Kapittel 13
Menneskelige og organisatoriske faktorer

(Rev. 0)

Marvin Rausand og Ingrid Bouwer Utne
Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Oversikt

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

- Human factors
- Analyse av menneskelig pålitelighet
- Organisatoriske faktorer i risikoanalyse

– Avsnitt 3.5 i boka gir også en kort oversikt over temaet.

Innhold

Innledning

Hva er...?

Human factors

Analyse av menneskelig pålitelighet

Organisatoriske faktorer i risikoanalyse

Oppsummering

Innledning

Bakgrunn

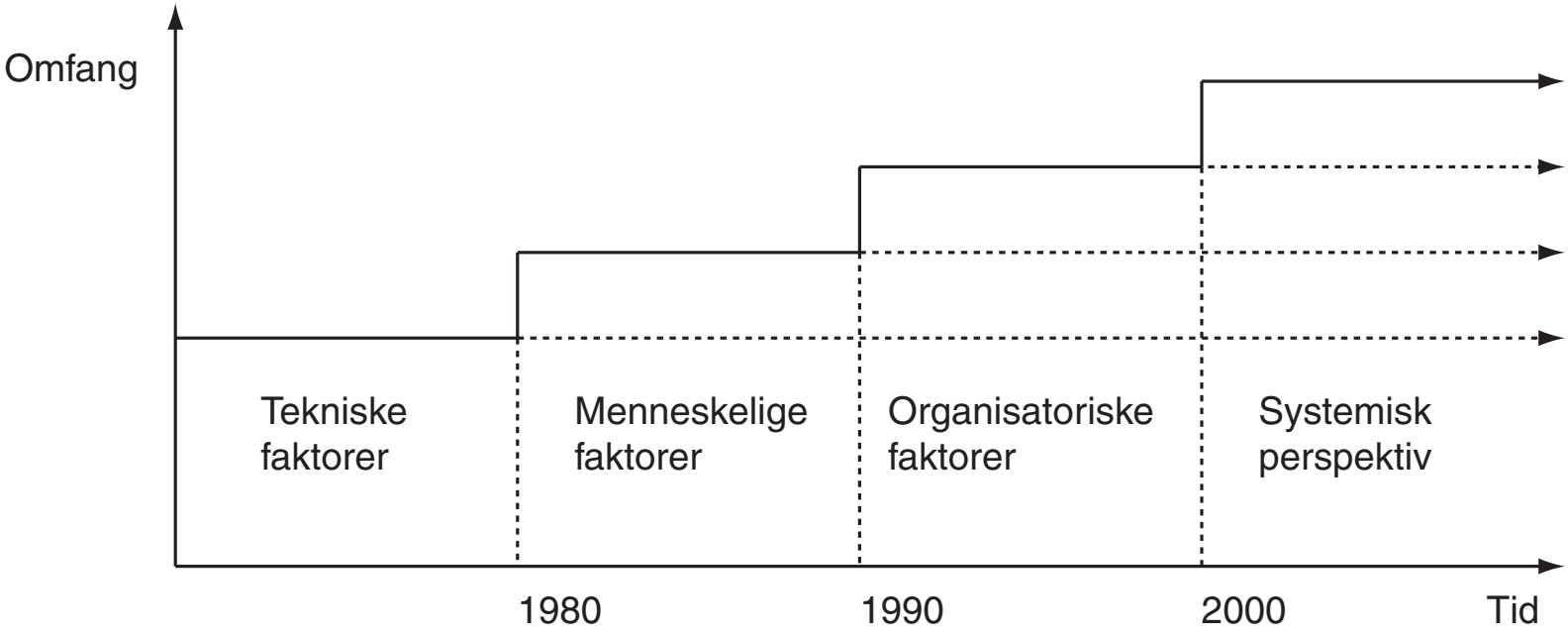
Innhold
Innledning
Hva er...?
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

- Menneskelige og organisatoriske faktorer har de senere år fått mer oppmerksomhet innenfor ulykkesgranskning og risikoanalyse.
- En menneskelig feilhandling kan skyldes dårlig utforming av arbeidsplassen, utilstrekkelig opplæring, uklare prosedyrer, manglende sjekklister og så videre.
- Menneskelige feilhandlinger er idag heller et utgangspunkt for ulykkesgranskning enn et "sluttsted".
- Ei alvorlig ulykke skyldes vanligvis ikke enkeltfaktorer.

Ulykkesperspektiv

Innhold
Innledning
Hva er...?
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Fra fokus på tekniske faktorer, til også å inkludere menneskelig og organisatoriske faktorer, samt et systemisk perspektiv.



Innhold

Innledning

Human factors
Hva er..?
Generisk liste
Sikkerhetskultur
Barrierer
Rapportering

Analyse av menneskelig pålitelighet

Organisatoriske faktorer i risikoanalyse

Oppsummering

Human factors

Hva er Human factors?

Innhold
Innledning
Human factors
Hva er..?
Generisk liste
Sikkerhetskultur
Barrierer
Rapportering
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

"Human factors" handler om menneskelige feilhandlinger og om grensesnittet mellom mennesket, teknologiske systemer, ledelse og organisasjon.

