



**TØI notat  
1091/1998**

# **Informasjonsbearbeiding og beslutningstaking:**

**En gjennomgang av litteratur med  
eksempler fra trafikk**

**Kari Midtland  
Alf Glad**

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

---

**Tittel:** *Informasjonsbearbeiding og beslutningstaking: En gjennomgang av litteratur med eksempler fra trafikk*

**Forfattere:** *Kari Midtland, Alf Glad*

TØI notat 1091/1998  
Oslo, februar 1998  
43 sider  
ISSN 0806-9999

**Finansieringskilde:** Samferdselsdepartementet

**Prosjekt:** 2274 Mennesket som beslutningstaker i trafikken

**Prosjektleder:** Kari Midtland

**Kvalitetsansvarlig:** Truls Vaa

**Emneord:** Informasjonsbearbeiding  
Føreratferd  
Teori  
Trafikk  
Litteratur

**Sammendrag:**

Litteratur som tar opp ulike sider ved informasjonsbearbeiding og atferd er gjennomgått. Teorier for informasjonsmottak og -bearbeiding presenteres. Det blir pekt på feil som kan oppstå i informasjonsbearbeidingen og konsekvensene av slike for atferden. Eksempler fra trafikken der slike feil kan oppstå er trukket fram. Feilhandlinger blant førere kan antakelig i hovedsak knyttes til overbelastning av den mentale kapasiteten når informasjonen bearbeides bevisst og kontrollert eller til automatisert atferd som utløses under gale betingelser.

**Title:** *Information processing and decision-making. A literature survey with examples from traffic*

**Authors:** *Kari Midtland, Alf Glad*

TØI working report 1091/1998  
Oslo, February 1998  
43 pages  
ISSN 0806-9999

**Financed by:** Norwegian Ministry of Transport and Communication

**Project:** O-2274 Man as decision maker in traffic

**Project manager:** Kari Midtland

**Quality manager:** Truls Vaa

**Key words:** Information processing  
Driver behaviour  
Theory  
Traffic  
Literature

**Summary:**

Literature on information processing and behaviour are surveyed. Theories on information processing are presented. Failures in the information processing are defined, possible consequences of these are listed and examples of such on ensuing driver behaviour are given. Erroneous acts among drivers are probably largely due to excessive mental workload during conscious and controlled processing and to automatic actions produced by wrong conditions.

**Language of working report:** Norwegian

---

*Notatet kan bestilles fra:  
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,  
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90  
Pris kr 100,-.*

---

*The working report can be ordered from:  
Institute of Transport Economics, the library,  
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90  
Price NOK 100,-*

# Forord

Undersøkelser av enkeltulykker i trafikken har vist at mesteparten skyldes feilhandlinger fra førernes side og at grunnen til feilhandlingene som oftest er knyttet til informasjonsbearbeidingen. I arbeidet for å finne effektive tiltak for å bedre trafikksikkerheten er det derfor viktig å ha god kunnskap om førerne som informasjonsmottakere og –bearbeidere.

Dette notatet tar opp teorier om informasjonsbearbeiding og resultater fra mer teoretisk motiverte undersøkelser av informasjonsbearbeidingen. Det pekes på feil som kan oppstå i bearbeidingen og hvordan dette kan komme til uttrykk i trafikken.

Samferdselsdepartementet har vært oppdragsgiver for prosjektet. Kontaktpersoner har vært Trygve Roll-Hansen hos oppdragsgiver og Richard Muskaug i Vegdirektoratet.

Kari Midtland har vært prosjektleder og har sammen med Alf Glad skrevet notatet. Fridulv Sagberg har gjennom diskusjoner og råd gitt verdifulle bidrag i prosjektarbeidet. Kvalitetskontrollen er utført av Truls Vaa. Tekstbehandlingen har Trude Rømning hatt hånd om.

Oslo, februar 1998  
TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

*Truls Vaa*  
forskningsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Forklaring av ord og begreper

<b>1</b>	<b>Bakgrunn .....</b>	<b>1</b>
1.1	Utgangspunkt - beslutningsprosessen .....	1
1.2	Mennesket som beslutningstaker i trafikken? .....	2
1.3	Informasjon og atferd .....	3
<b>2</b>	<b>Teoretiske tilnærminger til informasjonsbearbeiding .....</b>	<b>5</b>
2.1	Informasjonsbearbeiding .....	5
2.2	Bevisste og automatiserte prosesser .....	8
2.3	Oppmerksomhet .....	11
2.3.1	Oppmerksomhet som funksjon .....	11
2.3.2	Oppmerksomhet og ressursbruk .....	12
2.4	Hukommelse .....	14
2.5	Ubevisst læring .....	16
2.6	Parallell Distribuert Prosessering (PDP) .....	18
<b>3</b>	<b>Informasjonsbearbeiding og beslutninger i trafikken .....</b>	<b>24</b>
3.1	Faktorer som kan påvirke bearbeidingen av informasjon .....	24
3.2	Forstyrrelser forbundet med kontrollert bearbeiding .....	24
3.2.1	Mengden informasjon og mental belastning .....	24
3.2.2	Kunnskap og kontrollert bearbeiding .....	29
3.3	Forstyrrelser forbundet med automatisert bearbeiding .....	30
3.4	Forstyrrelser forbundet med interaksjon mellom prosesser .....	32
<b>4</b>	<b>Førernes informasjonsbearbeiding og trafikksikkerhet .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>40</b>



**Sammendrag:**

# **Informasjonsbearbeiding og beslutningstaking**

Førernes atferd er avhengige av hvilke motiver de har for kjøringen, hvordan de oppfatter den trafikale situasjonen og den kunnskapen de har. Motivene bestemmer hvilke mål de ønsker å nå med kjøringen. Hvordan disse målene nås bestemmes av informasjonsbearbeidingen, dvs førerens innhenting og bruk av informasjonen fra situasjonen og det lageret av informasjon føreren har (kunnskap). Dette notatet tar opp ulike sider ved informasjonsbearbeidingen og knytter den til førernes beslutninger og atferd.

I føreropplæringen beskrives førerens oppgave som en prosess i fire trinn: Observere → tolke → beslutte → handle; der beslutningene og handlingene er et resultat av bevisste overveielser. Dette er ikke alltid tilfelle. Med økende erfaring vil en del kjøreatferd bli automatisert, dvs de utføres uten bevisste overveielser. Kjøreatferden består derfor både handlinger som er et resultat av bevisste overveielser og av automatiserte prosesser. De automatiserte handlingene vil imidlertid i utgangspunktet (før automatiseringen) ha vært styrt av bevisste overveielser.

Det å kjøre bil blir ofte beskrevet som atferd på 3 ulike nivåer. På det øverste nivået, strategisk nivå, er atferden et resultat av problemløsning med bevisste overveielser. På det neste nivået, taktisk nivå, er atferden bestemt av regler. Ut fra informasjon fra omgivelsene finner føreren hvilke regler som gjelder og følger disse. Dette kan innebære både bevisste overveielser og automatiserte prosesser. Det nederste nivået, operasjonelt nivå, omfatter mikroatferd, for eksempel plassering av bilen i forhold til kantlinjen og til forankjørende. Denne atferden er vanligvis automatisert. Med økende erfaring vil en økende del av kjøreatferd bli automatisert, dvs gå fra strategisk til taktisk og operasjonelt nivå.

I en tradisjonell modell for informasjonsbearbeidingen, tenker en seg at sansestimuli registreres i sensorisk hukommelse og kan holdes der i kort tid (0,1 sek for visuelle og 1,2 sek for auditive stimuli). I sensorisk hukommelse foretas en seleksjon av informasjon som skal bearbeides videre. Seleksjonen er basert på den aktuelle situasjonen og kunnskap som er lagret i en langtidshukommelse. Personene har ingen bevisst opplevelse av "oppbevaringen" i sensorisk hukommelse og av seleksjonen av informasjon for videre bearbeiding. Det selekterte materialet overføres til arbeidshukommelsen der det kan holdes i bare noen sekunder hvis ikke materialet bevisst gjentas. I arbeidshukommelsen foregår en bevisst bearbeiding av informasjon, og beslutninger kan fattes. I bearbeidingen hentes også informasjon fra kunnskapslageret (langtidshukommelsen). Arbeidshukommelsen har forbindelse med en responsgenerator som setter i gang handling. Beslutningene og atferden vil være et

resultat av bevisst og kontrollert bearbeiding og kan betegnes som begrepsstyrt. Dette er vanlig når atferd læres og utføres under varierte betingelser.

Hvis atferden læres og utføres under de samme betingelsene vil både informasjonsbearbeidingen og atferden bli automatisert. En tenker seg at responsgeneratoren påvirkes direkte fra sensorisk hukommelse. Atferden utløses av sansedata som ligger i sensorisk hukommelse og kan betegnes som datastyrt.

Ved kontrollert og bevisst bearbeiding vil informasjonen bearbeides serielt, dvs biter av informasjon må behandles én om gangen. Ved automatisk bearbeiding kan informasjonen bearbeides parallelt, dvs flere biter informasjon kan behandles på en gang. Automatisk bearbeiding vil derfor være mer effektiv enn kontrollert bearbeiding.

Gjennom oppmerksomheten kan personen velge hvilken informasjon han/hun vil bearbeide kontrollert. Oppmerksomheten kan være distribuert, dvs omfatte det meste av de stimuli personen påvirkes av, men bearbeidingen av disse stimuli vil da ikke være bevisst og kontrollert. Oppmerksomheten kan være begrenset til visse områder av informasjonstilfanget (selektiv) eller rettet mot svært avgrensede områder (fokusert). Når oppmerksomheten er selektiv eller fokusert vil bearbeidingen av informasjonen være kontrollert. Hvor mye personen kan være oppmerksom på begrenses av kapasiteten til kontrollert bearbeiding. Siden denne er knyttet til arbeidshukommelsen vil begrensningen i denne være avgjørende. For urelaterte informasjonsenheter (f. eks. tilfeldige tall og bokstaver) kan en gjennomsnittsperson holde 7 enheter i arbeidshukommelsen. Hvis informasjonsenheter skal bearbeides (f. eks. se sammenhenger mellom dem) vil det kreve en del av arbeidshukommelsens kapasitet slik at evnen til å holde informasjonsenheter i arbeidshukommelsen blir redusert. I trafikken er det normale at informasjon bearbeides, slik at en førers kapasitet til å holde og bearbeide informasjon i arbeidshukommelsen begrenser seg til om lag 3 informasjonsenheter.

Det som i daglig tale betegnes som hukommelse, er i modellene for informasjonsbearbeiding knyttet til langtidshukommelse og arbeidshukommelse. Langtidshukommelsen er et lager av erfaringer og kunnskap og en regner med at den har ubegrenset kapasitet. Materiale som er i langtidshukommelsen har personen ingen bevissthet om. Det blir først bevisst når det bringes inn i arbeidshukommelsen. En kan si at materiale som er i langtidshukommelsen er latent kunnskap, og aktivert kunnskap når det er hentet inn til arbeidshukommelsen. Når noe glemmes skyldes det problemer med å hente materiale fra langtidshukommelsen, og ikke at materialet er forsvunnet fra langtidshukommelsen. I de senere årene er det flere som regner med flere hukommelsessystemer. Tulving (1993) opererer med 5 systemer. To av disse er eksplisitte dvs at materiale kan gjenfinnes bevisst og/eller kan kommuniseres, mens de tre andre er implisitte dvs at materialet ikke kan kommuniseres og ikke bevisst hentes fram.

I de siste par tiårene har det vært en økende interesse for en type modeller for informasjonsbearbeiding som blir betegnet "Parallell Distribuert Prosessering" (PDP). Disse modellene kan dels sees som et alternativ og dels som et supplement til de tradisjonelle modellene. I PDP-modellene tenker en seg et nettverk som består av elementære enheter og forbindelser mellom disse, på samme måte som nerveceller i hjernen og forbindelsene mellom disse cellene gjennom nevritter og dendritter. Påvirkningen fra en enhet til en annen kan enten være stimulerende (øke



sannsynligheten for aktivitet i mottaker-enheten ) eller hemmende (reduere sannsynlighet for aktivitet i mottaker-enheten). Sansestimulering vil sette i gang aktivitet i nettverket og hvis samme stimulering gjentatte ganger etterfølges av samme respons (læring), vil det etableres et fast aktivitetsmønster gjennom nettverket (en sti). Når noe gjenkjennes og identifiseres skyldes det at stimuleringen gir et bestemt aktivitetsmønster i nettverket (aktiverer en sti). Informasjonen ligger altså i aktivitetsmønsteret i nettverket. PDP-modellene gir et mer presist og detaljert bilde av visse sider ved informasjonsbearbeidingen enn de tradisjonelle modellene.

Begrensninger og feil i informasjonsbearbeidingen kan føre til gale beslutninger og feilhandlinger. Når informasjonsbearbeidingen er kontrollert er den nært knyttet til arbeidshukommelsen. Den begrensede kapasiteten til arbeidshukommelsen vil derfor sette grenser for den kontrollerte informasjonsbearbeidingen. Belastningen av arbeidshukommelsen vil være avhengig av antall informasjonsenheter som skal holdes i arbeidshukommelsen og hvor omfattende bearbeiding denne informasjonen må gjennomgå. Hvis arbeidshukommelsens kapasitet overskrides kan det føre til at relevant informasjon ikke blir mottatt og/eller at bearbeidingen av informasjonen blir utilfredsstillende. Mengden informasjon som kan holdes i arbeidshukommelsen kan økes ved chunking. Chunking betyr at informasjonsenheter grupperes og at denne gruppen kan behandles som en informasjonsenhet i bearbeidingen. Ressurskravet til bearbeidingen vil være avhengig av personens kunnskap. God og relevant kunnskap kan gjøre at personen fort og sikkert kan finne betydningen av informasjonen. Dårlig kunnskap kan medføre mer omfattende bearbeiding og større ressursbruk.

Tidsdeling, dvs personen må innen et kort tidsintervall arbeide med flere oppgaver, øker ressursbruken. Det samme gjelder om personen må skifte mellom å ta imot og bearbeide informasjon fra forskjellige sanser, f. eks. syn og hørsel.

Mennesket har en sterk tendens til å automatisere informasjonsbearbeiding og atferd. Automatisering reduserer ressursforbruket og øker effektiviteten. Det er imidlertid farer knyttet i automatisering. Automatisert atferd kan utløses omtrent direkte av sansningen av visse karakteristiske stimuli (holdepunkter) i situasjonen. Hvis disse holdepunktene forekommer i en annen situasjon, kan de utløse en atferdssekvens som ikke passer. Siden personen ikke har bevisst kontroll med denne atferden kan den være vanskelig å unngå. Latenstiden til en respons basert på automatisert bearbeiding er kort i forhold til responser basert på kontrollert bearbeiding. Selv om en person som en følge av kontrollert bearbeiding, ser at et holdepunkt forekommer i en "gal" situasjon kan den gale responsen bli satt i gang før han rekker å stoppe den (Stroop-effekten). En følge av at automatiserte responser ikke er under bevisst kontroll, er at de kan være vanskelig å avlære, dvs responsen kan utløses gang på gang selv om de ikke passer i situasjonen og personen ønsker å unngå dem.

Ett og samme trekk i informasjonsbildet kan ikke bearbeides både automatisk og kontrollert. Hvilken måte det vil bearbeides på vil avhenge av tidligere læring og av situasjonen. Når trekk presenteres nært hverandre i synsfeltet vil det fremme automatisert bearbeiding. Presenteres trekkene slik at det kreves visuell søking vil det fremme kontrollert bearbeiding. Ved kontrollert bearbeiding av informasjon kan både automatiske og kontrollerte prosesser bryte inn i den pågående bearbeidingen. Denne inntrengningen kan ofte være vanskelig å unngå når det er automatiserte prosesser som bryter inn fordi personen har liten kontroll over disse. Kontrollerte

prosesser som bryter inn, har personen kontroll over og han kan derfor stoppe dem og gå tilbake til den opprinnelige kontrollerte bearbeidingen.

En stimulus kan påvirke responsen til en annen stimulus som presenteres kort tid etter den første dersom de to stimuli har sammenheng med hverandre (prime-effekt). Responsen til den andre stimulusen kan bli kortere og en respons kan utløses av den andre stimulusen uten at denne stimulusen er fullt identifisert. Prime-effekten kan observeres også når bearbeidingen av den første stimulusen er automatisert og altså ikke bevisst. I visse situasjoner der priming forekommer kan derfor responser utløses på et nokså "tynt" grunnlag. Det øker muligheten for at responsen utløses på feil grunnlag.

Dybdeundersøkelser av trafikkulykker har vist at størstedelen av ulykkene skyldes feilhandlinger fra førerens side og at årsaken til disse feilhandlingene for det meste er knyttet til informasjonsmottak og -bearbeiding. Omfanget av feilhandlinger kan reduseres både gjennom tiltak rettet mot førerne og tiltak rettet mot de andre komponentene (veg/vegmiljø og kjøretøy) i trafikksystemet. To overordnede grunner til feilhandlinger er overbelastning av førernes mentale kapasitet og automatisert atferd som utløses i gale situasjoner.

# Forklaring av ord og begreper

Arbeidshukommelse	(Betegnes også korttidshukommelse). Tenkt struktur der det foregår en bevisst bearbeiding av informasjon som kommer fra sensorisk hukommelse og fra langtidshukommelsen. Uten særlige tiltak fra individets side kan materiale holdes i arbeidshukommelsen i bare noen få sekunder. Mengden materiale som kan holdes i og bearbeides i arbeidshukommelsen er begrenset.
Automatisert handling	Handling som følger av automatisert informasjonsbearbeiding. Handlingen følger ikke av bevisste beslutninger
Chunking	Gruppering av informasjonsenheter til større enheter. (se informasjonsenhet)
Eksplisitt hukommelse	Hukommelse der innholdet bevisst kan hentes fram og kommuniseres
Episodisk hukommelse	Eksplisitt hukommelsessystem. Hukommelse for individets personlige erfaringer; autobiografisk. Innholdet i episodisk hukommelse er basert på sanseinntrykk.
Førbevisst	Ikke-bevisst, men i motsetning til ubevisst materiale kan førbevisst materiale gjøres bevisst
Holdepunkt	Trekk i en situasjon som individet bruker for å identifisere situasjonen. Individet kan reagere på situasjonen når holdepunktet eller holdepunktene er oppfattet.
Implisitt hukommelse	Hukommelse der innholdet ikke kan bevisst hentes fram og ikke kan kommuniseres
Informasjonsenhet	Informasjon som bearbeides som en enhet, dvs. informasjonen i enheten kan samlet relateres til annen informasjon. Flere informasjonsenheter kan slås sammen til en større enhet (chunking).

