisa.

Utredningar i efterhand har gett bättre rutiner, instruktioner, tekniska lösningar mm.

Ja, men kanske inte så mycket som man kanske förväntat. Detta kan bero på "skuggningseffekter", dvs. när ett problem löses så blottas ett annat. Bra exempel hoppas jag finns, men jag kan inte komma på dem i minutskala. Förmodligen ligger det i förskjutningar av tänkande och attityder, inte i enskilda avgränsade åtgärder.

MTO-konceptet har onekligen bidragit till ökad säkerhet. Skillnaden mellan våra reaktorer och driftresultatet med motsvarande från vissa länder (inte enbart i öster) talar sitt tydliga språk. Exempel täcker allt från design. Konstruktion, drift, underhåll till mjukare frågeställningar inklusive naturligtvis säkerhetskultur vars utveckling jag ”stoppar in i” MTO-konceptet.

Fråga 9

Anser du att MTO kan bidra till att göra verksamheten effektivare (minska kostnader)?

Svar:

Ja, genom att påvisa och tydliggöra ”dåliga” processer och brister i samverkan mellan enheter och avdelningar där cheferna har svårt att sätta fingret på orsaken.

Historiskt framstår detta som uppenbart. Färre störningar = bättre ekonomi. Potentialen (för ytterligare förbättringar) inom drift är idag uppenbart liten men finns kvar inom underhållet. Se även svar på fråga 7. Alltför stort behov av ana-

lyser av kontrollrumsförändringar kommer att leda till att utvecklingen motverkas.

I princip ja. Metodiken är generell.

Ja, det är väl alltid bättre, billigare och effektivare att ”göra rätt” från början ?!

Reaktiva utredningar gör det knappast, förebyggande analyser borde kunna göra det, men där finns andra konkurrerande koncept, typ processanalyser. Processstänkande med MTO-ögon borde vara ett mycket effektivt verktyg.

Tre gånger JA! Till och med sådana projekt/problem som med härdstrilen i Barsebäck, OKG, Ringhals uppvisar många MTO-relaterade aspekter. Hade man tänkt ”STARK” från början hade sluträkningen blivit mindre smärtsam.

Fråga 10

Är det någon fråga som du anser att jag glömt att ställa? Om du tycker det ber jag dig själv formulera frågan och också ge svaret!

Svar:

Hur bör och kan MTO som verksamhet och metod bli ett ledningsinstrument i ett managementkoncept för svensk kärnkraftindustri?

Genom att utveckla ett integrerat företagsledningssystem där de mjuka (säkerhets)frågorna ges tydlig plats och anvisat metodstöd.

Jag tycker att man i alltför liten grad uppmärksammat MTO:s betydelse för det konventionella arbetarskyddet. Denna aspekt skulle mycket väl kunna vara en inkörsport för att ”få med sig” underhållspersonalen i MTO-arbetet.

Fråga 7 är otydlig. Om du menar hur MTO skall utvecklas i framtiden så är mitt svar att specialisering i olika delområden kommer att öka. Det är tveksamt om MTO kommer att finnas kvar som sammanhållande begrepp. Vi behöver ett nytt begrepp som mer entydigt fokuserar MTO som systemvetenskap för säkerhet. Allt för många ser idag MTO som ett specialistområde.

Bra fråga! ”O:ets” betydelse framstår som allt viktigare, dvs. hur vi arbetar och organiserar verksamheten och strukturerar arbetet, såväl formellt som informellt.

Vi skulle kunna fylla flera böcker med MTO-frågor och jag litar på din kunskap och bedömningsförmåga att du ställt de viktigaste.

