



SINTEF Teknologiledelse
Sikkerhet og pålitelighet

Postadresse: 7465 Trondheim
Besøksadresse: S P Andersens veg 5
Telefon: 73 59 27 56
Telefaks: 73 59 28 96

Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

SINTEF RAPPORT

TITTEL

Fanget i etterpåklokskapens klamme grep

FORFATTER(E)

Ragnar Rosness

OPPDRAGSGIVER(E)

Norges forskningsråd

RAPPORTNR. STF38 A01424	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF. Håkon Finne	
GRADER. DENNE SIDE Åpen	ISBN 82-14-01684-3	PROSJEKTNR. 384400	ANTALL SIDER OG BILAG 7
ELEKTRONISK ARKIVKODE S:\3840\PRO\384400\WP 2 Resilient org\KNUS 2001\RAPPORT Etterpåklokskap.doc		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Jan Hovden	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Ranveig Kviseth Tinmannsvik
ARKIVKODE	DATO 2001-09-19	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Lars Bodsberg, forskningssjef	

SAMMENDRAG

Evner økonomer og beslutningstakere å ta høyde for usikkerhet og verdien av fleksibilitet når de fatter beslutninger? Svakheter ved anerkjente metoder innen operasjonsanalyse sammen med kjente psykologiske og organisatoriske mekanismer kan føre til beslutninger som verken er økonomisk optimale eller ivaretar sikkerheten.

Rapporten bygger på et innlegg på KNUS-konferansen, Trondheim 6 - 7 september 2001.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Organisasjon	Organization
GRUPPE 2	Risiko	Risk
EGENVALGTE	Usikkerhet	Uncertainty
	Optimering	Optimization

INNHALDSFORTEGNELSE

1	Ubehagelige overraskelser i spenningsfeltet mellom effektivitet og usikkerhet	3
2	Fleksibilitet får verdi i en usikker verden	3
3	Lenge leve skråsikkerheten!	4
4	Av andres bitre erfaringer lærer vi – etterpåklokskap.....	4
5	Informasjon om usikkerhet fordunster i organisatoriske beslutningsprosesser	4
6	Høye diskonteringsrater devaluerer verdien av fleksibilitet	5
7	”What-if”-analyser fanger ikke verdien av fleksibilitet.....	5
8	Rolls Royce-løsningen: Stokastisk modellering	6
9	Ingeniører gjør det med sikkerhetsfaktorer – til det smeller	6
10	Trønder-løsningen: Flere tanker i hodet samtidig	7
11	Takk!	7

1 Ubehagelige overraskelser i spenningsfeltet mellom effektivitet og usikkerhet

I en åpen markedsøkonomi er effektiv utnyttelse av ressurser et spørsmål om liv og død for mange organisasjoner. Samtidig må de være innovative og eksperimenterende, de må balansere på kanten av sin egen uvitenhet for å komme konkurrentene i forkjøpet med nye løsninger. Eksperimenter skaper overraskelser. Ofte blir overraskelsene ekstra ubehagelige fordi buffere og sikkerhetsmarginer er rasjonalisert bort i jakten på tidsbesparelser og kostnadskutt. La oss illustrere dette med tre eksempler:

Eksempel 1: Dårlige nyheter om eksplosjonslaster

På norske oljeplattformer gir faren for eksplosjoner i prosess- og brønnhodeområdet et stort bidrag til den samlede dødsrisikoen. For tidlige generasjoner av produksjonsplattformer manglet vi gode empiriske data om hvilke laster slike eksplosjoner påførte omgivelsene. Som erstatning brukte vi matematiske modeller som støtte for konstruksjon og risikovurderinger. For noen år siden ble det gjennomført eksplosjonsstudier som viste at disse modellene var altfor optimistiske. Når risikoanalysene ble oppdatert med nye data for eksplosjonslaster, viste det seg at flere installasjoner ikke tilfredsstilte selskapenes egne akseptkriterier for risiko.

Eksempel 2: Høy fart på gamle spor

I 1999 introduserte NSB krengetoget Signatur. Hensikten var å kunne kjøre med høyere hastighet på gamle traseer med krappe kurver. For å minimere utfæret masse valgte leverandøren å lage aksler av en høyfast stål kvalitet som ikke var standard for europeiske tog. Samtidig ble sikkerhetsfaktoren for dimensjonering av akslene satt lavere enn f.eks. i flytogene. Vi kjenner alle resultatet. Etter en avsporing i juni 2000 måtte NSB sette ned hastigheten og gjennomføre et kostbart inspeksjonsprogram. Det vil ta minst to år å utvikle nye aksler som tåler belastningene på det norske jernbanenettet.