Interferens	Samspill mellom forskjellige virkninger. I informasjonsbearbeiding er virkningen av interferens som regel negativ. Interferens mellom to prosesser fører til at hver av prosessene funksjonerer dårligere enn uten interferens.
Kode	Den form informasjonen bearbeides i. Koden kan være auditiv/verbal eller visuell/spatial
Kognitiv	Et individs tanker, kunnskap, fortolkninger, vurderinger og ideer
Kompatibel	Være konsistent, ha evne til å virke sammen med noe.
Kontrollerte prosesser	Prosesser i informasjonsbearbeidingen som individet har bevisst kontroll over
Langtidshukommelse	Tenkt struktur der ubegrenset mengde informasjon (kunnskap) lagres i ubegrenset tid. Individet har ikke bevisst opplevelse av innholdet i langtidshukommelsen.
Modalitet	De forskjellige sansesystemene utgjør forskjellige modaliteter. Syn og hørsel vil være to ulike modaliteter.
Modus	Informasjonsbearbeidingen kan foregå i to modi: Bevisst og kontrollert eller automatisk og ikke bevisst.
Orienteringsrefleks	En medfødt reaksjon. Plutselige endringer i stimuleringen fører til at individet orienterer seg mot (retter oppmerksomheten og sansene) endringen. Samtidig foregår fysiologiske endringer i kroppen som bl.a. gjør individet mer mottakelig for sansestimuleringer.
Overlært	Læringen/treningen er gått lenger enn det som er nødvendig for riktig gjengivelse av et materiale, riktig utførelse av en handling og lignende
Parallell bearbeiding	Informasjonsenheter bearbeides samtidig, parallelt
Persepsjon	En generell term som beskriver sekvensen av begivenheter fra påvirkning av sansene av en fysisk stimulus til den bevisste oppfatningen av denne.
Perseptuell representasjon	Implisitt hukommelsessystem. Perseptuell hukommelse for ord og objekter.
Pictogram	Figurer og/eller symboler som brukes på skilt

Prime-effekt	Det at en stimulus kan påvirke oppfatningen/ reaksjonen på en annen stimulus som kommer umiddelbart etter. Prime-effekten fører til raskere oppfatning/reaksjon.
Primæroppgave	Ved tidsdeling (se der) kan individet oppfatte en av oppgavene som den viktigste oppgaven (primæroppgave) og tildele den mest av bearbeidingsressursene (se også sekundæroppgave).
Prosedyriell hukommelse	Implisitt hukommelsessystem. Hukommelse for motorisk atferd, handlinger.
Sansedata	Informasjon slik den er lagret i sensorisk hukommelse. Representasjon av stimuli som er registrert av sansene.
Schema (fl.t. schemata)	Kognitive strukturer som er lagret i hukommelsen og som er abstrakte representasjoner av hendelser, objekter og sammenhenger i den virkelige verden.
Script	Term brukt i teorier om informasjonsbearbeiding med samme betydning som schema.
Sekundæroppgave	Ved tidsdeling (se der) kan et individ oppfatte en oppgave (sekundæroppgave) som mindre viktig enn en annen og tildele den mindre av bearbeidingsressursene (se også primæroppgave).
Semantikk	Relatert til mening i språket.
Semantisk hukommelse	Implisitt hukommelsessystem. Hukommelse for den organiserte kunnskap individet har om verden; begreper, fakta, ideer. Innholdet i semantisk hukommelse er basert på intellektuell forståelse.
Sensorisk hukommelse	(Også betegnet sensorisk register.) Tenkt struktur der umiddelbare sanseinntrykk oppbevares i en ganske kort periode. Individet har ikke bevisst opplevelse av innholdet i sensorisk hukommelse.
Seriell bearbeiding	Informasjonsenheter bearbeides én etter én i serie
Spatial	Ha utstrekning i rommet. En fysisk handling som svar på en påvirkning vil være en spatial respons fordi handlingen har utstrekning i rommet.
Stadium	Trinn i bearbeidingen av informasjon. Sansning, sentral bearbeiding og respons vil være 3 stadier i bearbeidingsprosessen.

Sti	Begrep brukt i Parallell Distribuert Prosesserings-teorier om mønsteret av aktivitet gjennom et nettverk som en stimulus eller stimuluskonfigurasjon setter i gang.
Stroop-effekt	Hvis en hurtig og automatisk prosess konkurrerer med en langsommere prosess om å utløse en respons, vil den første vinne. Individet kan ikke påvirke utfallet fordi den hurtige prosessen er automatisk og utenfor kontroll av individet. Stroop-effekten kan føre til reaksjoner på situasjoner mens individet foretar kontrollert bearbeiding av informasjonen i situasjonen for å komme fram til en beslutning om reaksjon.
Syntaks	Setningskonstruksjon, det grammatiske arrangementet av ord tale og skriftlig framstilling.
Tidsdelt	Informasjonsbearbeidingen er tidsdelt hvis individet skal løse to eller flere oppgaver på samme tid.

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Utgangspunkt - beslutningsprosessen

Vi ønsker at våre beslutninger skal være rasjonelle, basert på kunnskap og erfaring, og at de skal være riktige i den situasjonen de gjelder. Vi liker å tro at det er slike beslutninger som styrer vår atferd. Men våre beslutninger og derved vår atferd påvirkes også av våre motiver. Kunnskap, erfaringer og motiver er faktorer som vi bringer med oss til enhver situasjon, og som vi beslutter og handler på bakgrunn av. Vi trekker ut det som synes å være riktig i den gitte situasjonen slik vi *oppfatter* den der og da. Dette innebærer selvfølgelig at våre beslutninger også styres av den informasjon som situasjonen tilbyr oss. Derved blir våre beslutninger et produkt av vår kunnskap og våre erfaringer og motiver og den informasjonen som vi trekker ut fra situasjonen og hvordan vi tolker og forstår denne.

Motivasjon har både et aktiverende aspekt og et retningsgivende aspekt. Motivasjon får oss til å handle og samtidig vil motivene være bestemmende for hvilke mål vi vil oppnå med våre handlinger. En fører kan være opptatt av å komme rimelig fort fra A til B (framkommelighetsmotiv), mens en annen kan være opptatt av å nyte utsikter og vakker natur under kjøringen. For disse to kan kjøringen bli nokså forskjellig, men begge vil være nødt til å løse problemer underveis, dvs fatte beslutninger. Kjøreturene kan på en måte sees på som et hinderløp fram til målet, der førerne må løse problemer og oppgaver de fysiske omgivelsene (hindrene) stiller underveis. For å løse disse problemene/oppgavene (fatte beslutninger) må førerne bruke informasjon fra omgivelsene og de kunnskapene (kan betraktes som lagret informasjon) de har. For å ta seg fram til målet må førerne foreta beslutninger og disse er et resultat av bearbeiding av informasjon. Dette notatet tar opp denne bearbeidingen av informasjon og følgene bearbeidingen har for atferden.

De to førerne i eksemplet overfor vil antakelig møte ulike problemer/oppgaver fordi de har ulike motiv, men i prinsippet må de begge løse problemene/oppgavene gjennom å bearbeide informasjon. Kunnskap om informasjonsbearbeiding vil derfor være nyttig og anvendelig uansett hvilke motiver som måtte ligge til grunn for atferden. Av den grunn og for å begrense omfanget av arbeidet er dette notatet konsentrert om informasjonsbearbeiding og virkningen av denne på beslutninger.

Gangen i beslutningsprosessen kan beskrives som en prosess i tre trinn: «*observere - tolke - beslutte*». Startpunktet i slike prosesser er innhenting av informasjon, sluttproduktet er iverksettelse av handling. Beslutningen ligger i valg av handling. Hvilken handling som velges avhenger, ved siden av motiver, av informasjonen som blir hentet inn, *informasjonsgrunnlaget*, og på situasjonen slik den oppfattes i det gitte øyeblikket, *beslutningsgrunnlaget*. (I beslutningsgrunnlaget kunne en også trekke inn kunnskap (lagret informasjon) som individet har.)

## 1.2 Mennesket som beslutningstaker i trafikken?

I føreropplæringen beskrives kjøreprosessen ved en modell i fire trinn: «*observere - tolke - beslutte - handle*». Derfor er modellen for førerprosessen egentlig en modell for en beslutningsprosess der iverksettelse av den handlingen som ble valgt er inkludert. Dersom denne modellen tolkes bokstavelig vil all atferd i trafikken være resultatet av fullstendige beslutningsprosesser.

Implikasjonen av en slik tolkning av modellen er at i en gitt trafikksituasjon, der føreren har *tilstrekkelig informasjon* til å kunne utføre en gitt handling, og *tilstrekkelig kunnskap* til å bruke informasjonen på rett måte, vil føreren kunne velge en handling som ikke vil føre til uhell eller ulykker i trafikken, forutsatt at han er motivert for sikker kjøring. Følgen av dette er at feil atferd (feilhandlinger) i trafikken *kan* unngås.

Når ulykker likevel skjer, kan dette skyldes at førere ikke har tilstrekkelig faktisk og praktisk kunnskap om bilkjøring og trafikk. Men bare i svært få tilfelle kan det med sikkerhet slås fast at en gitt ulykke ville vært unngått dersom føreren hadde hatt mer kunnskap, og modellen for kjøreprosessen er neppe ment å være så absolutt som i tolkningen ovenfor. Over tid, og med øvelse, vil førernes risiko-forståelse og evne til å lese trafikkbildet forbedres. Kjøreferdigheten øker, og mye av kjøreatferden skjer mer eller mindre automatisk. I føreropplæringen tas det sikte på at nettopp dette skal skje.

Denne overgangen til mer automatiserte handlinger må betraktes som effektivisering av atferden og som et resultat av en vesentlig egenskap ved mennesket. Innen alle områder der samme atferd gjentas ofte, finner en samme utvikling, f eks maskinskriving, sykling, ballbehandling hos fotballspillere osv. Automatiseringen fører til at oppgavene oppleves som mindre krevende og atferden utføres enklere og vanligvis uten at oppmerksomheten er rettet mot selve handlingen.

Det kan altså synes som om ikke *all* kjøreatferd vil være basert på bevisste overveielser og beslutninger. For å få et reelt bilde av mennesket som beslutningstaker i trafikken må vi skaffe kunnskap om hva slags atferd som styres eller ikke styres av overveielser og beslutninger og hva som påvirker disse prosessene.

Vesentlige spørsmål blir da i hvilken grad (kjøre)atferd er resultatet av bevisste beslutninger og hva slags atferd som eventuelt ikke er produkt av slike beslutninger. Det er også viktig å få kjennskap til hvordan vegholder kan påvirke trafikantenes bevisste beslutninger i trafikken og hvilke faktorer som påvirker eller kan påvirke atferd som ikke er resultatet av bevisste beslutningsprosesser, men av andre ikke-bevisste prosesser.

Dette er spørsmål som henger nøye sammen med utviklingen av kjøreatferden over tid. For å besvare slike spørsmål må vi se nærmere på hvordan mennesket innhenter og bearbeider informasjon for å få fram et grunnlag for beslutninger.



### 1.3 Informasjon og atferd

Å kjøre bil innebærer flere typer aktiviteter av ulik kompleksitet. En vanlig måte å beskrive disse på er som tre typer av aktiviteter på hvert sitt nivå: *strategisk*, *taktisk* og *operasjonelt* nivå (Michon, 1985, van der Mohlen & Bötticher, 1988).

På det strategiske nivå utføres makro-aktiviteter (King & Lunenfeld, 1971) som planlegging av kjøretur, valg av reiserute, å finne vegen til bestemmelsesstedet etc. Dette er typiske kunnskapsbaserte aktiviteter som styres av kontrollerte og begrepsstyrte prosesser. Aktivitetene er til dels svært ressurskrevende, men tidsmarginene er til gjengjeld rimelige eller rikelige.

På det taktiske nivå utføres situasjonsbetingede oppgaver (King & Lunenfeld, 1971), som samhandling med andre trafikanter, og å bevege seg gjennom trafikken. Aktivitetene er regelbaserte og følger trafikkregler, trafikksignal, vegmerking og andre regler for samhandling i trafikken. Når først førerne kjenner til hvilke regler som gjelder i en gitt situasjon, er ikke aktiviteten særlig ressurskrevende. I mange situasjoner kan knappe tidsmarginer likevel øke den mentale belastningen, dersom førerne ikke er vel vant med å bruke de reglene som skal styre atferden, slik som blant nyutdannede førere.

På det operasjonelle nivå utføres mikro-oppgaver (King & Lunenfeld, 1971) forbundet med kontroll av bilens hastighet og laterale posisjon i forhold til vegbanen og den nærmeste trafikken. Med unntagelse for nybegynnere, er dette ferdighetsbaserte deloppgaver som utløses og utføres automatisk. Vanligvis skjer dette under svært små tidsmarginer.

Det kan være vanskelig å plassere en atferdssekvens på bare ett av disse nivåene. Ofte vil en finne at biter av atferden i sekvensen hører til på ett nivå mens andre biter hører til på et annet. Hvor atferden hører hjemme vil også avhenge av førerens erfaring. Vanligvis vil en bil som nærmer seg en avkjørsel og har blinklyset på også redusere farten. For en erfaren fører som kjører bak, kan blinklyset være et signal om at bilen foran vil redusere farten og føreren vil automatisk redusere sin fart. Det hele foregår på et operasjonelt nivå og atferden kan utføres automatisk. For en mer uerfaren fører kan blinklyset være tegn som aktiviserer en regel som sier at bilen foran skal svinge og i den forbindelse vil den sette ned farten og derfor må egen fart reduseres.

Nedenfor vises en sammenstilling av de tre nivå for kjøring, den kognitive basis for atferden som utføres, om informasjonsbearbeidingen er bevisst og kontrollert eller automatisert og hva som er informasjonsbærere.

Nivå	Basis for atferd	Type bearbeiding	Informasjonsbærere
Strategisk (makro)	Kunnskap	Kontrollert	Symboler (f eks bokstaver, tall, figurer)
Taktisk	Regel	Kontrollert eller automatisert	Tegn (f eks skilt)
Operasjonell (mikro)	Ferdighet	Automatisert	Signal (f eks midtlinje på veg)

Av denne sammenstillingen ser vi at:

⇒ Makro-aktiviteter på strategisk nivå styres av informasjon som persiperes (oppfattes) som symbol, og som bearbeides ved kontrollerte prosesser. Kart, ukjente pictogram og sammenstilling av bokstaver eller tall er eksempler på informasjon som oppfattes som symboler, og som må tolkes for å bli meningsfylt.

⇒ Situasjonsbetingede aktiviteter på taktisk nivå styres av informasjon som persiperes som tegn, og bearbeides delvis ved kontrollerte og delvis ved automatiserte prosesser. Trafikkskilt som førerne kjenner betydningen av, er eksempel på informasjon som oppfattes som tegn (tegn for hvilken regelatferd som skal utføres).

⇒ Mikro-aktiviteter på det operasjonelle nivå styres av informasjon som persiperes som signal, og bearbeides gjennom automatiserte prosesser. Eksempler på slik informasjon er kant- og midtstriper på vegen som gir informasjon om hvor i kjørebanelen bilen skal være.

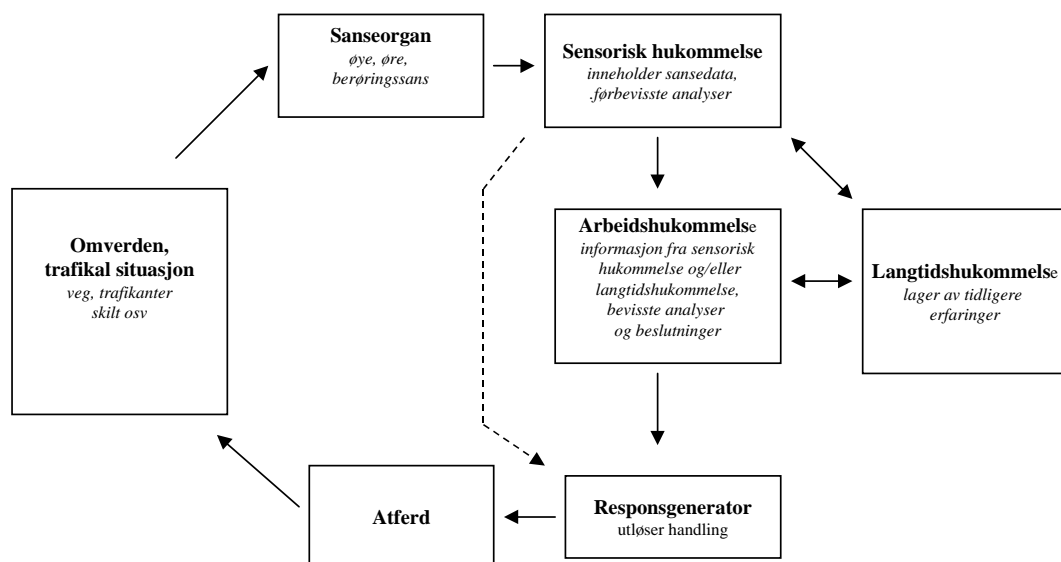
Sammenhengen mellom type aktivitet, persepsjon og modus (bevisst eller automatisk) for bearbeiding av informasjon vil ha betydning for hva slags feil som kan forekomme ved bearbeiding av et informasjonsbilde, og derved hva slags atferd som velges.

## 2 Teoretiske tilnærminger til informasjonsbearbeiding

### 2.1 Informasjonsbearbeiding

Myndighetene søker å påvirke føreres atferd på en måte som skal ta vare på fremkommeligheten og trafiksikkerheten. De har laget et sett med lover og regler som skal regulere atferden. Påvirkningen skjer ved merking i veien, ved informasjon på skilt langs veien og ved lyssignaler ved kryss og overganger. Oppmerking, skilt og lyssignaler er symboler som refererer til bakenforliggende lover og regler. På denne måten gir myndighetene et *budskap* til trafikantene om hva slags atferd de ønsker i en gitt situasjon. For at førerne skal handle slik myndighetene ønsker, er det viktig at budskapet oppfattes, og at det oppfattes slik det var ment. Men myndighetenes budskap er bare en del av det *informasjonsbilde* som fremtrer for førerne. Alt som finnes på og ved veien og dens omgivelser er med på å skape dette bildet. Ut av dette informasjonsbildet skal førerne velge ut den informasjonen som er viktig og nødvendig i en gitt situasjon, og bruke denne som grunnlag for overveielser, resonnementer og beslutninger.

Informasjonsbearbeidingsprosessen viser hva som skjer fra signaler registreres ved sanseorganene til en påfølgende handling settes i verk. Prosessen kan beskrives i sammenheng med en modell som er vist i figur 1. Denne modellen er en tillempet og forenklet utgave av en modell utviklet av Shiffrin og Atkinson (1969).



Figur 1: Modell som viser et system av hypotetiske kognitive strukturer og informasjonsgangen gjennom systemet.

Til enhver tid påvirkes førerens sanseorganer av stimuli fra omgivelsene. Dersom stimuleringen er tilpasset menneskets sanseapparat, blir signalene registrert som *sansedata* og beholdt i *sensorisk hukommelse* også kalt *sensoriske registrert*. I løpet av et svært kort tidsrom - mindre enn 0,1 sek for visuell og 1.2 sekunder for auditiv informasjon (Reynolds & Flagg, 1983) - blir datamaterialet behandlet gjennom *førbevisste (preattentive)* analyser, der de sammenlignes med materiale i langtidshukommelsen (Avant et. al., 1988). Gjennom disse analysene blir stimuli omkodet til subjektivt meningsfulle stimuli og informasjonen om dem lagres i en kode som er forenlig med hukommelsen (Lewicki et. al. 1996). Analysene går forut for bevisst persepsjon og skjer uten bevisst medvirkning fra føreren. Resultatene av disse analysene er informasjon som er grovt og raskt kategorisert ved en sammenligning med tidligere innlært materiale. Analysene etablerer ikke bevisst persepsjon, men utgjør informasjonsgrunnlagets *stimulusspesifikke* innhold (Näätänen, 1990).

