

© Concept-programmet 2007

Concept rapport nr. 18

## Flermålsanalyser i store statlige investeringsprosjekt

*Ingemund Jordanger, Stein Malerud, Harald Minken, Arvid Strand*

*ISSN: 0803-9763 (papirversjon)*

*ISSN: 0804-5585 (nettversjon)*

*ISBN: 978-82-92506-59-2 (papirversjon)*

*ISBN: 978-82-92506-60-8 (nettversjon)*

*Sammendrag:* Hensikten med rapporten er å bidra til en mer systematisk og målrettet analyse av og valg mellom alternativer i store statlige investeringsprosjekter.

Flermålsanalyser benyttes i beslutningsprosesser hvor det er flere mål og kriterier som legges til grunn for beslutningen, og hvor mål og kriterier ofte vil kunne være i konflikt med hverandre. Kjernen i en flermålsanalyse består av å utvikle selve beslutningsmodellen med mål og kriterier, samt å belyse og modellere beslutningstakers preferanser. Flermålsanalysens siktemål er å finne frem til et beslutningsgrunnlag som gjør det mulig for beslutningstakere med ulike ønsker og krav å finne fram til løsninger som er i samsvar med vedkommendes preferanser.

*Dato:* 17.12.2007

*Utgiver: Concept-programmet  
Institutt for bygg, anlegg og transport  
Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet  
Høgskoleringen 7A  
7491 NTNU – Trondheim*

*Tel. 73594640*

*Fax. 73597021*

<http://www.concept.ntnu.no>

Ansvar for rapportene som produseres på oppdrag fra Concept-programmet ligger hos oppdragstaker. Synspunkter og konklusjoner står for forfatterens regning og er ikke nødvendigvis sammenfallende med Concept-programmets syn.

## Forord

En hver beslutningssituasjon innebærer at en må gjøre avveininger mellom ulike hensyn og prioriteringer – og egenskaper ved løsninger. En ønsker gjerne å skaffe så mye relevant informasjon som mulig for å kunne gjøre et fornuftig valg. Mye informasjon gjør imidlertid ikke valgsituasjonen enklere – det gjør den mer kompleks. I slike situasjoner kan flermålsanalyse være et hjelpemiddel. Den tar utgangspunkt i utvalgte egenskaper verdsetter foreliggende informasjon i forhold til disse. Dette er det objektive grunnlaget for valg, som korrigeres ved å vekte egenskapene innbyrdes slik at en får et grunnlag for valg som tar hensyn til bestemte preferanser.

I forbindelse med kvalitetssikringen av store statlige prosjekter i den innledende runden der ulike konsepter identifiseres og evalueres (KS1) kan denne metoden være aktuell. Denne beslutningssituasjonen kjennetegnes ved at en har få meget alternativer men mange vurderingsparametre. Dette tilsier forholdsvis enkle metodiske tilnærminger. Utfordringen blir først og fremst å få til en prosess som sikrer et relevant, tilstrekkelig, men ikke for omfattende vurderingsgrunnlag. En ønsker å få frem det vesentligste som grunnlag for analysen. Valg av metode og riktig bruk av denne, samt hvordan resultatene fremstilles i beslutningsdokumentene vil selvsagt også være viktig.

Dette var utgangspunktet for at Concept-programmet ønsket å se nærmere på hvilke problemstillinger, særlig knyttet til vurdering av prosjektkonsepter som krever en form for flermålsanalyse. En ønsket å få en oversikt over metoder og verktøy innen flermålsanalyse med vekt på bruksområder og erfaringer, datatilgang, og etablert praksis i ulike sektorer, og anskueliggjort disse ved eksempler. På dette grunnlaget ønsket en å få frem anbefalinger med hensyn til metodevalg og bruk av disse i prosjekter underlagt offentlig kvalitetssikring

I denne rapporten presenteres resultatet av delprosjektet *"Flermålsanalyser i store statlige investeringsprosjekt"*. Rapporten er skrevet av Ingemund Jordanger fra Prosjekt- og teknologiledelse AS (PTL), Stein Malerud fra Forsvarets forskningsinstitutt (FFI), Harald Minken og Arvid Strand fra Transportøkonomisk institutt (TØI).

Prosjektet har hatt en referansegruppe bestående av Anne Siri Haugen (Jernbaneverket), Toril Presttun (Statens vegvesen), Pål Mathisen (Fornyings- og administrasjonsdepartementet), Rune Fagerli (Forsvarsdepartementet), Fred

Wenstøp (Bedriftsøkonomisk institutt) og Knut Samset (Concept).

Prosjektet er finansiert gjennom forskningsprogrammet Concept. Dette er et program skal utvikle kunnskap som sikrer bedre ressursutnyttning og effekt av store statlige investeringer. Concept-programmet utføres ved NTNU, Institutt for bygg, anlegg og transport, og finansieres av Finansdepartementet.

Trondheim, januar 2008

Knut Samset

Programansvarlig, Concept-programmet, NTNU

# Innhold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>13</b>
1.1	Prosjektets formål og utfordringer innen prosjektvirksomheten .....	14
1.2	Begreper innen flermålsanalyse .....	15
<b>2</b>	<b>BESLUTNINGSTEORI OG FLERMÅLSANALYSE</b> .....	<b>17</b>
2.1	Generelt om beslutningsteori.....	17
2.2	Flermålsanalyse innen beslutningsteorien.....	22
2.3	Metoder og verktøy for flermålsanalyse .....	26
<b>3</b>	<b>FLERMÅLSANALYSE – ANBEFALT PROSESS</b> .....	<b>28</b>
3.1	Problemanalyse og strukturering.....	29
3.2	Modellutvikling.....	33
3.3	Evaluering av alternativer .....	39
3.4	Sammenveiging/sammenstilling .....	41
3.5	Håndtering av usikkerhet i underlaget for flermålsanalysen .....	42
3.6	Håndtering av kvalitativ og kvantitativ informasjon .....	45
3.7	Aktuelle metoder for flermålsanalyse .....	46
3.8	Valg av metode.....	58
<b>4</b>	<b>PROSJEKTEKSEMPLER</b> .....	<b>61</b>
4.1	Innledning .....	61
4.2	Eksempel 1: Utbyggingsprosjektet til Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design	63

4.3	Eksempel 2: Konsekvensutredningsarbeidet E39 Gartnerløkka – Kleppland.....	71
4.4	Eksempel 3: Norges veterinærhøgskole (NVH) og Veterinærinstituttet (VI) .....	81
4.5	Eksempel 4: E39 Kyststamvegen Boknafjordkryssingen.....	91
4.6	Styrker og svakheter ved dagens praksis .....	96
<b>5</b>	<b>LITTERATUR .....</b>	<b>99</b>
	<b>VEDLEGG I STOKASTISK NYTTETEORI .....</b>	<b>101</b>
	Stokastisk nytteteori.....	101
	<b>VEDLEGG II AVSTEMNINGSTEORI.....</b>	<b>103</b>
	Prioritering av alternativene bare dersom komiteen er tilstrekkelig samkjørt .....	105
	Avklaring av dype synsforskjeller på forhånd.....	105
	Avstemningsregler .....	106
	Snu Arrow på hodet?.....	108
	Kardinale preferanser .....	108
	Konklusjoner.....	109
	<b>VEDLEGG III: ANDRE FLERMÅLSANALYSEMETODER.....</b>	<b>111</b>
	Rangeringsmetoden PROMETHEE .....	111
	Analytic Hierarchy Process (AHP).....	114
	<b>VEDLEGG IV BESKRIVELSE AV NYTTEFUNKSJONSBASERT EVALUERINGSVERKTØY .....</b>	<b>116</b>
	Evalueringsverktøy 1.....	116
	Evalueringsverktøy 2: PRO&CON.....	120

## Tabelloversikt

Tabell 3-1	Evalueringskriterier for ikke-prissatte konsekvenser .....	48
Tabell 3-2	Konsekvensmatrise.....	48
Tabell 3-3	Rangeringen til alternativene på de ulike kriteriene .....	48
Tabell 3-4	Resultater for "Even swap" .....	49
Tabell 3-5	Resultater etter eliminering (K4).....	50
Tabell 3-6	Evalueringskriterier og vekting .....	53
Tabell 3-7	Angivelse av score pr. kriterium og alternativ .....	55
Tabell 4-1	Operasjonalisering av de nytteeffektene som en ikke har funnet det faglig forsvarlig å verdsette i kroner .....	64
Tabell 4-2	Ikke-prissatte konsekvenser; vekting samt alternativenes score .....	66
Tabell 4-3	Tre av alternativene rangert for hvert av de ikke-prissatte kriteriene på ordinal skala på grunnlag av utredernes vurdering av alternativenes score.....	67
Tabell 4-4	Sammenlikning av ytelsene til alternativene F og L for hver av de 14 ikke- prissatte konsekvensene på en skala fra ++++ (svært positive) til ---- (svært negative) konsekvenser.....	72
Tabell 4-5	Vurdering av innfrielse av krav .....	83
Tabell 4-6	Fleksibilitetskriterier og vekting .....	84
Tabell 4-7	Vurdering av fleksibilitet.....	85
Tabell 4-8	Vurdering av konsekvenskategorier.....	86
Tabell 4-9	Vurderinger alternativ 2 - helse.....	87
Tabell 4-10	Vurderinger alternativ 2 - etikk .....	87
Tabell 4-11	Sammenstilling av vurderinger, alternativ 1 og 2 .....	88
Tabell 4-12	Sammenstilling av vurderinger, UiO og NVH.....	88
Tabell 4-13	Sammenstilling av vurderinger, Mattilsynet og UMB .....	89
Tabell 4-14	Alternative konsepter .....	93
Tabell 4-15	Samfunnsøkonomisk tålegrense .....	94
Tabell 4-16	Beregninger av nytte/kostnad .....	94
Tabell 4-17	Vurderinger i forhold til krav .....	95
Tabell 4-18	Vurderinger i forhold til mål .....	95

---

## Figuroversikt

Figur 3-1 Flermålsanalyseprosessen .....	29
Figur 3-2 Målhierarki.....	34
Figur 3-3 Noen eksempler på verdifunksjoner .....	36
Figur 3-4 Lineær nyttefunksjon .....	54
Figur 3-5 Ikke-lineær nyttefunksjon .....	54
Figur 3-6 Verdi for økonomikriteriet, basert på usikkerhetsanalyse.....	56
Figur 3-7 Sammenlikning av avgitt score per kriterium og alternativ .....	57
Figur 4-1 Traseer for utredede alternativer for E39 fra Baneheia/Gartnerløkka til Hannevikdalen .....	74
Figur 4-2 Kartutsnitt prosjektområde.....	91

## Sammendrag

Prosjektet ”Flermålsanalyse av store statlige investeringsprosjekter” er et forskningsprosjekt i Concept-programmet. Prosjektet startet i august 2006 og ble avsluttet i august 2007. Prosjektet er utført av en prosjektgruppe med deltakere fra PTL, FFI og TØI.

Prosjektets mål er å bidra til en mer systematisk og målrettet analyse av og valg mellom alternativer i store statlige investeringsprosjekter. Konteksten er KS1 i Finansdepartementets kvalitetssikringsregime.

Flermålsanalyser benyttes i beslutningsprosesser hvor det er flere mål og kriterier som legges til grunn for beslutningen, og hvor mål og kriterier ofte vil kunne være i konflikt med hverandre. Flermålsanalyse er en prosess som tar sikte på å assistere beslutningstakere som står overfor et problem der ulike verdier er i konflikt. Kjernen i en flermålsanalyse består av å utvikle selve beslutningsmodellen med mål og kriterier, samt å belyse og modellere beslutningstakers preferanser. Metodene som inngår i prosessen skal være teoretisk velfunderte samtidig som de synliggjør hvordan resultatet fremkommer. Flermålsanalysens siktemål er å finne frem til et beslutningsgrunnlag som gjør det mulig for beslutningstakere med ulike ønsker og krav å finne fram til løsninger som er i samsvar med vedkommendes preferanser.

Innledningsvis settes flermålsanalyser inn i en beslutningsteoretisk sammenheng.

Rapporten presenterer en anbefalt evalueringsprosess, med flg. trinn

1. Problemanalyse og strukturering. Her inngår definisjon av forutsetninger og rammebetingelser, identifikasjon av interessenter, etablering av ekspertgruppe, identifisere verdier, mål og evalueringskriterier og definisjon av aktuelle alternativer
2. Modellutvikling. Her inngår etablering av modellstruktur og målhierarki, modellering av preferanser og kalibrering, verifisering og validering av modellen
3. Evaluering av alternativer. Her inngår kvalifisering av alternativer, vurdering av scoren til alternativene på de ulike kriteriene. Hvis mulig eller ønskelig transformeres konsekvenser til nytteverdi



4. Håndtering av usikkerhet. Med utgangspunkt i prosjekteiers risikoholdning og krav til robusthet tar vi hensyn til alternativenes usikkerhetsprofil i evalueringen
5. Sammenveing/sammenstilling. Omfatter sammenfattende evaluering og prioritering. Her inngår også følsomhetsanalyse for å undersøke anbefalingens robusthet, spesielt i forhold til subjektive kriterier og vektorer. Prosessen omfatter til slutt utarbeidelse av dokumentasjon av evalueringsprosessen og –grunnlaget, og endelig anbefaling.

Prosessbeskrivelsen omfatter også vurdering av aktuelle metoder og verktøy. Prosjektets viktigste formål er å gi en veiledning knyttet til valg av metoder og verktøy for flermålsanalyse. Valg av metoder og verktøy vil i praksis være avhengig av prosjektets art og beslutningens kontekst. KS1-regimet gir en del føringer her. *Elementære metoder* er tilfredsstillende hvis formålet er å finne det mest prefererte av aktuelle alternativer. Rapporten presenterer her Even Swap som en praktisk anvendbar metode.

Prosjekter som skal kvalitetssikres i hht. KS1-regimet skal gjennomføre en systematisk alternativanalyse og frembringe en anbefalt løsning. Samfunnsmessig nytte skal utredes for hvert alternativ. I de fleste prosjekter vil kravet om en systematisk alternativanalyse medføre at nytte knyttet til ulike evalueringskriterier må uttrykkes på objektiv og konsistent måte. Her vil det være aktuelt å benytte en nyttefunksjonsbasert metode der lineære eller ikke-lineære funksjoner knyttes til evalueringskriterier og score. Ikke-lineære nyttefunksjoner benyttes hvis linearitet ikke gir en god nok representasjon.

Håndtering av usikkerhet i beslutningsunderlaget kan gjøres ved enten å behandle usikkerhetsnivå som eget kriterium, eller ved å etablere sikkerhetsekvivalenter som tar hensyn til beslutningstakers risikoholdning/-eksponering i porteføljeperspektiv. Sikkerhetsekvivalenter kan som eksempel etableres ved å velge et felles sikkerhetsnivå for kvantifiserte evalueringskriterier så som investeringskostnader, årskostnad eller netto nåverdi.

Prosjektarbeidet har også omfattet å gjennomgå saksbehandling og kvalitetssikring av flere statlige investeringsprosjekter i konseptfasen. Formålet her var dels å få et inntrykk av ”state-of-the-art” innen anvendt flermålsanalyse, og dels å forankre prosjektets innsats i aktuelle problemstillinger og utviklingsbehov. Det er to hovedobservasjoner fra studiene av praksis. For det første: De forhold eller

dimensjoner ved prosjektalternativene som gjøres til gjenstand for analyse med sikte på å kunne sammenlikne alternativene, presiseres i liten grad. Manglende konkretisering av dimensjonene gjør det vanskelig å avgjøre hva slags ytelse det er som er vurdert for den enkelte dimensjonen og for alternativet samlet. For det andre foretas det nesten gjennomgående det som må betegnes som ulovlige regneoperasjoner gitt datas målenivå. Når de ikke prissatte konsekvensene i KS1-sakene er vurdert og ytelse angitt, foretar utrederne regneoperasjoner som om ytelsene skulle være målt på forholdstallsskalaer.

Det refereres til et stort omfang av litteratur innen flermålsanalyse (Multi-Criteria Decision Analysis).

I rapportens vedlegg beskrives øvrig relevant underlag for flermålsanalyser og bruk av verktøy.

---

## Summary

Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) is a discipline aimed at supporting decision makers who are faced with making decision among alternatives. MCDA aims at deriving a way to come to a compromise between conflicting objectives in a transparent process. MCDA normally involves a certain element of subjectivity.

The context of decision making in this report is conceptual phase evaluations in major governmental investment projects. The project objective is to contribute to improvements of the MCDA analysis processes of these projects and hence contribute to fulfilment of the requirements in the Governmental Quality Assurance Regime. According to this the utility of the projects and alternatives have to be addressed either through qualitative assessment or quantitative utility functions.

The primary focus in the report is applied MCDA. The method's relation to decision theory is presented.

The following MCDA process is described:

1. Problem analysis and structuring; Definition of framework and external conditions, identification of stakeholders, establishing an evaluation group, definition of objectives and evaluation criteria, and finally definition of alternatives.
2. Development of evaluation model; Development of model structure, goal hierarchy, modelling of preference functions, calibration, verification and validation of model.
3. Evaluation of alternatives; Qualification of alternatives, evaluation of score for each criterion for each alternative and, finally transformation of score to utility (if utility based method is applied).
4. Evaluation of uncertainty/risk; If significant differences among alternatives, assess risk/uncertainty level, and adjust evaluation according to project owner's portfolio risk profile.
5. Concluding evaluation; Produce final ranking and eventually utility value of each alternative. This step also includes sensitivity analyses to investigate

robustness of ranking, especially related to subjective criteria. Finally, evaluation process and basis for the evaluation is documented to ensure traceability of the whole decision process.

The ordinal and ratio measurement scales and corresponding mathematical restrictions is presented. Use of the ordinal scale is associated with severe restrictions related to allowable mathematical operations.

Uncertainty in the basis for MCDA is briefly discussed. Introduction of utility functions implies availability of a wide range of tools for uncertainty analysis. In some evaluations of alternatives it is appropriate to define level of uncertainty as one of the evaluation criteria.

The report recommends two MCDA methods: Even Swap and a Utility Function based method.

The choice of which method that is most appropriate depends on the problem at hand and may be to some extent depending on which model the decision maker is most familiar with.

An important part of the project has been to identify improvement potentials through the analysis of four relevant real life projects.

The report refers to a wide range of MCDA literature.

# 1 Innledning

Prosjekter i en tidlig fase vil normalt omfatte vurderinger av alternative løsninger for å tilfredsstille fastsatte krav/behov. Hovedfokus i denne rapporten er prosjektbeslutninger i konseptfasen der identifikasjon og definisjon av og valg mellom alternativer står sentralt. Valgsituasjonen er ofte karakterisert av høy grad av kompleksitet og usikkerhet. Ulike verdikriterier må avveies i beslutningen om hvilke alternativer som skal bearbeides videre og til slutt hvilket alternativ som anses som det beste.

Beslutningen er i større eller mindre grad rasjonell i den forstand at den bygger på ulik grad av systematisk vurdering av relevant informasjon. Avveiningene gjøres med eller uten støtte i formell metodikk.

Alternativanalyse står sentralt i kvalitetssikringen av store offentlige investeringsprosjekter, og særlig KS1 der en skal vurdere grunnlaget for beslutning om selve konseptvalget. Dette delprosjektet gjennomføres for å vurdere på hvilken måte systematisk flermålsanalyse kan anvendes i denne forbindelse.