Eksempel 3: Tåke på Gardermoen

Til slutt en helt dagligdags hendelse, som ikke lenger overrasker noen: Rett som det er, er tåken på Gardermoen så tett at fly ikke kan lande. Forsinkelsene som oppstår, forplanter seg til stadig flere avganger. Dagen forsures for reisende og passasjerer, og både flyselskapene og kundene deres taper penger. Vi kan ikke gjøre så mye med tåken, men det går an å planlegge flyrutene slik at effektene sprer seg minst utover i rutenettet. Eksempelvis kan et selskap som flyr på mange ruter, innrette seg slik at ikke alle flyene må innom Gardermoen i løpet av formiddagen. Dette kan ha sin pris i form av dårligere utnyttelse av flyparken på dager uten problemer. På samme måte kan et jernbaneselskap disponere det rullende materiellet sitt slik at forstyrrelser ett sted på linjenettet forplanter seg minst mulig, mot å akseptere litt dårligere utnyttelse av materiellet på dager uten forstyrrelser.

2 Fleksibilitet får verdi i en usikker verden

De tre eksemplene har én viktig ting til felles. Det blir tatt beslutninger hvor en kan velge å ta høyde for en større eller mindre grad av usikkerhet mot å betale en pris. Når vi modellerer eksplosjoner og mangler empiriske data, kan vi legge inn romslige usikkerhetsintervaller, og vi kan dimensjonere oljeplattformen ut fra et pessimistisk estimat for eksplosjonslaster i stedet for "beste" estimat. Når vi designer togaksler, kan vi ofre noe i pris, hastighet, akselerasjon, eller energibruk mot å oppnå større sikkerhetsmarginer eller unngå en uprøvd stål kvalitet. Når vi lager

ruteplaner, kan vi motvirke at forstyrrelser forplanter seg i rutenettet mot å akseptere at flyparken blir noe dårligere utnyttet på dager uten forstyrrelser. Vi kan med andre ord "kjøpe oss" fleksibilitet ved å fatte beslutninger som kan åpne nye handlingsalternativer en gang i fremtiden når vi vet mer enn i dag.¹ Dette kaller vi robuste beslutninger.

Det eksemplene illustrerer, er at fleksibilitet får verdi i en usikker verden. Jo større usikkerhet, desto større verdi får fleksibiliteten. Da blir spørsmålet: *Hvor gode forutsetninger har enkeltpersoner og organisasjoner for å ta høyde for verdien av fleksibilitet når beslutninger skal fattes? Klarer vi å finne frem til beslutninger som er noenlunde optimale, gitt at vi ikke vet med sikkerhet hvordan fremtiden blir? Eller er vi dømt til å handle som om fremtiden var kjent, og i neste omgang blir ubehagelig overrasket over at fremtiden ikke ble som vi forventet?*

I denne diskusjonen vil vi begrense oss til beslutninger hvor kost-nytte-optimalisering i tradisjonell forstand er hovedpoenget. Vi ser altså bort fra beslutningsprosesser som ikke er tar sikte på å finne optimale løsninger, men snarere på å skape konsensus, sikre rettferdighet, redde skinnen til beslutningstakeren, holde driften av et anlegg gående, eller finne løsninger som er gode nok.

3 Lenge leve skråsikkerheten!

Det er gjort en rekke psykologiske studier hvor personer er bedt om å vurdere eller forutsi en størrelse, og å angi et usikkerhetsintervall for denne vurderingen.² En slik spådom kan f.eks. være at Arbeiderpartiet med 99 % sannsynlighet vil få mellom 18,3 og 36,9 prosent av stemmene ved neste valg. Disse studiene viser at vi alle, bortsett fra en del meteorologer, har en sterk tendens til å undervurdere usikkerheten i egne vurderinger og spådommer. Det er også rapportert resultater som tyder på at vi fortsetter å undervurdere usikkerheten selv om vi er oppmerksomme på denne tendensen og blir instruert om å ta hensyn til den.