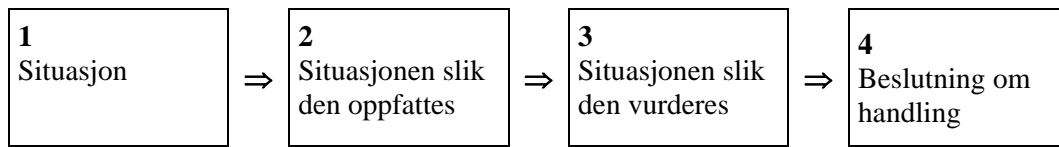
Først når disse analysene er fullført vil den informasjonen som er kodet fra sansedata gå videre til arbeidshukommelsen (også kalt korttidshukommelsen) og bli bevisst oppfattet (*persipert*). Perseptet utgjør førernes umiddelbare oppfatning av det informasjonsbildet som fremtrer i situasjonen (boks 2 i figur 2). Fra og med dette trinnet i prosessen vil den videre behandlingen av informasjon skje i arbeidshukommelsen og på bevisst nivå.

Dersom datamaterialet ikke gjenkjennes i de førbevisste analysene i sensorisk hukommelse kan det enten forkastes eller gjøres bevisst (overføres til arbeidshukommelsen) og holdes i bevisstheten mens det søkes videre i hukommelsen. Dersom materialet fremdeles er ukjent kan det innlæres gjennom spesielle innøvingsteknikker og lagres i langtidshukommelsen på lik linje med tidligere innlært materiale.

Er materialet kjent, kan det bearbeides videre gjennom *bevisste analyser* i arbeidshukommelsen, dvs kognitive prosesser, som finere kategorisering av perseptet, seleksjon av (relevant) informasjon, fokusering av oppmerksomhet, avkoding, hukommelsessøk, sammenligning, tolkning, vurdering, beregning osv. I disse analysene kan også lagret informasjon (kunnskap og erfaringer) hentes inn fra langtidshukommelsen og brukes.

I de førbevisste analyser i sensorisk hukommelse behandles generelle trekk ved informasjonsbildet eller ved en enkel stimulus, og stimulus' mening oppfattes. I de bevisste prosessene i arbeidshukommelsen behandles spesielle trekk ved informasjonsbildet eller ved en stimulus. Forhold som relevans og betydningen av objekter, trekk eller stimuli i informasjonsbildet vil først komme fram gjennom disse prosessene (Navon, 1977, Marcel, 1983).

Når informasjonen endelig er bearbeidet gjennom slike prosesser, vil den utgjøre førerens egen, bevisste oppfatning og vurdering av vegholders budskap eller av situasjonen han står overfor (boks 3 i figur 2).



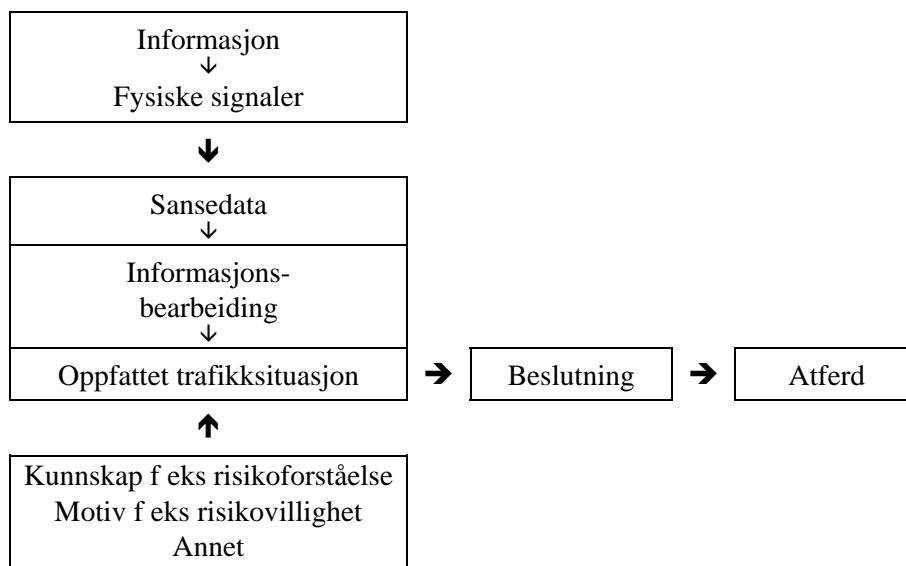
Figur 2: Omformingen av informasjonen fra en situasjon gjennom bearbeidingsprosessen.

Enten oppfatningen av situasjonen (boks 2 i figur 2) er helt eller delvis overensstemmende med budskapet eller situasjonen objektivt sett, eller er forskjellig fra denne, vil den like fullt være grunnlaget for den videre bearbeidingen og beslutning om handling eller ikke handling og eventuelt hvilken handling (se boks 4 i figur 2).

For at føreren skal kunne treffe en riktig beslutning, og derved utføre den atferd som passer i en gitt situasjon, må den informasjonen som vedrører situasjonen «nå fram» til trafikantene. Informasjonen må gis på de steder og på en slik måte at førerne kan oppfatte den. Trafikantene må oppfatte informasjonen i samsvar med de faktiske forhold. Dersom informasjonen gis i form av meldinger eller budskap må disse oppfattes slik de var ment.

Men føreres atferd styres ikke bare av den informasjon som mottas i en gitt situasjon. Motiver, sinnsstemning, personlig legning og helsemessig tilstand er faktorer som kan påvirke kjøreatferd som all annen atferd. Førere bærer med seg en ballast av erfaring og kunnskap om kjøring og trafikk. Mye av dette er felles for alle førere. En del av ballasten er særegen for hver enkelt fører.

Også dette er faktorer som kan påvirke hvordan informasjon oppfattes og tolkes og hva slags beslutninger som gjøres.



Figur 3: Forhold som påvirker beslutninger

Beskrivelsen av informasjonsbearbeiding som er gitt foran beskriver en fullstendig og uforstyrret prosess der føreren når fram til et beslutningsgrunnlag gjennom registrering av informasjon, førbevisste analyser og bevisste overveielser og resonnementer. Det er ikke gjort rede for hvordan utvelgelse av relevant informasjon skjer.

## 2.2 Bevisste og automatiserte prosesser

Ovenfor er informasjonsbearbeiding beskrevet «nedenfra-og-opp» (bottom-up) som en sekvens av delanalyser og prosesser der hver analyse i sekvensen er avhengig av produktet fra den forutgående. Denne beskrivelsen forutsetter at fullstendige og bevisste bearbeidings- og beslutningsprosesser følger etter de førbevisste analysene av signalene fra sanseorganene (sensedata).

Disse bevisste prosessene styres og kontrolleres hele tiden av individet, prosessene er *kontrollerte*. Beslutningene som gjøres kan modifieres og derved kan også atferden som regel korrigeres under utførelsen.

Behandlingen av informasjon gjennom kontrollerte prosesser avhenger av individenes evne til logisk tenkning og resonnering og av en kunnskapsmengde som kan gjøres bevisst. Kontrollerte prosesser er derfor "*begrepsstyrte*" (Norman & Bobrow, 1975) i den betydning at de styres av den kunnskap og de erfaringer hvert enkelt individ har. Det innebærer at det er hvert enkelt individs kunnskap- og erfaringsmateriale som gir muligheter og setter grenser for kvaliteten av beslutningene og atferden som følger av informasjonsbehandlingen.

Dersom atferden innøves under forskjellige betingelser - variable betingelser - vil den styres av *kontrollerte* bearbeidingsprosesser (Posner & Snyder, 1975, Schneider & Shiffrin, 1977, Schneider m.fl., 1984) og kreve oppmerksomhet. Så lenge atferden utføres under forskjellige betingelser vil den fortsatt styres av kontrollerte bearbeidingsprosesser. Dette er atferd som er typisk for uerfarne førere, eller for førere som blir stillet overfor situasjoner de har liten erfaring med, og som krever en løsning. Atferd som springer ut av kontrollerte, begrepsstyrte prosesser kan altså betraktes som en form for problemløsning.

Atferd som innøves under like - konsistente - betingelser over lengre tid blir etter hvert *automatisert* (Posner & Snyder, 1975, Schneider & Shiffrin, 1977, Schneider m.fl., 1984). Det innebærer at atferden styres av automatiserte bearbeidingsprosesser.

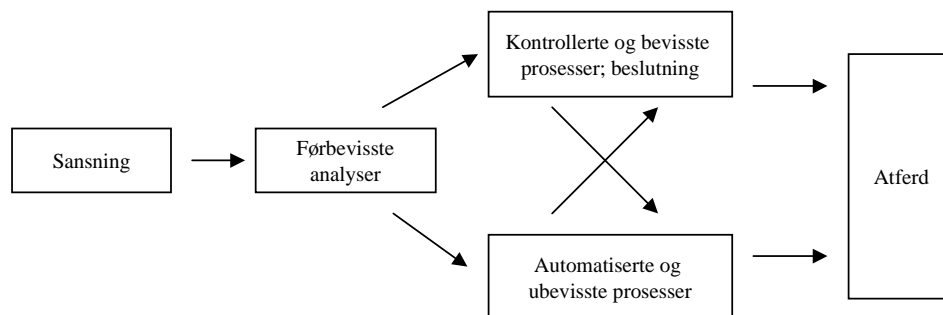
Automatisering av atferd er et resultat av en rasjonalisering og effektivisering av informasjonsbearbeidingen som går forut for atferden og innebærer at atferden utføres uten å gjennomgå en fullstendig og kontrollert (bevisst) informasjonsbearbeidings- og beslutningsprosess.

Automatisert atferd kan utløses og styres av førbevisste og automatiske prosesser uten medvirkning av bevisstheten. Derfor bestemmes ikke automatisert atferd av individenes bevisste kunnskap, men av de sensedata som er grunnlag for analysene, prosessene er "*datastyrte*" (Norman & Bobrow, 1975).

Automatisert og kontrollert bearbeiding beskrives ofte som to kvalitativt forskjellige prosesser eller *modi* for bearbeiding av informasjon. Det kan

imidlertid skje et skifte fra automatisert til kontrollert bearbeiding av informasjon. Hva som forårsaker dette skiftet er uklart, men det kan ha sammenheng med at mens den automatiserte handlingen pågår, oppstår det et misforhold mellom ”forventet” situasjon og faktisk situasjon. På en eller annen måte ”ser” individet at handlingen som utføres ikke passer i situasjonen. Dette må innebære at individet på et førbevisst nivå følger med utviklingen av situasjonen under handlingen, en slags førbevisst monitoring, der faktisk utvikling av situasjon sammenliknes med forventet (vanlig) utvikling. Blir misforholdet mellom faktisk og forventet situasjon for stort kan atferden avbrytes og det skjer et skifte fra automatisert til kontrollert og bevisst styringen. Fra dagliglivet kjenner kanskje mange til at de har ”våknet opp” i en rutinemessig og sannsynligvis automatisert atferdssekvens fordi noe ikke stemte.

Etter dette er altså ikke atferd alltid et resultat av *enten* kontrollert *eller* automatisert informasjonsbearbeiding, men kan være et resultat av begge typer bearbeiding. Gitt en ny og ukjent oppgave, vil atferd først utløses når all informasjonen er behandlet gjennom kontrollert bearbeiding. Ved svært godt kjente oppgaver vil atferd utløses av automatisert bearbeiding gjennom preattentive analyser. Vanligvis vil atferd være et resultat av flere delaktiviteter, hvorav noen styres av automatiserte og noen av kontrollerte prosesser, slik at den endelige handling styres av kontrollerte *såvel* som automatiserte prosesser, slik figur 4 viser.



Figur 4: Skjematisk framstilling av kontrollert og automatisert bearbeiding.

Kjøring gjennom et lyskryss kan være et eksempel på både skifte fra automatisk til kontrollert bearbeiding og omvendt. For en erfaren fører som nærmer seg et lyskryss, vil kjøringen i stor grad være bestemt av automatiske prosesser. Kjøringen krever ikke kontrollert bearbeiding av informasjonen. Hvis lyset skifter til gult et stykke før føreren når krysset, oppstår en ny situasjon. Føreren må velge om han skal kjøre gjennom krysset eller stoppe. Dette er en beslutning som må gjøres gjennom kontrollert bearbeiding av informasjonen som finnes i situasjonen. Når beslutningen er fattet (f eks vil stoppe før krysset) skifter føreren over fra kontrollert og tilbake til automatisk bearbeiding. Det å bremse ned farten (bruke brems og koplingspedal) og sette giret i fri er automatiserte handlinger for erfarne førere.

Kontrollerte bearbeidingsprosesser legger beslag på oppmerksomheten og er tidkrevende. Hvert ledd i prosessen må fullføres før neste kan begynne, bearbeidingen er *seriell* og bare ett aspekt ved informasjonsbildet kan bearbeides av gangen.

De automatiserte bearbeidingsprosesser derimot er raske og krever ikke oppmerksomhet. Informasjonen bearbeides *parallelt*, det vil si at flere aspekter ved informasjonsbildet kan bearbeides samtidig. Derved kan den endelige responsen også utløses raskere enn ved kontrollert bearbeiding. Da disse prosessene skjer på førbevisst nivå uten medvirkning av bevisstheten er de svært vanskelige å modifisere.

Etter hvert som førere får gjentatte erfaringer med samme typer situasjoner i trafikken, der samme type av større atferdssekvenser kreves, vil disse sekvensene eller programmene utføres mer eller mindre automatisk. Dette gjelder motorisk, kognitiv, så vel som sosial atferd. Som det vil bli gjort rede for senere vil også deler av oppmerksomhetens funksjoner kunne automatiseres.

En stor del av atferd i trafikken styres av reglene i vegtrafikkloven. Reglene spesifiserer den atferden som skal utføres i en gitt situasjon, og regulerer en stor del av samhandlingen mellom trafikantene. Dersom en fører er usikker på hvilken regel som gjelder i en gitt situasjon, vil arbeidet med å finne riktig regel være styrt av kontrollerte prosesser og være begrepsstyrt. Når regelen først er funnet, vil atferden fortsette slik som regelen tilsier. Hos erfarne førere vil valg av regel også foregå automatisk i de fleste vanlige trafikksituasjoner. Både valg av riktig atferdssekvens i en gitt situasjon, og selve atferden som skal utføres, er automatisert og styres av førbevisste analyser av informasjonen i omgivelsene, enten dette er skilt, vegoppmerking eller kjente situasjoner.

Den praktiske delen av kjøreatferden består grovt sett i å regulere bilens hastighet og posisjon på vegbanen ved hjelp av bremses, gass, gir og ratt. For en nybegynner vil dette i høy grad være styrt av kontrollerte bearbeidingsprosesser (hvordan gjør jeg dette?) Forholdsvis snart vil regler i form av «oppskrifter» (trykk inn clutchen hver gang du girer, gir ned i oppoverbakker) styre atferden. Men når atferden er svært godt innlært vil den, som ved automatisert valg av regler, helt og holdent styres av førbevisste analyser. Slik atferd er med andre ord direkte styrt av informasjonen i omgivelsene uten medvirkning av bevisst mentalt arbeid, den er datastyrt gjennom førbevisste prosesser.

Automatiserte handlinger er handlinger som er overlærte. De har opprinnelig vært utført etter bevisste beslutningsprosesser, men er etter hvert blitt så godt innlærte at de utføres rutinemessig og automatisk.

Automatisk atferd utløses i de preattentive analyser, hvor data blir grovkategorisert og gjenkjent. Dette kan dreie seg både om enkelthandlinger som vaner, og større, overlærte atferdssekvenser som rutiner og prosedyrer (Midtland, 1989, 1993). Atferden har da utviklet seg til ferdigheter som ikke lengre er resultatet av bevisste beslutningsprosesser. Både sosiale og andre vel-lærte handlinger utføres med minimal bevisst tenkning i kjente og lite engasjerende situasjoner, hvor forventninger om hva som skal skje er godt etablert, hvor det som kreves for å utføre en oppgave innebærer liten anstrengelse, og hvor situasjonen muliggjør en automatisert handling (Svartdal & Overskeid 1997).



Men selv atferd som utføres mer eller mindre automatisk baserer seg opprinnelig i stor grad på bevisste beslutningsprosesser. Kjøreatferden blir da produktet av tidligere beslutninger og beslutninger som gjøres i nå-situasjonen. I tillegg kommer atferd som er et resultat av ubevisst læring. Dette siste vil bli tatt opp i et senere kapittel.

## 2.3 Oppmerksomhet

Utvelgelse av informasjon fra informasjonsbildet skjer ved hjelp av oppmerksomheten. Oppmerksomheten *rettes* mot aspekter ved informasjonsbildet for å velge ut relevant informasjon. Dette kan betegnes som oppmerksomhetens funksjon. Når relevant informasjon velges ut er det for at denne skal bearbeides. Dette krever ressurser. Nært knyttet til oppmerksomhet er derfor også bruk av ressurser.

### 2.3.1 Oppmerksomhet som funksjon

Oppmerksomhet som en funksjon kan beskrives ved å trekke sammenlikning med lyset fra en lykt.

Skinnet fra lykten kan opplyse et større område uten å konsentreres om noe spesielt. I slike tilfelle er oppmerksomheten *distribuert*, dvs. fordelt over mange aspekter ved situasjonen. Stimuli blir bearbeidet og om responser utløses er det gjennom automatiserte prosesser uten kontrollert bearbeiding av informasjonen.

Lystrålen kan gjøres smalere og rettes mot visse aspekter i omgivelsene. Da vil oppmerksomheten fungerer *selektivt*. Personen velger å hente informasjonen fra bestemte områder i det totale informasjonsområdet. Når et stimulus skiller seg ut blant andre konsentreres lysstrålen spesielt mot dette, oppmerksomheten *fokuseres*.

Ved at oppmerksomheten brukes selektivt vil viktige stimuli *oppdages* og ved fokusering av oppmerksomheten vil de samme stimuli *identifiseres*. Ved selektiv og fokusert oppmerksomhet bearbeides informasjonen gjennom kontrollerte prosesser (Schneider m.fl., 1984). Slike prosesser er avhengige av aktivering av relevant materiale fra kunnskapslageret som er dannet ut fra tidligere erfaringer.

Ved normal bilkjøring vil oppmerksomheten i stor grad være *distribuert* - være jevnt fordelt over vegen og dens nære omgivelser. Dersom en bestemt avkjørsel søkes, vil oppmerksomheten *selektere* - velge ut et bestemt avsnitt av vegbildet hvor vegvisningsskilt finnes. Når det aktuelle skiltet er oppdaget vil oppmerksomheten *fokuseres* på innholdet av skiltet.