8. REFERENSER

- [1] Rollenhagen C and Andersson O
The MTO Concept in Theory and Practice – Experience from the Application of the MTO Concept at Forsmark Nuclear Power Plant, a paper presented at the ENS TopOperation Conference
Berlin, Tyskland, 1999.
- [2] Rollenhagen C. and Andersson O.
Experience from the MTO Programme at the Forsmark NPP, a paper presented at the SVA-Vertiefungskurs "Der menschliche Faktor im KKV-Betrieb"
Winterthur, Schweiz, 23 October 1996
- [3] IAEA-TECDOC-954
Procedures for the Self-Assessment of Operational Safety "Experience from the MTO Programme at the Forsmark NPP, Andersson O." IAEA, IAEA, Wien, Österrike, 1997, ISSN-1011-4289
- [4] Rollenhagen C
MTO – En introduktion. Sambandet Människa. Teknik och Organisation
Studentlitteratur, Lund 1995, ISBN 91-44-60031-3
- [5] Högberg L
Milstolpar i svenskt reaktorsäkerhetsarbete
NUCLEUS 3-4/1999, Stockholm 1999, ISSN 1104-4578
- [6] Svensson G
MTO-perspektiv självklar del i tillsynsarbetet
NUCLEUS 3-4/1999, Stockholm 1999, ISSN 1104-4578
- [7] Dahlgren K
Samspelet mellan Människa – Teknik – Organisation
Resultatanalys av Programrådet, Stockholm 1991
- [8] Högberg L
Safety culture as an element of contact and co-operation between utilities, research institutes and safety authorities
Presentation at the KSA seminar on safety culture in NPP:s
Bern, Schweiz, 1994
- [9] IAEA-TECDOC-565
Furet, Control Rooms and Man-Machine Interface in NPP:s
IAEA, Wien, 1990, Österrike, ISSN-1011-4289

- [10] IAEA Safety Series No.75-INSAG-4
Safety Culture
IAEA, Wien, Österrike, 1991, ISBN 92-0-123091-5
- [11] IAEA working group paper on shortcomings in safety management
symptoms, causes and recovery
IAEA, Wien, Österrike, 1998
- [12] Liljenzin J-O
Forskning och säkerhet går hand i hand
NUCLEUS 3-4/1999, Stockholm 1999, ISSN 1104-4578
- [13] Edland A
MTO utvecklar säkerheten
NUCLEUS 2/2000, Stockholm 2000, ISSN 1104-4578
- [14] Svensson L
Skyll inte på operatören
NUCLEUS 8/1994, Stockholm 1994, ISSN 1104-4578
- [15] Rollenhagen C och Andersson O
FKA-Rapport 97/023 ”Handledning för MTO-analys”
Forsmarks Kraftgrupp AB, 1997
- [16] Andersson O
FKA-Instruktion 126 ”FKA MTO-verksamhet”
Forsmarks Kraftgrupp AB
- [17] Andersson B, Andersson O och Rollenhagen C
FKA-Instruktion 286 ”Rutin för organisations- och verksamhetsförändringar”
Forsmarks Kraftgrupp AB
- [18] IAEA-TECDOC-573
ASSET Guidelines
IAEA, Wien, Österrike, 1990, ISSN-1011-4289
- [19] Statens Kärnkraftinspektions föreskrifter om säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar
SKIFS 1998:1; Stockholm 1998

APPENDIX 1

Beskrivning av TMI-olyckan i Harrisburg samt olyckan i Tjernobyl
(Informationen är baserad på en text i publikationen BAKGRUND, Nr 7 1988 samt en artikel av Christer Viktorsson i NUCLEUS 3-4/1999)

TMI

I gryningen den 28 mars 1979 stoppades alla turbiner och ordinarie matarvat-
tenpumpar i block 2 i kärnkraftstationen Three Mile Island, nära staden Harris-
burg i Pennsylvania, USA. Detta var inget onormalt.

Därefter följde en hel serie händelser av karaktären ”olyckliga omständigheter”.
Resultatet blev en totalförstörd reaktor och en uppmärksamhet från allmänhet
och press utan motstycke.

Långt efter olyckan och förmodligen ännu efter 20 år, är namnen TMI, Three
Mile Island och Harrisburg förknippade med föreställningen om att det var en
katastrofal olycka som inträffade med stora skador i omgivningen. Sanningen är
att de radioaktiva utsläppen var så låga att de helt saknar betydelse ur hälsosyn-
punkt. Ingen person blev heller skadad av radioaktiva utsläpp.