Hva betyr dette i forhold til vår evne til å fatte robuste beslutninger? Dersom vi undervurderer usikkerheten i våre egne vurderinger og spådommer, undervurderer vi også behovet for fleksibilitet. Konsekvensen blir at vi fatter lite robuste beslutninger.

4 Av andres bitre erfaringer lærer vi – etterpåklokskap

Hvorfor denne skråsikkerheten? Evner vi ikke å lære noe hver gang vi selv eller andre blir overrasket? Psykologiske studier viser at *etter at* en uventet hendelse har funnet sted, klarer vi ikke å sette oss inn i den situasjonen aktørene befant seg i *før* hendelsen fant sted og utfallet var kjent. Vi overser alle de andre mulige utfallene som kunne ha inntruffet. I stedet for å ta inn over oss usikkerheten aktørene står overfor i forkant av en uventet hendelse, klandrer vi dem for at de ikke på forhånd skjønnte det vi ser så tydelig i ettertid. I stedet for å lære noe om hvor stor usikkerhet vi står ovenfor i beslutningene vi fatter, blir vi etterpåkloke. Igjen blir konsekvensen at vi undervurderer behovet for robuste beslutninger fordi vi lærer oss å undervurdere usikkerhet om fremtiden.

5 Informasjon om usikkerhet fordunster i organisatoriske beslutningsprosesser

Problemet er ikke bare at vi blir fanget av psykologiske mekanismer som leder oss til å undervurdere behovet for fleksibilitet. Organisasjoner har også en fantastisk evne til å filtrere

¹ For en mer inngående diskusjon om robuste beslutninger og fleksibilitet, se Rosenhead, J. (1989): *Robustness analysis: keeping your options open*. I J. Rosenhead (red.): *Robustness analysis for a problematic world*. Chchester, Wiley (193-218).

² Lesere som er interessert i skråsikkerhet og etterpåklokskap, finner sentrale studier i Kahneman, D., Slovic, P. og Tversky, A. (1982): *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press.

informasjon om usikkerhet.³ Det typiske mønsteret er at fagfolk, f.eks. ingeniører, planleggere eller operasjonsanalytikere, analyserer et problem og dokumenterer usikkerheten knyttet til analysen etter beste evne. Så overtas ballen av en beslutningstaker med mye makt og lite tid. Beslutningstakere ønsker normalt å bruke minst mulig tid og energi på å befatte seg med usikkerheten knyttet til beslutningsgrunnlaget. De vil ha et entydig og overbevisende beslutningsgrunnlag som de kan bruke dersom de en gang blir nødt til å forsvare beslutningen sin. Beslutningstakerne forventer at fagfolkene redigerer vekk usikkerheten når de skriver ”executive summary”. På denne måten absorberes usikkerhet i organisatoriske beslutningsprosesser og behovet for fleksibilitet blir usynlig.

6 Høye diskonteringsrater devaluerer verdien av fleksibilitet

Når bedrifter skal analysere mulige investeringer, legger de til grunn at en krone i dag er mer verdt enn en krone om ti år. Dersom jeg investerer 1.000.000 kroner i dag og får igjen 1.000.001 kroner om ti år, er ikke dette lønnsomt, fordi hver krone har mindre verdi om ti år. Diskonteringsraten sier hvor mye mindre ledelsen anser at hver krone verdt ett år inn i fremtiden. Innen oljebransjen har det vært vanlig å operere med svært høye diskonteringsrater. Kanskje er hensikten å signalisere et høyt ambisjonsnivå når det gjelder inntjening, og kanskje har det vært et poeng for oljeselskapene å ”vise” politikerne at skattenivået må ned for at nye utbygginger på norsk sokkel skal bli lønnsomme.

Problemet er imidlertid at overdrevent høye diskonteringsrater forsterker problemet med etterpåklokskap. Robuste beslutninger innebærer at vi investerer i fleksibilitet. En investering i fleksibilitet gir en mulig gevinst en gang i fremtiden. Dersom vi setter diskonteringsraten for høyt, faller verdien av fleksibilitet i kalkylene våre, og vi ledes til å velge en beslutning som er lite robust.