I dette tilfellet blir oppmerksomheten bevisst fokusert, men dette kan også skje automatisk. Informasjon som til stadighet oppleves som relevant vil etter hvert få evnen til å tiltrekke seg oppmerksomheten -evnen til å utløse en *automatisk oppmerksomhetsrespons*. En slik respons innebærer et ufrivillig skifte i oppmerksomhet. Hvis oppmerksomheten var distribuert før den automatiske oppmerksomhetsresponsen, vil bearbeiding av informasjonen skifte fra automatisert til kontrollert modus (Schneider & Shiffrin, 1977). Den automatiserte oppmerksomhetsresponsen læres på samme måte som andre automatiserte responser, og

forutsetningen for at dette kan skje er at læringen skjer under konsistente betingelser.

En automatisert oppmerksomhetsrespons til en stimulus i et informasjonsbilde innebærer at denne vil oppdages uten at personen bevisst styrer oppmerksomheten mot stimulusen, og at identifikasjon derfor vil skje raskere.

Bearbeiding av informasjon kan også skifte fra automatisert til kontrollert modus ved *orienteringsrefleks*en. Ved forandring ved stimuli i omgivelsene kan oppmerksomheten vekkes og rette seg mot denne forandringen. Det vil også skje en rekke fysiologiske forandringer i kroppen som assosieres med både økt sympatisk og parasympatisk aktivitet i det autonome nervesystemet. På en måte synes kroppen å stoppe pågående aktivitet og forberede seg på å ta imot ny informasjon. Blant annet ser det ut til at de sensoriske terskeler senkes, dvs at følsomheten økes (Rohrbough, 1984). Orienteringsrefleksene vil "skjerpe sansene" og derved lette mulighetene til å identifisere stimulusforandringen. Dersom stimuli forblir uforandret i sin nye styrke, eller forandringen viser seg å ikke være av betydning, skjer en habituering, dvs at orienteringsrefleksene svekkes, blir etter hvert helt borte og oppmerksomheten trekkes tilbake (Rohrbaugh, 1984, Cowan, 1988). Dette er en *medfødt* mekanisme som innebærer en effektiv første seleksjon av stimuli.

### **2.3.2 Oppmerksomhet og ressursbruk**

Så lenge oppmerksomheten er distribuert (dvs. spredt, fordelt) og bearbeidingen av informasjon skjer automatisk, er det store mengder informasjon som kan bearbeides per tidsenhet. Er derimot oppmerksomheten selektiv eller fokusert bearbeides informasjonen i kontrollerte prosesser. I slike tilfeller er det klare grenser for hvor mye informasjon som kan bearbeides per tidsenhet.

Begrensningene synes å ligge i de kontrollerte bearbeidingsprosessene og ikke i mottaket av informasjonen. Det er på en måte ikke kapasitet i den bevisste informasjonsbearbeidingen til å ta seg av all den informasjon som kommer inn.

De kontrollerte bearbeidingsprosessene er knyttet til arbeidshukommelsen. Begrensningene antas derfor å være knyttet til denne. Det er vist at arbeidshukommelsens kapasitet sannsynligvis er begrenset til  $7 \pm 2$  informasjonsenheter (Miller, 1956). I en rekke med navn (f eks Lars, Petter, Jens, Olav, Henning, Nils, Harald, Arne, Martin, Arild) vil hvert navn være en informasjonsenhet. En gjennomsnittsperson vil kunne holde 7 navn i arbeidshukommelsen, dvs kunne gjengi 7 navn rett etter at de var presentert. Noen vil kunne holde i arbeidshukommelsen og gjengi opp til 9 og andre bare 5.

Denne kapasiteten gjelder trolig bare for aktivert erindringsmateriale, - materiale som allerede er innkodet og lagret i langtidshukommelsen. Innhentet informasjon som personen ikke er kjent med må bearbeides. Til dette trenges ressurser for innkoding og for aktivering av nødvendig materiale fra hukommelsen. Hadde navnene i eksemplet ovenfor vært hentet fra en helt fremmed kultur slik at navnene var ukjente, ville kapasiteten vært mindre. Bearbeiding av materiale som er i arbeidshukommelsen krever også ressurser. Hvis en person ikke bare skulle holde navnene i arbeidshukommelsen, men også plukke ut det lengste, ville han kunne gjengi færre navn. En antar at det er en avveining av hvor mye ressurser som

brukes til å holde materiale i arbeidshukommelsen og hvor mye som brukes til bearbeiding av materialet som er der. Derved blir antall informasjonenheter som kan *behandles samtidig*, det vil si ved kontrollert bearbeiding, mindre enn  $7 \pm 2$ . Sannsynligvis er kapasiteten for kontrollert bearbeiding ikke større enn 2-3 informasjonenheter (Cowan, 1988). Det synes altså som færre informasjonenheter kan holdes i oppmerksomheten ved problemløsningsoppgaver enn ved rene erindringsoppgaver. For eksempel hevder Dudek et. al. at, for at bearbeidingsfeil skal unngås, bør trafikkskilt ikke inneholde mer enn tre enheter med viktig informasjon (Dudek et. al., 1981).

I forbindelse med omtalen av oppmerksomhet som funksjon ble det pekt på et viktig skille mellom når oppmerksomheten er distribuert og når den er selektiv eller fokusert. Når oppmerksomheten er distribuert foregår analysen av informasjonen automatisk og preattentivt, dvs ubevisst, og er lite ressurskrevende. Ved selektiv og fokusert oppmerksomhet analyseres informasjonen i ressurskrevende, kontrollerte prosesser, dvs bevisst. Når en snakker om ressursbruk er det derfor viktig å se hva forskjellen mellom preattentive og kontrollerte analyser innebærer.

Oppstillingen nedenfor viser en sammenlikning mellom preattentive, ikke-ressurskrevende og bevisste, ressurskrevende analyser.

<b>Førbevisste analyser</b>	<b>Bevisste analyser</b>
Automatisk bearbeiding	Kontrollert bearbeiding
Ufrivillig bearbeiding	Frivillig bearbeiding
Parallell bearbeiding	Seriell bearbeiding
Helhetlig bearbeiding	Spesifikk bearbeiding
Stimulus' mening	Stimulus' betydning
Distribuert oppmerksomhet	Selektiv oppmerksomhet
Ubegrensede ressurser	Begrensede ressurser

(Etter Midtland, 1993)

I forbindelse med ressursbruk kan en snakke om fire dimensjoner, *modalitet*, *kode*, *stadium* og *respons*.

- *Modalitet* som dimensjon har sammenheng med hvilken sans informasjonen registreres gjennom. Informasjon kan f.eks registreres i visuell, auditiv eller taktil modus, det vil si gjennom henholdsvis syn, hørsel eller berøringssans.
- *Kode* som dimensjon refererer til i hvilken form informasjonen bearbeides. Kodene kan være verbale som - ord eller tekst, eller spatiale - ha utstrekning (f.eks objekter).

- *Stadium* som dimensjon refererer til hvor i bearbeidingsprosessen - sansning  $\Pi$  sentral bearbeiding  $\Pi$  respons - informasjonen blir behandlet eller anvendt.
- *Respons* som dimensjon refererer til hvordan den endelige respons som er besluttet, utføres. En respons kan utføres verbalt eller spasielt. Verbale responser vil være tale, mens spasielle responser er bevegelser i rommet - motoriske responser.

Vanligvis vil det være et samsvar mellom modalitet og kode slik at visuell-spatial informasjon blir spasielt kodet og den følgende respons vil være spasiell (motorisk). Auditiv-verbal og visuell-verbal informasjon blir verbalt kodet og responsen vil være verbal (Wickens, 1984a).

I slike tilfeller er den perseptuelle modalitet forenlig med responsmodaliteten, det er *kompatibilitet* mellom stimulus og respons. Det betyr at, ut over de mentale operasjoner som kreves for å komme fram til et beslutningsgrunnlag, kreves ingen ekstra, mentale operasjoner for å omsette informasjonen til handling. Dersom stimulus og respons er uforenlige, må informasjonen omkodes i bearbeidingsstadiet før en respons kan utføres. Slike omkodinger er mentale operasjoner som forbruker ressurser fra oppmerksomheten.

For eksempel: Et kart gjengir vegnettet som spasiell informasjon. Å kjøre en bil er spasiell atferd. Å følge en rute på et kart krever derved ingen omkodinger ved bearbeiding. Dersom den samme ruten blir forklart muntlig er dette verbal informasjon. Føreren må omsette forklaringen til spasiell informasjon - et mentalt bilde av den forklarte vegstrekningen - før anvisningene kan følges.

## 2.4 Hukommelse

For at informasjon skal behandles i preattentive analyser, kreves en *sensorisk hukommelse* (*sensorisk register*) der informasjonen holdes for en første grov-sortering. For at informasjonen skal bearbeides videre ved kontrollerte prosesser kreves et *kunnskapslager* som blant annet inneholder relevant hukommelsesmateriale og fremgangsmåter, prosedyrer, for hvordan informasjonen kan eller bør brukes. En kontrollert bearbeiding av informasjonen krever også at det relevante stimulusmaterialet gjøres bevisst under arbeidet med å ta en beslutning.

Minner, erfaringer og kunnskap som er tilegnet over tid innkodes og lagres i strukturer i hjernen. Når noe *huskes*, for eksempel en episode, en matematisk formel, en melodi eller en person, aktiveres dette minnet, og holdes levende i bevisstheten gjennom kontrollerte bearbeidingsprosesser. Også når vi står overfor nye situasjoner som krever oppmerksomhet, eller når vi innlærer nytt materiale, holdes den informasjonen vi til enhver tid arbeider med levende på denne måten mens vi henter fram annet, relevant materiale som er lagret.

På engelsk uttrykkes prosessen med å holde erindringsmateriale levende i bevisstheten «to bring into awareness», og det gjøres et klart skille mellom «consciousness» og «awareness». Tulving (1993) uttrykker dette ved at bevissthet (consciousness) er en *generell kapasitet* for spesielle erfaringer, mens «awareness» er en spesiell

*manifestasjon* av denne kapasiteten (våre uthevinger). I det norske språket mangler denne viktige distinksjonen.

At noe ikke er bevisst, i betydningen «not brought into awareness» innebærer ikke at det er ubevisst og derved utilgjengelig for bevisst refleksjon (Svartdal & Overskeid 1997), men at dette er en latent viten som kan aktiveres. For å følge Tulvings distinksjon kan «awareness» beskrives som en tilstand som innebærer viten i nuet om et spesielt forhold, at det spesielle forholdet gjøres bevisst.

Jacoby et. al. (1993) hevder at «awareness» er en forutsetning for den kontrollerte bearbeiding som går forut for enhver planlagt handling, men også en forutsetning for å kunne hemme handlinger ved å motstå innflytelser som ellers ville dominere.

I daglig tale brukes begrepet «hukommelse» om både lagret og aktivert erindringsmateriale. Innen tradisjonell kognitiv psykologi brukes en modell der det skiller mellom *langtidshukommelse* og *korttidshukommelse* eller *arbeidshukommelse*. Erindringsmateriale lagres i langtidshukommelsen og så lenge som det er der, har personen ingen bevissthet om materialet. Det antas at langtidshukommelsen har ubegrenset kapasitet, men at "glemsel" forekommer når man ikke er i stand til å aktivere ønsket materiale. Hvorvidt man er i stand til å aktivere et gitt materiale vil være et spørsmål om hvordan materialet er *innkodet* ved lagring (Kantowitz & Sorkin, 1983). Hukommelsesteknikker bygger nettopp på strategier for innkodning som vil gjøre materialet lett å aktivere på et senere tidspunkt.

Når erindringsmaterialet aktiveres antas det i denne modellen at materialet bringes inn i arbeidshukommelsen. Det vil da bli bevisst. Betegnelsen arbeidshukommelse blir brukt fordi det er i denne strukturen at den bevisste bearbeidingen foregår både av materiale som kommer fra sensorisk register og fra langtidshukommelsen. Arbeidshukommelsen har som nevnt tidligere, begrenset kapasitet. Det er altså en grense for hvor mye informasjon man til enhver tid kan erindre, dvs ha i bevisstheten.

Skillet mellom arbeids- og langtidshukommelse er viktig med hensyn til bearbeiding av informasjon. Inndelingen viser to hukommelsessystemer med hver sin funksjon, men gir et forenklet og til dels tilslørende bilde av vesentlige trekk ved hukommelsen.

I moderne hukommelsesforskning opereres det med flere hukommelsessystemer. Systemene defineres etter egenskaper ved hukommelse, hva slags atferd eller kognitiv informasjon som formidles og etter operasjonelle karakteristika ved hvert system.

Tulving (1993) skiller mellom 5 overordnede hukommelsessystemer. Av disse er bare to bevisste eller *eksplisitte*, i den forstand at gjenfinningsprosessene er bevisste og at erindringsinnholdet kan kommuniseres, nemlig arbeidshukommelsen og episodisk hukommelse. Episodisk hukommelse er *autobiografisk*, den omfatter et individs egne erfaringer og opplevelser og er en personlig hukommelse. I denne hukommelsen lagres informasjon om hendelser, når de forekom og forhold mellom hendelser. Den lagrede informasjonen er i stor grad basert på individets direkte observasjoner, hva han/hun har hørt eller sett.

De tre andre systemene er «prosedyriell hukommelse» (ferdighetslæring), «perseptuell representasjon» og «semantisk hukommelse». Gjenfinning av

materiale fra disse systemene er førbevisst, *implisitt*, og innholdet kan altså ikke kommuniseres.

*Prosedyriell hukommelse* er et system for handling, der systemets operasjoner omsettes i handling uten å kreve bevisst oppmerksomhet. Denne hukommelsen er viktig i forbindelse med ferdighetslæring og lagring av ferdigheter. Til forskjell fra prosedyriell hukommelse vil aktivitet i de andre fire hukommelsessystemene ikke nødvendigvis bli omsatt i observerbare handlinger. *Perseptuelle representasjoner* er et hukommelsessystem for perseptuell identifikasjon av ord og objekter. Systemets operasjoner er førbevisste og uavhengige av semantisk og høyere ordens hukommelsesfunksjoner. Semantisk hukommelse inneholder den organiserte kunnskapen individet har om verden. Det som lagres er begreper, ideer og fakta. Mens innholdet i episodisk hukommelse er basert på direkte sanseinntrykk, er innholdet i semantisk hukommelse basert på intellektuell forståelse (comprehension).

I følge Tulving gjenspeiler sannsynligvis klassifisering i fem system og rang-ordning av disse forløpet i utvikling av hukommelse. Av disse er prosedyriell hukommelse den tidligste, og utviklingsmessig sett den laveste, og episodisk den seneste og høyeste form for hukommelse. Antageligvis er de eksplisitte hukommelsessystemene avhengige av de implisitte, mens de implisitte godt kan fungere uten at de eksplisitte systemene trår i kraft. I den grad systemenes operasjoner involverer generell bevissthet varierer dette sannsynligvis i samme rangorden Tulving (1993).

## 2.5 Ubevisst læring

Kunnskap og erfaringer er av vesentlig betydning for informasjonsbearbeidingen. Det er tidligere nevnt at det sensoriske registeret har forbindelse med personens kunnskapslager og at hva som skjer i den preattentive analysen er avhengig av innholdet i kunnskapslageret. I den bevisste bearbeidingen i arbeidshukommelsen vil det som regel inngå elementer fra kunnskapslageret, f.eks. har lært relasjoner mellom stimuli betydning for tolkningen av stimuli i nå-situasjonen. Innholdet i kunnskapslageret (langtidshukommelsen) vil være et resultat av læring.

Det har vært en rådende oppfatning at læring bare kan finne sted dersom individet bevisst oppfatter sammenhengen mellom en gitt respons og virkningen av denne, som for eksempel sammenhengen mellom press på bremsepedalen og følgende fartsreduksjon. Ifølge et slikt syn vil læring bare kunne finne sted dersom bearbeiding av informasjonen i situasjonen skjer gjennom bevisste, kontrollerte prosesser. Innen forskning i kognitiv psykologi og informasjonsbearbeiding er man i stigende grad blitt oppmerksom på det forhold at mye av hverdagens tenkning og aktivitet blir påvirket av prosesser som opererer på et ikke-bevisst nivå (Lambert & Sumich, 1996). Dette fenomen betegnes ubevisst eller implisitt læring.

Cleeremans (1993) beskriver implisitt læring som «en hovedsakelig ufrivillig prosess der et system tilegner seg informasjon om strukturen i stimulus-omgivelsene på en slik måte at den resulterende kunnskap er generell nok til å brukes i nye tilfelle, men også vanskelig å uttrykke» (vår oversettelse).

Som nevnt i kapittelet om hukommelse opererer Tulving (1993) med tre implisitte hukommelsessystem; prosedyriell hukommelse, perseptuelle representasjons-system og semantisk hukommelse. I disse systemene lagres kunnskap som styrer intenderte så vel som ufrivillige handlinger. Gjenfinning eller bruk av informasjon i hukommelsen er begrenset til et nivå av viten (awareness) tilsvarende nivået ved den opprinnelige innkodingen eller lavere, dvs. at informasjon kan ikke bringes til oppmerksomhet på et høyere nivå. Dette betyr imidlertid ikke at resultatene av prosessene ikke kan manifestere seg. Cleeremans (1993) siterer forsøk der forsøkspersoners evne til å verbalisere sin kunnskap om en gitt oppgave øker med trening, men ikke i samme grad som selve utførelsen av oppgaven. Når personene ble oppfordret til å bruke bevisste kontrollstrategier ved utførelsen av en gitt oppgave ble utførelsen av oppgaven forringet.

En rekke studier tyder på at mennesket kan tilegne seg prosedyriell kunnskap (se omtalen av prosedyriell hukommelse i forrige avsnitt), ikke bare uten å være i stand til å artikulere hva som er lært, men også uten å være klar over at noe overhodet er lært (Lewicki et. al. 1987).

Som eksempel på ubevisst læring brukes ofte tilegning av grammatikk. Språket vi bruker følger semantiske og syntaktiske språkregler (Cleeremans, 1993). Disse reglene tilegner barn seg opp gjennom barneårene uten at de kan uttrykkes eksplisitt.

Implisitt læring synes å oppstå i situasjoner der antall holdepunkt og kjennetegn overstiger det kognitive systems kapasitet for tildeling av oppmerksomhet. Mange holdepunkt og kjennetegn er ofte uten betydning, men det er liten regelmessighet i dette og tilbakemelding fra omgivelsene om betydningen av disse er minimal.

Denne generelle formen for ubevisst læring synes å påvirke flere kognitive prosesser, der mennesket tilegner seg kunnskap uten oppmerksomhet og bevisst kontroll, f eks orientering i tre dimensjoner (Enns & Rensink, 1991) og regler for identifikasjon av sosiale stimuli (Lewicki et. al. 1987).