Når vi gjennomfører en risikoanalyse, kan vi vurdere human factors på ulike måter, for eksempel i en separat analyse eller som en del av en større analyse.

Farekilder og trusler knyttet til human factors

Innhold
Innledning
Human factors
Hva er..?
Generisk liste
Sikkerhetskultur
Barrierer
Rapportering
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Kan være nyttig å ta utgangspunkt i ei generisk liste over farekilder og trusler (basert på ICAO (2006) og OGP (2009)):

- Menneskets fysiologi
  - Utmattelse og stress
  - Syn og hørsel
  - Helsetilstand
- Psykologiske faktorer
  - Hukommelse
  - Årvåkenhet
  - Stress-toleranse
  - ...
- Arbeidssituasjon, utstyr og anlegg
  - Mulighet for helhetlig oversikt over sin egen arbeidssituasjon
  - Tid siden siste pause
  - Skiftarbeid og overtid
  - ...

Farekilder og trusler knyttet til human factors (II)

Innhold
Innledning
Human factors
Hva er..?
Generisk liste
Sikkerhetskultur
Barrierer
Rapportering
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

- Kultur og psykososialt arbeidsmiljø
  - Endringsvilje
  - Samarbeidsvilje og lagånd
  - Geografi og klima
  - ...
- Styringssystemer
  - Organisasjonsmål
  - Sikker-jobb-analyse
  - Lederskap
  - ...

Typer sikkerhetskultur

Innhold
Innledning
Human factors
Hva er..?
Generisk liste
Sikkerhetskultur
Barrierer
Rapportering
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Organisasjonens sikkerhetskultur er et viktig aspekt innenfor human factors. Ulike typer (basert på OGP (2009) og Parker (2006)):

Barrierer og menneskelige og organisatoriske faktorer

Innhold
Innledning
Human factors
Hva er..?
Generisk liste
Sikkerhetskultur
Barrierer
Rapportering
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Sikkerhetsbarrierer brukes for å forebygge uønskede hendelser og ulykker, eller redusere og kontrollere konsekvensene av dem.

Tidligere var sikkerhetsbarrierer stort sett fysiske. Idag er f.eks. samarbeid, kommunikasjon, ansvarsforhold og rollefordeling er viktige faktorer som må fungere i krevende arbeidssituasjoner.

– Se kap. 12 i boka om barrierer.

Hendelsesrapportering

Innhold
Innledning
Human factors
Hva er..?
Generisk liste
Sikkerhetskultur
Barrierer
Rapportering
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Datakilder for menneskelige feilhandlinger kan gi viktig informasjon når vi skal beregne sannsynligheter for menneskelige feilhandlinger.

De fleste mennesker er tilbakeholdne med å rapportere egne feil til virksomheten eller til myndigheter. Dette kan bl.a. skyldes at personell:

- I en del tilfeller anklager seg selv
- Frykter gjengjeldelse eller "straff" fra arbeidsgiveren
- Frykter sanksjoner fra myndighetene
- Synes situasjonen er pinlig

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Analyse av menneskelig pålitelighet

Hva er analyse av menneskelig pålitelighet?

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

- Det første forsøket på å bestemme hvilken innvirkning menneskelige feilhandlinger har på risiko, ble gjort i en risikoanalyse i 1952.
- Første metode, THERP,[1] utviklet for analyse av menneskelig pålitelighet (HRA).
- Et viktig begrep i HRA er *menneskelig feilhandling*.

Måleenheten i HRA er "human error probability" (HEP):

$$\text{HEP} = \frac{\text{Antall menneskelige feilhandlinger}}{\text{Antall planlagte handlinger av en bestemt type}} \quad (1)$$

[1] Engelsk: Technique for human error rate prediction.

Når brukes analyse av menneskelig pålitelighet?

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

HRA egner seg for analyse av de fleste menneske-maskin-systemer.

Kan utføres som en separat analyse eller som en del av en større risikoanalyse.

Metodebeskrivelse

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Metodene innenfor HRA kan deles inn i fire kategorier:

1. Oppgaveanalysemetoder
2. Metoder som avdekker mulige menneskelige feilhandlinger
3. Metoder som kvantifiserer sannsynligheten (HEP) for menneskelige feilhandlinger
4. Totale HRA-metoder

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Da HRA ble utviklet, ble de kvalitative metodene fra ergonomi brukt i HRA, slik som oppgaveanalyse.

Kirwan (1992) deler metoder for oppgaveanalyse i fem grupper:

1. Data- og informasjonsinnsamling
2. Oppgavebeskrivelse
3. Oppgavesimulering
4. Atferdvurdering
5. Kravevaluering

Metoder for atferdsvurdering

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Metoder for atferdsvurdering omfatter barrieranalyse, sikker-jobbanalyse, FMECA, Bayesianske nettverk, feiltreanalyse og hendelsestreanalyse.

Disse kan brukes som kvantifiseringsverktøy i HRA. Sjekklister for ergonomi, som brukes for å vurdere human factors, er ikke en del av HRA.

