

# Menneskelige faktorer og kognitiv ergonomi

Thomas Hoff

Psykologisk institutt, Universitetet i Oslo

Ergonomisk arbeidspsykologi er et viktig fagområde som går under en rekke betegnelser. Eksempler er kognitiv ergonomi og «human factors». Forfatteren gir en kort innføring i nye utviklingstendenser.

*Everyone takes the limits of his own field of vision for the limits of the world.*

Arthur Schopenhauer (Studies in Pessimism, 1892)

Feltet menneskelige faktorer («human factors») – det vil si utøvere av arbeidspsykologi i en ergonomisk betydning av ordet – har tradisjonelt vært basert på antakelsene i klassisk kognitiv psykologi. Dette teoretiske rammeverket har i de senere år blitt utfordret av til dels alternative rammeverk. I løpet av denne prosessen har fagfeltet fått flere nye navn. Et begrep som har hatt stor gjennomslagskraft, er kognitiv ergonomi, også kjent som kognitiv ingeniørvitenskap («cognitive engineering»), som dekkes av en rekke internasjonale tidsskrifter og bok-serier. Paradoksalt nok er begrepet «kognitiv» mer fremtredende enn før, på samme tid som det teoretiske grunnlaget for denne tradisjonen har utviklet seg til også å inkludere andre teoretiske strømninger. Årsaken til dette kan være et ønske om å skille klassisk ergomi fra kognitiv ergonomi, der «kognitiv» brukes i en hverdagsbetydning av ordet (dvs. «mental» heller enn «fysisk»). Dette essayet gir en kort introduksjon til en argumentasjon for at kunnskap basert på økologisk psykologi bør inkorporeres i feltet menneskelige faktorer som komplementær til den tradisjonelle kognitive psykologi.

## Informasjon i en klassisk betydning

En av de teoretiske grunnpilarene til den kognitive revolusjonen på 50- og 60-tallet var antakelsen om at informasjon var objektiv informasjon, dvs. – i tekniske termer – at informasjon systematisk reduserer usikkerhet. Derfor kan informasjon uttrykkes i den objektive og kvantifiserbare størrelsen «bits». Herav følger Wieners berømte utsagn «information is information, not matter or energy» (Wiener, 1961, s. 132).

Hvis det virkelig forholder seg slik at informasjon er informasjon, uavhengig av innhold og uavhengig av mottaker, legger det klare føringer for hva som er oppgaven til utøveren av menneskelige faktorer. Den vil primært bestå i å analysere den nødvendige og tilstrekkelige informasjonen som skal til for at en gitt operatør av et gitt system skal kunne utføre en gitt oppgave. Videre må hun/han ta i betraktning at operatørens kapasitet for å prosessere informasjon er begrenset, dvs. at operatøren ikke kan ha flere enn 7 pluss/minus 2 elementer aktive i arbeidshukommelsen til enhver tid. For at operatøren skal holde seg innenfor denne rammen, bør hun/han analysere oppgavesekvenser, og derav sørge for at riktig informasjon og riktig mengde av informasjon presenteres til enhver tid. For å systematisere denne prosessen bør han/hun utvikle prosedyremanualer, der operatøren blir veiledet av «hvis-så»-regler.

Innen den kognitive vitenskapen og bevissthetsfilosofien har man imidlertid i den senere tid begynt å tvile på om det virkelig er slik at all informasjon eksisterer uavhengig av observatøren. Batesons berømte definisjon av informasjon lyder: «Information is a difference that makes a

difference». Her hentydes det til at informasjon er noe som avhenger både av observatøren som sådan og relasjonen mellom observatøren og innholdet i informasjonen.