Det synes som om det kognitive systemet ikke bare er i stand til å registrere forbindelser mellom begivenheter i omgivelsene direkte (A er relatert til B, B er relatert til C) , men også å trekke indirekte slutninger (A er relatert til C) fra de registrerte forbindelsene allerede i innkodingsprosessen. Slike prosesser utgjør et potensielt kraftfullt middel til å utvide systemet for innkodingsregler (algoritmer) ut over det som følger av samvariasjoner som registreres direkte i omgivelsene, og for å skape nye kunnskapsstrukturer (Lewicki et. al. 1994).

Om ubevisst læring sier Lewicki et. al. (1987) at det synes som det kognitive system er i stand til å lagre mer informasjon om ytre begivenheter enn det er i stand til å bearbeide gjennom bevisst kontrollerte kanaler. Det synes også å være en generell evne ved systemet at aspekter ved tidligere lært (innkodet) informasjon automatisk forbereder (primer) den rette responsen når relevante stimuli møtes.

## 2.6 Parallell Distribuert Prosessering (PDP)

Tradisjonelle modeller for informasjonsbearbeiding har postulert korttidshukommelse, også kalt arbeidshukommelse og langtidshukommelse. Slike modeller gir en oversiktlig illustrasjon på de viktigste funksjonene ved hukommelsen, men kan ikke på en enkel måte gjøre rede for flere av de prosesser og fenomener som er beskrevet ovenfor.

Ut fra modellen er det for eksempel vanskelig å forstå hvordan atferd som er adekvat i situasjonen, kan settes i gang direkte ut fra førbevisste analyser. Det samme gjelder for atferd som baserer seg på materiale fra de implisitte hukommelsessystemene uten at dette materialet gjøres bevisst.

Innen kognitiv psykologi er det en vanlig antakelse at individers kunnskap om verden og virkeligheten ordnes og lagres i enhetlige strukturer som betegnes som «schemata», «scripts», «indre modeller» og liknende. I disse enhetene ligger og på en måte representerer de individets kunnskaper om standard situasjoner. McClelland et. al. (1986) hevder at enhver teori som søker å gjøre rede for menneskelig kunnskap ved hjelp av script-liknende kunnskapsstrukturer også må la disse strukturene interagere med hverandre for å fange opp den generative kapasiteten ved menneskets forståelse i nye situasjoner. Teoriene må gi rom for synergieffekter. Scriptene må samlet gi mer kunnskap/forståelse enn summen av kunnskap/forståelse som ligger i hver script.

I de tradisjonelle modellene for informasjonsbearbeiding (se f.eks. skissen av en modell i kapitlet om informasjonsbearbeiding) opereres det i stor grad med input og output til/fra mer eller mindre "svarte bokser". Sensorisk hukommelse er et eksempel på en slik boks. Modellen angir input til sensorisk hukommelse fra sansene og fra langtidshukommelsen. Output er relevant informasjon som overføres til arbeidshukommelsen for videre bearbeiding eller det kan være impulser til responsgeneratoren som utløser relevante handlinger. Men hva slags mekanisme eller prosess er det som finner fram til den informasjonen som skal overføres til arbeidshukommelsen eller gir de impulsene som gir riktig handling? Hva som skjer i sensorisk hukommelse er vanligvis nokså uklart, abstrakt og hypotetisk.

I de siste 20 årene er det kommet nye og en annen type modeller som forsøker å gi en mer presis og detaljert beskrivelse av hvordan informasjonsbearbeidingen foregår. Disse modellene har på engelsk fått fellesbetegnelsen "Parallel Distributed Processing" (PDP).

Et viktig utgangspunkt for utviklingen av disse modellene har vært den kunnskapen en etter hvert har fått om aktiviteten i nettverk av nerveceller i hjernen. PDP-modellene har derfor et tilknytningspunkt til nevroanatomi og –fysiologi som gjør dem særlig interessante. Denne tilknytningen setter bl.a. begrensninger for modellene. En begrensning er f.eks. knyttet til at nevroner reagerer forholdsvis langsomt, slik at de bare kan foreta ca. 100 reaksjoner i løpet av ett sekund. De mentale prosessene som modellene forsøker å forklare f.eks. identifikasjon, innhenting fra hukommelsen, bearbeiding av tale og forståelse av setninger tar omtrent ett sekund. Modellen må derfor ikke kreve mer enn 100 elementære sekvensielle operasjoner for å løse slike oppgaver. Et annet utgangspunkt har vært arbeidet med datamaskiner og kunstig intelligens. Dette



arbeidet har gitt innsikt i hvilke typer algoritmer (instruksjoner for fremgangsmåte) som er gunstige for å få til operasjoner som likner de mennesket utfører (Rumelhart, Hinton & McClelland, 1986).

I PDP-modellene antas det at informasjonsbearbeidingen foregår i et nettverk. Dette nettverket består av enheter (units) med forbindelser mellom enhetene, slik at enhetene kan sende signaler til hverandre. Hver enhet kan ta imot signaler (input), og sende ut signaler (output). Input til en enhet kan være positiv, dvs øke sannsynligheten for at enheten skal sende ut et signal, eller det kan være hemmende dvs redusere sannsynligheten for at enheten sender ut et signal. En enhet kan motta signaler fra flere andre enheter. Den samlede input til enheten vil være summen av de enkelte input. En enhet kan ha en terskelverdi som den samlede input må overskride for at enheten skal gi en output. Hvilken informasjon som ligger i aktiviteten i en enhet vil avhenge av den input den får fra andre enheter. Informasjonen ligger altså i aktivitetsmønsteret i nettverket og ikke i selve enheten. (Rumelhart, D. E., Hinton, G. E. & McClelland, J. L., 1986).

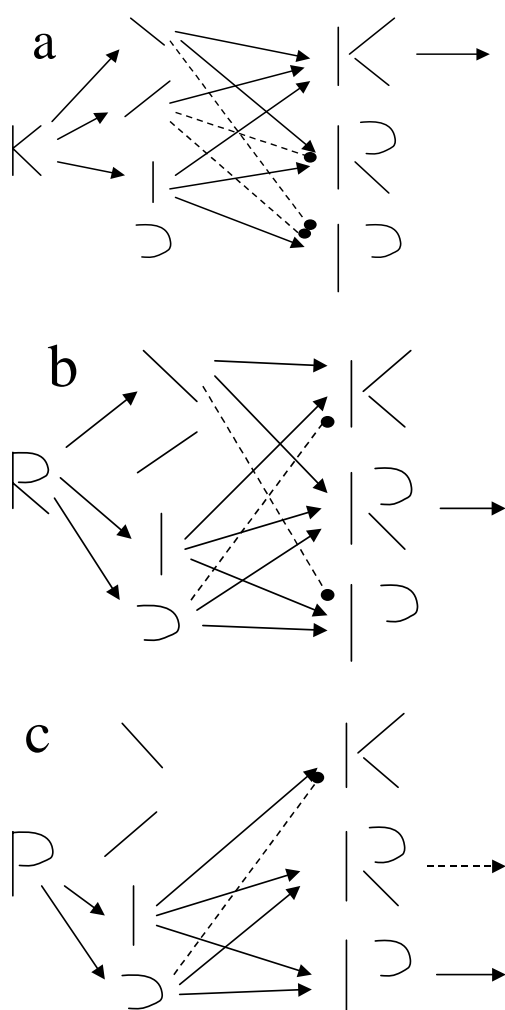
I et nettverk er det vanlig å skille mellom input-enheter (tar imot signaler fra uteverden), output-enheter (sender signaler som f eks setter i gang motorisk reaksjon) og skjulte enheter (enheter mellom input- og output-enhetene og som ikke har kontakt med uteverden). Sansestimuleringer vil sette i gang aktivitet i input-enheter. Disse setter i gang aktivitet i de skjulte enhetene som så setter i gang aktivitet i output-enheten som til slutt kan initiere en respons. Aktivitetsmønsteret fra input-enheter gjennom skjulte enheter og til output-enheter betegnes en sti (path). Et trekk ved en stimuluskonfigurasjon vil sette i gang aktivitet i en sti mens et annet trekk vil aktivere en annen sti. Mellom stiene kan det i større eller mindre grad være overlapping når det gjelder hvilke enheter som er involvert. I visse tilfeller kan det derfor tenkes at aktiviteten som starter i en sti skifter over til en annen sti og dermed gir gal respons.

En sti vil være et resultat av læring. En tenker seg at i utgangspunktet vil et stimulus kunne utløse aktivitet i svært mange enheter, aktiviteten er vidt forgrenet. Med læring (erfaring) vil uhensiktsmessige påvirkninger mellom enheter bli borte, og forgreningen i aktiviteten blir mindre. Stien fra input til output blir mer direkte og fast etablert. Dette vil føre til kortere tid fra input til output og at det kreves mindre av sansestimuleringen for å aktivere stien. Sansestimuleringen kan være mer uklar uten at det fører til feil respons.

For å klargjøre bedre hvordan en PDP-modell fungerer kan det være hensiktsmessig med et enkelt eksempel. La oss tenke oss et individ som har lært de tre skrevne bokstavene: K, R og P. Hvordan kan dette individet identifisere hver enkelt av disse bokstavene? Figur 5 viser hvordan dette kan foregå i en enkel PDP-modell. I dette eksemplet er det bare input- og output-enheter og ingen skulte enheter.

Input-enhetene er spesielle idet de har evne til å reagere på spesielle trekk ved visuelle stimuli. Fra studier av synssansen vet en at i den delen av hjernen som i første omgang tar imot signaler fra øyet er det celler som nesten utelukkende reagerer på visse enkle trekk ved stimuli. Det kan være rette linjer i bestemte orienteringer, krumme linjer, vinkler og lignende. Input-enhetene i denne modellen har slike celler som utgangspunkt.

I modellen er det antatt 4 input-enheter som hver reagerer på spesielle og forskjellige trekk ved stimuli. De fire trekkene er skrålinje ned mot høyre (ned-høyre), skrålinje opp mot høyre (opp-høyre), vertikal linje og krum linje. Hvis K presenteres (fig. 5 a) vil den sette i gang aktivitet i input-enhetene som reagerer på høyre-ned linje, høyre-opp linje og vertikal linje. Hver av disse input-enhetene vil sende signaler til alle de tre output-enhetene i modellen. Om disse signalene er positive eller negative vil være avhengig av tidligere læring. Denne læringen har ført til at alle de tre input-enhetene som er aktivert når K presenteres, sender positive signaler til den øverste output-enheten. Den midterste output-enheten mottar positive signaler fra ned-høyre og vertikal enhetene og et negativt signal fra opp-høyre enheten. Den nederste output-enheten mottar et positivt signal fra vertikal enheten og negative signaler fra de to andre aktive input-enhetene.



Figur 5: En enkel modell for hvordan bokstaver identifiseres i et nettverk. Se nærmere forklaring i teksten.

Hvis en gir et positivt signal verdien +1 og et negativt signal verdien -1 og summerer signalene inn på hver av output-enhetene, får en for den øverste +3, for den midterste +1 og for den nederste -1. Det er dermed størst sannsynlighet for at den øverste output-enheten vil sende ut et signal.

I figur 5b ser en at det er størst sannsynlighet for at den midterste output-enheten skal sende ut et signal når en R presenteres.

Når en P presenteres oppstår et problem (figur 5c). Både den midterste og nederste output-enheten mottar to positive signaler og ingen negative. Begge output-enhetene har samme sannsynlighet for å sende ut et signal. Individet kan altså avgi både responsen R og P. Dette kan løses ved å anta forskjellige terskelverdier for at en enhet skal sende ut et signal. Den nederste output-enheten kan ha en lavere terskelverdi enn de to andre, dvs den samlede inputverdien må være høyere for den øverste og midterste enheten (f eks 3) enn for den nederste (f eks 2) for at enheten skal gi et signal ut. I så fall vil når P presenteres, bare den nederste gi et signal ut.

I og med at hver av de presenterte bokstavene fører til signal ut fra hver sin output-enhet gir det mulighet for en bestemt respons for hver presentert bokstav.

Om signalet inn til en enhet skal være positivt eller negativt avhenger av læring. Gjennom læring kan også signalet endres fra f. eks positivt til negativt. Læring kan også fjerne forbindelse mellom enheter eller skape nye forbindelser. Over tid kan derfor en enhet endre informasjonen den formidler alt etter hvilke signaler den mottar. I noen modeller tenker en seg også at forbindelser som ofte er aktive, får evnen til å sende sterkere signaler, og at forbindelsen mellom input og output enhetene blir mer direkte, dvs involverer færre skjulte enheter. Tiden mellom input og output kan da bli kortere.

Modellen i figur 5 er for enkel for å kunne fungere. Den tar ikke hensyn til hvordan trekkene i stimuluskonfigurasjonen er plassert i forhold til hverandre. Modellen vil derfor ikke kunne skille mellom f eks K og en speilvendt K eller mellom P og b. Det er derfor nødvendig med flere sett med enheter mellom input- og output-enhetene i figuren (utvidet nettverk) som ivaretar trekkenes plassering i forhold til hverandre.

I figur 5a ser en at det er forskjell mellom output-enhetene når det gjelder sannsynlighet for at de sender signal ut, størst for den øverste og minst for den nederste. Om den øverste av en eller annen grunn får redusert sin sannsynlighet for å reagere, kan reaksjonssannsynligheten for den øverste og midterste enheten bli nokså lik. Det betyr at individet kan komme til å respondere R i stedet for K. Det er derimot mindre sannsynlig at individet skal respondere med P i stedet for K. En slik nettverksmodell vil derfor kunne predikere hvilke stimuluskonfigurasjoner som har størst sannsynlighet for forveksling.

Hvis en tenkte seg at individet skulle identifisere ord i stedet for bokstaver måtte en anta et nivå til av enheter ("ord-enheter"). Disse enhetene ville motta signaler fra output-enhetene ("bokstav-enheter") i figuren. Output-enhetene i figuren ville da bli skulte enheter. Output-enhetene i den utvidete modellen ville være enheter som satte sammen bokstaver ("ord-enheter").

Undersøkelser tyder på at det ikke bare er slik at "bokstav-enhetene" sender signaler til "ord-enhetene" men også at "ord-enhetene" sender signaler tilbake til "bokstav-enhetene". La oss tenke oss at en person fikk presentert følgende og ble fortalt at det var et norsk ord:

## ■ A S T

Den første bokstaven kan enten være L eller E, likevel vil personen umiddelbart se ordet "last". På ordnivået er det klart at L gir et meningsfullt norsk ord mens E ikke gjør det. En kan tenke seg at første bokstav delvis aktiverer både en bokstav-enhet for L og for E. På ordnivå finner en hvilke første bokstaver i ordet som er forenelig med de tre siste, dvs gir en bokstavkombinasjon som gir kjente ord. Ordenheten sender hemmende signaler til bokstavenheter som formidler bokstaver som ikke passer inn. Ordenheten vil derfor hemme den delvis aktiverte bokstavenheten med E men ikke den med L.

Hvis personen hadde fått beskjed om at ordet var engelsk, ville problemet blitt verre. Både L og E ville gitt vanlige og meningsfulle ord, "last" og "east". For å løse problemet måtte en gå til et enda høyere nivå, setningsnivået. På det nivået kan en teste hvilke av ordene "last" og "east" som gir en meningsfull setning.

Normalt vil til enhver tid flere stier være aktive. Det er nevnt ovenfor at det ofte vil være større eller mindre overlapp mellom stier, dvs en del enheter vil inngå i flere stier. Dette kan fasilitere aktiviteten i hver av stiene dersom det som prosesseres i stiene er sammenfallende, men kan også hemme aktiviteten hvis det som prosesseres i stiene er motstridende. Interferensen mellom stier kan reduseres ved å modifisere aktiviteten i de ulike stiene. Dette kan skje ved å fokusere oppmerksomhet. Aktiviteten i stier knyttet til det en fokuserer oppmerksomheten på, forsterkes mens aktiviteten i andre svekkes.

Ved øving av nye oppgaver anvendes gjerne spesielle innlæringsteknikker som pugging, verbale assosiasjoner, hukommelsesteknikker og liknende. Dette er teknikker som er avhengige av eksplisitt hukommelse. Det må med andre ord anvendes kontrollerte bearbeidingsprosesser der materialet gjøres bevisst (brought into awareness) og de stiene som brukes vil være indirekte. Etter hvert som responser oppleves som vellykkete blir mer direkte stier etablert. En tid vil aktivering av den rette responsen være avhengig av både indirekte og direkte stier. Betydningen av de indirekte stiene vil avta, og responsen vil i sin helhet aktiveres av direkte stier uten bruk av spesielle teknikker (etter Cohen et. al. 1990).

I et slikt system vil for eksempel et ord representeres ved et sett av assosiasjoner slik som ordets mening, trekk ved dets fysiske referanse, størrelse og ordets rimord. Det antas at når et kjent ord leses eller høres vil en representasjon av ordet aktiveres. Implisitt vil denne representasjonen aktivere alle de assosiasjonene som er forbundet med ordet, enten det er andre betydninger, ord som rimer eller ord som likner. Fordi assosiasjonene er det redskapet individet har for å kunne vurdere den allerede eksisterende kunnskapen som vedrører den gitte stimulusen, for eksempel et ord, er aktiveringen av slike assosiasjoner helt avgjørende for å kunne oppfatte, forstå og handle ut fra den gitte stimulus. Aktivering av assosiasjoner vil gi informasjon om begivenheter ut over de som er fysisk tilstede i begivenheten selv. Det er den aktivering av disse assosiasjonene som skjer

gjennom læring og testing, som gjør dem tilgjengelig for forskjellige oppgaver (Nelson et. al., 1992)

Hukommelse ses som et nettverk av lærte forbindelser uten at det skilles kvalitativt mellom langtids- og korttidshukommelse. Jo oftere individet erfarer en gitt sammenheng f eks mellom en gitt situasjon, egen atferd og konsekvensene av atferden, jo sterkere blir forbindelsen. Det som lagres som hukommelse er styrken på forbindelsen (stien).

Når individet gjenkaller begivenheter fra hukommelsen er det de gitte forbindelsene som aktiveres. Bevisst erindringsmateriale (hukommelse) og oppmerksomhet er de delene av nettverket som er aktivert over en viss grense i et gitt øyeblikk.

## **3 Informasjonsbearbeiding og beslutninger i trafikken**

### **3.1 Faktorer som kan påvirke bearbeidingen av informasjon**

Ideelt sett skulle sluttproduktet av informasjonsbearbeidingen, førernes oppfatning av en situasjon, være i overensstemmelse med den virkelige situasjonen. Dette er ikke alltid tilfelle. Omstendigheter ved den ytre situasjonen og det informasjonsbilde som fremtrer kan påvirke flere av de prosesser og mekanismer som er beskrevet ovenfor, og derved også førernes oppfatning av situasjonen.

Slike påvirkninger forårsakes av karakteristika ved det menneskelige system for informasjonsbearbeiding, og utløses i et samspill mellom disse og en rekke andre faktorer. Noen av disse er forbundet med trekk ved informasjonsbildet, så som forskjellige typer informasjon og mengde av informasjon en fører må forholde seg til i en situasjon, men kan også være forbundet med forhold knyttet til føreren selv (f eks kunnskap, motiver, personlighet). I det følgende vil vi konsentrere oss om de påvirkningene som er knyttet til trekk ved informasjonsbildet.