7 ”What-if”-analyser fanger ikke verdien av fleksibilitet

Den oppmerksomme leser begynner nå å spørre hvordan vi kan vri oss løs fra etterpåklokskaps klamme grep. Hva med å søke eksperthjelp? En beslutningsanalytiker må vel kunne hjelpe oss med å identifisere den optimale beslutningen? Det er slett ikke sikkert.⁴ Gode råd er dyre, men dyre råd er ikke alltid gode. Det kan godt tenkes at konsulenten vil gjøre det mange lærebøker i operasjonsanalyse anbefaler, nemlig å gjennomføre en ”What-if”-analyse eller scenario-analyse. Kort fortalt – og litt forenklet – innebærer en slik analyse at vi lager en liste over scenarier – altså mulige fremtider. Så tar vi for oss ett og ett scenario og undersøker hvilken beslutning som ville være optimal i dette scenariet. På den måten bygger vi opp en liste over mulige beslutninger som hver for seg ville være optimale, gitt en bestemt fremtid. Fra denne listen kan vi plukke ut en gjenganger, altså et handlingsalternativ som vil være optimalt i mange ulike scenarier. Hvis vi er mer sofistikerte, kan vi prøve ut flere kandidater fra listen over optimale beslutninger ved hjelp av simulering eller historiske data. På den måten kan vi prøve ut handlingsalternativer som hver for seg er optimale, gitt ett bestemt scenario og velge det som er best når vi tar hensyn til kunnskapen vi har om usikkerheten i beslutningssituasjonen.

En slik metodikk strutter av fremsynthet og analytisk skarpsinn. Likevel er det noe som går galt. Det kan vi vise ved et eksempel. Du skal på KNUS-konferansen i Trondheim i begynnelsen av september. For å slippe å drasse på en stor koffert, tar du bare med deg ett sett

³ Se March, J.G. og Simon, H.A. (1958): *Organizations*. New York: Wiley.

⁴ Dette avsnittet bygger på argumentasjonen til Stein W. Wallace i Hovden, J., Rosness, R. og Wallace, S.W.: Exploring beliefs in modelling decision-making: optimising and cost-cutting versus risk and vulnerability. *5th International Conference on Technology, Policy and Innovation. Delft 2001 ”Critical Infrastructures”*. Den Haag, 27-29 juni 2001, og på diskusjoner med Stein W. Wallace. Se også Wallace, S.W. (2000): Decision making under uncertainty: Is sensitivity analysis of any use? *Operations Research*, 48, 20-25.

klær. Hva slags klær skal du velge? Alle som kjenner været i Trøndelag og treffsikkerheten til langtidvarslerne, vet at dette er en beslutning under usikkerhet. Derfor gjennomfører du en scenario-analyse. Som vist i tabellen, setter du opp en rekke mulige scenarier – fra strålende solskinn til snø og hagl. Deretter identifiserer du en optimal beslutning for hvert scenario. Etter et raskt blikk på listen over optimale beslutninger finner du ut at slips er den sterkeste kandidaten, siden dette er det eneste alternativet som er optimalt med 40% sannsynlighet. Følgelig reiser du til Trondheim i slips, tilbringer konferansedagene i hotellbaren, og går glipp av hvert eneste foredrag. På gaten utenfor går folk rundt i allværsjakker – også kalt trønderbunader – og klarer seg aldeles utmerket uansett om det er solskinn, lettskyet, vind, eller regn. Og du funderer: Hvorfor sitter jeg her i slips?

Scenario	Sannsynlighet	Optimal beslutning
Opphold, over 25 grader, svak vind	0,05	Badebukse (skulk noen foredrag)
Opphold, 19-24 grader, svak vind	0,1	Shorts
Opphold, under 19 grader, svak vind	0,15	Langbukse, lett jakke
Opphold, sterk vind	0,1	Langbukse, anorakk
Regn, svak vind	0,2	Regntøy
Regn, sterk vind	0,2	Slips (hold deg i baren på hotellet)
Hagl	0,1	Slips (hold deg i baren på hotellet)
Sludd	0,05	Slips (hold deg i baren på hotellet)
Snø	0,05	Slips (hold deg i baren på hotellet)

Hva gikk galt i denne analysen? Poenget er at vi er fanget av etterpåklokskap enda en gang. Det skjer i det vi setter opp listen over optimale beslutninger. Hver enkelt beslutning på denne listen er optimal for ett bestemt scenario, og *ikke* for en usikker fremtid. Hver gang vi identifiserer en optimal beslutning, tenker vi *som om vi allerede vet hvordan været blir – vi simulerer etterpåklokskap*. Når du tenker som om du allerede vet hvordan været blir, er det ikke lenger noe poeng i allværsjakke.