At hva informasjon er avhenger av observatøren som sådan, refererer til hvordan det fylogenetisk er å være den arten man tilhører (for eksempel et menneske, en flaggermus eller en hval). Dette beror igjen på hvordan arten gjennom evolusjon er tilpasset sine omgivelser. På grunn av de massive forskjellene i det perseptuelle apparatet hos ulike arter, er det rimelig å anta at hvordan det er å være en art er lite overførbart til andre arter (se f.eks. Nagels (1979) essay «What is it like to be a bat»). Dette poenget er ikke trivielt når det kommer til design av interaksjonsgrensesnitt, fordi man ganske enkelt ikke kan anta at informasjon er informasjon. Et eksempel på at vi har en tendens til å oppfatte informasjon som avhenger av vår fylogenetiske utvikling som «objektiv» informasjon, er persepsjon av farge. Vi opplever det som om farge er en egenskap ved tingen som sådan, mens det i virkeligheten er en egenskap ved vårt perseptuelle system. Farge finnes ikke i tingene, men i vår nevralt konstruksjon.

## Økologisk informasjon

Hva slags informasjon er det da, som er informasjon for *mennesker*? Hvis vi ser bort i fra den trivielle oppfatningen av hva informasjon er (som f.eks. at det er noe som har med massemedia å gjøre), og i stedet ser på det som er en forutsetning for at man overhodet kan ha en erkjennelse av noe som helst (dvs. epistemologi), står det rimelig klart for de fleste at dette har noe med sanseapparatet å gjøre. I det noen har kalt annengenerasjons kognisjonsvitenskap, er det et grunnleggende aksiom at tenkning både har sitt opphav i, og er strukturert av, vår kroppslige og sanselige konstituerthet. Empiriske studier har vist at dette er valid selv når man snakker om abstrakte fenomener som kjærlighet, oppdragelse og moral (se f.eks. Lakoff & Johnson, 1999).

I henhold til dette synet er det ikke tilfeldig hvordan man velger å representere informasjon for operatøren. Dette til forskjell fra den klassiske oppfatningen om at målet til utøveren av menneskelige faktorer er å avdekke de nødvendige og tilstrekkelige betingelsene for å utføre en oppgave. I større grad er det slik at hun/han *skaper* oppgaven gjennom å manipulere omgivelsene i miljøet.

For å avdekke hvilke representasjonsformer (grensesnitt) som er de objektivt beste, må man studere faktorer ved menneskets kroppslige og sanselige konstituerthet. De mest åpenbare faktorer har vært kjent i mange år – og er representert i den klassiske ergonomien. Dette gjelder faktorer som lysforhold og kontrast, lydstyrke og frekvens og effekter av farge. En viktig faktor som ikke eksplisitt blir omtalt i ergonomien, er perseptuell og kroppslig skalerthet. Dette refererer til at det er viktig at representasjoner er riktig skalert i forhold til kroppslige og perseptuelle størrelser. Et eksempel på et objekt med god skalering i forhold til kroppslige proposjoner er en sykkel. Et urverk kan fungere som et eksempel på det motsatte.

## Tid og rom

Klassisk fysikk opererer med observatør-uavhengige størrelser, som måles i centimeter, gram eller timer, der ingen verdier på disse skalaene har bedre eller dårligere «kvalitet» enn andre. Innen fagfeltet menneskelige faktorer er det imidlertid avgjørende å ta utgangspunkt i en økologisk (eller menneskelig), observatør-avhengig fysikk – dvs. et *menneskespenn*. En illustrasjon av dette er menneskers opplevelse av tid. For et samfunn vil tidsperspektivet oppleves i dager, uker eller måneder. I kognitive prosesser vil enkeltoppgaver gjerne ha et tidsperspektiv på noen sekunder, enkeltoperasjoner ca. ett sekund, og enkelthandlinger ca. 100 millisekund. På et nevrofysiologisk nivå vil en

myelinisert nerve ha et aksjonsspenn på ca. ti millisekund, mens et enkeltnevron vil fyre i løpet av ett millisekund.