Påvirkningene kan skje på alle stadier i bearbeidingsprosessen, ved de kontrollerte prosesser, ved de preattentive analyser, og ved interaksjon mellom automatiserte og kontrollerte prosesser. Hvert tilfelle av påvirkning kan innebære forringelse eller tap av den informasjon som er nødvendig for å etablere en adekvat oppfatning av situasjonen, og for å utføre en riktig handling (Goeller, 1969, Englund m.fl., 1978, Glad m.fl., 1987, Midtland, 1989). Derved øker sannsynligheten for at en ulykke vil inntreffe. Slike påvirkninger kan betraktes som forstyrrelser i prosessene. (Men også det motsatte kan være tilfelle, nemlig at interaksjonen mellom trekk ved informasjonsbildet og særegenhetene ved bearbeidingsystemet kan lette informasjonsinnhenting og bearbeidingen, og derved forbruke mindre ressurser fra oppmerksomheten).

### **3.2 Forstyrrelser forbundet med kontrollert bearbeiding**

Utfallet av den kontrollerte bearbeidingen er avhengig av to vesentlige faktorer: Mengden informasjon som skal bearbeides per tidsenhet og kunnskapen personen har.

#### **3.2.1 Mengden informasjon og mental belastning**

Kontrollert bearbeiding er knyttet til arbeidshukommelsen. Som nevnt tidligere har denne begrenset kapasitet. Denne kapasiteten skal brukes til både å holde informasjon i bevisstheden og til bearbeiding av informasjonene. Individet må

derfor foreta en avveining av hvor mye av kapasiteten som skal brukes til å holde informasjon i bevisstheten og hvor mye som skal brukes til bearbeiding. (Med bearbeiding menes manipulering av informasjonen, finne sammenhenger o.l.) I en situasjon som er vanskelig å tolke vil personen bruke mye ressurser på bearbeiding og vil da ha begrenset mulighet til å ta imot informasjon fra omverden og holde denne i bevisstheten.

En vesentlig oppgave for en fører er å predikere andre trafikanters atferd. Dette vil innebære bruk av ressurser til bearbeiding av informasjon. I enkelte situasjoner vil det være uklart hvordan andre trafikanter vil handle. Det gjelder særlig når det ikke er klare regler for trafikantenes opptreden eller når en ikke kan forvente at trafikantene følger regler selv om disse finnes. Barns atferd er et eksempel på det siste, men det kan også gjelde for fotgjengere og syklistene om enn i mindre grad. I slike situasjoner kan så mye av førerens kapasitet brukes til å bearbeide informasjon at han har lite kapasitet igjen til å ta inn og holde bevisst annen informasjon. Føreren kan velge å ta inn mer informasjon, men det vil da gå ut over bearbeidingen av informasjonen. Førerens dilemma blir da å velge mellom å overse viktig informasjon (braker ressursene til bearbeiding) eller å fatte gale beslutninger (braker ressursene til å ta inn og holde mye informasjon i bevisstheten).

Førerens problem kan løses på tre måter.

1. Vegholder kan utforme trafikkmiljøet slik at det er begrenset informasjon føreren må ta hensyn til i situasjoner der.
2. En kan forsøke å gjøre andre trafikanters atferd mer predikerbar på steder der det er mye informasjon som skal innhentes og holdes i bevisstheten.
3. Føreren kan sette ned farten. Lavere fart reduserer mengden informasjon som innhentes og bearbeides per tidsenhet slik at sjansen til overbelastning avtar.

Det er ikke bare det å forutse andre trafikanters atferd som krever mye kapasitet til bearbeiding. Budskap som er uklare (f.eks. vegvisingsskilt med uklart innhold), trafikale situasjoner som er ukjente (første møte med en rundkjøring) eller der kjente elementer er satt sammen på nye måter vil også kunne kreve omfattende bearbeiding av informasjonen.

Generelt kan en si at i utformingen av trafikkmiljøet er det ikke nok å bare ta hensyn til mengden informasjon som skal mottas og behandles i en situasjon, det vil også være nødvendig å ta hensyn til hvor omfattende bearbeiding som kreves av de enkelte informasjonselementene i situasjonen.

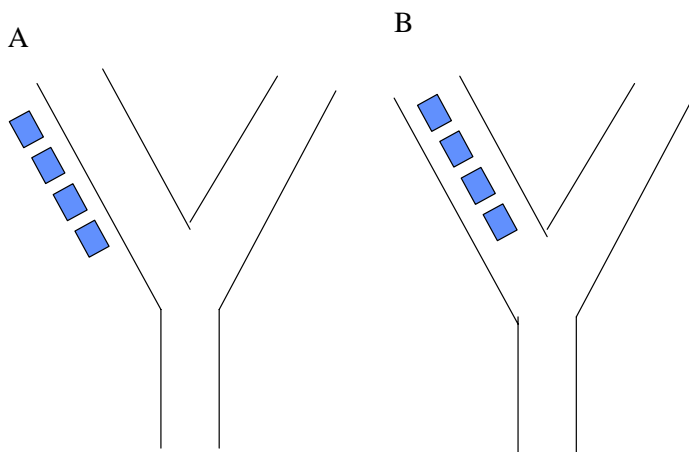
Det er tidligere nevnt at kapasiteten til arbeidshukommelsen er  $7 \pm 2$  informasjonsenheter. Det kan imidlertid være uklart hva en skal regne som en informasjonsenhet. I et ukjent telefonnummer vil hvert siffer være en informasjonsenhet. Nummeret 22532671 vil inneholde 8 enheter og for mange vil det være vanskelig å huske det. Hvis en ikke leser det flere ganger eller repeterer det for seg selv vil det etter kort tid (noen sekunder) ikke kunne gjenkalles. For folk som bor i Oslo (og antakelig noen andre også) vil imidlertid de to første sifferene utgjøre en enhet. For disse vil nummeret inneholde 7 enheter (retningsnummeret for Oslo + seks enkeltsiffer). Dette er et eksempel på det en i kognitiv psykologi kaller chunking, dvs. at opprinnelige enheter slås sammen til en

enhet. Sammenslåingen av enheter kan være mer omfattende enn i dette eksemplet. Hvis nummeret 22532671 er til hr. Olsen og en har ringt hr. Olsen mange ganger slik at nummeret er lært, vil hele nummeret bli en enhet. Det vil da være mulig å ha i bevisstheten tallrekken 22532671493126 (Olsen + seks enkeltsiffer). Chunking vil altså kunne utvide mengden informasjon som kan holdes i bevisstheten og bearbeides i betydelig grad.

Det er all grunn til å tro at chunking av informasjon i trafikken forekommer blant førere. Siden chunking er avhengig av kunnskap og læring (en har lært at 22 er retningsnummeret til Oslo), kan en vente at chunking forekommer oftere og i større grad blant erfarne enn blant uerfarne førere. Det er imidlertid ikke foretatt undersøkelser som sier noe om hvilke informasjonsenheter i trafikken som blir slått sammen til nye enheter, i hvilken grad uerfarne førere foretar chunking og hvordan chunking utvikler seg med erfaring. Det vil avgjort være av betydning å få mere kunnskap innen dette feltet fordi forhold som letter fornuftig chunking vil kunne bidra til å lette situasjonen for førerne og en vil kunne unngå noen av de ulykkene som skyldes at førernes kapasitet sprenges.

Den mentale belastning varierer med oppgavens vanskelighetsgrad, dvs med mengde oppmerksomhetskrevende informasjonsenheter, antall nødvendige, mentale operasjoner som pågår og bearbeidingsstrukturer som anvendes (Norman & Bobrow, 1975). Hvordan meldingene til førerne utformes kan ha betydning for hvor mye ressurser som kreves til bearbeiding av meldingen.

Figur 6a og b viser to pictogram for kødannelse og forslag til alternativt vegvalg.



Figur 6: To alternative pictogram for varsel om kø.

Figur 6a inngår i et eksisterende «inne-i-bilen» navigasjonssystem. Figur 6b viser et annet forslag til samme budskapet. De to pictogrammene medfører ulik mental belastning.

Meningen av pictogrammet i figur 6a fremkommer ved at figurene til venstre for vegkrysset "flyttes" mentalt til den venstre armen av Y'en. Deretter må figuren som fremkommer holdes i arbeidshukommelsen mens pictogrammet tolkes for mening. Tolkningen er komplisert og medfører flere mentale operasjoner. Rett



forståelse av Y'en som et vegkryss er avhengig av at gjenstandene til venstre i pictogrammet i utgangspunktet tolkes som biler og f eks ikke som bygninger.

Meningen av pictogrammet i figur 6b fremkommer adskillig enklere og krever færre mentale operasjoner. Fordi gjenstandene allerede er plassert i venstre arm av Y'en trenger de ikke "flyttes", de vil ikke misoppfattes som bygninger, men derimot tjene som holdepunkt for oppfatningen av Y'en som et vegkryss der èn arm er fylt med biler og èn er uten trafikk. Førerne må bruke mer av sine ressurser til bearbeiding av pictogrammet i 6a enn i 6b. De vil derfor ha mindre ressurser til rådighet for innhenting av annen informasjon når 6a brukes enn når 6b brukes.

Bearbeidingen av informasjonen som ligger i standardskilt som brukes i trafikken, vil i hvert fall for erfarne førere, være automatisert i stor grad. Slike skilt vil sjelden kreve store ressurser til bearbeiding. Noe annet blir det når det brukes ikke-standardiserte skilt. Et eksempel på slike skilt er de som noen ganger settes opp foran ulykkespunkter. Disse skiltene er ment å påvirke førernes atferd og en må også regne med at førerne vil forsøke å ta hensyn til skiltets budskap. Skiltene gir en skisse av ulykkesstedet, viser kjøretøy som er involvert og bevegelsene til disse kjøretøyene. Ut fra denne informasjonen må føreren finne ut hva som er farlig ved stedet han kommer til og hvordan han må handle for å unngå faren. Dette vil noen ganger kreve betydelige ressurser til bearbeiding av informasjonen og en kan regne med at føreren vil ha liten kapasitet til å motta og bearbeide annen informasjon. Det er derfor grunn til å være forsiktig med å sette opp slike skilt. På steder der det er viktig at førerne tar imot mye informasjon f eks i bytrafikk kan slike skilt være uheldig.

Ved *mental overbelastning* vil prosessene ikke tildeles den kapasitet som er nødvendig for at analysene kan fullføres. Likevel vil analysene levere kontinuerlige resultat (*the principle of continually available output*). Dette resulterer i en gradvis forringelse (*the principle of graceful degradation*) framfor et plutselig sammenbrudd i utførelsen av en oppgave (Norman & Bobrow, 1975). Det betyr at mental overbelastning ikke nødvendigvis forhindrer utførelse av en oppgave, men snarere at det blir begått feil.

Når to (eller flere) oppgaver utføres samtidig, er *tidsdelte* (time-shared), vil ressursene fra oppmerksomheten fordeles mellom dem, og det vil bli mindre ressurser tilgjengelig for hver (Norman & Bobrow, 1975, Navon & Gopher, 1979, Wickens, 1984a). Dersom det samlede krav på ressurser ligger innenfor det som er tilgjengelig, vil de to oppgavene kunne fullføres tilfredsstillende på samme tid. Dersom kravet overstiger de ressurser som er tilgjengelig, vil de to oppgavene *interferere*. Den oppgaven som ansees som viktigst, *primæroppgaven*, vil tildeles størst andel av ressursene, og vil derved bli utført på bekostning av *sekundæroppgaven* (Navon & Gopher, 1979, Wickens, 1984a). Ifølge *the principle of graceful degradation*, vil utførelsen av sekundæroppgaven ikke forhindres, men forringes (Norman & Bobrow, 1975).

Konsekvensen av graceful degradation i trafikken kan være at førere fortsetter å kjøre, selv om deres mentale bearbeidingsapparat er overbelastet. Selv i meget komplekse situasjoner vil det foregå en informasjonsbearbeiding som gir førerne et beslutningsgrunnlag. Dette kan imidlertid være svært mangelfullt og føre til gale handlinger i situasjonen. Muligens er det slik at føreren har en tendens til å

fortsette å kjøre så lenge det er et beslutningsgrunnlag for den videre kjøringen i den planlagte ruten.

En fører ønsker å kjøre gjennom en gate med svært kompleks trafikk. Mengden informasjon som føreren må ta hensyn til kan overskride førerens kapasitet. Det kan da tenkes at han overser skilt. Han begrenser inntaket av informasjon til andre trafikanter, bearbeider denne til et beslutningsgrunnlag og handler deretter. Blir kapasiteten ytterligere belastet kan han også la være å ta imot og bearbeide informasjon knyttet til fotgjengere. Bearbeidingen begrenser seg da til andre kjøretøy. Men dette gir også et beslutningsgrunnlag, om enn mangelfullt, for videre kjøring gjennom gaten og det er sannsynlig at kjøringen fortsetter. Det at informasjonsbearbeidingsystemet hele tiden arbeider fram et beslutningsgrunnlag kan spore førerne til å fatte beslutninger og handle selv om beslutningsgrunnlaget kan være ganske mangelfullt. Det kan selvfølgelig hende at føreren føler eller er klar over at beslutningsgrunnlaget er for mangelfullt til videre handling etter planen og derfor stopper. Men prinsippet om graceful degradation kan være årsak til at førerne ikke stopper tidligere.

To oppgaver som er tidsdelte kan interferere innen og mellom modaliteter ved henholdsvis *intramodal* og *kryssmodal interferens* (Wickens & Liu, 1988). *Intramodal interferens* forårsakes hovedsakelig av fysiske begrensninger ved bearbeidingsystemet. En fører vil vanligvis bare bruke den mest sentrale delen av synsfeltet (noen få grader) når han skal ta imot informasjon fra noe som oppmerksomheten er rettet mot. Hvis han ønsker å ta imot informasjon fra flere elementer i situasjonen og disse elementene ligger et stykke fra hverandre må føreren flytte blikket. Dette krever tid og så lenge personen retter blikket mot et element vil han ha begrenset mulighet til å fange opp endringer i et av de andre elementene som er aktuelle for føreren. En kan redusere den intramodale interferensen ved å sørge for at den informasjonen førerne trenger ligger nært hverandre i synsfeltet. Dette kan noen ganger være vanskelig å få til. På vegger med mange kjørefelt vil skilter langs vegkanten befinne seg ganske perifert i førernes synsfelt om disse har blikket rettet mot trafikken foran. Det samme gjelder feltanvisninger som henges over vegen. I slike situasjoner må førerne flytte blikket mellom informasjonskildene (skiltene og bilen foran), noe som vil begrense kapasiteten til informasjonsbearbeidingen. Feltanvisninger i kjørebanelstedet for på skilt over vegen vil ut fra et informasjonsbearbeidings synspunkt være en bedre løsning, forutsatt at de ikke er skjult av andre kjøretøy eller snø, fordi informasjonen (bilen foran og feltanvisningen) ligger nær hverandre og skaper mindre interferens.

Kryssmodal interferens skjer ved skifte av oppmerksomhet mellom modaliteter, f.eks mellom syn og hørsel og ved å integrere forskjellige krav som oppgaven stiller (Wickens & Liu, 1988). Det tar f.eks 0,1 sek. lengre tid å skifte oppmerksomheten mellom to modaliteter enn mellom to informasjonskilder innen en og samme modalitet (Wickens, 1987). Førerne mottar nesten all vesentlig informasjon for kjøringen gjennom synet og unngår derfor intermodal interferens for denne informasjonen. Slik interferens kan imidlertid oppstå når auditive informasjonskilder bringes inn i bilen, f.eks mobiltelefon, passasjerer, radio. Mottak og bearbeiding av auditiv informasjon vil kreve ressurser og det kan selvfølgelig gå ut over mottak og bearbeiding av trafikal informasjon. Hvis den

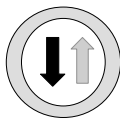
trafikkale informasjonen krever kontrollert bearbeiding er den vanligste strategien at førerne skifter mellom å motta og bearbeide trafikal informasjon og auditiv informasjon f.eks fra mobiltelefonen. Men siden skifte av bearbeiding av auditiv informasjon til visuell informasjon tar tid, vil den totale kapasiteten til informasjonsbearbeiding bli redusert.

Når to oppaver er tidsdelte (skal utføres samtidig) vil dette medføre et *samtidighetstap* (cost of concurrence). Det innebærer at tidsdelingen mellom oppgaver i seg selv forbruker ressurser på bekostning av hver av de to oppgavene (Navon & Gopher, 1979). Ideelt sett burde derfor førere bare få en oppgave om gangen slik at de unngikk å måtte løse to eller flere oppgaver på samme tid. Dette er neppe mulig å få til, men for vegmyndighetene bør en så langt som mulig sørge for at informasjonen de gir til førere ikke hopper seg opp i tid.

### 3.2.2 Kunnskap og kontrollert bearbeiding

Informasjon i seg selv er ikke bestemmende for atferden. Det sees da bort fra stimuleringer som utløser reflekser. Informasjonen må bearbeides før den kan styre atferden. Automatiserte reaksjoner utløses direkte av informasjon i det sensoriske registeret, men denne direkte forbindelse mellom informasjon og handling er avhengig av at forbindelsen er lært. Det betyr at informasjonen en gang ble bearbeidet. En kan si at ved automatiserte reaksjoner bruker en resultatet av den opprinnelige bearbeidingen direkte, det er unødvendig å gjenta bearbeidingen. Ved kontrollert bearbeiding vil det alltid være en bearbeiding av informasjonen før beslutning fattes og handlingen utløses. I denne bearbeidingen brukes kunnskap som finnes i kunnskapslageret (langtidshukommelsen).

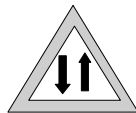
Hvor adekvat beslutningen og handlingen er, vil i vesentlig grad avhenge av personens kunnskap. Hvis denne kunnskapen er dårlig kan det føre til at informasjonen må gå gjennom en svært omfattende bearbeiding før en beslutning tas og/eller informasjonen feiltolkes og gir feil handling. En fører som f eks er ukjent med skiltet som varsler vikeplikt for møtende trafikk (skilt 212)



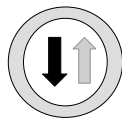
og treffer på det vil antakelig måtte bruke mye bearbeidingsressurser for å komme fram til hva han skal gjøre. I bearbeidingen vil han forsøke å slutte seg til meningen med skiltet ut fra den kunnskapen han har, f eks betydningen av skilts form, farge, pilene og situasjonen skiltet står i. I bearbeidingen vil en slik fører bruke svært mye av sin kapasitet til kontrollert bearbeiding og vil følgelig ha liten restkapasitet til kontrollert bearbeiding av annen informasjon i situasjonen. Det er også mulig at føreren vil feiltolke meningen med skiltet. Det kan f eks tenkes at føreren forbinder skiltets form med forbud og at forbudet er knyttet til den røde pilen og slutte at vegen er stengt for kjøring i hans retning.