En sentral del i prosjektet er praktiske anvendelser av anbefalte metoder og verktøy for flermålsanalyse. Erfaring tilsier at det mest essensielle i flermålsanalyser er å få til en prosess som sikrer et relevant og tilstrekkelig, men ikke for omfattende vurderingsgrunnlag. Utvikling av teori og avansert metodikk er ikke sentralt i dette prosjektet.

Arbeidsgruppen har forholdt seg bevisst og eksplisitt til problemstillinger som vedrører forholdet mellom beslutningstaker og ekspert, med politikk, strategi og etikk som rammebetingelser..

Forankring på departementsnivå er sikret gjennom deltakelse i referansegruppe og høringsprosesser undervegs. Prosjektet er forankret i virkelighetens prosjektvirksomhet, planprosessene og Finansdepartementets kvalitetssikringsregime.

Anbefalingene som gis har i hovedsak sektorovergripende validitet slik at de kan iverksettes som ledd i kvalitetssikring på tvers av departement.

## 1.1 Prosjektets formål og utfordringer innen prosjektvirksomheten

Prosjektets formål er basert på hypotesen om at det er begrenset rasjonalitet i beslutninger som fattes i prosjekters tidligfase<sup>1</sup>. Implisitt i denne hypotesen er at det antas at det er et stort forbedringspotensial i en mer systematisk analyse som grunnlag for beslutningstaking.

Det refereres her bl.a. til en del observerte problemer innen store statlige investeringsprosjekter (se Berg et al 1999). Disse problemstillingene vurderes fortsatt å være aktuelle innen KS1-regimet:

- Målene (de overordnede) har fortsatt ofte preg av ønsker eller viljeserklæringer som ikke lar seg bryte ned til operative størrelser og praktisk grunnlag for styring.
- En del av de mest visjonære overordnede målene går langt ut over det prosjektet omhandler, eller er avhengig av andre faktorer som prosjektet i svært liten grad kan påvirke.
- Overordnede mål formuleres på operativt nivå, noe som ikke nødvendigvis sikrer at de uttrykker bestillerens (beslutningstakernes) intensjon.
- Målene viser seg ved nærmere analyse å ikke være mål i egentlig forstand, men arbeidsoppgaver. Middelet blir målet.
- Effektmålene formuleres ofte slik at de enten vil være oppfylt uansett, bare det kan registreres en forbedring, eller de formuleres slik at de ikke kan etterprøves før det har gått lang tid etter at prosjektet er ferdig.
- I iveren etter å bli kvantitative blandes resultatmål og omfangsbeskrivelse sammen i for stor grad, noe som gjør oversikten vanskelig og reduserer verdien som styringsgrunnlag.
- Det er ofte for mange mål, og alle lar seg ikke oppfylle samtidig. Det benyttes ingen systematikk eller metodikk for håndtering av mange mål (flermålsanalyse).
- Det er heller ikke alltid gjort noen prioritering mellom målene, men

---

<sup>1</sup> Begrenset rasjonalitet er for øvrig karakteristisk i de fleste beslutningsprosesser

gjennom kvalitetssikringsprosessen tvinges prosjektene til å ta standpunkt til dette.

- Det er ikke alltid klar sammenheng mellom utløsende behov, de formulerte (definerte) målene og den forventede effekten.

Prosjekter i KS1-fase vil gjennomgå beslutningsprosesser der alternativanalyser skal gjennomføres. Alternativene er normalt karakterisert av både kvantitative forhold (økonomi, fremdrift, ...) og kvalitative forhold (miljø, sikkerhet, estetikk, ..). Kvantitative og kvalitative forhold må avveies i beslutningsprosessen for å rangere alternativene og velge det beste. Dette er flermålsanalyse.

En systematisk tilnærming, herunder anvendelse av formelle evalueringmetoder vil gi grunnlag for bedre beslutninger og vil kunne medføre økt samfunnsnytte av statens prosjektportefølje.

## 1.2 Begreper innen flermålsanalyse

Flermålsanalyse defineres generelt som *en hvilken som helst fremgangsmåte som evaluerer en liste med alternativer opp mot et sett med vurderingskriterier, med det formål å kåre en vinner eller rangere alternativene.*

Mål og delmål er det settet med ønskede egenskaper som beslutningsalternativene skal vurderes mot. Det er ofte hensiktsmessig å gruppere mål og delmål i en hierarkisk struktur med mer overordnede, abstrakte mål og delmål på toppen og mer konkrete, målbare kriterier/ direkte kriterier på bunnen. Det vurderes hvordan det enkelte alternativ yter for hvert kriterium. Denne ytelsen betegnes ofte som alternativets score på kriteriet. Scoren fremstilles normalt i en konsekvensmatrise/ beslutningsmatrise hvor radene angir alternativene og kolonnene er kriteriene.

- **Preferanser:** Beslutningstakeren må antas å ha stabile og rasjonelle preferanser. Preferansene kommer til uttrykk ved at han alltid er i stand til å avgjøre hvilket av to alternativer han foretrekker. At preferansene er rasjonelle innebærer blant annet at hvis han foretrekker alternativ A for alternativ B og alternativ B for alternativ C, så må han også foretrekke alternativ A for alternativ C. At preferansene er stabile innebærer at han evner å holde fast ved sine prioriteringer over tid. Dersom det mot formodning skulle virke som om beslutningstakeren ikke har stabile og rasjonelle preferanser, vil årsaken trolig

være at vi som analysatorer ikke har klart å få fram hvilke kriterier han legger til grunn for sine prioriteringer. Dette kan være vår feil (mangler i spesifikasjonen av målhierarkiet), eller det kan være at beslutningstakeren faktisk prioriterer på grunnlag av kriterier som han ikke vil uttrykke åpent i et målhierarki.

- **Mål, delmål:** Vi kan skille mellom overordnede mål, som bør ha en forankring i politiske vedtak, og delmål, som enten utgjør delene som det overordnede målet kan sies å bestå av, eller forutsetningene for at det skal kunne realiseres, eller er virkemidler til å realisere mer overordnede mål. På denne måten kan vi formulere et målhierarki.
- **Evalueringskriterium:** En rasjonell beslutning må tas på grunnlag av de virkninger alternativene har på oppfyllelsen av delmålene, og dermed på de overordnede målene. Vi trenger derfor indikatorer på måloppfyllelse for alle målene. Slike indikatorer kalles i beslutningsteorien for kriterier.
- **Nytte:** Dersom en beslutningstaker foretrekker alternativ A framfor alternativ B, sier vi at for ham har alternativ A høyere nytte enn B. Nytt er altså ingen objektiv egenskap ved alternativene, men et uttrykk (eventuelt et tallmessig uttrykk) for beslutningstakerens preferanser over alternativene. I flermålsanalysesammenheng antar vi oftest at det beslutningstakeren har nytte av, utelukkende er alternativenes konsekvenser slik de er uttrykt ved evalueringskriteriene. I det enkleste tilfellet er beslutningstakerens samlede nytte en vektet sum av den nytte han har av hver av konsekvensene.
- **Måleskalaer:** (ordinal og kardinal) En ordning av alternativer langs en ordinal skala innebærer å tilordne tall til hvert av alternativene på en slik måte at alternativet med det høyeste tall regnes som bedre enn alternativet med det nest-høyeste tall, og så videre til alternativet med det laveste tall, som regnes som dårligst. Alternativt kan en bruke det laveste tallet på det beste alternativet osv. til det høyeste tallet på det dårligste. Ingen aritmetiske regneoperasjoner (pluss, minus, multiplikasjon, divisjon) gir mening med en slik skala. Å gi terningkast til filmer eller bøker er å anvende en ordinal skala – en bok med terningkast 3 kan ikke sies å være halvparten så god som en bok med terningkast 6. Å bruke en kardinal skala, derimot, innebærer at den tallmessige differansen mellom to alternativer gir mening. Å ordne bøkene etter antall sider er å anvende en kardinal skala – en bok på 300 sider har 150 sider mer enn en bok på 150 sider. I dette eksemplet er skalaen ikke bare kardinal, den har også et nullpunkt. Derfor er en bok på 300 sider dobbelt så lang som en bok på 150 sider.



---

## 2 Beslutningsteori og flermålsanalyse

### 2.1 Generelt om beslutningsteori

En vesentlig del av rapporten omfatter beslutningsprosesser og anvendt beslutningsteori. Med en beslutning mener vi et valg mellom gjensidig utelukkende alternativer for løsning av problemet, et utvalg av alternativer som det skal arbeides videre med, eller en rangering av alternativene. En beslutning kan konseptuelt ses på som bestående av de tre elementene alternativer, informasjon om konsekvenser og preferanser. En systematisk beslutningsprosess kan således ses på som en prosess som på bakgrunn av tilgjengelig informasjon om beslutningssituasjonen, aktuelle mål og beslutningskriterier, løsningsalternativer og beslutningstakers preferanser leder frem til en rangering av beslutningsalternativene.

Innen beslutningsteori behandles spesielt preskriptiv beslutningsteori<sup>2</sup>. Formålet med den preskriptive beslutningsteorien er å bidra til å gjøre kompliserte beslutninger mer oversiktlige og rasjonelle. For dette formålet deles beslutningsprosessen i oversiktlige elementer som analyseres hver for seg, før de igjen settes sammen til et beslutningsgrunnlag.

Situasjonen kan være at det finnes en enkelt beslutningstaker som utreder sitt eget beslutningsproblem og treffer den endelige avgjørelsen. Men, i forbindelse med viktige avgjørelser i det offentlige, som avgjørelsen om å sette i gang et forprosjekt for en større offentlig investering, er det mer realistisk å anta at problemet blir utredet av en gruppe, som i regelen vil ha et mandat fra en høyere instans, og som vil ha til oppgave å komme med en anbefaling til den endelige beslutningstakeren (for eksempel regjeringen). Forutsatt at det ikke finnes vesentlige menings- eller interessemotsetninger i gruppa, kan denne situasjonen ofte behandles som om det bare er én beslutningstaker, som skal treffe beslutning om anbefalingen.

Hvis det derimot er dype motsetninger i gruppa, står vi overfor en forhandlingssituasjon snarere enn en beslutningssituasjon. Forhandlinger må

---

<sup>2</sup> Engelsk: *Decision Analysis*, tysk: *Präskriptive Entscheidungstheorie*

analyseres med andre verktøy enn de vi behandler her, for eksempel spillteori.

En mellomting er også tenkelig, nemlig at det riktignok finnes meningsforskjeller – til og med ganske grunnleggende, uløselige forskjeller – men at det i utgangspunktet er gitt en prosedyre for hvordan gruppemedlemmenes syn skal forvandles til en kollektiv beslutning, eller at gruppa selv kommer fram til en slik prosedyre som ledd i utredningen. Dette mellomtilfellet dekkes også av den preskriptive beslutningsteorien, nemlig i den delen av den som handler om beslutninger med flere beslutningstakere.

Selv om gruppa har – eller arbeider seg fram til – en enhetlig oppfatning om hva problemet er, kan det finnes interessenter utafør gruppa med helt andre syn. Disse interessene kan eventuelt innarbeides i gruppas arbeid ved at en kartlegger preferansene til de ulike interessegruppene, og behandler beslutningen som en beslutning med flere beslutningstakere (hvorav noen ikke er representert i gruppa som utreder problemet).

Alle realistiske alternativer forutsettes tatt med i vurderingen. Hva som er realistiske alternativer, avgjøres ikke bare av hvor sannsynlig det er at handlingsalternativet faktisk kan gjøre noe med problemet, men også av de føringer som er gitt. Som nevnt vil også sammenhengen en ser problemet i, kunne være avgjørende for hvilke alternativer en ser for seg. Å utvide denne sammenhengen er en metode for å generere nye alternativer.

En må ta skritt for å sikre at alle alternativene utelukker hverandre gjensidig, slik at ikke noe alternativ kan eller må suppleres med elementer av et annet. Hvis det er tenkelig at flere av alternativene kan realiseres samtidig (helt eller delvis), står vi enten overfor flere helt separate beslutninger, eller vi må omdefinere valget slik at det gjelder alle tenkelige kombinasjoner av de opprinnelige alternativene. Det siste er nødvendig når realiseringen av ett av alternativene vil påvirke konsekvensene av et annet, samtidig realiserbart alternativ.

I regelen bør det være et nullalternativ blant alternativene. Det representerer muligheten for å forkaste alle de definerte handlingsalternativene. Nullalternativet må også være realistisk, dvs. det må inkludere mindre tiltak og tilpasninger som med all sannsynlighet vil være nødvendige dersom ingen av handlingsalternativene realiseres.

## Identifisering av mål

Begrepet mål er flertydig. I god aristotelisk ånd kan vi skille mellom overordnede mål, som ”har sin verdi i seg selv”, og delmål, som enten utgjør delene som det overordnede målet kan sies å bestå av, eller forutsetningene for at det skal kunne realiseres, eller er virkemidler til å realisere mer overordnede mål. På denne måten oppstår det et målhierarki. Det er et helt vesentlig element i beslutningsprosessen å definere dette målhierarkiet.

I samfunnsøkonomiske analyser, som er en spesiell form for preskriptiv beslutningsteori, vil alle goder som individene i samfunnet har nytte av, være å betrakte som mål, men bare de godene som beslutningen kan endre tilgangen på, er relevante i den enkelte analysen. I andre sammenhenger vil man kanskje stille som krav at de målene som skal regnes med, har en eller annen forankring i politiske vedtak. Det synes for eksempel å være tilfelle for konseptvurdering av store statlige investeringer, hvor begrepet samfunnsmessige behov i rammeavtalen mellom Finansdepartementet og kvalitetssikrerne tilsvarer begrepet overordnede mål i vår sammenheng. I denne teksten ser det ut til at et behov først blir samfunnsmessig når det har en politisk forankring. På den andre sida hjemler både rammeavtalen og andre retningslinjer bruk av samfunnsøkonomiske analyser, og dette er i seg selv en politisk beslutning som tilsier at alt som individene regner som goder, er legitime mål i et målhierarki.

De overordnede nasjonale målene på et område kan være formulert politisk ”en gang for alle”, slik at den enkelte utredningen kan ta dem for gitt. Det ser imidlertid ikke ut til at det er tilfelle i Norge. I tillegg kan det være gitt overordnede lokale mål. I Norge vil det være usikkert om, og i hvilken grad, de skal telle med når et alternativ skal anbefales. Noen steder der beslutninger av vår type skal tas ofte og rutinemessig, som på samferdselsområdet i Storbritannia, er det avklart i retningslinjene hva de overordnede nasjonale målene er, og hvordan lokale og prosjektspesifikke mål skal behandles.

En rasjonell beslutning må tas på grunnlag av de virkninger alternativene har på oppfyllelsen av delmålene, og dermed på de overordnede målene. Vi trenger derfor indikatorer på måloppfyllelse for alle målene. Slike indikatorer kalles i den preskriptive beslutningsteorien for kriterier.

Det kan av og til være hensiktsmessig å bruke sammensatte kriterier som direkte måler graden av måloppfyllelse for et overordnet mål. For eksempel er samfunns-

økonomisk analyse et kriterium for det overordnede målet samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

Det kan ofte være vanskelig å finne gode kriterier for alle mål. Snarere enn å akseptere et kriterium som ikke er valid, dvs. som måler noe litt annet enn det som skulle måles, kan det da være hensiktsmessig å ha et skjønnsmessig kriterium, slik som vegvesenet bruker på de ”ikke prissatte virkningene” i sine konsekvensanalyser. Når vi her snakker om konsekvenser av alternativene, vil vi mene utslag på kriteriene.

### **Kartlegging av utvikling; scenario/scenarier**

Våre beslutninger vil ha virkninger i framtida. Det er derfor ikke nok å beskrive nåsituasjonen, selv om det også hører med. Vi må i tillegg beskrive hvordan de ytre omstendighetene vil utvikle seg så langt fram i tid som beslutningen vil ha konsekvenser, eller i det minste så langt det er mulig å se. En slik beskrivelse kaller vi et *scenario*. Med de ytre omstendighetene mener vi forhold som påvirker konsekvensene av beslutningen, men som ikke selv påvirkes av beslutningen. Det kan for eksempel gjelde den demografiske utviklingen, inntektsutviklingen, søkningen til høyere utdanning, det internasjonale trusselbildet, den teknologiske utviklingen m.m. Ofte vil scenariene kunne hentes fra offentlige utredninger.

Et scenario er ikke det samme som fremtidig utvikling gitt nullalternativet. Riktignok følger konsekvensene i nullalternativet umiddelbart av scenariet, men det samme scenariet gjør seg også gjeldende i de andre alternativene. Det er egenskapene ved alternativet i det valgte scenariet, ikke scenariet i seg selv, som gjør forskjellen i konsekvenser mellom alternativene.

### **Konsekvenser, konsekvensmatrise**

Til å finne konsekvensene av alternativene i et gitt scenario vil det i mange tilfeller trenge et modellsystem for hvordan de ulike aktørene som påvirkes av tiltaket, vil reagere og endre sin atferd, og/eller hvordan naturen vil reagere. Det er output fra et slikt modellsystem som skal gi grunnlag for å beregne scoren til alternativene på alle kriteriene. Vi har jo ikke direkte kunnskap om framtida. Utformingen av modellsystemet og utformingen av kriteriene vil måtte avpasses mot hverandre for at dette kravet skal kunne oppfylles.

Når konsekvensene er beregnet, er det hensiktsmessig å sette opp resultatene i en tabell – en konsekvensmatrise – med alternativene som rader og konsekvensene

(det beregnede eller anslåtte utslaget på de ulike kriteriene) som kolonner. En slik konsekvensmatrise er sluttproduktet av den første delen av beslutningsprosessen, analysedelen. Det som gjenstår, er vurderingen av det som står i konsekvensmatrisen, og selve beslutningen.

## **Beslutning, følsomhetsanalyse og etterprøving**

Med beslutningen mener vi her anbefalingen fra utredningsgruppa. Beslutningen kan være av tre typer: Valg av et beste alternativ, valg av en samling alternativer som ansees å være akseptable, eller komplett ordning (rangering) av alternativene.

Beskrivelsen av KS1 i rammeavtalen mellom Finansdepartementet og kvalitets-sikrerne sier at alle alternativene skal rangeres. Det kan imidlertid argumenteres for at det man har behov for i konseptvurderingen er å kunne velge ut en delmengde av alternativene for videre bearbeiding i forprosjektet.

Det bør gjennomføres følsomhetsanalyse med sikte på å undersøke hva som skal til av endringer i gitte parametre for at anbefalingen skal endres. De mest aktuelle parametrene er score og vekter i tilknytning til delnyttfunksjonene og nøkkelparametre som definerer scenariet. Dersom usikkerheten er modellert som flere scenarier med hver sin sannsynlighet, vil også disse sannsynlighetene være kandidater for følsomhetsanalyse.

En beslutning basert på dette opplegget for preskriptiv beslutningsanalyse vil utgjøre et godt grunnlag for en seinere etteranalyse. Formålet med en slik er å finne ut om metodene som er brukt, er gode nok, eller om de må forbedres.

## **Iterative evalueringsprosesser**

Alternativanalysen vil normalt være en iterativ prosess. På alle trinn i evalueringen vil nye erkjennelser kunne medføre at tidligere trinn må vurderes på nytt.