For å avdekke et menneskespenn, er ikke bare tid, men også *rom* viktig. Som nevnt i eksempelet med et urverk, kan ikke mennesker uten hjelpemidler manipulere objekter som er mindre enn i størrelsesorden 5–10 mm. Når det gjelder den øvre grensen for ikkeassistert spatial manipulasjon, er denne snever; det er her snakk om centimeter heller enn meter (man kan imidlertid kaste en gjenstand noen meter). Men det er meningsløst å skille strengt mellom tid og rom i denne sammenhengen. Enhver spatial prosess skjer med nødvendighet temporalt. Her bør man imidlertid ty til begrepet *mulighetsstruktur* («affordance»). En mulighetsstruktur refererer til de handlingsmuligheter miljøet inviterer til. I dette begrepet utviskes skillet mellom tid og rom i menneskespennet. Mennesker har vanligvis en oppfatning av egne handlingsmuligheter, og mulighetsstrukturene lar seg derfor relativt lett avdekke empirisk. Et klassisk eksempel er menneskers opplevelse av egne mulighetsstrukturer for å gå i trapper (Warren, 1988).

### *Farge finnes ikke i tingene, men i vårt perseptuelle system*

Når det gjelder menneskers *perseptuelle* spenn, er dette langt mindre avgrenset enn det handlingsbaserte menneskespennet. I den nedre grensen for ikke-assistert perseptuelt spenn, finner man for temporalitet at man kan persipere hendelser som er separert med ned mot 100 millisekund. Spatialt sett, kan man persipere objekter med størrelser på ca. en millimeter. Det viktigste elementet i det perseptuelle spennet er imidlertid de øvre grensene for ikke-assistert spatial persepsjon – der mennesker for eksempel kan se stjerner som ligger tusenvis av mil unna.

Mennesket har imidlertid til alle tider benyttet seg av verktøy for å kunne overskride grensene for sitt handlingsmessige og perseptuelle spenn. Menneskets *protesiske* spenn refererer til grensene for hvordan handlinger kan overskride det handlingsmessige spenn ved hjelp av slike verktøy, både i tid (f.eks. ekspertsystemer) og i rom (f.eks. en hammer). I tillegg kan man også overskride de perseptuelle grensene ved hjelp av teknologi, både for tid (f.eks. film) og rom (f.eks. et teleskop). Dette kan betegnes som et *universalspenn*.

## Menneske og teknologi

Innen dynamisk systemteori er det en alminnelig oppfatning at spenningen mellom det man kan gjøre (menneskespennet) og det man kan *persipere* (det perseptuelle spenn), utgjør en sentral motivasjon for menneskelig utforskning. I det man assisterer menneskespennet, øker man potensialet for hva som kan persiperes. Imidlertid kan ikke dette reverseres; i det man øker det perseptuelle spennet, betyr ikke det at handlingspotensialet øker. I teknologiutviklingen ser man en tendens til at det som kan observeres øker, mens det som kan kontrolleres forblir uendret.

Teknologiutvikling har som hovedmål å utvide vårt universalspenn. Problemet er at man ikke knytter sammen menneskespennet og universalspennet. Tvert i mot – avstanden mellom de to er stadig økende. Årsaken til dette er at muligheten til å digitalisere informasjon gjør at det ikke lenger er noe som begrenser forholdet mellom representasjonen og det representerte. Tidligere var man i større grad avhengig av fysiske koplinger i et system. Graden av abstraksjon kan også her bli stor, men spennet mellom menneskespennet og universalspennet er her så *synlig*, at det motiverer designeren til å ta det i betraktning. Ved digitalisering faller imidlertid dette helt igjennom. Slik er digitalisering en «djevel i forkledning»; selv om det innebærer at vi kan representere hva som helst på hvilken som helst

måte, mister designeren alle hjelpemidler til å knytte menneskespennet og universalspennet sammet til et enhetlig, velfungerende system.

Den altoverskyggende oppgaven for spesialisten i menneskelige faktorer blir slik å forsøke å utvikle universalspennet, ikke «i seg selv» (med referanser til kognitiv kapasitet), men *i forlengelsen av menneskespennet*.