Mulige menneskelige feilhandlinger

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

- Kvalitative metoder.
- Flere metoder utviklet, bl.a. PHEA[2].
- PHEA tar utgangspunkt i en oppgaveanalyse (evt. sikker-jobbanalyse). Har samme struktur som en FMECA.

[2] Predictive human error analysis (PHEA).

Kvantifisering av HEP

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Kvantitative beregninger av HEP kan gjennomføres ved å bruke hendelsestre. Feilhandlingene som inngår i treet, avdekkes gjennom en oppgaveanalyse.

– Se kap. 11 i boka om hendelsestreanalyse.

Totale HRA-metoder

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

Det finnes også metoder som omfatter alle "trinnene" i en HRA, fra oppgaveanalyse til kvantifisering, og noen ganger også arbeid med å redusere risikoen for menneskelige feilhandlinger.

HEART[3] og THERP[4] er slike metoder.

[3] Human error assessment and reduction technique.
[4] Technique for human error prediciton.

Oversikt

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

- Hensikten med HEART er å finne realistiske sannsynligheter (HEP) for at spesielle arbeidsoppgaver blir feil utført.
- HEART definerer ni kategorier av typiske arbeidsoppgaver.
- For hver arbeidsoppgave-kategori gir HEART en *nominell* feilsannsynlighet (HEP_n).
- Har ei liste med 38 såkalte "error-producing conditions" (EPC).
- Den tilpassede feilsannsynligheten, HEP_r, kan beregnes:

$$\text{HEP}_r = \text{HEP}_n \cdot \prod_{i=1}^{38} [(w_i - 1) \cdot p_i] + 1 \tag{2}$$

Oversikt

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Hva er..?
Anvendelse
Metodikk
Oppgaveanalyse
Feilhandlinger
HEP
Totalanalyse
HEART
THERP
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering

- Ble utviklet innenfor amerikansk kjernekraftindustri for å bestemme sannsynligheten for menneskelige feilhandlinger.
- Hovedelementene i THERP er en database med nominelle HEP_n-verdier og ei rekke *performance shaping factors* (PSF) som påvirker menneskets yteevne og som kan brukes til å justere de nominelle HEP_n-verdiene fra databasen.
- PSF-ene kan ha både positiv og negativ virkning på ytelsen.
- En "realistisk" HEP_r for en enkelt arbeidsoppgave beregnes:

$$\text{HEP}_r = \text{HEP}_a \cdot \prod_{j=1}^{m} w_j \cdot \prod_{k=1}^{n} \text{RF}_k \tag{3}$$

der w_j er en korreksjonsfaktor for PSF nr. j, for $j = 1, 2, \ldots, m$, og RF_k er opprettingsfaktor ("recovery factor") nr. k for den feilhandlingen vi betrakter, for $k = 1, 2, \ldots, n$. Faktorene kan vi finne i tabeller i brukerbeskrivelsen for THERP.

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
ORIM
Oppsummering

Organisatoriske faktorer i risikoanalyse

Oversikt

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
ORIM
Oppsummering

På 90-tallet fikk vi kvantitative metoder for å vurdere effekten av organisatoriske faktorer på risikoen for storulykker.

ORIM (organisatorisk risikopåvirkende modell):

- Tar utgangspunkt i en QRA for en oljeinstallasjon.
- Viktigste RIF'er mht. mulige endringer og påvirkning på risikoen avdekkes, f.eks. gasslekkasjer, varmt arbeid.
- Risikoindikatorer etableres for hver RIF.
- Noen risikofaktorer (eks. gasslekkasjer) er sjeldne hendelser. Organisatoriske rotårsaker?

Oversikt (II)

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
ORIM
Oppsummering

- Eksempler på organisatoriske risikofaktorer:
  - OF1: Trening og kompetanse
  - OF2: Prosedyrer, sikker-jobb-analyse, veiledninger og instrukser
  - OF3: Planlegging, koordinering, organisering og kontroll
- Tilstanden til disse vurderes ved hjelp av organisatoriske risikoindikatorer (ORI).
- Bayesianske nettverk kan brukes til å kvantifisere virkningen OF har på risikoen.
- Det totale antall risikoindikatorer skal måle endringene i de viktigste risikofaktorene, som i teorien skal dekke størstedelen av totalrisikoen i forhold til mulig endring i risikoen.

– Mer om ORIM, se f.eks. Øien (2001).

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering
Til slutt..

Oppsummering

Fordeler og ulemper med HRA

Innhold
Innledning
Human factors
Analyse av menneskelig pålitelighet
Organisatoriske faktorer i risikoanalyse
Oppsummering
Til slutt..

- Lønnsomhet og tilgjengelighet kan økes og risiko minskes ved å inkludere menneskelige aspekter.
- Mulighet for kvantitative beregninger av sannsynligheten for menneskelige feilhandlinger.
- Kan være ressurskrevende, for eksempel i forbindelse med kvantifisering av HEP-verdier.
- Krever betydelig erfaring hos analytikeren.