## **Fordeler ved beslutningsanalyser generelt**

Det som oppnås ved å gjennomføre beslutningsprosessen som beskrevet ovenfor, er (basert på Dodgson et al 2000):

- Metodene er åpne og eksplisitte

- Valg av mål og kriterier er åpent for diskusjon og kan endres om gruppa endrer syn undervegs
- Hvis flermålsanalyse brukes: Score og vektorer er også uttrykt eksplisitt og utviklet i tråd med etablerte prinsipper. De kan sammenliknes med andre kilder til informasjon om relative verdier, og korrigeres om nødvendig
- De objektive og subjektive elementene i utredningen er skilt fra hverandre. Analysen av konsekvensene mht. de ulike kriteriene kan derfor settes ut til eksperter på hvert område
- Flermålsanalyse kan danne et godt grunnlag for kommunikasjon, innad i utredningsgruppa og utad
- Hvis flermålsanalyse brukes: Høy grad av etterprøvbarehet

## 2.2 Flermålsanalyse innen beslutningsteorien

En flermålsanalyse er en beslutningsanalyse som anvender en formalisert metode til å omforme vurderinger av egenskaper ved aktuelle alternativer til en rangering av alternativene. Dette står i motsetning til andre beslutningsanalyser som overlater til beslutningstakeren å vurdere alternativene. Beslutningsunderlaget vil i slike situasjoner ikke inneholde en samlet vurdering fra saksbehandlerne.

Flermålsanalyse står også i motsetning til det vi vil kalle avstemningsteori, som er teorien for hvordan man best kommer fram til en kollektiv beslutning om rangering eller utvalg av alternativer, basert på at det finnes mange beslutningstakere som alle er i stand til å sette opp sin egen fullstendige rangering av alternativene. Det som adskiller avstemningsteori fra flermålsanalyse, er at det ikke sies noe eksplisitt om hvordan de individuelle medlemmene av utredningsgruppa anvender opplysningene fra konsekvensmatrisen for å komme fram til sin rangering. I likhet med de som stopper ved konsekvensmatrisen, vil derfor også de som anvender avstemningsteori ha et punkt i sin utredning som ikke kan etterprøves, nemlig de individuelle preferansene til beslutningstakerne.

## Avstemningsregler

I avstemningsteorien studerer vi avstemningsregler som kan brukes når en forsamling eller komité skal prioritere et sett av alternativer eller velge ett av dem. Det forutsettes at hvert medlem av forsamlingen er i stand til å sette opp sin egen prioriteringsliste over alternativene. Men, hvordan skal vi gjennom en avstemning komme fra disse individuelle preferansene til en prioritert liste for forsamlingen som helhet?

Situasjonen kan være et presidentvalg, et kommunestyre som skal ta stilling til mange forslag i samme sak, en ansettelseskommisjon som skal prioritere mellom søkere, TV-tittere som skal kåre vinneren i Melodi Grand Prix eller lignende. Skal for eksempel den som får flest stemmer i første omgang, utropes til president, eller skal de to med flest stemmer gå videre til en annen omgang? Skal kommunestyret sette forslagene opp mot hverandre parvis, og hvilke forslag skal en da begynne med?

Ulike avstemningsregler gir ulike utfall, og i en viss forstand er ingen avstemningsregel perfekt. Alle regler har sine gode og dårlige egenskaper. Teorien studerer hvilke egenskaper en regel bør ha og hvilke egenskaper reglene faktisk har. En forsøker å finne nye regler med gunstige egenskaper. Forskningen på dette feltet er ganske komplisert. Den begynte i opplysningstida, men siste ord er ikke sagt enda!

Se vedlegg II.

Det finnes svært interessante teoretiske innsikter i litteraturen om avstemningsteori (se vedlegg II). Disse innsiktene er også relevante for flermålsanalysen. Det er nemlig mulig å betrakte hvert kriterium som en beslutningstaker som har ordnet alternativene i rekkefølge etter hvor godt de gjør det på dette kriteriet. Nå sier avstemningsteorien at dersom beslutningstakeren har uttrykt sine preferanser slik at de tallmessige forskjellene mellom alternativene har en mening (preferansene er uttrykt "på en kardinal skala"), vil det være mulig å komme fram til en kollektiv rangering av alternativene ved å ta et vektet gjennomsnitt av scoren som individene har gitt til alternativet. Men dersom beslutningstakerne bare har ordnet alternativene i best, nest best osv. ("anvendt en ordinal skala"), slik at de tallmessige forskjellene ikke har mening, vil det ikke være mulig å konstruere en

fullt ut rasjonell kollektiv rangering av alternativene med mindre beslutningstakerne er relativt enige, eller en av dem har alt å si. Dette er Arrows umulighetsteorem, se vedlegg II.

Tilsvarende umulighetsteoremer gjelder også for utvalg av et beste alternativ eller en mindre mengde av akseptable alternativer. I samme grad som kriteriene bare etablerer en ordinal ordning av alternativene, vil det altså være umulig å etablere en framgangsmåte som på fullt ut rasjonell måte omformer konsekvensmatrisen til en kollektiv rangering av alternativene, med mindre de gode alternativene stort sett gjør det bedre enn de dårlige på alle kriterier, eller ett av kriteriene tillegges all vekt. Sett i dette lyset er det flermålsanalysen som ikke er helt åpen og etterprøvbart, fordi den ikke sier klart fra om hvilket rasjonalitetsprinsipp som har måttet vike.

Som eksempel kan nevnes en konsekvensmatrise bestående av to kriterier, samfunnsøkonomisk lønnsomhet og en miljøvirkning som ikke kan uttrykkes i kroner, og som bare har vært gjenstand for skjønnsmessig vurdering. Hvis de samfunnsøkonomisk beste alternativene også er de som jamt over gjør det dårligst på miljøkriteriet, vil et fullt ut rasjonelt valg mellom alternativene trolig ikke la seg etablere.

Flermålsanalyse, slik det er definert her, gir som resultat en fullstendig ordning av alternativene. Derfor står flermålsanalysen også i motsetning til metoder som ikke gir en fullstendig ordning, men bare velger ut en effektiv mengde av alternativer. Den effektive mengden er da de alternativene som en kan arbeide videre med. En slik metode er dataomhyllingsanalyse (DEA). DEA forutsetter at noen av kriteriene kan betraktes som input, andre som output, og atter andre eventuelt som gitte ytre betingelser. DEA kan betraktes som en videreføring av metoder som sorterer ut dominerte alternativer, dvs. alternativer som ikke gjør det bedre enn et annet alternativ på noen kriterier. Svakheten med metoden i vår sammenheng er at den forutsetter at det finnes ganske mange alternativer.

Flermålsanalyse er i seg selv ikke en bestemt metode, men et knippe av ulike metoder. Det som forener dem, er at de søker å etablere, kriterium for kriterium, en funksjon som skal uttrykke beslutningstakerens preferanser over utfall på dette kriteriet (det kalles å score alternativene med hensyn på dette kriteriet), og dernest å etablere vektene som uttrykker kriteriets betydning for beslutningstakeren, og kan brukes til å regne sammen den totale scoren for alternativene.

Flermålsanalysen bruker en terminologi der det skilles mellom nyttefunksjoner og verdifunksjoner. Dersom analysen tar hensyn til at de ytre faktorene kan være



usikre, kalles funksjonene som skal uttrykke preferansene for hvert kriterium for nyttefunksjoner, mens de kalles verdifunksjoner hvis en ikke tar hensyn til usikkerhet. Med en nyttefunksjon menes altså en funksjon som tilfredsstillende aksiomene i *forventet nytte*-teorien (von Neumann og Morgenstern 1947). Siden denne språkbruken står i motsetning til språkbruken i konsumentteorien og den matematiske optimeringsteorien, skal vi ikke bruke den. Vi vil i stedet si at flermålsanalysen, uansett om det er usikkerhet eller ikke, tar sikte på å etablere beslutningstakerens nyttefunksjon. I de praktisk mest anvendte metodene vil dette være en vektet sum av nytten av hvert kriterium. I tilfelle usikkerhet vil nyttefunksjonen være en forventet nyttefunksjon.

Arsenalet av metoder som vanligvis behandles i lærebøker og manualer om flermålsanalyse, kan suppleres med metoder fra andre fagfelt, for eksempel *stokastisk nytte teori* (Random Utility Theory, RUM). Dette fagfeltet har utviklet seg raskt teoretisk og praktisk siden starten i 70-åra, med anvendelser innen psykologi, markedsføring, transportøkonomi og miljøøkonomi. I 2000 fikk Daniel McFadden Nobelprisen i økonomi for sin innsats på dette feltet. Kort sagt går det ut på å estimere nyttefunksjoner definert over et endelig antall gjensidig utelukkende alternativer. Egenskapene ved alternativene inngår i nyttefunksjonen (som regel additivt), og det tas eksplisitt hensyn til at fra standpunktet til observatøren, som skal estimere nyttefunksjonen og spå om sannsynligheten for at de ulike alternativene vil bli valgt, finnes det ukjente faktorer som påvirker valget. Med utgangspunkt i et empirisk materiale over faktiske valg eller valg i hypotetiske situasjoner gir denne teorien en mulighet til å estimere en nyttefunksjon som oppfyller alle krav til rasjonalitet, og til å beregne den realiserede nytten av valget. Denne metoden er aktuell hvis det finnes mange – gjerne veldig mange – beslutningstakere.<sup>3</sup>

Å stille minstekrav til alternativene på bakgrunn av konkrete målsetninger med prosjektet eller en skarp forståelse av problemet som skal løses, kalles ofte ”satisficing”, etter språkbruken i en teoritradisjon som framhever at folks valg i praksis ikke er optimering, men formulering av en løsning som er ”god nok”. Men det er ingenting i veien for å gå videre etter denne første identifiseringen av de alternativene som er akseptable, og i neste trinn velge det beste alternativet blant de akseptable. I så fall kan vi kalle det vi gjør for optimering under bibetingelser. Bibetingelsene er de konkrete målsetningene, oppfattet som absolutte minstekrav.

---

<sup>3</sup> Siden det ofte kan hende at vi i realiteten har svært mange beslutningstakere, har vi tatt med en kort beskrivelse av stokastisk nytte teori i vedlegg I.

Nyttefunksjonen, eller mer generelt målfunksjonen som skal gjøres størst mulig, er satt sammen av kriteriene, og kan godt også omfatte de kriteriene det er satt konkrete målsetninger for.<sup>4</sup>

”Optimering under bibetingelser”, der målfunksjonen er sammensatt av de kriteriene som det gir mening å uttrykke i en felles målestokk (oftest kroner), og bibetingelsene utgjøres av politiske målsetninger med hensyn til visse av kriteriene (men slik at alle kriterier minst er med én gang i enten målfunksjonen eller bibetingelsene), er etter vårt syn en *generell* modell for det beslutningsproblemet vi behandler her. Både samfunnsøkonomisk analyse med ikke prissatte elementer, flermålsanalyse og effektivitetsanalyse kan sees som spesialtilfeller av dette. Til enhver politisk målsetning, uttrykt som et minstekrav til et kriterium, finnes det nemlig en skyggepris, som er det man kunne vinne i form av høyere målfunksjon ved å slakke på minstekravet til kriteriet med én enhet. Å inkludere kriteriet i målfunksjonen med denne skyggeprisen som vekt, vil gi samme resultat som å optimere med minstekravet som bibetingelse.<sup>5</sup>

## 2.3 Metoder og verktøy for flermålsanalyse

Prosjektgruppen har som grunnlag for sin utredning vurdert sentrale metoder og verktøy. Her gis en oversikt<sup>6</sup>.

### Metoder for flermålsanalyse

Her gis en kort oppstilling av noen metoder innen flermålsanalyse. Metodene er gruppert innen 4 kategorier.

1. Elementære metoder
  - a. Beslutningsmatrise/konsekvensmatrise (vektet sum)

---

<sup>4</sup> Anta at en velger at målfunksjonen skal være kostnadene, som skal gjøres minst mulige gitt bibetingelser som fastsetter minsteveltelse på kriteriene. Svakheten med en slik formulering er at forbedringer utover minsteveltelsen ikke tillegges noen vekt. Av og til er vi ikke interessert i at det skal være høyere kvalitet enn minimumsveltelsen, og da er en slik formulering god, men som regel vil den ikke være det.

<sup>5</sup> Dette gjelder strengt tatt bare hvis virkemiddelbruken kan varieres på en kontinuerlig skala. Her er virkemiddelbruken diskret (ett og bare ett alternativ kan velges). Målfunksjonen vil derfor bare endre seg om det å slakke på bibetingelsen gir et annet alternativ som løsning. Det kan være nødvendig å slakke mye på bibetingelsen for å få til et slikt skift. Dessuten vil det gi forskjellig skyggepris om man slakker eller strammer på bibetingelsen.

<sup>6</sup> Oversikten viser et utvalg av metoder som prosjektgruppen har vurdert som mest aktuelle innen flermålsanalyse. Omfanget av metoder som beskrives i litteraturen er omfattende.

- b. Smart Choices med Even Swap
  - c. Opplegget i HB 140
  - d. MACHBETH
2. Verdi- og nyttefunksjonsmetoder
    - a. SMART,
    - b. Nyttefunksjon stokastisk nytteteori,
    - c. AHP
  3. Rangeringsmetoder
    - a. ELECTRE og PROMETHEE
    - b. Dataomhyllingsanalyse (DEA)
    - c. Valgteori
  4. Mål og referansepunktsmetoder

Anbefalte metoder beskrives i kapittel 3.

## Verktøy for flermålsanalyse

Her gis også en oversikt over noen aktuelle dataverktøy for usikkerhetsanalyse

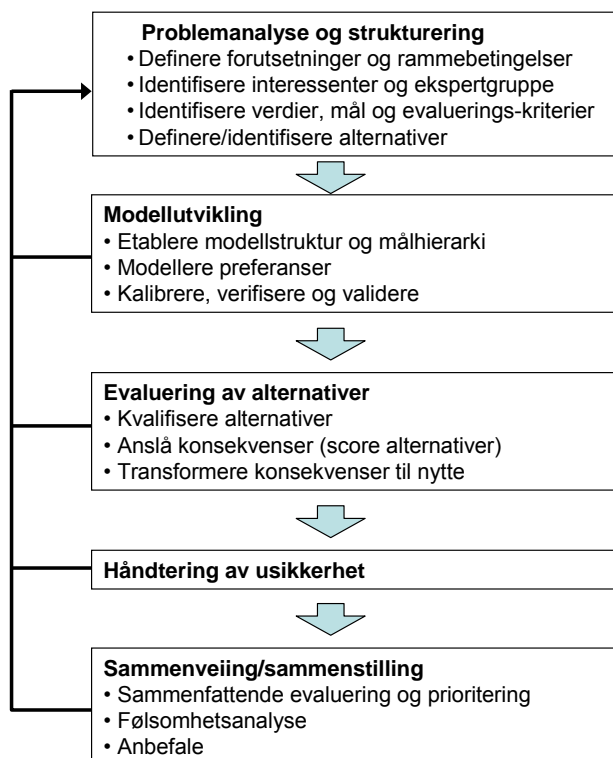
- MAVT (Multi Attribute Value Technique):
  - HIVEW <http://www.catalyze.co.uk/products>
  - VISA
  - DEFINITE
  - EQUITY <http://www.catalyze.co.uk/products>
  - Logical Decision
- AHP (Analytical Hierarchical Process):
  - Expert Choice
- Rangering
  - Decision Lab
  - ELECTRE III

Kun metoder og verktøy som inngår i prosjektgruppens anbefalinger beskrives og illustreres i denne rapporten (kapittel 3 og vedlegg III og IV).

### 3 Flermålsanalyse – anbefalt prosess

I utredninger i forbindelse med større statlige investeringsprosjekter vil normalt ikke beslutningstaker være direkte involvert i beslutningsanalysen. Beslutningstaker vil ofte være regjering og Storting. Det er derfor viktig å være seg bevisst skillet mellom selve beslutningen og beslutningsanalysen, som har til hensikt å fremskaffe et så godt beslutningsgrunnlag som mulig. I beslutningsanalysen er det derfor vanlig å støtte seg på eksperter innen aktuelle fagfelt for å utvikle flermålsanalysemodellen og for modellering av preferanser. I denne sammenheng er det derfor ikke nødvendigvis den endelige rangeringen av beslutningsalternativene som er det mest interessante, men vurderingene og argumentasjonen som ligger bak de valgene som gjøres. Dette stiller høye krav til dokumentasjonen av prosessen.

Det finnes mange varianter av flermålsanalyseprosessen i litteraturen. Disse vektlegger litt ulike aspekter ved prosessen, men innholdsmessig er de i stor grad like. Fremgangsmåten som anbefales i denne rapporten har sitt opphav i prosessbeskrivelser fra litteraturen (for eksempel Goodwin P, Wright, G 1998 , Hammond J. S, Keeny R. L, Raiffa H 1999, Belton V, Stewart T J 2002) sammen med forfatterens egne erfaringer. Prosessen er gjengitt i figur 3.1.



**Figur 3-1 Flermålsanalyseprosessen**

Det må understrekes at denne prosessen er iterativ, slik at man normalt vil være innom de ulike trinnene flere ganger løpet av en analyse. I det følgende gis en beskrivelse av de enkelte trinnene i prosessen.

### 3.1 Problemanalyse og strukturering

Hensikten med problemanalysen er å oppnå en felles forståelse for problemsituasjonen og en presis formulering av beslutningsproblemet., dvs. først finner man ut hva som skal gjøres før man bestemmer seg for hvordan det skal gjøres. Det første som bør gjøres er å klarlegge hvilke forutsetninger og rammer som gjelder for beslutningsproblemet og hvem som berøres av beslutningen som skal tas, dvs. interessenter til beslutningsproblemet. Det er viktig å diskutere de sentrale aspektene ved beslutningsproblemet tidlig i prosessen, som interessentenes forventninger, mål og verdier og aktuelle beslutningsalternativer. Jo mer komplekst beslutningsproblemet er, jo mer krevende og viktig er denne fasen.

## **Definisjon av forutsetninger og rammebetingelser**

I regelen vil det allerede i utgangspunktet finnes ideer om hva problemet er og hvordan det kan løses. Dette kan eventuelt være beskrevet i mandatet. Punkt 1 går ut på å drøfte og klarlegge mandatet. Grappa kan for eksempel komme til å se problemet i en videre sammenheng enn den opprinnelig tenkte seg, og på den måten finne nye alternativer til hvordan det kan løses. Grappa kan også allerede tidlig komme til at den opprinnelige løsningen er urealistisk eller i strid med de føringer som er gitt. (I slike tilfeller vil man kanskje måtte be om et endret eller utvidet mandat.)

Et naturlig utgangspunkt for prosessen er å starte med å drøfte mandatet som er gitt, for å få klarhet i hvilke forutsetninger og rammer som gjelder for beslutningsproblemet. I forbindelse med utredninger av større statlige investeringsprosjekter vil det ofte være flere aktører som bidrar i utredningsprosessen. Regjeringen/Stortinget vil normalt være eier av beslutningsproblemet og dermed være de som tar den endelige beslutningen. Selve flermålsanalyseprosessen utføres av en gruppe med utredere, som igjen ofte vil støtte seg på en ekspertgruppe som bidrar med sine vurderinger i prosessen. I tillegg vil det kunne være mange interessenter til beslutningsproblemet, dvs. de som blir berørt av beslutningen som fattes.

Gruppen kan for eksempel komme til å se problemet i en videre sammenheng enn den opprinnelig tenkte seg, og på den måten finne nye alternativer til hvordan det kan løses. Grappa kan også allerede tidlig komme til at den opprinnelige løsningen er urealistisk eller i strid med de føringer som er gitt. I slike tilfeller vil man kanskje måtte be om et endret eller utvidet mandat.