Nøkkelen til å åpne dette problemfeltet er å studere menneskets kroppslige og sanselige konstituerthet ved en evolusjonsbasert økologisk og fenomenologisk metodologi. Ved evolusjonsbasert menes studier av forholdet mellom arten og miljøet som omgir det. Med fenomenologisk menes opplevelsen individet har under samhandlingen med sine omgivelser. Under denne forutsetningen gir det mening å snakke om objektivt gode grensesnitt – selv om denne antakelsen har vært sterkt kritisert innen deskriptiv fenomenologisk litteratur om menneskelige faktorer.

Annengenerasjons kognisjonsvitenskap vektlegger persepsjon og handling som utgangspunktet for menneskelig erkjennelse. Dette til forskjell fra analytisk filosofi og fenomenologien som respektivt tar utgangspunkt i nativistiske indre idéer og subjektiv opplevelse.

Et sentralt skille går mellom kunnskap og ferdighet. Med *kunnskap* mener man i denne sammenhengen eksplisitt, deklarativ kunnskap – dvs. verbaliserbare utsagn om et gitt saksforhold. Med *ferdighet* menes implisitt, handlingsbasert atferd – dvs. erfaringsbasert kunnskap som kommer til uttrykk som persepsjon og handling. I innlæringsfasen har imidlertid de fleste ferdigheter en kunnskapsbasert komponent (Dreyfus, 1986). Sentralt for utøveren av menneskelige faktorer i denne sammenhengen er at erfaringsbaserte ferdigheter har en langt større effektivitet og kapasitet enn det eksplisitt, deklarativ kunnskap har. Der man tidligere ikke har lagt vekt på representasjonsformer (fordi informasjon *er* informasjon), er man nå klar over at det er en altoverskyggende oppgave for den akademiske menneskelige faktorer-disiplinen å avdekke hvordan vårt kroppslige og perseptuelle system setter begrensninger for hvilke typer av informasjon som optimaliserer samspillet mellom menneske og teknologi.

Desverre tyder forskning på at de mest utbredte representasjonsformene i dagens teknologiske systemer ikke stemmer overens med kunnskap om økologiske representasjonsformer. Dagens systemer er gjerne preget av informasjon som er endimensjonal i tid og rom; de representerer hverken temporalitet eller spatialitet (i økologiske termer), og de har en lav grad av informativ rikhet, som, i henhold til James Gibsons (1966) perspektiv på sansene betraktet som perseptuelle systemer, refererer til graden av multimodalitet. Eksempler på slike «svake» representasjonsformer er numerisk informasjon, statisk grafisk informasjon og trendkurver.

En interessant observasjon er det at *presentasjonelle* kvaliteter, dvs. det som ikke er «representert», slik som for eksempel mekaniske innretninger, tenderer til å skåre høyt på graden av direkt-het (graden av systemrepresentasjon av perseptuelle invarianter). Et sentralt spørsmål blir derfor: Hva er det ved presentasjonelle kvaliteter som gir en så overlegen grad av perseptuell rikhet i forhold til tradisjonelle representasjonsformer? Spørsmålet er forsøkt besvart i Hoff (2002), men man er ennå langt fra å kunne fastslå mekanismene bak dette fenomenet med empirisk sikkerhet.

Sikkert er det imidlertid, at kunnskap utledet fra annengenerasjons kognisjonsvitenskap har massive implikasjoner for profesjonsutøvelsen av menneskelige faktorer. Prosessen med å studere disse implikasjonene bør ha høyeste prioritet innen feltet.

## Referanser

Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. (1986). *Mind over machine. The power of human intuition and expertise in the era of the computer*. New York: The Free Press.

- Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin.
- Hoff, T. (2002). *Mind design – Steps to an ecology of human-machine systems*. Dr.polit avhandling, Psykologisk Institutt, NTNU.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: The embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Books.
- Nagel, T. (1979). *Mortal questions*. New York: Cambridge University Press.
- Warren, W. H. (1984). Perceiving affordances: Visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 683–703.