I nettverksmodellen for informasjonsbearbeiding (parallell distribuert prosessering) antas det at et stimulusmønster vil utløse aktivitet i en sti i

nettverket som har vært aktivert av samme eller liknende stimulusmønster tidligere. I den pressete situasjonen der føreren ikke har tid til omfattende bearbeiding, kan det ukjente skiltet sette igang aktivitet i en sti som tidligere har blitt aktivert av et liknende skilt og dermed utløse handlinger som passer til dette liknende skiltet. I et stimulusmønster vil det ofte være visse trekk som vektlegges mer enn andre (salient features). For skilt kan det være at figuren i skiltet (pictogrammet) vektlegges mest. To skilt med ganske like pictogram er skilt 148 «møtende trafikk»



og skilt 212 «vikeplikt for møtende trafikk».



Begge har piler i motsatt retning men i det ene (148) er begge pilene svarte mens det i det andre (212) er en rød og en svart pil. Hvis føreren har erfaring med skilt 148 kan pictogrammene være like nok til at skilt 212 aktiverer stien som tidligere ble aktivert av skilt 148, slik at føreren i stor grad handler som når han har sett skilt 148.

Problemer med manglende kunnskap om skilt, oppmerking og lignende som myndighetene bruker for å regulere trafikken kan reduseres ved bedre opplæring og opplysning. En annen tilnæringsmåte kan være å utvikle utformingen av skilt og oppmerking videre for å redusere mulighetene for feiltolkninger og slik at meningen lettere kan fattes selv for førere med dårlig kunnskap om spesifikke skilt.

Det kan være vanskelig nok å skaffe den kunnskapen som trengs for å fatte riktige beslutninger i forhold til skilt, oppmerking og trafikkregler, men det er enda vanskeligere å skaffe den nødvendige kunnskapen som skal til for å bedømme f eks hvor glatt vegen er, hvor fort en kan kjøre i en kurve, tidsluker, hastigheten til møtende biler, osv. For føreropplæringen er dette en stor utfordring.

### 3.3 Forstyrrelser forbundet med automatisert bearbeiding

Mennesket har en innebygd tendens til å automatisere informasjonsbearbeidingen når forholdene ligger til rette for det. Automatiseringen effektiviserer bearbeidingen og gjør at personer kan behandle og reagere på langt mer informasjon enn om all bearbeidingen skulle være kontrollert og bevisst. Dagens trafikk ville være utenkelig om ikke førernes handlinger i utstrakt grad var basert på automatiserte prosesser.

Som pekt på tidligere har handlinger som er basert på automatisert bearbeiding, i starten vært utløst etter kontrollert bearbeiding. Førere vil til å begynne med foreta en kontrollert bearbeiding av informasjonen i en situasjon og komme fram

til en beslutning om handling. Hvis situasjonen gjentas mange ganger og den samme handlingen er hensiktsmessig blir etter hvert informasjonsbearbeidingen automatisert. Når situasjonen oppstår utløses handlingen uten at det foregår en bevisst bearbeiding av informasjonen. En sier at atferden er datastyrt, dvs at det er på en måte sansedata eller det som finnes i det sensoriske registeret, som bestemmer atferden. Selv om de førbevisste analysene og de automatiserte prosessene ikke er avhengig av mentale ressurser, er resultatet av disse analysene avhengig av kvaliteten på sansedata eller på hukommelsesdata (Norman & Bobrow, 1975).

Når en fører lærer (kontrollert bearbeiding) hvordan han skal reagere i en situasjon, vil han ikke bearbeide alle stimuli i situasjonen. Han vil finne fram visse karakteristiske trekk som han bruker som holdepunkter for å definere situasjonen. Etter hvert som reaksjonen på situasjonen blir automatisert vil disse *holdepunktene* være nok til å utløse den automatiske reaksjonen. Hva som er holdepunkter i en situasjon kan være forskjellig for ulike førere, men det kan også være de samme holdepunktene som brukes av de aller fleste førerne. Hvis det i situasjonen er særlig *iøyefallende* trekk (salient features) vil disse lettere bli holdepunkter enn andre trekk.

Bruk av holdepunkter er en effektivisering av informasjonsbearbeidingen, men denne kan ha sin pris. I noen tilfeller kan holdepunktet være tilstede i gal situasjon og dermed gi gal reaksjon. Under kjøring i mørke vil frontlysene være holdepunkter for hva slags kjøretøy en møter (to lys = bil, ett lys = motorsykkel) og avstanden til kjøretøyet. En bil med bare ett virksomt frontlys vil lett oppfattes som motorsykkel. Er vegen smal kan dette få uheldige følger. En motorsykkel med to frontlys som sitter tett sammen vil kunne oppfattes som en bil på stor avstand. Feil avstandsoppfatning kan også oppstå om en bil har frontlysene mye nærmere hverandre enn det som er vanlig.

Faren for å få feil handling som følge av feiloppfatning av holdepunkt er antakelig større når informasjonsbearbeidingen og handlingen er automatisert enn når prosessen er kontrollert. Den automatiserte bearbeidingen vil antakelig først brytes og handlingen stoppes når det blir ganske klart at holdepunktet det ble reagert på er i «gal» situasjon. Det kan være så sent at de uheldige konsekvensene av feiloppfatningen ikke er til å unngå. Ved kontrollert bearbeiding vil føreren ta imot og bearbeide mer informasjon som finnes i situasjonen og mens den utvikler seg. Føreren har da mulighet for å forstå at han har handlet galt på et tidligere tidspunkt enn om bearbeidingen og reaksjonen var automatisert.

Et *framvoksende trekk* (emergent feature) kan skapes ved sammenstilling av enkle, nærliggende (proksimale) elementer i et informasjonsbilde, som når en ser mennesker eller dyreskikkelser i linjer eller skygger i busker langs vegkanten eller i skyene. Trekkene bearbeides ubevisst, men kan ikke identifiseres med et enkelt element eller objekter i informasjonsbildet, som f eks størrelse og form (Buttigieg & Sanderson, 1991). Hvis fokusering av oppmerksomheten forhindres, samtidig som det ikke finnes *iøyefallende* trekk i informasjonsbildet, som kan brukes til å identifisere perseptet, kan lokale komponenter av former eller objekter feilkombineres. Derved kan *illusoriske forbindelser* (illusory conjunctions) skapes som kan fordreie den bevisste identifisering av et stimulus og forårsake feiltolkninger av informasjonen og dermed også feilhandlinger.

En konsekvens av automatisert bearbeiding er den minimale kontroll som personen kan utøve i denne bearbeidingsmodus. Så lenge bearbeiding er automatisk vil den ikke være mottakelig for fortolkninger gjennom kontrollert bearbeiding, heller ikke vil den i særlig grad kunne fremmes, undertrykkes eller forhindres. Automatisert atferd er dermed svært vanskelig å avlære.

For eksempel: Å etablere en automatisert oppmerksomhetsrespons til spesielle stimuli (mål-stimuli) medfører at andre stimuli ignoreres. Dersom forholdet forandres, slik at enkelte av mål-stimuliene nå skal ignoreres, samtidig som andre stimuli forblir mål-stimuli vil responderingen til disse forstyrres. Det synes svært vanskelig å undertrykke den automatiserte bearbeiding av de stimuli som nå skal ignoreres, og det vil oppstå konflikt mellom den automatiserte bearbeiding av disse stimuli og bearbeidingen av de stimuli som fortsatt er målstimuli. Denne forstyrrelsen i responser synes å vedvare over et langt tidsrom (Fisk, Lee & Rogers, 1991).

I trafikken kan en finne flere eksempler på automatisert atferd i situasjoner der føreren ønsker og vet at han bør handle på en annen måte. I en kritisk situasjon vil noen førere automatisk bremse kraftig. Fra glattkjøringskurs vet førerne at de i noen situasjoner bør slippe bremsen i noen øyeblikk og forsøke å styre forbi hindringer. Likevel ser en at noen av førerne bare bremses. De store ressursene som ble satt inn i forbindelse med overgangen til høyretrafikk i Sverige indikerer hva som skal til for å motvirke godt etablerte automatiske reaksjoner. Når reguleringene i f eks et kryss er endret kan en se at førere bruker eller i hvert fall starter på det veletablerte automatiserte kjøremønsteret i lang tid etter endringen og selv om det er skiltet med «Endret kjøremønster» før krysset.

Hørsel er en primær varslingsans som står i direkte forbindelse med responser (orienterings reflekser) (Patterson, 1990). I den videre bearbeiding av stimuli synes synssansen å dominere. Når informasjon fra en auditiv og en visuell oppgave presenteres samtidig, kan denne *visuelle dominans* forårsake at den auditive respons undertrykkes til fordel for den visuelle respons (Wickens, 1984b). I trafikken vil auditive signaler f eks sirener og tuting fra andre bilister, lett tiltrekke seg oppmerksomheten, noe som også er meningen. Hvis den auditive stimuleringen skal gi informasjon utover å aktivere en orienteringsrefleks (f eks ta imot melding på radio eller gjennom mobiltelefon) kan den lett bli undertrykt hvis føreren samtidig har krevende visuelle oppgaver.

### 3.4 Forstyrrelser forbundet med interaksjon mellom prosesser

Forskjellige trekk ved et informasjonsbilde kan bearbeides automatisk, eller et trekk kan bearbeides kontrollert, samtidig som andre bearbeides automatisk. Men, ett og samme trekk kan ikke bearbeides automatisk sammen med andre trekk dersom det allerede bearbeides kontrollert, mao et enkelt trekk kan bare bearbeides *enten* automatisk *eller* kontrollert. Vanligvis vil faktorer som fremmer automatisk bearbeiding forhindre kontrollert bearbeiding, og omvendt. Det er for eksempel kjent at å presentere stimuli tett ved hverandre i synsfokus vil fremme automatisk bearbeiding, mens degraderte stimuli, dvs fravær av holdepunkt, vil

fremme visuell søking og derved også kontrollert bearbeiding (Wickens, 1984b). Dersom et holdepunkt presenteres, vil den automatiserte oppmerksomhetsrespons eller orienteringsrefleksjonen vekkes. Derved avbrytes den automatiske bearbeidingen og kontrollert bearbeiding initieres.

Fokusert oppmerksomhet kan forhindres både av automatisert og av kontrollert bearbeiding. Automatiserte såvel som kontrollerte prosesser kan med andre ord bryte inn i den pågående, kontrollerte bearbeiding. Men da kontrollert bearbeiding medfører bevisst kontroll, vil det være mulig å bryte bevisst inn i den forstyrrende prosessen. Derved vil ikke effekten av forstyrrelsen bli så ødeleggende som når automatiserte responser til irrelevante stimuli invaderer og distraherer den fokuserte oppmerksomhet (Shiffrin & Schneider, 1977).

Automatiserte prosesser på et innledende stadium av bearbeidingsprosessen kan virke inn på førbevisste prosesser på senere stadier, men også på kontrollerte prosesser. Det synes å være godt belegg for at noen atferdsresponser kan utløses uten full gjenkjenning eller identifikasjon av de stimuli som utløser responsen. Dette er et fenomen som kan forklare *prime-effekten* (prime-effect). For eksempel: Dersom to objekter presenteres i tett rekkefølge, vil responstiden til det siste objektet reduseres dersom de to objektene har en felles forbindelse. Det antas at det første objektet aktiverer alle sine assosiasjoner, f.eks farge, form, kategori, flertydighet mm. Dersom de to objektene har en eller flere assosiasjoner felles vil de allerede være aktivert idet det påfølgende objektet presenteres, og responstiden reduseres. Presentasjon av en *prime*, det første objektet, synes å fremme gjenkjenning av det andre.

Denne effekten kan også oppstå selv om personen ikke har kjennskap til primen, mao *ubevisst priming* (priming without awareness) (Klatzky, 1984). De innledende, preattentive analysene synes å bearbeide globale trekk ved et informasjonsbilde, og da *prime-effekten* forårsakes av stimuli, eller objekter som presenteres i tett rekkefølge, kan effekten av ubevisst priming utløses av et hvilket som helst objekt som er relatert til, og flankerer målobjektet. I slike tilfelle kan en *prime* utløse uønskede responser.

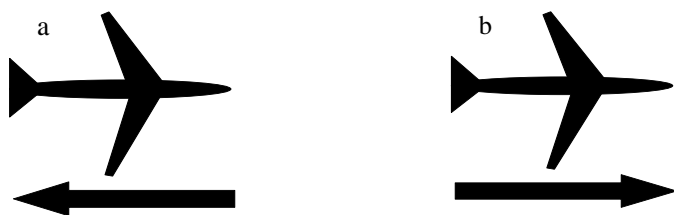
I løpet av informasjonsbearbeidingen kan det oppstå konflikter mellom ufrivillig, automatisert bearbeiding og den bevisste oppgaves intenderte bearbeiding (Whitaker, 1985), den såkalte *Stroop-effekt*. Stroop-effekten kan defineres som

"a fast process, initiated automatically, that competes for responses (internal or overt) with a slower process. The speed of the former means that it will generate a response first, and thus win the competition; the automaticity of the same process means that it can't be inhibited and prevented from impending on the second process (Klatzky, 1984).

Stimuli som er større, mer kompakte eller tyngre, eller trekk som er iøyefallende i informasjonsbildet blir konvensjonelt oppfattet som overordnede eller mer verdifulle enn andre stimuli. Når slike konvensjoner brytes, vil det være vanskelig å undertrykke den automatiserte responsen som er forbundet med informasjonen som det konvensjonelle trekket overfører. For eksempel: en stor eller tung mynt vil vanligvis oppfattes som mer verdifull enn en mindre eller lettere mynt. En stor person oppfattes som sterkere enn en mindre person. På et kart vil veger som er angitt med tykkere linjer enn andre veger oppfattes som hovedveger.

Dersom de to prosessene gir opphav til motsatte responser, vil den raske, automatiserte prosessen forsinke kontrollert bearbeiding av den motstridende informasjonen. I situasjoner der lite bearbeidingsressurser er tilgjengelig, vil den raskeste responsen utløses før responskonflikten kan løses gjennom bevisste overveielser.

Figur 7 viser to versjoner av retningsvisning til en flyplass



Figur 7: Eksempel på skilt som gir responskonflikt (a) og ikke gir responskonflikt (b).

I versjon **a** er pilvisningen motsatt av retningen på flyet, og de to visningene gir responskonflikt. Førerne kan ha en tendens til å oppfatte flyet som en retningsangivelse. I versjon **b** derimot forsterkes pilvisningen av retningen på flyet. Denne responskonflikten ble demonstrert i en eksperimentsituasjon der førsøkspersonens reaksjonstid var kortere til versjon **b** enn til versjon **a** (Whitaker, 1985).

Figur 8 viser et skilt som angir forbud mot å svinge til høyre, og de elementene som inngår i pictogrammet.



Figur 8: Svingforbudsskilt og elementene som inngår i skiltet.

Meningen av pictogrammet gis ved kombinasjonen av pilen og skrånede streken, der skrånede streken diskvalifiserer den retningen som pilen angir. Å følge pilretningen er overlært og førere vil ha en sterk tendens til en slik respons. Skrånede streken i seg selv gir ingen mening og blir først meningsfull i kombinasjon med pilen. Det å kombinere de to elementene er en oppgave som forbruker ressurser. Dersom ikke tilstrekkelige ressurser er tilgjengelig, kan den automatiserte responsen til pilretningen utløses før kombinasjonen av elementene er fullført (Whitaker, 1985).

MacDonald og Hoffmann indikerer at førere synes å bearbeide trafikkskilt ubevisst opp til et nivå for en potensiell respons (*action potential*). Dersom skiltet synes irrelevant, vil bearbeidingen opphøre, og føreren vil forbli uoppmerksom på skiltet (MacDonald & Hoffmann, 1991). Denne effekten synes mindre for



uerfarne enn for erfarne førere, og kan reflektere at erfarne førere har etablert flere automatiserte handlingsmønstre for kjøringen enn de uerfarne, mao at en større del av informasjonen bearbeides automatisk av de erfarne førerne.

Slike tendenser har betydning for tolkningen av resultater fra en del undersøkelser der en stopper førere og ber dem rapportere skilt de har passert. Ofte finner en at førerne rapporterer langt færre skilt enn det som fantes på strekningen de passerte. Tolkningen av slike resultater er ofte at førerne har oversett skilt dvs ikke oppdaget skilt. Grunnen kan like godt være at føreren har «valgt» å ikke foreta en bevisst bearbeiding av informasjonen som en del skilt utgjør og dermed ikke har lagret informasjonen om alle skiltene han har passert. Han vil da heller ikke kunne huske å ha passert disse skiltene.

Stimuli kan utløse atferd på et annet nivå enn den oppgaven som skulle utføres. Slike *nivåforskyvninger* kan forårsake problem dersom atferden ikke er tilpasset nivået og tidsmarginene for den virkelige oppgaven, f eks når ressurskrevende kunnskapsbasert atferd utløses på taktisk eller operasjonelt nivå , eller når ferdighetsbasert atferd utløses på strategisk eller taktisk nivå (Pettersson, Harms & Helmers, 1992). Eksempler på slike nivåforskyvninger er:

- førere som resonnerer seg fram til betydningen av et signal, for eksempel sirenen på en utrykningsbil i stedet for øyeblikkelig å la bilen slippe fram.
- førere som leter seg fram til sitt nye arbeidssted, men som automatisk ender opp på det gamle.

## **4 Førernes informasjonsbearbeiding, trafikksikkerhet og tiltaksområder**

I dybdeundersøkelser av trafikkulykker forsøker en å finne årsakene til at den enkelte ulykke skjedde. En av de mest omfattende av slike undersøkelser (Treat m.fl., 1979) viste at ca 70% av ulykkene skyldtes førerne, ca 15% forhold ved veg og vegmiljø og knapt 5% forhold ved kjøretøyene. En mer detaljert analyse viste at vel 40% skyldtes feiloppfatninger (recognition errors), nesten 30% skyldtes beslutningsfeil (decision errors) og ca 7% skyldtes handlingsfeil (performance errors). Andre undersøkelser av denne typen kommer til liknende resultater (Karttunen og Häkkinen, 1986). Slike undersøkelser viser at klart de fleste trafikkulykker har sammenheng med feilhandlinger som førerne gjør og at årsaken til disse feilhandlingene i liten grad ligger i dårlig teknisk kjøreferdighet men i hovedsak er knyttet til mangelfullt informasjonsmottak (recognition errors) og mangelfull eller feilaktig bearbeiding av informasjon (decision errors).

Resultatene må imidlertid tolkes ut fra de forutsetningene som er gjort i undersøkelsene. Førerne regnes som aktører i et gitt system som består av veg og vegmiljø, eget kjøretøy og andre trafikanter, og det forventes at føreren skal tilpasse seg dette systemet. Skylden for en ulykke tilskrives veg og vegmiljøet eller kjøretøyet bare hvis det forekommer alvorlige feil eller upåregnelige svikt i disse elementene i systemet. Slike feil eller svikt forekommer antakelig sjelden. I størstedelen av ulykkene vil derfor årsaken til ulykkene være knyttet til at føreren ikke har tilpasset seg systemet godt nok. Treat m.fl. (1979) fremhever imidlertid at dette ikke betyr at de mest effektive tiltakene ligger i å gjøre noe med førerne. Det kan i mange tilfeller være mer hensiktsmessig å rette tiltak mot veg og vegmiljø eller kjøretøyene.