For å illustrere de forskjellige trinnene i flermålsanalyseprosessen benyttes prosjekteksemplet om utbyggingsprosjektet for Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design beskrevet i kapittel 4. I dette prosjektet er det gitt politiske føringer om at museene skal ha nye og rehabiliterte lokaler og at Nasjonalmuseets hovedlokaler skal være lokalisert til Tullinløkka-området. Dermed blir alternativene i dette tilfellet preget av å være varianter av ett konsept heller enn reelt forskjellige konsepter.

## **Identifisering av interessenter**

Tidlig i analysen bør det kartlegges hvem som er interessenter til beslutningsproblemet og det må tas stilling til hvordan disse skal involveres i

beslutningsprosessen. Interessentene bør involveres slik at de får mulighet til å komme med sine vurderinger og ønsker selv om de ikke direkte involveres i den videre beslutningsprosessen. Problemet er hvis ulike interessegrupper har divergerende syn på verdier og mål med beslutningen. Dette er et problem som utrederne og ekspertgruppen må kunne håndtere i den videre prosessen med å komme frem til en anbefaling. Hvis man velger å ikke ta hensyn til ulike interessegruppers synspunkter, kan man komme i skade for å levere et ufullstendig beslutningsgrunnlag som interessegrupper med påvirkningskraft vil kunne utnytte til å vinne frem med sine syn overfor politiske myndigheter.

I prosjektseksemplet vedr. nytt Nasjonalmuseum ble det satt ned en ekspertgruppe bestående av personer fra Kirke- og kulturdepartementet (KUD) og Nasjonalmuseet sammen med utredere fra Møreforskning og Metier. Her er KUD/regjeringen eier av beslutningsproblemet – dvs. de som skal foreta den endelige beslutningen om lokalisering. Gruppen av interessenter til beslutningen er sannsynligvis større og vil omfatte utøvende kunstnere, naboer til museet osv.

### **Identifisere verdier, mål og evalueringskriterier**

Overordnede verdier og mål med beslutningen er normalt nedfelt i mandatet, men må bearbeides videre og presiseres av ekspertgruppen, eventuelt i samarbeid med involverte grupper av interessenter, slik at man oppnår en felles forståelse for hva som er de overordnede målene for beslutningen.

Evalueringskriteriene kan være kvantifiserbare, dvs. at man kan måle eller beregne disse direkte, eller de kan være av en mer kvalitativ natur, slik at det må foretas en mer skjønsmessig vurdering av alternativenes score av en ekspertgruppe.

I forbindelse med større investeringsprosjekter vil det ofte være en blanding av kvantifiserbare kriterier og kriterier som må vurderes mer skjønsmessig. Eksempelvis benytter Veivesenets håndbok 140 en blanding av prissatte (kvantifiserbare) og ikke prissatte virkninger i sine konsekvensanalyser. Ved bruk av kriterier som vurderes skjønsmessig, er det viktig å gi så presise retningslinjer som mulig for hvordan skjønnnet skal utøves, samt eventuelt å arrangere trening og samlinger for å få de som skal utøve skjønnnet til å gjøre det på en ensartet måte (slik det skjer med internasjonale hoppdommere og sensorer ved nasjonale prøver og eksamener).

I forbindelse med problemstruktureringen faller det seg også naturlig å vurdere

hvilken type informasjon man kan forvente å få tak i mht. beslutningsproblemet og kvaliteten<sup>7</sup> på denne. Dette vil kunne få betydning i forbindelse med utarbeidelse av kriterier og valg av analysemetode. Er informasjonen i hovedsak kvalitativ bør en vurdere å benytte enklere metoder som er utviklet for dette formålet.

For lokaliseringen av Nasjonalmuseet ble det definert seks mål; 1) Samfunnsmessig verdi av at visuell kunst blir kommunisert, 2) Nasjonalmonumentverdi (styrke hovedstadens kvaliteter) 3) Presentasjon av visuell kunst som helhet, 4) Usikkerhet knyttet til formidlingskvalitet under bakkenivå, 5) Kompetanseutvikling ved Nasjonalmuseet, klyngeeffekt og 6) Kvalitet på forvaltning av samlingene, inkludert sikring. Disse målene operasjonaliseres med kriteriene; samlet eller spredt lokalisering og antall etasjer under bakkenivå. Operasjonaliseringen innsnevres med andre ord vurderingsgrunnlaget som ligger i de opprinnelige seg målene. For de prissatte konsekvensene beregnes netto nåverdi (NNV).

Det er verdt å merke seg at i denne prosessbeskrivelsen omtaler vi verdier, mål og kriterier før vi diskuterer beslutningsalternativer. I henhold til (Keeney R L, Raiffa H 1976) er det riktig å fokusere på verdier og mål for beslutningen før man diskuterer aktuelle beslutningsalternativer. Bakgrunnen for dette er at et verdifokus i motsetning til et alternativfokus minsker faren for at den kreative prosessen blir for snever, slik at man ikke evner å se nye måter å realisere ønskede verdier og mål på. I KS1 sammenheng kan dette være et viktig poeng da kravet er at man skal vurdere forskjellige konseptuelle løsninger. Dog er det ofte i praksis slik at det ligger føringer for hvilke alternativer som skal vurderes i mandatet til gruppen, slik som tilfellet er for utredningen av nytt Nasjonalmuseum hvor det var gitt føringer om at hoveddelen skal lokaliseres til Tullinløkka.

## **Definisjon av alternativer**

Problemstruktureringen leder ut i et antall relevante beslutningsalternativer. Innen samfunnsøkonomisk analyse benyttes normalt et nullalternativ/basisalternativ som referanse (benchmark), som andre alternativer vurderes opp mot. Nullalternativet må også være realistisk, dvs. det må inkludere mindre tiltak og tilpasninger som med all sannsynlighet vil være nødvendige dersom ingen av handlingsalternativene realiseres. Nullalternativet representerer således muligheten for å kunne forkaste alle de definerte handlingsalternativene hvis disse ikke er bedre.

---

<sup>7</sup> Kvaliteten på informasjonen assosieres bl.a. med hvor presis/nøyaktig den er, hvor korrekt den er og hvor komplett den er.



Alle realistiske alternativer bør i prinsippet tas med i vurderingen. Hva som er realistisk, avgjøres ikke bare av hvor sannsynlig det er at handlingsalternativet faktisk kan gjøre noe med problemet, men også av de føringene som er gitt. Som nevnt, vil også sammenhengen en ser problemet i, kunne være avgjørende for hvilke alternativer en ser for seg.

## Valg av metoder og verktøy for problemanalyse

Det finnes mange metoder for å støtte problemstrukturering. Det er ikke denne rapportens hensikt å beskrive disse metodene. Generelt kan det sies at metode bør velges ut i fra hvor stort og komplekst problemet er, om det er få eller mange interessenter og om det er store forskjeller i interessentenes verdier og preferanser. Under nevnes kort noen kjente metoder. Oversikten er på ingen måte komplett og er kun ment for å gi en oversikt over noen enkle og noen mer omfattende metoder. For en mer utfyllende oversikt vises det til (Rosenhead J, Mingers J 2001):

- Idégenerering med gule lapper
- SWOT-analyse
- Deler av Soft Systems Methodology (SSM)
- SODA

Verktøy og hjelpemidler som støtter denne fasen.

- Decision Explorer (Banxia)
- Microsoft Visio

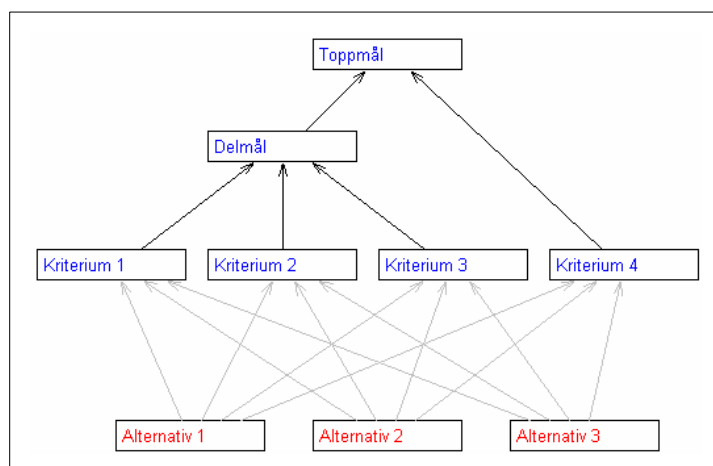
## 3.2 Modellutvikling

### Målhierarki, modellstruktur

Modellutviklingen er en sentral del av flermålsanalysen og omfatter utvikling av selve flermålsanalysemodellen med mål, delmål og kriterier og modellering av preferanser. Det vil ofte falle naturlig å organisere mål og delmål (instrumentelle mål) i en hierarkisk struktur, som illustrert i figur 3.2.

Utgangspunktet er de verdiene, målene, delmålene og kriteriene som ble identifisert i problemanalysen. Disse må bearbeides videre og struktureres, slik at

man oppnår en komplett modell som representerer alle relevante aspekter av beslutningsproblemet.



**Figur 3-2 Målhierarki**

Laveste nivå i målhierarkiet, *løvnode*, består av kriterier som benyttes for å bedømme hvor godt alternativene tilfredsstiller overliggende mål og delmål ved å beregne/vurdere konsekvenser for hvert alternativ på hvert kriterium. De uttrykte konsekvensene betegnes ofte som scoren til alternativene på kriteriene, og fremstilles ofte i en konsekvensmatrise hvor f.eks. alternativene fremstilles i rader og kriteriene i kolonner.

I hvilken grad resultatene av en beslutningsanalyse tas til følge av beslutningstaker, avhenger av beslutningstakers tiltro til at modellen representerer alle relevante aspekter ved beslutningsproblemet, dvs. modellens validitet. Modellen må være valid, dvs. representere alle relevante aspekter ved beslutningsproblemet. Av dette følger at målhierarkiet må være fullstendig (komplett), dvs. at ingen overordnede mål for beslutningen er utelatt, og ei heller relevante delmål som bidrar til realiseringen av de overordnede målene. Hvorvidt målhierarkiet er tilstrekkelig komplett er en sentral usikkerhetsfaktor i analysen, som må hensyntas. På den annen side må hierarkiet også være oversiktlig og så lite og transparent som mulig. Disse egenskapene kan virke motstridende med kravet til kompletthet, men er viktige for at bl.a. beslutningstaker lett skal kunne sette seg inn i modellen. For å oppnå enkle og transparente modeller er det viktig å sørge for at mål og kriterier ikke er redundante (dvs ikke inneholder overflødig informasjon) samt følge regelen om at bare kriterier som evner å skille mellom alternativene er relevante for beslutningen – scorer alternativene likt på et kriterium, vil ikke dette kriteriet være relevant. Man bør også tilstrebe preferanseuavhengighet – spesielt hvis en benytter metoder som tillater avveininger (tradeoffs) og kompensering.

Preferanseuavhengighet betyr at bytteforholdet mellom to kriterier (nytte) er uavhengig av scoren på de øvrige kriteriene. Kriteriene A og B er preferanseuavhengige hvis ulike verdier av A, B holdt konstant, er uavhengig av verdien på B. Vi har her innbyrdes preferanseuavhengighet, og preferanseuavhengigheten gjelder begge veier.

Det kreves ofte at målene i målhierarkiet skal være ”SMART”: ”Specific, Measurable, Agreed, Realistic and Time-dependent”.

Hvis kostnader skal inkluderes i analysen, bør en tenke igjennom om disse skal inkluderes i flermålsanalysemodellen, eller behandles utenfor modellen. I praksis kan det være vanskelig å vekte kostnader opp mot aggregert nytte i en modell. Da kan det være fornuftig å holde kostnader utenfor modellen, og heller gjennomføre en nytte-kostnad- vurdering i etterkant.

## Preferansemodellering

Når man har etablert en modell som man er fornøyd med og denne er forankret hos beslutningstaker, kan man begynne prosessen med å belyse og modellere preferanser. Dette er kanskje det mest utfordrende trinnet i prosessen, men også det viktigste gitt at beslutningsproblemet er velformulert.

Flermålsanalysemetodene sørger for at det beslutningsalternativet som i størst mulig grad samsvarer med oppgitte preferanser velges/ rangeres øverst.

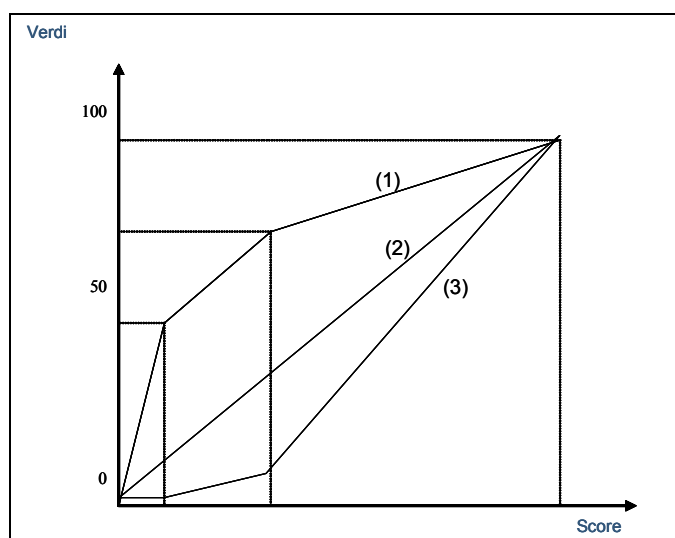
Preferanser er hvordan beslutningstakere/interessenter/ekspertgruppen vurderer betydningen av å oppnå forskjellig score på de ulike kriteriene. Preferanser uttrykkes vanligvis på to nivåer; gjennom *vekter* og *nyttefunksjoner*.<sup>8</sup> Vektene brukes til å uttrykke innbyrdes viktighet mellom kriteriene, og fastsettelse av disse gjøres på forskjellige måter avhengig av hvilken metode som benyttes. Bruk av nyttefunksjonsmetoder som tillater ”tradeoffs” og kompensering krever en viss forsiktighet mht. fastsettelse av vektene for at ”tradeoffs” skal bli meningsfullt. En metode som anvendes ofte er bruk av såkalte ”swing”-vekter som bl.a. er beskrevet i Goodwin P, Wright, G (1998).

Nyttefunksjonene reflekterer verdisetningen av alternativenes score på et kriterium,

---

<sup>8</sup> I denne beskrivelsen skilles det ikke mellom verdifunksjoner og nyttefunksjoner. Nyttefunksjon benyttes som fellesbetegnelse. Forskjellen mellom nyttefunksjoner og verdifunksjoner er at man i nyttefunksjoner eksplisitt modellerer beslutningstakers holdning til risiko.

dvs. alle scorer, uavhengig av om de er målt/vurdert på en kardinalskala eller ordinalskala, avbildes på en felles forholdstallsskala. Ofte benyttes en 0–100 punktskala hvor det alternativet som har dårligst score gis verdien 0 mens det alternativet med høyest score gis verdien 100<sup>9</sup>. Neste skritt er å finne et antall mellomliggende punkter på kurven ved først å spørre beslutningstaker/eksperter hvilken score som gir verdien 50. Når denne er bestemt kan man gå videre og bestemme hvilke scorer som gir hhv. verdiene 25 og 75. Siden man her transformerer scoren til en forholdstallsskala så betyr det at verdien 50 er halvparten så bra som verdien 100 og 25 er halvparten så bra som 50 osv. Man kan fortsette på denne måten til man har et tilstrekkelig antall punkter til å kunne tegne opp nyttefunksjonen for kriteriet. Nyttefunksjonen vil typisk være ikke-lineær ved at den stiger raskest til å begynne med for så å avta for høyere scorer, slik som funksjon (1) vist i figur 3.3.



**Figur 3-3 Noen eksempler på verdifunksjoner**

Dette skyldes at jo høyere man er på x-aksen (scoren) jo mindre blir normalt forholdet mellom endring i verdi og endring i score, dvs. at man eksempelvis har mindre nytte av en økning fra 90 til 100 enn en økning fra 40 til 50.

Så langt har vi ikke problematisert det å få tak i beslutningstakers/ekspertgruppens preferanser. I praksis viser dette seg ofte å være vanskelig, fordi preferansemodelleringsprosessen ofte fremstår som lite transparent for

<sup>9</sup> En skal utvise stor forsiktighet mht. å benytte alternativenes scorer som maksimum- og minimumspunkter for verdifunksjonen. Det er viktig å være inneforstått med at det er *relative* verdier som skal måles. Det vil alltid finnes uidentifiserte, bedre løsninger/alternativer der ute et sted. Å benytte hele skalaen vil gi feil resultat hvis for eksempel alternativenes verdier for et gitt kriterium er relativt like.

beslutningstaker og interessenter. Det er derfor viktig at man har god kjennskap til relevante metoder og samtidig evner å tilpasse disse til de personene som man skal modellere preferansene til. Hvilke spørsmål som stilles og hvordan disse stilles er i så måte viktig.

De fleste flermålsanalysemetoder er utviklet for å modellere én enkelt beslutningstakers preferanser – ikke en gruppe med interessenter hvor alle ønsker å få sitt syn representert. Er gruppen relativt homogen mht. preferanser kan man forsøke å oppnå konsensus. Dette kan fungere godt hvis gruppens interesser ikke spriker for mye, men kan være uheldig hvis det er svært divergerende syn. En ”middelverdi” eller at noen ”gir seg” kan føre til at enkelte i gruppen ikke får sine syn tilstrekkelig ivaretatt, slik at beslutningsgrunnlaget mister noe av sin verdi. Spriker preferansene mye, kan man forsøke å modellere de enkeltes preferanser for så å se hvordan dette slår ut på rangeringen av alternativene. I denne sammenheng er det ofte ikke noe stort poeng å forsøke å aggregere de enkeltes rangeringer til en felles rangering av alternativene med mindre resultatet av de ulike rangeringene er noenlunde lik. Ulike resultater kan være et godt utgangspunkt for videre diskusjoner – kanskje man kommer til enighet, ellers vil de forskjellige resultatene inngå i beslutningsgrunnlaget som leveres til beslutningstaker.

Hvordan håndtere forskjellige ekspertgrupper? I det enkleste tilfellet vil det være at det finnes en enkelt beslutningstaker som utreder sitt eget beslutningsproblem og treffer den endelige avgjørelsen. Men i forbindelse med viktige avgjørelser i det offentlige, som avgjørelsen om å sette i gang et forprosjekt for en større offentlig investering, vil underlaget for beslutningen bli utredet av en ekspertgruppe. Gruppen vil ha til oppgave å komme med en anbefaling til den endelige beslutningstakeren (regjeringen eller Stortinget). Forutsatt at det ikke finnes vesentlige menings- eller intersemotsetninger i gruppen, kan denne situasjonen ofte behandles som om det bare er én beslutningstaker, som skal treffe beslutning om *anbefalingen*. Hvis det derimot er dype motsetninger i gruppa, står vi overfor en forhandlingssituasjon som må løses. Den vanligste måten å løse dette på er å diskutere seg frem til enighet. Det kan i utgangspunktet være gitt en prosedyre for hvordan gruppe medlemmenes syn skal forvandles til en kollektiv beslutning, eller at gruppa selv kommer fram til en slik prosedyre som ledd i utredningen. Dette mellomtilfellet dekkes også av beslutningsteorien, nemlig i den delen av den som handler om beslutninger med flere beslutningstakere. Selv om gruppa selv har – eller arbeider seg fram til – en enhetlig oppfatning om hva problemet er, kan det finnes interessenter utafør gruppa med helt andre syn. Disse interessene kan eventuelt innarbeides i gruppas arbeid ved at en kartlegger preferansene til de ulike

interessegruppene, og behandler beslutningen som en beslutning med flere beslutningstakere (hvorav noen ikke er representert i gruppa som utreder problemet).