8 Rolls Royce-løsningen: Stokastisk modellering

For ikke å få samtlige operasjonsanalytikere på nakken, skynder jeg meg å tilføye at det finnes en liten skare heroiske matematikere som tar problemet etterpåklokskap meget alvorlig. De formulerer rigorøse stokastiske modeller av beslutningssituasjonene vi snakker om. Selv om modellene forenkler virkeligheten, blir de ofte så kompliserte at det er et eget forskningsprosjekt å finne ut hvordan du skal få en datamaskin til å finne løsningen uten å stå og regne i flere tusen år. Det finnes også standardmetoder som unngår å snuble i etterpåklokskap, for eksempel beslutningstrær. Verdien av fleksibilitet er systematisk behandlet i disiplinen opsjonsteori.

9 Ingeniører gjør det med sikkerhetsfaktorer – til det smeller

I rutinemessig ingeniørarbeid er det ikke tid til å utvikle kompliserte stokastiske modeller. Likevel må ingeniøren ta høyde for mange typer usikkerhet. Modellene som ligger til grunn for beregninger kan representere grove forenklinger, data fra håndbøker kan være villedende, råvarekvalitet og tilvirkningsprosesser kan være mer eller mindre ute av kontroll, og konstruksjoner kan bli utsatt for uventede belastninger. Den vanlige løsningen på dette problemet er å legge inn en sikkerhetsfaktor. Vanligvis gir dette et resultat som ikke er optimalt, men som er godt nok – de fleste bygninger står til de blir revet. Imidlertid fører kravet om optimal ressursutnyttelse ofte til at sikkerhetsfaktorer reduseres over tid, etterhvert som en vinner erfaring med en type konstruksjon. Baksiden av medaljer er ulykkene som inntreffer når

sikkerhetsmarginene blir kuttet for mye. Ingeniørkunstens historie er fylt med eksempler på denne typen læring ved prøving og feiling.⁵

10 Trønder-løsningen: Flere tanker i hodet samtidig

La oss gå tilbake til eksemplet med påkledning under KNUS-konferansen. Du sitter i hotellbaren – med slips og rød nese – og ser ut gjennom vinduet på alle trønderne som sprader i allværsjakker. Du har hørt Marvin Wiseth påstå at IQ'en per kvadratkilometer er høyere i Trondheim enn i noen annen norsk by. Og du funderer: Er det virkelig slik at alle trønderer er eksperter i stokastisk modellering? Forklaringen er vel snarere at de har klart å holde flere tanker i hodet samtidig: "I dag vet jeg ikke om det blir opphold eller regn eller vind. Da må jeg velge et plagg som er brukbart uansett. Og så får det ikke hjelpe om trønderbunaden er litt klammere enn godværsjakken og anorakken og litt tyngre enn regnjakken." Prinsippet om å ha to eller flere scenarier i hodet samtidig når du søker etter løsninger, er faktisk et brukbart første skritt for å rive seg løs fra etterpåklokskapens klamme grep.

11 Takk!

Idegrunnet for dette innlegget ble utviklet i en tverrfaglig jam-session sammen med Jan Hovden og Stein W. Wallace i forskningsgruppen "Beslutninger under usikkerhet" våren 2001 ved Senter for høyere studier.⁶ Jeg takker Jan og Stein for givende samspill. Jeg vil også takke Senter for høyere studier ved Det Norske Vitenskaps-Akademi for at jeg fikk tilbringe et halvår ved denne oasen for nysgjerrige forskere. Arbeidet var finansiert av prosjektet "Risk and decision: management, understanding and adaptation".

⁵ Mer om dette i Petrosky, H. (1985): *To Engineer is Human. The Role of Failure in Successful Design*. New York: St. Martin's Press.

⁶ For en mer akademisk presentasjon av de samme ideene henviser jeg til: Hovden, J., Rosness, R. og Wallace, S.W.: Exploring beliefs in modelling decision-making: optimising and cost-cutting versus risk and vulnerability. 5th International Conference on Technology, Policy and Innovation. Delft 2001 "Critical Infrastructures". Den Haag, 27-29 juni 2001.