De tekniska skyddsneten förhindrade att det blev en olycka med konsekvenser
för omgivningen. För befolkningen i närheten av anläggningen blev dock de
psykologiska konsekvenserna allvarliga och detta saknar inte betydelse när man
skall förklara allmänhetens inställning till kärnkraften.

Händelsen initierade en mängd stora och omfattande utredningar om haveriets
förlopp och orsaker. Flera av dessa behandlade mänskligt beteende i komplice-
rade tekniska processer, vid haverier och under stress. En av de amerikanska ut-
redningarna (den så kallade Kemenykommissionen) riktade stark kritik mot
bl.a.:

- Utformningen av driftpersonalens instruktioner
- Operatörernas utbildning
- Kontrollrummets utformning
- USA:s kärnkraftinspektions (NRC) tillsynsverksamhet

Den svenska reaktorsäkerhetsutredningen konstaterade att en del av kritiken
gällde specifikt amerikanska förhållanden: relationen mellan kärnkraftföretagen
och tillsynsmyndigheten är exempelvis annorlunda än i Sverige. Operatörsut-
bildningen i USA nådde inte heller upp till den svenska nivån. De svenska kon-
trollrummen har redan från början haft en mer överskådligt utförande.

Icke desto mindre ansåg reaktorsäkerhetsutredningen att flera åtgärder med an-
knytning till samspelet *människa – maskin* borde vidtas också i Sverige. Det
gällde bl.a. utbildning, processövervakning samt förbättringar av drifrutinerna.
Därutöver ville man införa ännu flera skyddsnet för att lindra konsekvenserna
av eventuella haverier (filtrerad tryckavlastning).

I huvudsak genomfördes alla de åtgärder som reaktorsäkerhetsutredningen före-
slagit under 80-talet.

Grundorsaken till den stora uppmärksamhet som begreppet människa – maskin fick i utredningen var de tidigare nämnda ”olyckliga omständigheterna”. Personalen gjorde före och under olycksförloppet flera grundläggande fel, beroende på brister i arbetsdisciplin, utbildning och tillgängliga instruktioner. Utöver detta hade kontrollrummet och instrumenteringen stora brister vilket gav möjligheter till misstolkningar och försvarade för personalen att ”göra rätt”.

Tjernobyl

Den avsevärt svårare Tjernobyl olyckan i april 1986, hade även den starka inslag av mänskliga felhandlingar, denna gång av allvarligare slag. Olyckan har hittills krävt ett 50-tal dödsoffer. Ytterligare dödsoffer kommer säkert att krävas då flera hundra personer strålskadades. Framtida dödsoffer kommer dock att vara svåra att skilja från ”naturlig” död i olika former av cancer. Utöver detta fick stora områden radioaktiv markbeläggning. Evakueringar mm har av den anledningen inneburit en tragedi för många tusen människor.

Kärnkraftverket Tjernobyl är beläget ca 130 kilometer norr om Kiev i Ukraina. Anläggningen består av 4 reaktorer av så kallad RBMK-typ.

Olyckan inträffade när man skulle testa om den 4:e reaktorn förmådde leverera tillräckligt med el för att driva vissa säkerhetssystem i en situation då yttre nät fallit bort. Personalen ansåg detta vara ett relativt harmlöst test, det berörde ju framförallt den icke nukleära delen av anläggningen. Någon säkerhetsanalys av provets inverkan på reaktorn hade inte gjorts och erfordrades inte heller enligt instruktionerna. För att genomföra provet kopplades flera säkerhetssystem bort och man vidtog ett antal åtgärder som ledde till att reaktorn hamnade i ett okontrollerbart tillstånd. Mänskligt felhandlande, bristande säkerhetskultur i kombination med en anläggning som hade allvarliga konstruktionsmässiga brister samverkade till det våldsamma olycksförloppet.