## **Kalibrering, verifisering og validering**

For at en flermålsanalyseprosess skal være vellykket i den forstand at resultatene benyttes når en beslutning skal tas, kreves det at beslutningstaker(e) og interessenter har tiltro til modellen. Tiltro kan ses på som en subjektiv oppfattelse av modellens anvendbarhet, (validitet) og dens korrekthet (verifikasjon). Hvordan skape troverdighet til modellen? Under er det listet opp noen viktige faktorer:

- Vektlegge problemstrukturering for å oppnå en omforent og presis formulering av beslutningsproblemet
- Involvering av beslutningstakere og andre interessenter i prosessen
- Sørg for at modellen er komplett og relevant
- Sørg for at modellen er enkel og transparent.
- Kalibrering av modellen for å sjekke at preferansemodellen er en god representasjon av interessentenes preferanser.

Kalibrering bør fortrinnsvis gjøres i forkant av selve alternativanalysen. Formålet er å undersøke om modellen gjør en rimelig avveining, mellom kvantitative og kvalitative forhold. Økonomikriteriet, som måles på en forholdsskala er egnet som referanse i kalibreringen. Eksempel: Hva er virkningen på total score hvis for eksempel score på kriteriet Miljø økes fra 4 til 5? Modellens resultater sammenliknes så med den økning i økonomielementet som må til for å få samme endring i total score. La oss si at netto nåverdi måtte økes med 10 MNOK for å oppnå samme effekt som nevnte økning i score for miljøkriteriet. Så stilles spørsmålet om denne virkningen er rimelig, har økningen i miljøkvalitet på ett trinn fra 4 til 5 en verdi som tilsvarer 10 MNOK? Eller vurderes verdien å være høyere eller lavere? Hvis virkningen vurderes (av evalueringsgruppen) å være urimelig, kalibreres modellen ved å endre vekten mellom kriteriene og evt. endring av kriterienes nyttefunksjon. Kalibrering av evalueringsmodellen er en iterativ prosess der økonomielementet kalibreres mot øvrige

kvantitative/kvalitative elementer<sup>10</sup>.

### 3.3 Evaluering av alternativer

Aktuelle alternativer evalueres normalt ved en sammenlikning med dagens løsning, forlenget inn i fremtiden (0-alternativet).

#### **Kvalifisering av alternativer**

Evaluering av beslutningsalternativene vil kunne gjøres i flere trinn. Det er vanlig å foreta en første gjennomgang av alternativene (kvalifisering) for å sjekke at disse er relevante, og eventuelt tilfredsstillende visse fastsatte krav som f.eks. til kostnadsrammer, miljøkrav, krav til lokalisering etc.. Eksempelvis kan denne prosessen gjøres ved å rangere evalueringskriteriene og fastsette nivåer for akseptable scorer (konsekvenser) på disse. Prosessen starter med å vurdere alternativene opp mot det høyest prioriterte kriteriet, så det nest høyeste osv. Denne prosessen kan også lede ut i at nye alternativer identifiseres. Hvis beslutningsalternativene skal vurderes i ulike scenarier kan det være fornuftig med en foranalyse hvor man spesielt ser på alternativenes robusthet overfor utvalget av scenarier.

#### **Anslå konsekvenser (scoring av alternativer)**

Å anslå konsekvenser innebærer å vurdere/beregne hvor godt alternativene scorer på kriteriene i målhierarkiet, dvs. å anslå konsekvensene av ulike valg.

Konsekvenser som kan måles direkte eller beregnes, uttrykkes normalt på en kardinalskala, mens konsekvenser som ikke enkelt kan kvantifiseres, vurderes på en ordinal skala. Når det gjelder inndelingen av ordinalskalaen, benyttes alt fra tre

---

<sup>10</sup> En praktisk utfordring ved kalibrering: Endring av vektning (%) i kalibreringsprosessen vil medføre sum vekt %  $\neq$  100. Problemet er at når vektene på et kriterium endres, vil tidligere kalibrerte kriterier påvirkes gjennom beregningen av total score. Dette kan på en tilfredsstillende måte løses ved at en undervegs løsriver seg fra begrensningen sum vekt = 100 %. Fremgangsmåten kan da være som følger:

1. Gi alle kriterier samme vekt % =  $100\% / \langle \text{antall kriterier} \rangle$  (dvs. sum = 100 %)
2. Kalibrér kriteriene hver for seg. Ta utgangspunkt i score midt på måleskalaen.. Noter omforent vekt% for hvert kriterium, men ikke oppdater vekt% i modellen. Når alle kriterier er vektet
3. Normalisér noterte vekt% for alle kriteriene slik at sum blir lik 100 %<sup>10</sup>. . Legg disse vekt%-ene inn i modellen.<sup>10</sup>

nivåer og oppover. Vår erfaring er at det ofte er hensiktsmessig å begrense antall nivåer til, si fem, hvor alternativene vurderes å være klart bedre enn (score 2 eller ++), litt bedre (1 eller +), like godt (0), litt dårligere (-1, -) eller klart dårligere (-2, --) enn nullalternativet. Vurderingene som gjøres av ekspertgruppen vil ofte ikke ha større nøyaktighet enn dette, slik at det å benytte en mer findelt skala i slike situasjoner ikke tilfører ytterligere informasjon.

Resultatet av dette arbeidet fremstilles normalt som en konsekvensmatrise – med alternativene som rader og konsekvensene (det beregnede eller anslåtte utslaget på de ulike kriteriene) som kolonner. En slik konsekvensmatrise er sluttproduktet av den første delen av beslutningsprosessen, analysedelen. Det som gjenstår, er vurderingen av det som står i konsekvensmatrisen, og selve beslutningen. Det er her viktig å understreke at konsekvensene bør være satt så objektivt som mulig selv i tilfellene hvor disse vurderes av en ekspertgruppe. Det bør skilles mellom det å beregne/vurdere konsekvenser (objektive) og det å omsette konsekvenser til nytte (subjektive preferanser).

Til å finne konsekvensene av alternativene i et gitt scenario vil det i mange tilfeller trenge et modellsystem for hvordan de ulike aktørene som påvirkes av tiltaket, vil reagere og endre sin adferd, og/eller hvordan naturen vil reagere. Det er output fra et slikt modellsystem som skal gi grunnlag for å beregne alle kriteriene. Vi har jo ikke direkte kunnskap om framtida. Utformingen av modellsystemet og utformingen av kriteriene vil måtte avpasses mot hverandre for at dette kravet skal kunne oppfylles.

## **Transformere konsekvenser til nytte**

Utgangspunktet for evalueringen av alternativene er beslutningsmatrisen, som fremstiller scorene for alternativene på kriteriene. For den videre evalueringsprosessen kan man velge mellom mange forskjellige metoder. I denne rapporten deler vi metodene inn i tre hovedkategorier; *elementære metoder*, *nyttefunksjonsmetoder* og *rangeringsmetoder*. For nyttefunksjonsmetodene omsettes scorene til alternativene til en nytteverdi ved å benytte nyttefunksjonen som er etablert for hvert kriterium og det beregnes en total nytteverdi for hvert alternativ. Alternativene kan da rangeres på bakgrunn av totalverdiene. For rangeringsmetoder beregnes det som regel indekser for støtte og bevis for alternativens godhet i forhold til andre alternativer. I denne prosessen sammenlignes alternativer gjerne parvis, og på bakgrunn av dette bygges det opp partielle eller komplette rangeringsrelasjoner.



## 3.4 Sammenveing/sammenstilling

### Sammenfattende evaluering og prioritering

Etter at alternativene er evaluert og rangert, gjennomføres det en helhetlig vurdering av resultatene i forbindelse med utarbeidelsen av en anbefaling. Er forskjellene små, kan det godt være at man ikke har grunnlag for å kunne hevde at det ene alternativet er bedre enn det andre på grunn av usikkerheten i fastsettelsen av scorene (se under *Følsomhetsanalyse* nedenfor). I dette tilfellet vil begge alternativene kunne være akseptable for beslutningstaker, og en nærmere analyse av disse kan være formålstjenlig. Beslutningsgrunnlaget som overleveres beslutningstaker bør inneholde rangeringen, relevant informasjon fra utviklingen av modell og preferansemodelleringen og en vurdering av usikkerhet.

### Følsomhetsanalyse

Robustheten i rangeringen av alternativene bør undersøkes. Dette gjelder spesielt hvis rangeringen viser liten forskjell mellom beste og nærmest rangerte alternativer. Robustheten undersøkes ved en følsomhetsanalyse der det undersøkes hvor mye endring i score og/eller vektprosent som må foretas for at rekkefølgen blir endret. Følsomhetsanalysen er en måte å se på hvilken betydning usikkerhet i angivelsen av preferanser har for resultatet. Hvis nødvendig endring vurderes å være helt urimelig, ansees rangeringen som endelig. Hvis evalueringsgruppen vurderer nødvendig endring som mulig, gjennomgås hele evalueringen av finalistene på nytt. Det kan i en slik situasjon være nødvendig å hente inn tilleggsinformasjon før endelig evaluering og valg kan foretas.

### Anbefale

Resultatet av flermålsanalyseprosessen er en anbefalt løsning sammen med argumentasjonen for denne. Beslutningsgrunnlaget bør i tillegg inneholde vurdering av usikkerheter og resultater fra følsomhetsanalyser som sier noe om hvor robust anbefalingen er. Grunnlaget bør kanskje også diskutere forskjeller mellom interessentenes preferanser og anbefalt løsning.

Det er særdeles viktig at sporbarheten i evalueringsprosessen er god. I underlaget for anbefalt løsning skal finnes dokumentasjon som beskriver evalueringsprosessen, kriteriene som ble valgt, vektene som ble tilordnet og selvsagt begrunnelse for gitt score pr. kriterium og alternativ.

### 3.5 Håndtering av usikkerhet i underlaget for flermålsanalysen

Fremtiden er usikker, som kjent. For å fange opp den usikkerheten som skyldes usikkerhet om de ytre omstendighetene, kan en definere flere ulike, og mest mulig representative scenarier<sup>11</sup> og tilordne sannsynligheter til dem. Deretter kan en måle konsekvensene av alternativene i hvert av scenariene. Det vi da primært er interessert i, er de *forventede* konsekvensene, som er et veid gjennomsnitt av konsekvensene i hvert av scenariene, med sannsynlighetene som vektter. Det er disse, og ikke konsekvensene i det mest sannsynlige scenariet, som skal brukes.

Men i tillegg til de forventede konsekvensene, vil vi også være interessert i *usikkerhetsdimensjonen*. Ved en framgangsmåte som beskrevet, vil usikkerheten knyttet til en konsekvens være definert ved et mål på spredningen i konsekvensens fordeling over scenariene.

Det er foreløpig sjelden at en i praksis analyserer forventede konsekvenser og usikkerheten tilknyttet konsekvensene på denne måten. Det er vanligere når det gjelder anleggskostnadene og/eller prosjektets lønnsomhet.

I noen tilfeller vil usikkerheten ha en annen form. Det gjelder viktige ytre begivenheter som inntreffer med en viss sannsynlighet på et gitt framtidig tidspunkt, og som kan utløse nye beslutninger ("mottiltak") fra beslutningstakeren. I dette tilfellet består beslutningen av kombinasjonen av beslutningen som skal treffes nå og den framtidige beslutningen. Den rasjonelle framgangsmåten for en risikonøytral beslutningstaker består i å velge alternativet med de gunstigste forventede konsekvensene, gitt de rasjonelle "mottiltak" som vil bli truffet i framtida dersom begivenheten inntreffer. Når beslutningstakeren ikke er risikonøytral, vil risikoen knyttet til de alternative sammensatte handlingsalternativene også telle med.

I denne gjennomgangen refereres til begrepene for risiko og usikkerhet slik de fremkommer i "*Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*". Risiko defineres her som

---

<sup>11</sup> Å etablere scenarier med god representativitet er en stor utfordring. Scenarier defineres normalt ut fra alternative tilstander på et gitt tidspunkt i fremtiden. Videre defineres hendelsessekvenser som leder frem til definerte tilstander. Men, ulike hendelsessekvenser kan gi samme tilstand. Dessuten, hendelsessekvenser undervegs utløses av stokastiske veivalg. Sannsynlighet for det enkelte scenariet blir derfor ofte meget lav, og "forventningsverdiene" fra en slik analyse vil ofte ligge på et meget lavt konfidensnivå.

muligheten for at det faktiske resultatet avviker fra det forventede resultatet.<sup>12</sup> Veilederen deler videre risiko inn i to typer – systematisk og usystematisk risiko. Den systematiske risikoen ved et prosjekt er prosjektets bidrag til usikkerheten ved de samlede inntektskildene som prosjekteieren har. Når perspektivet er hele samfunnets samlede inntektskilder, er den systematiske risikoen det bidraget som prosjektet gir til å gjøre konsekvensene av konjunkturedgang, fall i oljeprisen osv. mer alvorlige. Den usystematiske risikoen er knyttet til hendelser som ikke har noen sammenheng med hvordan det går i samfunnet for øvrig. Slike ting jevner seg ut i det lange løp, men prosjektets bidrag til nasjonalinntektens følsomhet for konjunktorene jevner seg ikke ut ved å gjennomføre mange prosjekter av samme slag og innen samme tidsrom. Derfor er det den systematiske risikoen som er relevant.

I samfunnsøkonomisk analyse (ref *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*, side 34) er det to fremherskende metoder for å håndtere risiko. Den ene går ut på å gi kalkulasjonsrenten et risikotillegg (risikojustert kalkulasjonsrente) og deretter benytte denne til å neddiskontere fremtidige, usikre, prosjektoverskudd. Denne metoden benyttes rutinemessig ved mindre prosjekter der en ikke gjør en egen usikkerhetsanalyse. Den andre metoden går ut på å benytte sikkerhetsekvivalenter, dvs. erstatte et fremtidig usikkert prosjektoverskudd med det minste sikre beløpet man er villig til å bytte det usikre overskuddet med. I det tilfellet erstatter man altså den framtidige forventede nytten med et lavere beløp, sikkerhetsekvivalenten, men benytter på den andre sida den risikofrie renta til neddiskonteringen. En usikkerhetsanalyse gir grunnlag for å definere den sikkerhetsekvivalente størrelsen for investeringskostnader (finansieringsrammen), inntekter og/eller netto nåverdi).

Det er videre vanlig å skille mellom ekstern og intern usikkerhet og styrbar og ikke-styrbar usikkerhet. Usikkerhetsbegrepet er det også knyttet usikkerhet til; med streng usikkerhet menes at man ikke har tilstrekkelig med informasjon til å kunne estimere sannsynligheter for en tilstand. Risikobegrepet benyttet over er i så måte ikke dekkende for det vi mener med usikkerhet. Risiko innebærer at man har tilstrekkelig med informasjon enten empirisk i form av observasjoner eller subjektiv informasjon basert på ekspertvurderinger til å kunne estimere sannsynligheter for en konsekvens.

Usikkerhet knyttet til vurderinger av alternativenes score kan også gjøres eksplisitt i flermålsanalysemodellen ved å splitte kriteriene i to deler, hvor det ene måler

---

<sup>12</sup> Det er også vanlig å oppfatte risiko som sannsynlighet for en uønsket konsekvens.

forventet score, mens det andre er et spredningsmål, f.eks. varians eller standardavvik. Her må beslutningstaker vekte begge målene, slik at man i tillegg til forventningsverdien får et uttrykk for beslutningstakers vilje til å ta risiko. Det finnes også flere avanserte metoder for å inkludere risiko i beslutningsmodellen, f. eks bruk av fuzzy logic og rough sets. Disse fremgangsmåtene beskrives ikke videre i denne rapporten, da vi ikke kan se at disse metodene har en praktisk nytte i vårt prosjekt..

Den mest avanserte metoden for håndtering av usikkerhet ville være å definere nytteverdi som en stokastisk variabel, som funksjon av gitt score. Forutsatt vellykket transformasjon av score fra ordinal- til forholdsskala gjennom nyttefunksjonen, er introduksjon av en slik stokastikk faglig forsvarlig. Evalueringen vil i så fall gi resultater som kumulative nyttefunksjoner på kriterie- og aggregert nivå. Hvis denne metoden gjennomføres fullt ut, vil en kunne foreta valg mellom alternativer ut fra forventet kvantitativ nytte (målt i nytteekvivalenter), eller evt. en beregnet sikkerhetsekvivalent nytte. Det vil også være mulig på dette grunnlaget å diskontere alternativets tidsfordelte stokastiske nytteverdier til en netto nåverdier for samlet nytte.

Vi har ikke kjennskap til at det finnes metoder eller verktøy som er utviklet på et slikt grunnlag. Mandatet for dette prosjektet har en praktisk innretning. Dette temaet diskuteres derfor ikke videre her. Det kan imidlertid slås fast at usikkerhet knyttet til realisering av alternativenes nytteverdi er en del av virkelighetens utfordringer for evalueringsgrupper og beslutningstakere.

Prosjekteiere som gjennomfører flere prosjekter i parallell må vurdere porteføljen som en helhet. Forutsatt at vesentlige deler av porteføljens usikkerhet er usystematisk, vil ønsket sikkerhetsnivå for porteføljen kunne oppnås selv om enkeltprosjektene har et høyere usikkerhetsnivå. Selv systematisk usikkerhet (valuta, markedsusikkerhet og lignende) vil ha en diversifiseringseffekt over tid, forutsatt at porteføljeeiers forventning ikke systematisk avviker fra variasjonen over tid for de systematisk usikre forhold. Hvis for eksempel 85 % sikkerhetsnivå velges for finansieringsrammen for det enkelte prosjektet, vil dette gi et sikkerhetsnivå på typisk 99 % hvis ca. 10 prosjekter inngår i porteføljen. Normalt vil en reservepost på porteføljenivå gi tilfredsstillende sikkerhet og finansiell fleksibilitet selv om det enkelte prosjektet har et betydelig lavere sikkerhetsnivå (Jordanger I, Klakegg O.J. 2003).

En viktig konklusjon her er at ved flermålsanalyse må prosjekteiers øvrige prosjektportefølje tas hensyn til i evalueringsprosessen. Hvis ikke, vil en mer eller mindre bevisst risikoaversjon kunne medføre at 0-alternativet får en ufortjent seier.

### 3.6 Håndtering av kvalitativ og kvantitativ informasjon

Informasjonen om konsekvenser av ulike valg kan være av både kvantitativ og kvalitativ karakter. Konsekvenser kan måles ved hjelp av ulike ytelsesmål eller vurderes direkte av eksperter. De fleste flermålsanalysemetoder håndterer kvantitativ informasjon ved f. eks. å prissette konsekvensene. En større utfordring er det å håndtere ikke-kvantifiserbar informasjon – ofte i kombinasjon med kvantitativ informasjon. En vanlig fremgangsmåte er beskrevet i kapittel 0 hvor scorene på ulike kriterier avbildes på en felles forholdstallskala (verdiskala). En annen fremgangsmåte er beskrevet i Veivesenets håndbok 140 for å vurdere miljømessige konsekvenser av forskjellige veiutbyggingsprosjekter (ref. HB 140). Her foreskrives en fremgangsmåte for vurdering av ikke-prissatte konsekvenser i forbindelse med miljøkonsekvenser av veiutbyggingsprosjekter. Tre faktorer står sentralt i denne vurderingen; vurderinger av hvor verdifullt et område er, hvor stort omfanget vil være av endringer et tiltak fører med seg og konsekvens i form av en vurdering av fordeler og ulemper en utbygging vil føre med seg. Verdien angis på en tredelt ordinalskala – liten – middels - stor. Omfang vurderes i forhold til et definert nullalternativ på en femdelt ordinalskala fra stort negativt omfang til stort positivt omfang. Konsekvenser vurderes som fordeler og ulemper relativt til nullalternativet og måles på en 9-delt ordinalskala fra meget stor negativ konsekvens til meget stor positiv konsekvens. Konsekvensene fastsettes på bakgrunn av vurderingene av verdi og omfang for et naturmiljø.