Dette leder til den velkjente men fremdeles gyldige påstanden om at en må gjøre noe både med førerne og med systemet slik at de passer til hverandre. Arbeidet med en slik gjensidig tilpasning har pågått helt siden bilene kom til landet og er egentlig kommet svært langt. Opplæring og trening av førerne for å håndtere bilen og ferdes i trafikken er blitt bedre. Utformingen av vegene og bilene og reguleringen av trafikken er blitt riktigere sett fra førernes side. Resultatet er en tendens til reduksjon av ulykkesrisikoen og det til tross for at en stadig større del av befolkningen kjører, farten er blitt høyere og tettheten av trafikken større. Men fremdeles skjer det ulykker så det er fortsatt behov for mer gjensidig tilpasning. Disse tilpasningene blir imidlertid stadig vanskeligere å få til. De åpenbare mistilpasningene er kjente og i stor grad rettet på. Den videre tilpasning vil kreve god kunnskap om hvor mistilpasningene ligger og utgangspunktet i dette arbeidet må være førerne og egenskapene som førerne har. Dette betyr at arbeidet i stor grad må baseres på kunnskap om føreren som informasjonsmottaker og – bearbeider.

Førernes informasjonsbearbeiding, beslutninger og atferd er behandlet nokså teoretisk og generelt i dette notatet. Ut fra det som er gjennomgått i notatet er det derfor vanskelig å peke på spesifikke tiltak som kan redusere feilhandlingene. Forslag om hva som kan gjøres må av den grunn bli av mer generell karakter.

Gjennomgangen av litteraturen har vist at det kan skje feil i informasjonsbearbeidingen av mange forskjellige årsaker. Enkelte av årsakene synes særlig relevant for førernes situasjon. En av disse er kapasitetsbegrensningene som ligger i den kontrollerte bearbeidingen av informasjon. Selv om førerne med erfaring vil få et stort repertoar av automatisert informasjonsbearbeiding og atferd, vil de stadig komme i nye og mer eller mindre ukjente situasjoner som krever kontrollert og bevisst bearbeiding av informasjon. På grunn av farten førerne beveger seg med vil stimuli og budskap fra omgivelsene bli trengt sammen i tid og tiden mellom relevante stimuli/budskap og handling vil også bli kort. Dette vil stille store krav til bearbeidingskapasiteten og i noen tilfeller vil kravene kunne være for store. Flere forhold kan virke inn på hvor belastende mottak og bearbeiding av informasjon vil være.

- *Kvalitet på og omfang av kunnskap.* Mangelfull og usikker kunnskap kan føre til at førerne i større eller mindre grad må resonnerer seg fram til hva stimuli eller budskap betyr og hvilke handlinger som bør utføres. Dette vil kreve tid og også legge beslag på en stor del av bearbeidingskapasiteten. Med god og sikker kunnskap kan førerne på en måte hente fram ferdige program for tolkning av stimuli/budskap og slipper omfattende bearbeiding.

I siste instans dreier bilkjøring seg om å handle (observere på riktig sted og til riktig tid, gi signaler, tilpasse fart og plassering), dvs spatial informasjonsbearbeiding og bruk av spatial kunnskap. Kunnskap som bare er verbal må derfor bearbeides videre før den kan omsettes i handling. En fører som ser for seg eller gjenkaller en bestemmelse i skiltforskriftene når han treffer på et skilt, må bruke ressurser til å omsette denne kunnskapen til riktig handling i situasjonen. Myndighetene bruker førerprøven til å kontrollere kunnskapen til nye førere. I den praktiske prøven må førerkandidatene vise kunnskapen i handling, de må ta kunnskapen forbi det verbale stadiet og vise hva den betyr i faktisk handling i ulike situasjoner. I den teoretiske delen av prøven foregår prøvingen i hovedsak på det verbale planet. Det kan bety at kandidater som presterer tilfredsstillende på teoriprøven kan ha problemer i trafikken når kunnskapen skal praktiseres. I teoriprøven blir kandidatene noen ganger presentert for tegninger av trafikale situasjoner og bedt om angi for eksempel hva som er riktig handling. Slike spørsmål har islett av prøving av spatial kunnskap fordi kunnskapen må sees i forhold til en situasjon. Prøvingen kan antakelig komme enda nærmere av å teste spatial kunnskap om en i stedet for tegninger brukte levende bilder (for eksempel videoopptak av trafikale situasjoner) og ba kandidatene vise riktig handling i disse situasjonene. Det er grunn til å tro at slike prøver ville være mer valide enn de teoriprøvene en har i dag.

På samme måte skulle en tro at det er bedre å gi informasjon om nye trafikkregler, skilt eller reguleringer gjennom levende bilder på fjernsynet enn gjennom brosjyrer eller presentasjoner i aviser.

- *Chunking.* Gjennom chunking kan informasjonsenheter slås sammen til en mer omfattende enhet. Det gjør at mengden informasjonsenheter som skal bearbeides blir mindre, og presset på informasjonsbearbeidingen redusert. Med økende erfaring vil det automatisk foregå chunking. En bør imidlertid vurdere muligheten for å skynde på denne prosessen og da først og fremst i føreropplæringen. Trafikklærere får i sin utdanning, kjennskap til chunking, men det er usikkert om denne kunnskapen er god og dyp nok til at kjørelererne greier å utnytte den i opplæringen. For å fremme chunking hos elevene er det nødvendig at læreren har en forståelse av hvilke typer informasjon som kan knyttes sammen i situasjonene som oppstår og i hvilken grad eleven er moden for å se disse informasjonsbitene i sammenheng. En god og bevisst forståelse av hva chunking er, hva som fremmer chunking og nytten av chunking blant de som driver føreropplæring, kan føre til at føreropplæringen i større grad fremmer fornuftig chunking hos elevene. Dette kan redusere bearbeidingsbelastningen, og særlig blant ferske førere.
- *Utformingen av myndighetenes informasjonsgiving langs vegene.* Skiltnormalene legger vekt på at skilt skal plasseres slik at de er synlig og ikke virker estetisk skjemmende. Førernes behov for å bearbeide meldingene som skiltene gir nevnes ikke. Det er imidlertid anvisninger for hvor mange skilt som kan plasseres på samme stolpe, hvor nært hverandre skilt kan stå og minimumsavstand fra skilt til situasjonen skiltet gir melding om. Disse anvisningene vil redusere førernes bearbeidingsbelastning, men de utelukker ikke tilfeller der belastningen vil bli for stor. Når det kan settes opp et par skilt med underskilt på en stolpe og tidsavstanden mellom stolper med skilt kan være 2-3 sekunder, er det fare for at førerne ikke greier å få med seg alle meldingene eller ikke greier å bearbeide meldingene tilfredsstillende. Et annet forhold som en bør ta hensyn til, er at førerne må ta imot og bearbeide mye annen informasjon enn den myndighetene gir gjennom skilt og oppmerking. Ved oppsetting av skilt er det derfor nødvendig å se på den totale informasjonsbelastningen førerne utsettes for der skiltet sees, ikke bare den belastningen som myndighetenes budskap gir.
- *Utforming av vegsystemet.* Gjennom utformingen av vegsystemet kan en påvirke mengden informasjon som førerne må bearbeide innen korte tidsrom. Uheldig utforming kan gi overbelastning av bearbeidingskapasiteten. Plassering av gangfelt i eller nær situasjoner der den motoriserte trafikken er kompleks, kan lett føre til bortfall av informasjon eller utilstrekkelig bearbeiding. Som for plassering av skilt bør en se nærmere på utformingen av vegsystemet med tanke på den totale informasjonsbelastningen som situasjonen gir.

En annen årsak til feilhandlinger, og som er relevant i trafikksituasjoner, er knyttet til automatisert bearbeiding og automatisert atferd. Som tidligere nevnt er automatisering uunngåelig og helt nødvendig for at en fører skal kunne ferdes på en effektiv måte i trafikken. Det er imidlertid farer knyttet til automatiseringen. Automatisert atferd blir utløst av begrensede sett av sansedata i sensorisk hukommelse. Hvis disse settene med sansedata noen ganger forekommer i andre situasjoner enn der de vanligvis finnes, kan de utløse atferd som passer dårlig i situasjonen. Automatiske handlinger kan utløses raskt. Selv om føreren også foretar en kontrollert bearbeiding av informasjonen i situasjonen, kan det likevel hende at han ikke rekker å stoppe den automatisk utløste handlingen før det er for sent (Stroop-effekten).

En kan si at det er ønskelig med automatisert informasjonsbearbeiding og atferd, men ikke for alle typer atferd og i alle situasjoner på samme måte som det er ønskelig med kontrollert informasjonsbearbeiding og atferd som er et resultat av slik bearbeiding, men ikke for all atferd og i alle situasjoner. Hvis all atferd i alle situasjoner var automatisert ville en få mange tilfeller der atferden var utløst i gal situasjon. Hvis all atferd var et resultat av kontrollert bearbeiding ville førerne enten være mentalt overbelastet det meste av tiden eller trafikkavviklingen ville bli svært dårlig fordi førerne måtte kjøre svært langsomt for å unngå overbelastning.

Det er åpenbart behov for både automatisert atferd og atferd som er et resultat av kontrollert informasjonsbearbeiding. Problemet ligger i å avgjøre for hvilke typer atferd og i hvilke situasjoner det er mest hensiktsmessig med automatisert atferd blant førerne og når det er mest hensiktsmessig med kontrollert bearbeiding.

Når samme handling utføres gjentatte ganger under samme betingelser vil handlingen etter hvert bli automatisert. Utføres handlinger under ulike og varierende betingelser vil informasjonsbearbeidingen forbli kontrollert. Hvis alle kryss var utformet og regulert på samme måte vil det fremme automatisering av informasjonsbearbeidingen og atferden i kryssene. Hvis derimot alle kryss var ulikt utformet og regulert ville dette motvirke automatisering slik at informasjonsbearbeidingen forble kontrollert. Vegmyndighetene har derfor mulighet til å påvirke graden av automatisering i ulike situasjoner i trafikken.

## 5 Referanser

- Avant, L.L., Thieman, A.A., Brewer, K.A. & Woodman, W.F.:  
On the earliest perceptual operations of detecting and recognizing traffic signs. I  
Gale, A.G., & al.(Eds): Vision in Vehicles, Elsevier, Amsterdam, 1988
- Buttigieg, M.A. & Sanderson, P.M.:  
Emergent Features in visual display design for two types of failure detection tasks.  
Human Factors, 1991,33 (6)
- Cleeremans, A.:  
Mechanisms of Implicit Learning. Connectionist Models of Sequence Processing.  
The MIT Press, Cambridge, 1993
- Cohen, J.D., Dunbar, K. & McClelland, J. L.:  
On the control of automatic processes: A parallel distributed processing account of  
the Stroop effect. Psychological Review, 1990, 97, 3
- Cowan, N.:  
Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual  
constraints within the human information-processing system. Psychological Bulletin,  
1988,104,(2)
- Dudek, C.L., Huchinson, R.D., Williams, R.D. & Koppa, R.J.:  
Human factors requirements of dynamic visual and auditory displays for metropolitan  
traffic management. Vol.2: Dynamic Visual Displays, Texas Transportation Institute.  
Rep. No. FHWA-RD-81/040, 1981
- Englund, A., Jarleryd, B., Lindkvist, O. & Pettersson, H.:  
TRK:s haverikommissjon. Redogörelse för en försöksverksamhet. TRK Rapport nr 1,  
Stockholm, 1978
- Enns, J. T. & Rensink, R. A.:  
Preattentive recovery of three-dimensional orientation from line drawings.  
Psychological Review, 1991, 98, 3
- Fisk, A.D., Lee, M.D. & Rogers, W. A.:  
Recombination of automatic processing components: The effects of transfer, reversal  
and conflict situations. Human Factors, 1991, 33, 3
- Glad, A.K., Midtland, K & Muskaug, R.:  
Tilpasning av veg og vegmiljø til førernes egenskaper. Arbeidsdokument av 3.9.87,  
Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1987
- Goeller, B.F.:  
Modelling the traffic-safety system. Accident Analysis & Prevention, 1969(1)167-  
204

- Jacoby, L.L., Ste-Marie, D. & Toth, J.P.:  
Varieties of consciousness and levels of awareness in memory. I Baddeley, A. & Weiskrantz, L. (Eds): *Attention: Selection, Awareness and Control*. Clarendon Press, Oxford, 1993
- Kantowitz, B.H. & Sorkin, R.D.:  
*Human Factors, Understanding People-System Relationships*. John Wiley & Sons, N.Y. 1983
- Karttunen, R. & Häkkinen, S.  
Road accident investigation teams in Finland. Helsinki, Helsinki University of Technology, 1986
- King, G.F.: & Lunenfeld, H.:  
Development of information requirements and transmission techniques for highway users. National Cooperative Highway research Program Report 123 (18-21)(174). Highway Research Board, Washington DC, 1971
- Klatzky, R.L.:  
*Memory and Awareness. An Information-Processing Perspective*. W.H.Freeman & Company, N.Y. 1984
- Lambert, A.J. & Sumich, A.L.:  
Spatial orienting without awareness: A semantically based implicit learning effect. *The quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1996, 49A, 2
- Lewicki, P., Czyzewska, M. & Hoffman, H.:  
Unconscious acquisition of complex procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology, Learning, Memory and Cognition*, 1987, 13, 4
- Lewicki, P., Hill, T. & Czyzewska, M.:  
Indirect inferences in encoding. *Journal of Experimental Psychology, General*, 1996, 123, 3
- Lewicki, P., Hill, T. & Czyzewska, M.:  
Nonconscious indirect inferences in encoding. *Journal of Experimental Psychology: General* 1994, Vol. 123, No. 3, 257-263
- Macdonald, W. & Hoffmann, E.R.:  
Drivers' awareness of traffic sign information. *Ergonomics*, 1991, 34, 5
- Marcel, A.J.:  
Conscious and unconscious perception: An approach to the relations between phenomenal experience and perceptual processes. *Cognitive Psychology*, 15, 1983
- McClelland, J.L., Rumelhart, D.E. & Hinton, G. E.:  
The appeal of parallel distributed processing. I Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. & The PDP Research Group: *Parallel Distributed Processing. Explorations in The Microstructure of Cognition. Vol. 1. Foundations*. The Massachusetts Institute of Technology, 1986
- Michon, J.A.:  
A critical view of driver behaviour models: What do we know, what should we do? in Evans, L. & Schwing, R.C. (Eds): *Human Behaviour and Traffic Safety*. New York Plenum, 1985

- Midtland, K.:  
A Cognitive theoretical framework for investigating the presentation of information to drivers. Drive-2 project V 2008 HARDIE, Deliverable No.10, Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1993
- Midtland, K.:  
The information processing of drivers. Working Paper TST/0164/89, Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1989
- Miller, G.A.:  
The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, vol. 63,2, 1956
- Navon, D. & Gopher, D.:  
On the economy of the human-processing system. *Psychological Review*, 1979, (86) 3
- Navon, D.:  
Forrest before trees. *Cognitive Psychology*, 1977 (1)
- Nelson, D.L., Schreiber, T.A. & McEvoy, C. L.:  
Processing implicit and explicit representations. *Psychological Review*, 1992, 99, 2
- Norman, D., & Bobrow, D.:  
On data limited and resource limited processing. *Journal of Cognitive Psychology*, 1975, 7, 44-60
- Näätänen, R.:  
The role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials and other brain measures of cognitive function. *Behavioral and Brain Sciences*, 1990,13
- Patterson, R.D.:  
Auditory warning sounds in the work environment. I Broadbent, D.E., Reason, J & Baddeley, A.(Eds): *Human Factors in Hazardious Situations*. Clarendon Press, Oxford, 1990
- Pettersson, H.P., Harms, L & Helmers, G.:  
Trafikantbeteende och vägmiljöegenskaper, en begreplig referensram. VTI Rapport 370, 1992
- Posner, M.I. & Snyder, C.R.R.:  
Attention and cognitive control. I Solso, R.L.,(Ed): *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium*. Hillsdale, N.J. Erlbaum, 1975
- Reynolds, A.G. & Flagg, P.W.:  
*Cognitive Psychology*. Little, Brown and Company, Boston, 1983
- Rorhbaugh, J., W.:  
The orienting reflex: Performance and central nervous system manifestations. In: Parasuraman, R. & Davies, D.R. (Eds): *Varieties of Attention*. Academic Press, London, 1984
- Rumelhart, D.E., Hinton, G.E. & McClelland, J.L.:  
A general framework for parallel distributed processing. I Rumelhart, D.E., McClelland, J.L. & The PDP Research Group: *Parallel Distributed Processing. Explorations in the Microstructure of Cognition. Vol. 1. Foundations*. The Massachusetts Institute of Technology, 1986



- Schneider, W. & Shiffrin, R.M.:  
Controlled and automatic human information processing: I Detection, search and attention. *Psychological Review*, 84,1,1977
- Schneider, W., Shiffrin, R.M. & Dumais, S.T.:  
Automatic and control processing and attention. I Parasuraman, R. & Davies, D.R. (Eds): *Varieties of Attention*. Academic Press, London, 1984
- Shiffrin, R.M & Atkinson, R. C.: Storage and retrieval in long-term memory. *Psychological Review*, 56, 1969
- Shiffrin, R.M. & Schneider, W.  
Controlled and automatic human information processing: II: Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84,1,1977
- Svartdal, F. & Overskeid, G.:  
Automatisering, læring og emosjonell aktivering: Ubevisste prosesser i dagliglivet. I Overskeid, G & Svartdal, F.: *Det ubevisste i moderne vitenskap*. Ad Notam/Gyldendal, Oslo, 1997
- Treat, J.R, Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D, Hume, R.D., Mayer, R.L., Stansifer, R.L. & Castellan, N.J.  
Tri-level study of the causes of traffic accidents: Final report. Vol. I: Casual factor tabulations and assessments. Washington, U.S. Department of transportation, 1979
- Tulving, E.:  
Consciousness and levels of awareness. I Baddeley, A. & Weiskrantz, L. (Eds): *Attention: Selection, Awareness and Control*. Clarendon Press, Oxford, 1993
- van der Mohlen, H.H. & Bötticher, A.M.T.:  
A hierarchical risk model for traffic participants. *Ergonomics*, 1988,31(4) 537-570
- Whitaker, L.:  
Drivers' unconscious errors in the processing of traffic signs *Transportation Research Record* 1027, Washington D.C. 1985
- Wickens, C.D. & Liu, Y.:  
Codes and modalities in multiple resources: A success and a qualification. *Human Factors*, 30 (599-616) 1988
- Wickens, C.D.:  
*Attention. I: Hancock, P.A.: Human Factor Psychology*. Elsevier Science Publishers B.V. (North Holland), 1987
- Wickens, C.D.:  
*Engineering Psychology and Human Performance*. Charles Merrill Publishing Company, London, 1984 (b)
- Wickens, C.D.:  
Processing resources in attention. I Parasuraman, R. & Davies, D.R. (Eds): *Varieties of Attention*. Academic Press, London, 1984 (a)