#### Om måleskalaer

Konsekvenser måles på skalaer som er naturlige og hensiktsmessige for hvert kriterium. I mange tilfeller vil konsekvenser kunne være objektivt definert og direkte kvantifiserbare (f.eks. fartsmåling, skuddtakt etc.), og kan derfor plasseres på en kardinal skala<sup>13</sup>. Men i andre tilfeller må kvalitative, ordinale skalaer av typen ”høy - middels - lav” brukes (f.eks. livskvalitet). Slike skalaer er *kategoriske*, som betyr at differansen mellom kategoriene ikke kan kvantifiseres. At skalaen i tillegg er ordinal, betyr at det gir mening å snakke om rekkefølgen (eller *ordningen*) av kategoriene.

<sup>13</sup> Det finnes to typer kardinale skalaer: intervallskalaer og forholdstallskalaer. Intervallskalaer har ikke et naturlig nullpunkt – differanser kan kvantifiseres, men forholdstall gir ikke mening (eksempel: temperatur målt i °C). Forholdstallsskalaer har et entydig definert nullpunkt, og både differanser og forholdstall kan kvantifiseres meningsfullt (eksempler: antall, avstand og hastighet).

De fleste flermålsanalysemetoder krever at score og verdier uttrykkes på en kardinal skala. Dette innebærer at informasjon uttrykt på andre skalar normalt må omsettes til kardinal informasjon ved hjelp av en form for nyttefunksjon. Denne type transformasjoner av data kan være problematisk, og en bør derfor vise varsomhet slik at en ikke bryter med skalaenes gyldighetsområde. For alternativer målt langs en ordinal skala, kan man lett si om et alternativ er bedre enn et annet, men man kan ikke uten videre kvantifisere forskjellen mellom to ordinale verdier.

I atter andre tilfeller kan det være hensiktsmessig at alternativer rangeres direkte i forhold til hverandre uten bruk av skalaer (f.eks. fargepreferanser). Det deles da ut ”førsteplass”, ”andreplass” osv. I prinsippet er dette det samme som å bruke en ordinalskala, selv om det kan oppfattes annerledes.

Det er generelt viktig at en har frihet til å velge hvilken del av måleskalaen en vil benytte i evalueringen. Det må derfor ikke gis som en forutsetning at beste alternativ skal gis høyeste karakter på måleskalaen og dårligste alternativer skal gis laveste karakter. En slik forutsetning vil kunne gi urimelige utslag hvis alternativene har tilnærmet samme kvalitet/verdi for aktuelt kriterium.

Vi anbefaler i utgangspunktet en ordinal måleskala fra -3 til +3 hvis nytteverdi skal sees relativt til et 0-alternativ. Hvis en mot formodning har behov for en større detaljering enn heltallene på denne måleskalaen, kan dette oppnås ved bruk av desimaler.

### 3.7 Aktuelle metoder for flermålsanalyse

Det finnes som nevnt mange metoder for flermålsanalyse, se kapittel 2.3.1, men her avgrensers vi oss til å se på noen utvalgte som vurderes å ha relevans mht. gjennomføringen av KS1.

Selv om metodene er forskjellige, er analyseprosessen (fremgangsmåten) relativt lik for de ulike metodene, se flermålsanalyseprosessen innledningsvis i kapittel 3.

Som nevnt innledningsvis, har ikke prosjektgruppen grunnlag for å anbefale en ”universell” metode for anvendelse i alle prosjekter i KS1-fasen. For å forenkle arbeidet med metodevalg for både prosjektorganisasjon og kvalitetssikrere gis noen retningslinjer og anbefalinger (se kap. 3.8). Under beskrives én aktuell elementær metode og en aktuell nyttefunksjonsmetode. Rangeringsmetoder er beskrevet nærmere under andre flermålsanalysemetoder i vedlegg 3. Grunnen til at

rangeringsmetoder er utelatt her er at prosjektgruppen mener at de to metodene som beskrives dekker de fleste behov for flermålsanalyser. Disse metodene, og nyttefunksjonsmetoder i særdeleshet, er veletablerte og velfunderte metoder som er godt kjent. Modelleringen av preferanser vil også kunne oppleves mer intuitiv i disse metodene enn for rangeringsmetoder hvor en rekke nye begreper innføres.

## En aktuell elementær metode

Blant utvalget av elementære metoder anbefaler prosjektgruppen Even swap. Bruk av metoden illustreres med et eksempel. En mer utfyllende beskrivelse av metoden finnes i *Smart Choices – A practical guide to making better decisions* (Hammond J. S, Keeny R. L, Raiffa H 1999).

Eksempel på bruk av Even Swap på casen med lokalisering av et nytt nasjonalmuseum I eksemplet *Utbyggingsprosjektet til Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design* (se kapittel 4.2) er det utarbeidet seks beslutningsalternativer i tillegg til 0-alternativet. Se kapittel 4 for en nærmere presentasjon av alternativene. Alternativene skal vurderes opp mot seks kriterier som gis en kvalitativ vurdering (ikke prissatte konsekvenser) på en ordinalskala fra 9 til -9 – hvor verdien 9 representerer en stor positiv forskjell i forhold til 0-alternativet og verdien -9 en stor negativ forskjell. Kriteriene er gjengitt i tabell 3-1. Når kriteriene operasjonaliseres, er det kun klyngeeffekt, dvs. samlet lokalisering vs. spredning, utstillingslokaler over vs. under bakkenivå og netto nåverdi som vurderes. Scoren til alternativer på de ulike kriteriene er fremstilt i en konsekvensmatrise, tabell 3-2.

Even Swap er en iterativ fremgangsmåte hvor en tar utgangspunkt i konsekvensmatrisen, som kan inneholde både kvantifiserbare konsekvenser målt på en kardinalskala (forholdstallskala eller intervallskala) og konsekvenser som vurderes mer kvalitativt på en ordinalskala. Det første man bør gjøre er å lete etter alternativer som i utgangspunktet er dominert<sup>14</sup> og eliminere disse. Et hjelpemiddel her kan være å transformere konsekvenstabellen til en rangeringstabell, som angir rangeringen av alternativene på de ulike kriteriene, se tabell 3-3.

---

<sup>14</sup> Et alternativ dominerer et annet hvis dette alternativet er bedre på minst et kriterium og ikke dårligere på de andre.

Evalueringkriterier for ikke prissatte konsekvenser		Operasjonalisering
<b>K1</b>	Samfunnmessig verdi	Klyngeeffekt
<b>K2</b>	Nasjonalmonumentverdi	Klyngeeffekt
<b>K3</b>	Presentasjon av visuell kunst	Klyngeeffekt
<b>K4</b>	Usikkerhet knyttet til formidlingskvalitet under bakkenivå	Over vs. under bakkenivå
<b>K5</b>	Kompetanseutvikling	Klyngeeffekt
<b>K6</b>	Kvalitet på forvaltning	Klyngeeffekt

**Tabell 3-1 Evalueringkriterier for ikke-prissatte konsekvenser**

	0b	1a	1b	2	3a	3b
<b>K1</b>	0	9	9	9	4	3
<b>K2</b>	1	9	9	7	2	1
<b>K3</b>	0	9	9	9	3	1
<b>K4</b>	0	-1	0	-9	0	0
<b>K5</b>	0	4	6	4	3	2
<b>K6</b>	4	8	9	8	5	4
					-	
					159	-
<b>NNV (MNOK)</b>	<b>-699</b>	<b>-1158</b>	<b>-1326</b>	<b>-990</b>	<b>3</b>	<b>1615</b>

**Tabell 3-2 Konsekvensmatrise**

	0b	1a	1b	2	3a	3b
<b>K1</b>	4	1	1	1	2	3
<b>K2</b>	4	1	1	2	3	4
<b>K3</b>	4	1	1	1	2	3
<b>K4</b>	1	2	1	3	1	1
<b>K5</b>	5	2	1	2	3	4
<b>K6</b>	4	2	1	2	3	4
<b>NNV (MNOK)</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

**Tabell 3-3 Rangeringen til alternativene på de ulike kriteriene**

Denne tabellen viser at alternativ 1b dominerer de andre alternativene bortsett fra på beregnet *NNV* hvor 1b er rangert som nr. 4. Kikker vi på 3a og 3b, som også er rangert bak 1b på *NNV*, så vil disse alternativene domineres av 1b og kan følgelig elimineres (1b, 3a og 3b scorer dog likt på kriterium 4 som er usikkerhet knyttet til formidling av kunst under bakkenivå, men 1b er bedre på alle andre



kriterier). Vi står nå igjen med fire alternativer.

Det at kriteriene ikke er uavhengige, gjør det vanskelig å gjøre avveininger (trade-offs) mellom kriterier. I eksemplet her velger jeg derfor å se på kriterium K1, K4 og NNV, fordi K1, K2, K3, K5, K6 operasjonaliseres på samme måte ved klyngeeffekt hvor samlet lokalisering scorer høyt, mens spredt lokalisering scorer lavt. Avveininger bør gjøres mellom kriterier som operasjonaliseres forskjellig, dvs. NNV, klyngeeffekt og over/under bakkenivå. Å kikke på K1 alene (eller et av de andre kriteriene som måler klyngeeffekt) er kanskje ikke så galt siden 1a, 1b og 2 scorer relativt likt på disse – eventuelt kunne man ha slått kriteriene sammen til et felles kriterium som måler klyngeeffekt.

Når vi har eliminert 3a og 3b og bestemt oss for å benytte kriterium K1, K4 og NNV er konsekvenstabellen blitt vesentlig enklere (tabell 3-4).

	0b	1a	1b	2
K1	0	9	9	9
K4	0	-1	0	-9
NNV	-699	-1158	-1326	-990

**Tabell 3-4 Resultater før "Even swap"**

For å forenkle beslutningsproblemet ytterligere, foreskriver Even swap-metoden at man leter etter muligheter for å eliminere kriterier med utgangspunkt i konsekvensmatrisen over (tabell 3-4). Kriteriene elimineres ved at alternativenes score gjøres lik på et kriterium ved likt bytte mot et annet kriterium. Et kriterium som ikke skiller mellom alternativene har ingen betydning for beslutningen og kan således elimineres. På K4 scorer alternativ 1a, -1 og alternativ 2, -9. Er det her mulig å gjøre en vurdering av hvor mye man er villig til å øke kostnadene med for å gå fra score -1 til 0 for alternativ 1a på K4? Fra vurderingene i konsulentrapporten (se kapittel 4.2) kan det slutes at det å gå fra en etasje under bakkenivå (score -1) til bakkenivå har en NNV som må være mindre enn 168 mill pga. at dette er NNV-differansen mellom 1a og 1b (dvs. i vurderingene som er gjort i konsulentrapporten er man er ikke villig til å kompensere en økning fra -1 til 0 i score med en kostnad på 168 MNOK). For dette eksemplet antar vi derfor at avveiningen diskuteres i gruppen og at man kommer frem til at en reduksjon på 1 i kriteriet, usikkerheten knyttet til formidling under bakkenivå, kan kompenseres

med en økt negativ NNV på 120 MNOK.

For alternativ 2 som har fire etasjer under bakkenivå og dermed oppnår scoren -9 antar vi at usikkerheten knyttet til formidling under bakkenivå kan kompenseres med en økt negativ NNV på 400 MNOK. Fra vurderingene i konsulentrapporten kan det sluttet at fire etasjer under bakken (-9) ikke kan oppveies av en NNV-forskjell på 336 mill (som er NNV-differansen mellom alternativ 2 og 1b). Tabell 3-5 viser status etter at vi har foretatt avveininger mellom K4 og NNV for alternativ 1a og 2. Vi ser at nå kan K4 elimineres, slik at vi står igjen med kriteriene K1 og NNV.

	0b	1a	1b	2
<b>K1</b>	0	9	9	9
<del><b>K4</b></del>	<del>0</del>	<del>4</del>	<del>0</del>	<del>9</del>
<b>NNV</b>	-699	-1158	-1326	-990
<b>NNV justert</b>	-699	-1278	-1326	-1390

**Tabell 3-5 Resultater etter eliminering (K4)**

På K1 er det bare 0b som skiller seg fra de andre alternativene. For at 0b skal score likt med de andre alternativene må K1 løftes fra score 0 til 9. Vi antar med bakgrunn i vurderinger gjort i konsulentrapporten, at en økning i score fra 0 til 9 for 0b ikke kan kompenseres med en økning i negativ NNV på 627 MNOK, dvs. forholdet mellom 0b og 1b. Alternativ 0b vil derfor være dominert av 1a og 1b, og kan derfor ses bort i fra i den videre prosessen.<sup>15</sup>

Nå scorer alternativene likt på K1 og K4 - derfor vil ikke disse kriteriene få betydning for beslutningen. Vi kan nå rangere gjenværende alternativer på deres NNV. Dvs. at 1a kommer best ut. Men, her er det egentlig veldig lite som skiller alternativene fra hverandre (< 4 % mellom 1a og 1b), slik at en annen vurdering av bytteforholdet mellom kriteriene like godt kunne gitt 1b som beste løsning. Det bør derfor, som alltid, gjennomføres en følsomhetsanalyse hvor man endrer på bytteforholdene for å se hvor mye som skal til før rangeringen endres. Et annet moment er at denne NNV-differansen også sannsynligvis ligger innenfor usikkerheten i kostnadsestimaterne. Men, i dette eksemplet kommer 1a ut som det beste alternativet.

<sup>15</sup> Hvis vi hadde benyttet alle kriteriene, ville 0b være dominert stort sett på alle kriteriene, slik at det reelt sett ikke er et bytte mellom K1 og NNV, men mellom K1, K2, K3, K5, K6.

## En aktuell nyttefunksjonsmetode

Nyttefunksjoner er ikke eksplisitt uttrykt i metodene som er beskrevet så langt. Metodene er basert på å angi score på en ordinal- eller kardinalskala. Hvis ordinalskala benyttes tillates kun bruk av et begrenset sett matematiske operatører<sup>16</sup>. En ser imidlertid i praksis at alle matematiske operasjoner ofte benyttes (for eksempel sum av produkt mellom score og vekter) selv om ordinalskala (mer eller mindre bevisst) er lagt til grunn. Dette er en feil som det er viktig å unngå. Men, hvis en legger godviljen til, kan en si at når alle matematiske operatører likevel benyttes på verdier på ordinal skala, vil dette kunne forsvares hvis en forutsetter en underliggende lineær nyttefunksjon. Beklageligvis er lineære nyttefunksjoner normalt ikke en god tilnærming, i hvert fall ikke i utgangspunktet. Det er imidlertid i en del situasjoner mulig å fremtvinge lineære nyttefunksjon. Dette kan gjøres ved inkludering av nytteverdivurdering ved definisjonen av ulike score:

0:	Samme nytteverdi som 0-alternativet
1:	Litt høyere nytteverdi enn 0-alternativet
2:	Dobbelt så høy tilleggsnytte som score 1
3:	Tre ganger så høy tilleggsnytte som score 1, dvs. 50 % høyere tilleggsnytte enn score 2.
-1, -2, -3:	Tilsvarende for score som uttrykker redusert nytteverdi i forhold til 0-alternativet

Hva som er ”litt” høyere/lavere nytteverdi, vil i de fleste situasjoner måtte kalibreres undervegs i evalueringen for å sørge for at alle score for alle kriterier og alternativer havner innenfor definert utfallsrom på måleskalaen (for eksempel -3 til +3).

Ett viktig formål med nyttefunksjonsmetoder er å matematisk transformere score på en ordinal skala til nytteverdier på en forholdsskala. Verdien måles altså i standard nytteenheter, nytteekvivalenter. Denne transformasjonen åpner opp for anvendelse av et nytt sett med metoder og verktøy som er brukt på brei basis innen kvantitative økonomiske analyser, herunder også usikkerhetsanalyser.

<sup>16</sup> Lovlige operatører her er ”>”, ”=”, og ”<”. Dvs. ved sammenlikning av ulike score kan en kun si om verdien av en score er større, lik eller mindre enn verdien av en annen score. En kan for eksempel ikke si at verdien av score 4 er dobbelt så høy som verdien av score 2.

Hvilken evalueringsmetode som er mest egnet, er avhengig av aktuell beslutningskontekst. Vårt forskningsprosjekt har som formål å bidra til forbedring av alternativanalysene i KS1. Konteksten her omfatter kompetente enkeltpersoner, saksbehandlere, grupper og beslutningstakere. I et effektivt kompetansesamfunn er det normalt at saksbehandlere ikke bare utreder positive og negative sider i et sakskompleks<sup>17</sup>, men også gir en anbefaling. I slike situasjoner er dokumentasjon av evalueringskriterier og avveining av disse, samt vurdering av alternativer mot kriteriene særdeles viktig. I slike situasjoner er bruk av nyttefunksjonsmetoder aktuelt. En slik beslutningskontekst er typisk bl.a. for tidligfasen i store statlige investeringsprosjekter. Nyttefunksjonsmetoder er velegnet for bruk både internt i prosjektgruppen og som et verktøy for ekstern kvalitetssikring.

### **Eksempel på nyttefunksjonsbasert verktøy**

Det finnes mange verktøyer innen denne kategorien. Verktøyene varierer en del mht. funksjonalitet, fleksibilitet og brukervennlighet. Spesielt når det gjelder etablering av nyttefunksjoner, ser en at ulike teknikker benyttes. Verktøyene er imidlertid basert på ett felles, grunnleggende prinsipp: Det alternativ som gir størst nytteverdi basert på prosjekteiers nyttefunksjon skal velges. Implisitt betyr dette at alternativenes relevante kvantitative og kvalitative egenskaper, uttrykt gjennom vurdering av et felles sett evalueringskriterier, sammenveies til en samlet nytte for hvert alternativ.

Flermålsanalyseprosjektet skal frembringe ikke bare konseptuelle forbedringer i beslutningsprosesser, men også bidra til verdiskaping ved å beskrive praktisk brukbare verktøy. Vårt formål her er å illustrere viktig funksjonalitet, ikke å anbefale bestemte verktøyer. En slik anbefaling ville krevd en omfattende systematisk gjennomgang og evaluering av et stort antall verktøyer innen flermålsanalyse. Dette er ikke en del av prosjektets mandat.

Nedenfor beskrives et eksempel på et praktisk nyttefunksjonsbasert verktøy (se også vedlegg IV der beskrivelsen av verktøyet utdypes noe samt at bruk av verktøyet illustreres med flere eksempler). Bruk av dette verktøyet omfatter en evalueringsprosess som samsvarer med vår anbefalte evalueringsprosess. Verktøyet beskrives ved et eksempel.

***Trinn 1: Problemanalyse og strukturering.*** Basert på definerte forutsetninger og rammebetingelser, defineres evalueringskriterier og vekting. I vårt eksempel

---

<sup>17</sup> ” .. på den ene siden, .. og på den andre siden ...”

benyttes flg. kriterier og vekter:

Kriterier	Vekt
Nåverdi	30 %
Samfunnmessig verdi	20 %
Nasjonal-monumentverdi	15 %
Presentasjon av visuell kunst	10 %
Usikkerhet knyttet til formidlingsk	15 %
Kompetanse-utvikling	5 %
Kvalitet på forvaltning	5 %

**Tabell 3-6** Evalueringskriterier og vekting

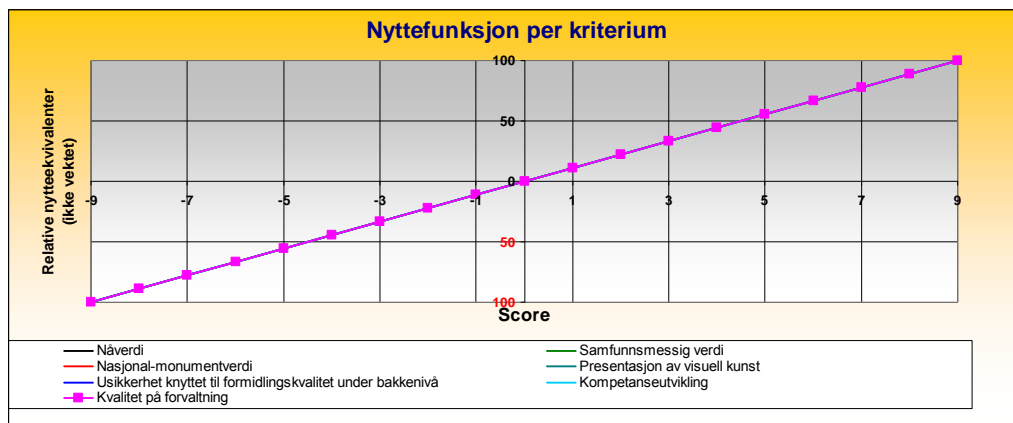
Evalueringskriterier og vekter besluttes normalt av evalueringsgruppen i samråd med beslutningstaker.

**Trinn 2: Modellutvikling.** Bestem måleskala som skal benyttes og tilordn nyttefunksjon for hvert evalueringskriterium. For hvert kriterium defineres kvaliteter knyttet til hvert trinn på måleskalaen. Dette for å oppnå en mest mulig objektiv fortolkning.

I dette eksemplet forutsettes at nullalternativet er referansen og at nytteverdier kan være både positive og negative i forhold til nullalternativet.

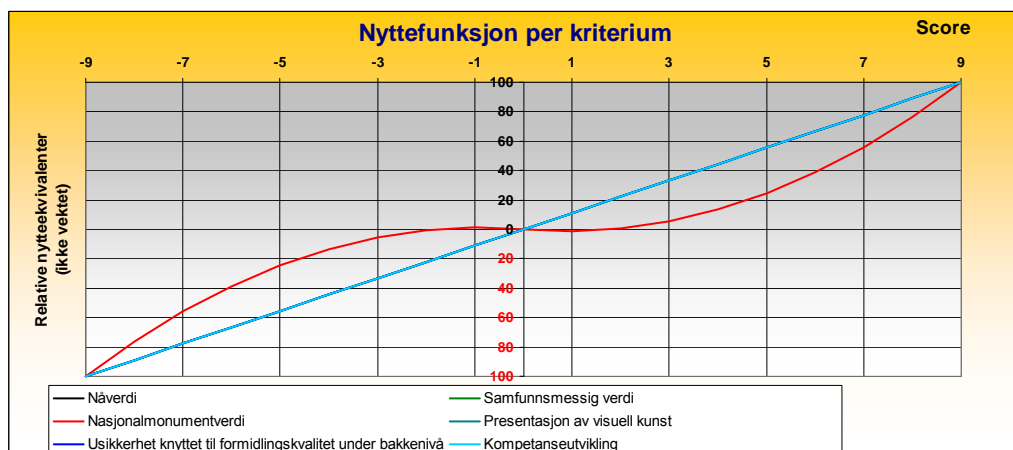
Måleskala som benyttes i eksemplet er -9 til +9 (ikke -3 til +3 som vi i utgangspunktet anbefaler), med referanse til kvalitetssikringen av Utbyggingsprosjektet til Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design. Det viser seg også her at det i praksis er vanskelig å gi en presis beskrivelse av hvilken fortolkning som skal tilordnes hvert trinn på en så detaljert skala.

Nyttefunksjoner vil ha ulike utforminger avhengig av hvilken verdi ulike score har i beslutningen. Enklest er selvsagt lineære nyttefunksjoner. Se figur 3-4 nedenfor.



**Figur 3-4 Lineær nyttefunksjon**

Lineære nyttefunksjoner er normalt gyldig for økonomikriteriet, både i et prosjektøkonomisk og i et samfunnsøkonomisk perspektiv<sup>18</sup>. For øvrige vil imidlertid tilnærming til linearitet ofte ikke være en god representasjon for nytteverdien. Et eksempel på en ikke-lineær nyttefunksjon for dette kriteriet vises nedenfor.



**Figur 3-5 Ikke-lineær nyttefunksjon**

Denne ikke-lineære nyttefunksjonen uttrykker at kriteriet Nasjonalmonumentverdi krever spesielt høy score for å komme inn på området for en slik status. Nyttefunksjonen har et betydelig indifferensområde (score fra -3 til +3 gir samme nytteverdi). Grensenytten som funksjon av score endres eksponentielt mot ytterpunktene.

<sup>18</sup> Gjelder ikke nødvendigvis i et bedrifts- eller privatøkonomisk perspektiv

Enkelte andre typer av nyttefunksjoner er gitt i vedlegg IV.

### Kalibrering av evalueringsmodellen

Kalibrering av evalueringsmodellen gjennomføres før analysen av det enkelte alternativet. Formålet er å undersøke om modellen gir ønsket respons ut fra gitte vekter, scoredefinisjoner og nyttefunksjoner. Kalibreringen foretas normalt med økonomikriteriet som referanse.

Hvis for eksempel nåverdi reduseres med 100 MNOK, hvor mye høyere score må for eksempel *Samfunnsmessig verdi* ha for at samme effekt på total score skal oppnås? Deretter kan en stille spørsmålet: Er denne økningen i *Samfunnsmessig verdi* verdt 100 MNOK (verken mer eller mindre)? Hvis svaret er ja, beholdes vektene og de definerte nyttefunksjonene. Hvis svaret er nei, justeres vektprosenten og evt. nyttefunksjonene inntil ønsket effekt oppnås. Alle kvalitative kriterier bør kalibreres mot økonomielementet. Dette vil i praksis være en iterativ prosess.

**Trinn 3: Evaluering av alternativer.** Tilordn score for hvert kriterium og alternativ.

Definisjon av alternativer og angivelse av score															
Kriterier	Vekt	Verdiområde		Faktor	Utfallsrom kriterier	Min	Gj.sn. pris	Gj.sn. score	Maks						
		Min	Maks							Min	Gj.sn. score	Maks			
Nåverdi	30 %	-9,00	9,00	2	Nåverdi	-1615,0	-1230,2	-1,44	-699,00						
Oppr. nåverdi		-9,00	9,00		Variasjon priselement	31 %		0,00	-43 %						
Samfunnsmessig verdi	20 %	-9,00	9,00		Samfunnsmessig verdi	0		5,67	9,00						
Nasjonal-monumentverdi	15 %	-9,00	9,00		Nasjonal-monumentverdi	1		4,83	9,00						
Presentasjon av visuell kur	10 %	-9,00	9,00		Presentasjon av visuell k	0		5,17	9,00						
Usikkerhet knyttet til formid	15 %	-9,00	9,00		Usikkerhet knyttet til form	-9		-1,67	0,00						
Kompetanseutvikling	5 %	-9,00	9,00		Kompetanseutvikling	-9		-2,00	0,00						
Kvalitet på forvaltning	5 %	-9,00	9,00		Kvalitet på forvaltning	-9		-2,25	0,00						
Alternativ	Nåverdi		Samfunnsmessig verdi		Nasjonal-monumentverdi		Presentasjon av visuell kur		Til formidlingskvalitet u		Kompetanseutvikling		Kvalitet på forvaltning		
	Normalisert verdi	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score		
0b	-699	9,00	9,00	0	0,00	1	1,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	4	4,00
1a	-1 158	-0,02	-0,02	9	9,00	9	9,00	9	9,00	-1	-1,00	4	4,00	8	8,00
1b	-1 326	-3,32	-3,32	9	9,00	9	9,00	9	9,00	0	0,00	6	6,00	9	9,00
2	-990	3,28	3,28	9	9,00	7	7,00	9	9,00	-9	-9,00	4	4,00	8	8,00
3a	-1 593	-8,57	-8,57	4	4,00	2	2,00	3	3,00	0	0,00	3	3,00	5	5,00
3b	-1 615	-9,00	-9,00	3	3,00	1	1,00	1	1,00	0	0,00	2	2,00	4	4,00

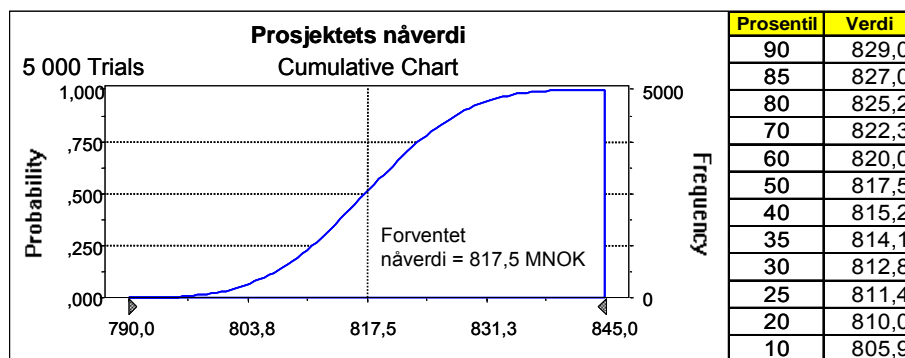
**Tabell 3-7 Angivelse av score pr. kriterium og alternativ**

Vedr. angivelse av score, hvis ikke 0-alternativet benyttes som referanse:

Sammenlikningen av alternativene er *relativ*, alternativene skal sammenliknes innbyrdes og ikke med ”verdens beste”. Med dette som utgangspunkt, og for å unngå at angivelse av evt. systematisk høy/lav score skal undergrave kriterienes

vekter, normaliseres alle score pr. kriterium, slik at middelverdien av scorene ligger midt på måleskalaen.

Alternativets økonomi bør normalt representeres ved totaløkonomi, uttrykt ved nåverdi av alle kontantstrømmer (eller alternativt årskostnad). For å komme fram til en realistisk verdi for totaløkonomien anbefales at det gjennomføres en usikkerhetsanalyse der all relevant usikkerhet knyttet til alternativenes totaløkonomi identifiseres og kvantifiseres. En usikkerhetsanalyse vil gi som resultatet en nåverdi uttrykt ved en forventningsverdi og et utfallsrom (se figur 3-6 nedenfor). Ved beregning av nåverdi skal en i hht. denne metoden benytte en risikofri kalkulasjonsrente ved diskontering.



**Figur 3-6 Verdi for økonomikriteriet, basert på usikkerhetsanalyse**

Verdi for totaløkonomien som inngår i evalueringen vil normalt være den verdien som ivaretar beslutningstakers risikoeksponering<sup>19</sup>.

*Sammenlikning av alternativer.*

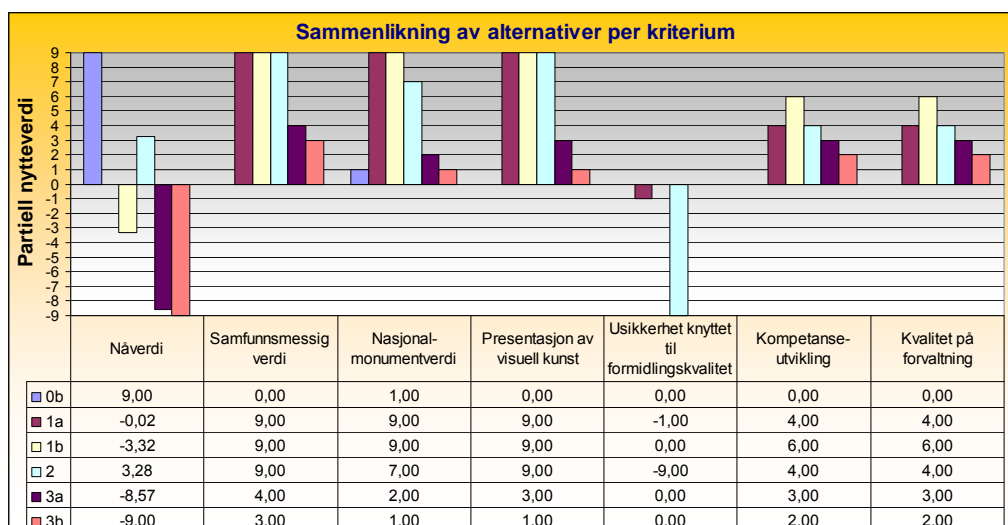
Denne sammenlikningen har også som formål å kvalitetssikre vurderingene som er gjort vedr. angitte score. Et visuelt uttrykk gir et mer rikt bilde av evalueringen enn kun betraktning av tall. Merk at nå er score transformert til nytteverdier, uttrykt på en forholdsskala. Se figur 3-7 nedenfor. Alternativene bør sammenliknes parvis og i større grupper. Angitte score revurderes hvis fortolkningen av det grafiske bildet gir et annet resultat enn forventet.

<sup>19</sup>Hvis for eksempel P40 (i eksemplet 815,2) velges, så representerer denne verdien en noe risikoavers nåverdi. En kan, basert på analysen med 60 % sikkerhet gå ut fra at sluttresultatet blir minst så godt som denne verdien. Hvis denne metoden benyttes, må nåverdi for alle alternativene velges på samme sikkerhetsnivå.

En alternativ metode kan være å benytte usikkerhetsnivået som eget kriterium.

Generelt bør vurderingen av risikoeksponering ses i porteføljesammenheng. Omfanget av usystematisk usikkerhet blir normalt redusert gjennom diversifisering i en portefølje.

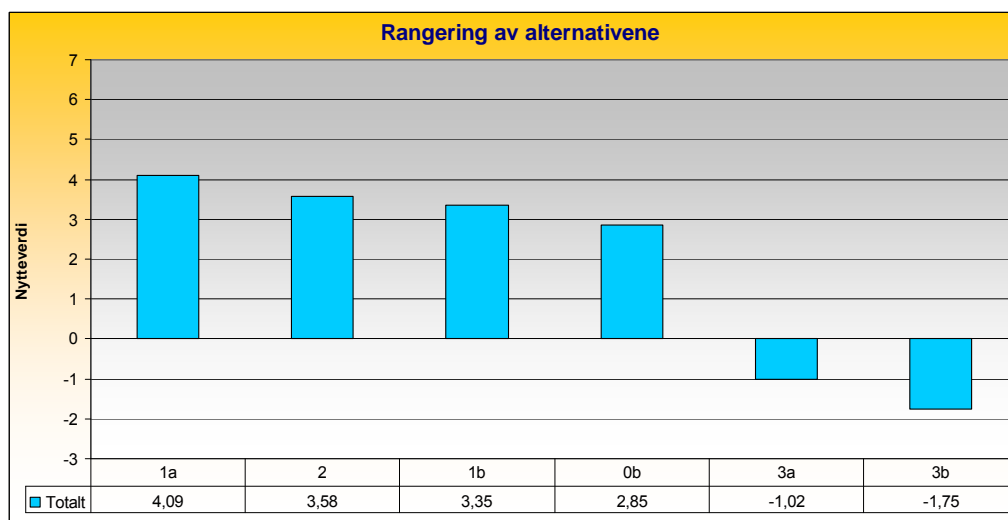




**Figur 3-7 Sammenlikning av avgitt score per kriterium og alternativ**

#### *Trinn 4: Sammenveining/sammenstilling.*

Endelig resultat fremkommer etter kalibrering av modell og kvalitetssikring av score. Total nytteverdi beregnes som sum av produktene mellom kriterievekt<sup>20</sup> og partiell nytteverdi. Se figur 3-8 nedenfor.



**Figur 3-8 Rangering av alternativer basert på nytteverdi**

Rangeringen i dette eksemplet er basert på en nytteverdi relativt til nullalternativet.

<sup>20</sup> I eksemplene som er brukt, måles score mot relativ, ikke absolutt nytte. Hvis alle kriteriene måles mot absolutt nytte uttrykt i standard nytteenheter (nytteekvivalenter), bortfaller vektning av kriteriene.

Alternativ 1 og 3 viser i dette eksemplet lavere nytteverdi enn nullalternativet.

Følsomhetsanalyse utføres for å undersøke robustheten i anbefalingen. En vil i denne prosessen ha hovedfokus på anbefalingens følsomhet mht. endringer i score for subjektive kriterier: Hvor mye må et subjektivt kriterium endres for at nest beste alternativ skal bli best? Kan en slik endring i score betraktes å være innenfor en rimelig vurdering? Hvis svaret på siste spørsmålet er ja, foretas en sluttevaluering der alle potensielle vinnere inngår i en finalerunde der alle evalueringer gjennomgås på nytt, mer detaljinformasjon fremskaffes om dette er hensiktsmessig og anbefalingen revurderes.

### 3.8 Valg av metode

I denne rapporten beskrives tre hovedkategorier av flermålsanalysemetoder. Innenfor hver av disse kategoriene finnes det igjen et rikt utvalg av metoder og verktøy med ulike egenskaper. Rapporten anbefaler to ulike metoder – en elementær metode og en nyttefunksjonsmetode. Prosjektgruppen mener disse metodene vil kunne dekke de fleste behov mht. flermålsanalyser. I tillegg nevnes også rangeringsmetoder, som er beskrevet i vedlegg III.

Hvilken metode er så best egnet for et gitt bestemt beslutningsproblem? Gjennom problemstruktureringsfasen bør man ha opparbeidet seg god nok kunnskap om beslutningsproblemet til at man kan velge den metoden som er best egnet for det angjeldende beslutningsproblemet. Dog vil det ofte være slik at valg av metode vil være basert på smak og behag og hvilke metoder man kjenner til eller har hørt om. Men det er likevel noen momenter som det kan være greit å ha tenkt igjennom før en metode velges. Først, hva er målsettingen med beslutningen? Er det valg av et alternativ ut i fra et sett med kjente alternativer, er det sortering av alternativer i klasser eller kategorier eller er det å rangere alternativene? Det finnes selvfølgelig flere målsettinger med en beslutning, men disse tre hovedkategoriene er de mest vanlige. Ved nyttefunksjoner beregnes en aggregert nytte for hvert enkelt alternativ hvor det med størst aggregert nytte vil være det prefererte alternativet.

Nyttefunksjoner kan derfor i prinsippet benyttes for å adressere beslutningsproblemer innenfor alle tre kategoriene nevnt over. Ved å benytte Even Swap (likt bytte) vil man etter noen iterasjoner forhåpentligvis stå igjen med ett dominerende alternativ. Metoden egner seg således best til å finne det mest prefererte alternativet. Rangeringsmetoder, som navnet tilsier, er utviklet for å rangere alternativene i en partiell og/eller komplett ordning uten å uttrykke en total aggregert nytte for hvert alternativ.

En egenskap som skiller metodene fra hverandre, er hvordan preferanser belyses og modelleres. Her er det nyttig å se an deltakerne i gruppen som skal være med i beslutningsprosessen, og finne den metoden som er best egnet for å gjøre preferansemodelleringsprosessen transparent og forståelig for dem. For nyttefunksjonsmetoder og rangeringsmetoder uttrykkes normalt preferanser på to nivåer – ved vektor og ved å omsette score til nytte vha. nyttefunksjoner. Even Swap benytter en annen og enklere fremgangsmåte, hvor man med utgangspunkt i konsekvensmatrisen leter etter dominerte alternativer, og hvor man gjennom en iterativ prosess reduserer antall relevante beslutningskriterier ved å anvende likt bytte (se kapittel 3.7.1). Denne fremgangsmåten vil ofte kunne virke mer intuitiv enn tilfellet er med de foregående metodene – hvor preferansemodelleringen er mer omfattende og krevende. Rangeringsmetoder benytter konstruksjoner som indifferensnivå, preferansenivå og grader av preferanser, som kan oppleves som lite intuitive.

Metodene er også forskjellige mht. hvordan de håndterer kvalitativ informasjon. I utgangspunktet er de fleste metodene laget for å håndtere kvantitativ informasjon uttrykt på en kardinalskala. Begge de anbefalte metodene kan også håndtere kvalitativ informasjon målt på en ordinalskala. Ved bruk av nyttefunksjoner må ordinal informasjon omsettes til nytteverdier uttrykt på en forholdstallsskala ved hjelp av en nyttefunksjon. Ved bruk av Even Swap må man kunne foreta avveininger mellom verdier målt på en kardinalskala og en ordinalskala. Som beskrevet i kapittel 3.6 bør man vise varsomhet ved transformering av data fra en skala til en annen, slik at man ikke beveger seg utover gyldighetsområdet til metodene.

De fleste flermålsanalysemetodene er i utgangspunktet ikke laget for å håndtere gruppebeslutningsprosesser, slik at man må benytte andre metoder for å oppnå konsensus i fastsettelsen av preferanser. Her kan avstemningsteori (vedlegg II) og problemstrukturerende metoder være gode hjelpemidler.

Representasjon av risiko og usikkerhet er et annet moment som skiller metodene. Ved bruk av nyttefunksjonsmetoder modelleres beslutningstakers holdning til risiko eksplisitt, og det finnes ulike måter for å inkludere usikkerhet i analysene på ved bl.a. bruk av sikkerhetsekvivalenter som beskrevet i kapittel 3.5. Ved bruk av Even Swap kan man gjøre usikkerhetsbetraktninger gjennom følsomhetsanalyser på samme måte som for andre metoder.

En viktig forutsetning for å benytte metodene på reelle problemer er at det finnes

gode dataverktøy som støtter gjennomføringen av analysen. For nyttefunksjonsmetoder og rangeringsmetoder finnes det en mengde verktøyer tilgjengelig. Det finnes, oss bekjent, ingen verktøyer som støtter Even Swap.

Ovenfor er det pekt på en rekke momenter som kan ha betydning for valg av metode. Kort oppsummert så vil en nyttefunksjonsmetode kunne benyttes på de fleste typer beslutningsproblemer, men er omstendelig og preferansemodelleringen kan virke komplisert. Even Swap opererer direkte på konsekvensmatrisen og avveininger i alternativenes score må gjøres mellom ulike kriterier, dvs. en økning i et alternativs score på ett kriterium må kunne kompenseres med en reduksjon i score på et annet. Dette virker som en mer intuitiv fremgangsmåte for å få tak i preferanser, men metoden egner seg best til å håndtere ikke for omfattende beslutningsproblemer hvor en skal finne frem til ett dominerende alternativ. Men det understrekes at utfordringen i forbindelse med flermålsanalyser ikke så mye ligger i hvilken metode man velger, men i å gjøre beslutningsprosessen transparent, forståelig og etterprøvable. Hvis vi likevel skal driste oss til å foreslå en metode som et førstevalg, vil det med bakgrunn i diskusjonen over, være fornuftig å satse på en nyttefunksjonsmetode siden denne er fleksibel og kan anvendes på nær sagt alle typer beslutningsproblemer. Nyttfunksjonsmetoder støttes også av en rekke verktøyer, se oversikt 2.3.1.

Selv om nyttefunksjonsbaserte metoder er førstevalget, vil også en kombinasjon av Even Swap og nyttefunksjonsbaserte metoder kunne være aktuelt., ved at Even Swap benyttes i en innledende kvalifiseringsrunde for å finne ut hvilke alternativer en skal gå videre med i en detaljert nyttefunksjonsbasert analyse.

## 4 Prosjekteksempler

### 4.1 Innledning

Finansdepartementets regime for vurdering av store prosjekter har to ledd; et første ledd hvor prosjektet utarbeider behovsanalyse, strategi for gjennomføring, kravspesifikasjon og alternativanalyse, og et andre ledd hvor eksterne kvalitetssikrere kvalitetssikrer det arbeidet som er gjort.

I dette kapitlet er problemstillingen hvordan dette regimet håndterer eller kan håndtere de ikke-prissatte konsekvensene og hvordan disse blir avveiet mot prissatte konsekvenser. Erfaring tilsier at det mest essensielle i flermålsanalyser er å få til en prosess som sikrer et relevant, tilstrekkelig, men ikke for omfattende vurderingsgrunnlag. En ønsker å få fram det vesentligste som grunnlag for analysen. Valg av metode og riktig bruk av denne, samt hvordan resultatene fremstilles i beslutningsdokumentene vil være viktig.

Tilfanget av ekte<sup>21</sup> KS1-eksempler er svært begrenset. Da vi startet arbeidet var vi kjent med at planene for nytt Nasjonalmuseum for kunst, arkitektur og design var det eneste som hadde gjennomgått full KS1 behandling; det vil si at det både er utarbeidet KS1-analyse og at denne senere er kvalitetssikret innenfor Finansdepartementets kvalitetssikringsregime. Dette prosjektet ble derfor innlemmet blant våre eksempler. Videre visste vi på det tidspunktet at det foregikk utredning og kvalitetssikring av utbyggingsprosjektet ”Norges veterinærhøgskole og Veterinærinstituttet”. Denne prosessen er senere fullført og vi tar også dette prosjektet opp til drøfting.

Det mest brukte analyseverktøyet innenfor flermålsanalyse som finnes i Norge i dag, er vegvesenets Håndbok 140. Dette verktøyet har eksistert lenge og har vært benyttet ved utredning av en rekke vegprosjekter – både innenfor og utenfor plan- og bygningslovens regime for konsekvensutredninger. Hittil finnes det ingen vegprosjekter som er kommet gjennom fullført behandling innenfor KS1-regimet. Fra arsenalet av konsekvensutredninger som kan illustrere muligheter og fallgruver

---

<sup>21</sup> Med ”ekte” mener vi saker som har vært undergitt KS1-regelverket og hvor det har vært gjennomført utredninger og kvalitetssikring etter de retningslinjer som gjelder for slike saker.

ved flermålsanalyser, er et aktuelt eksempel prosjektet E39 forbi kvadraturen i Kristiansand som vi har informasjon om fra et tidligere arbeid. Vegprosjektet er behandlet etter PBLs regelverk for konsekvensutredninger og ble, etter innsigelse, avgjort av Miljøverndepartementet sommeren 2006<sup>22</sup>. Etter anmodning fra vertskommunen ble det mot slutten av planprosessen etablert en referanse- eller kvalitetssikringsgruppe for å gjennomgå det arbeidet som ble utført av konsulentfirmaet<sup>23</sup>. Vegprosjektet er stort nok til å omfattes av Finansdepartementets regime, og kan dermed etter vår vurdering tas inn i vårt herværende arbeid som et likeverdig eksempel med Nasjonalmuséet og Veterinærhøgskolen. Endelig tar vi med blant våre prosjekteksempler E39 Kyststamvegen – Boknafjordkryssingen. Her foreligger det konseptvalgsutredning, men prosjektet har ikke vært gjennom kvalitetssikring.

---

<sup>22</sup> Miljøverndepartementet: Kristiansand kommune – innsigelse til kommunedelplan for E39. Avgjørelse i innsigelsessak, 3. juli 2006

<sup>23</sup> Vår omtale av prosjektet gjør utstrakt bruk av det arbeidet referansegruppen utførte. Den besto av professor Kåre Petter Hagen NHH, professor Tore Knudsen SINTEF og forskningssjef professor Arvid Strand NIBR

## 4.2 Eksempel 1: Utbyggingsprosjektet til Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design

Det er fattet politiske vedtak om at Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design skal få utvidede, bedre og mer hensiktsmessige lokaler enn det som eksisterer i dag. I denne relativt nyetablerte institusjonen inngår Nasjonalgalleriet, Kunstindustrimuseet, Museet for samtidskunst og Norsk arkitekturmuseum. Det er de tre første av disse institusjonene som skal ha nye og rehabiliterte lokaler<sup>24</sup>. Det er også slått fast at Nasjonalmuseets hovedbase skal være i Tullinløkka-området. Det gjelder primært publikums- og utstillingsfunksjoner, men også andre funksjoner som krever nærhet til publikumsfunksjonene.

Alternativene som er utredet, er derfor geografisk konsentrert til området rundt Tullinløkka. Alternativene er (siteret fra sammendraget av rapporten fra Metier og Møreforskning datert 1. februar 2006):

- Alternativ 0: Nullalternativet (nåsituasjonen)<sup>25</sup>
- Alternativ 0b: Delvis utbygging og renovering
- Alternativ 1a: Utbygging Tullinløkka/kvartal i Kristian Augustgate (KA)
- Alternativ 1b: Utbygging Tullinløkka/KA inklusive magasin
- Alternativ 2: Utbygging Tullinløkka
- Alternativ 3a: Satellitt uten bruk av lokalene til Historisk museum<sup>26</sup>
- Alternativ 3b: Satellitt med bruk av lokalene til Historisk museum

De ikke-prissatte effektene er behandlet i rapportens kapittel 5.3. Disse effektene omtales som de nytteeffekter som en ikke har funnet det faglig forsvarlig å verdsette i kroner, og omfatter følgende:

1. Samfunnsmessig verdi av at visuell kunst blir kommunisert
2. Nasjonalmonumentverdi (styrke hovedstadens kvaliteter)
3. Presentasjon av visuell kunst som helhet

<sup>24</sup> Norsk arkitekturmuseum har løst det meste av sitt framtidige arealbehov i rehabiliterte bygninger og et nybygg på Bankplassen

<sup>25</sup> Det er vanskelig å kalle dette et nullalternativ. Det vanlige er å definere en framskrevet nåsituasjon som nullalternativ; dvs nåsituasjonen oppdatert til et passende tidspunkt hvor sammenlikning av det eksisterende kan sammenliknes med det nye på en likeverdig måte

<sup>26</sup> Historisk museum ligger til Tullinløkka

4. Usikkerhet knyttet til formidlingskvalitet under bakkenivå
5. Kompetanseutvikling ved Nasjonalmuseet, klyngeeffekt
6. Kvalitet på forvaltning av samlingene, inkludert sikring

Disse effektene er hver for seg gitt en beskrivelse og det er henvist til generell dokumentasjon. Alternativene gis poeng på en skala fra 9 via 0 til -9; hvor

- 9 innebærer *stor positiv forskjell i forhold til nullalternativet*
- 1 representerer *Marginal positiv forskjell i forhold til nullalternativet*
- 0 betyr *ingen forskjell i forhold til nullalternativet*
- -1 betyr *Marginal negativ forskjell i forhold til nullalternativet* og
- -9 innebærer *Stor negativ forskjell i forhold til nullalternativet*.

Ikke prissatt effekt	Operasjonalisering	Skala (del av skalaen i bruk)
Kriterium 1: Samfunnsmessig verdi av at visuell kunst blir kommunisert	Nybygg gir oppmerksomhet; Samlet image – NM blir på én plass	3-4; 9
Kriterium 2: Nasjonalmonument-verdi (styrke hovedstadens kvaliteter)	Oppussing; Samling i Tullinløkka-området; andel av bygget under bakken; Bygningsmessig helhet	1-9
Kriterium 3: Presentasjon av visuell kunst som helhet	En eller flere lokaliseringer	1-9
Kriterium 4: Usikkerhet knyttet til formidlingskvalitet under bakkenivå	Antall utstillingsetasjer under bakkenivå	-9 - 0
Kriterium 5: Kompetanseutvikling ved Nasjonalmuseet, klyngeeffekt	Samlet eller spredt miljø	2-5
Kriterium 6: Kvalitet på forvaltning av samlingene, inkludert sikring	Faglig forsvarlig bevaring; antall lokaliteter (transport)	4-9

**Tabell 4-1 Operasjonalisering av de nytteeffektene som en ikke har funnet det faglig forsvarlig å verdsette i kroner**

Kriteriene operasjonaliseres, for enkeltes vedkommende, flerdimensjonalt. Samlet sett konstaterer vi imidlertid at fem av kriteriene operasjonaliseres til (blant annet) å dreie seg om hvor de nye museumslokalene blir lokalisert; og med viktigste dimensjon samlokalisert eller spredt (kriteriene 1, 2, 3, 5 og 6). Det gjenværende av kriteriene (kriterium 4), og i noen grad kriterium 2, operasjonaliseres til å dreie seg



om hvor mye av museenes utstillingsarealer som befinner seg under bakkenivå; kvaliteten av utstillingsarealer som befinner seg under bakkenivå.

Hvert av kriteriene er blitt vektet av en gruppe bestående av personer fra Kirke- og kulturdepartementet og Nasjonalmuseet samt utredere fra Møreforskning og Metier. Gruppen arbeidet etter konsensusprinsippet og kom fram til de vekter som framgår av tabell 2 nedenfor. Dette innebærer at samlokaliseringskriteriene gis nærmere fire ganger så stor vekt som kriteriet som tar opp utstillingslokalenes lokalisering over eller under bakken.

Etter denne vektingsøvelsen blir det i rapporten foretatt regneøvelser som om scoren skulle være fastsatt på forholdstallsnivå; score multipliseres med vekt og en summerer seg fram til en rangering av alternativene. Denne sammenregningen er høyst tvilsom, dvs. den er rett og slett ikke mulig å forsvare. Det heter i rapporten at poenggivningen kun gir en relativ forskjell (at eksempelvis fire poeng ikke nødvendigvis er dobbelt så bra som to poeng), men det innebærer samtidig at dataene ikke kan utsettes for multiplikasjon eller divisjon. Resultatet av den tvilsomme operasjonen er denne: Alternativ 1b 6.8 poeng, 1a 6.4, alternativ 2 4.3, alternativene 3a og 3b henholdsvis 2.6 og 2.3 – alternativ 0b får 0,5 poeng.

Utplukkingen av 1b som det beste alternativet på grunnlag av de ikke-prissatte effektene, gitt de vurderinger som er gjort av kriteriene, kunne vært foretatt uten vektning av kriterier. Det er nemlig dette alternativet som får best score på alle kriteriene, med alternativ 1a som litt dårligere takket være mer spredt lokalisering og, sannsynligvis, en etasje med utstillingsarealer under bakken. Alternativ 2, med ytterligere arealer under bakken i forhold til situasjonen for alternativ 1a samt den samme manglende samlokalisering av magasiner og utstillingslokaler, blir ytterligere et hakk svakere. Dette framgår av oppstillingen i tabell 3 nedenfor. Framstilt på denne måten unngår en de problematiske regneoperasjonene for de ikke-prissatte konsekvensene som er utført i konsulentrapporten.

Ikke prissatt effekt	Alternativer						Vekt	Beregnet relativ vekt
	0b	1a	1b	2	3a	3b		
Samfunnsmessig verdi av at visuell kunst blir kommunisert <sup>27</sup>	0	9	9	9	4	3	4	0.29
Nasjonalmonument verdi (styrke hovedstadens kvaliteter) <sup>28</sup>	1	9	9	7	2	1	3	0.21
Presentasjon av visuell kunst som helhet <sup>29</sup>	0	9	9	9	3	1	2	0.14
Usikkerhet knyttet til formidlingskvalitet under bakkenivå <sup>30</sup>	0 <sup>31</sup>	-1	0	-9	0	0	3	0.21
Kompetanseutvikling ved Nasjonalmuseet, klyngeeffekt <sup>32</sup>	0	4	5	4	3	2	1	0.07
Kvalitet på forvaltning av samlingene, inkludert sikring <sup>33</sup>	4	8	9	8	5	4	1	0.07
								1
Netto nåverdi (MNOK)	-699	-1158	-1326	-990	-1593	-1615		

**Tabell 4-2 Ikke-prissatte konsekvenser; vektning samt alternativenes score**

<sup>27</sup> Her er kriteriet oppmerksomhet som skapes; og den skapes ved nybygg samt at anlegget er samlet

<sup>28</sup> Her er kriteriet i hovedsak konsentrasjon av museumsaktivitetene

<sup>29</sup> Her er kriteriet grad av samlokalisering av mange ulike kunstarter; kampen om folks tid

<sup>30</sup> Her er kriteriet rett fram; omfanget av etasjer med utstillinger under bakkenivå; fire slike etasjer gir maksimal negativ score, mens en etasje belønnes med score -1

<sup>31</sup> Her gis alternativene 0b, 1b, 3a og 3b verdien 0 begrunnet med at kriteriet ikke er relevant. Det burde vel blitt gitt 9 siden det ikke hefter noe ved disse alternativene når det gjelder dette kriteriet?

<sup>32</sup> Her er kriteriet grad av samling av miljøet; antakelser om verdien av kritisk masse. Ingen begrunnelse for hvorfor beste alternativ bare oppnår en halvgod positiv score

<sup>33</sup> Her er kriteriet som vurderes først og fremst antall lokaliteter og dermed ulikt behov for transport ved håndtering av samlingene (9 ved en lokasjon, 8 ved to, 5 ved tre og 4 ved fire)

Kriterium	Alternativ		
	1a	1b	2
1	Best	Best	Best
2	Best	Best	Best -
3	Best	Best	Best
4	Middels	Best	Dårligst
5	Best -	Best	Best -
6	Best -	Best	Best -
<b>Netto nåverdi</b>	-1158	-1326	-990

**Tabell 4-3 Tre av alternativene rangert for hvert av de ikke-prissatte kriteriene på ordinal skala på grunnlag av utredernes vurdering av alternativenes score**

Det er klart at det her først og fremst står om hvordan en bedømmer utstillingsarealer under bakken (kriterium 4). Det er dette som først og fremst skiller disse tre alternativene, samt litt hvor magasinene er lokalisert i forhold til hovedaktiviteten.

Konklusjonen i konsulentrapporten blir at for de ikke-prissatte konsekvensene er alternativ 1b det beste. Dette alternativet har imidlertid, ifølge konsulentene, bare ”en marginal bedre kvalitativ score enn 1a”. Fordi dette siste alternativet har en bedre netto nåverdi (se tabell 3 ovenfor) (og altså bare er marginalt svakere enn 1b for de ikke-prissatte konsekvensene), blir dette alternativet, av konsulentgruppen, anbefalt som det alternativet som bør velges. Alternativ 2 har imidlertid en vesentlig bedre netto nåverdi enn 1a og det eneste som gjør dette alternativet svakere enn 1a, er bedømmelsen av hva det betyr for museumsaktiviteten at mer av utstillingsarealene blir lokalisert under bakken. Det argumenteres i konsulentrapporten med at den høyere kostnaden i 1a oppveies av betydelig bedre museumsfaglige betingelser i dette alternativet enn i alternativ 2 nettopp på grunn av at utstillingslokalene blir liggende over bakken<sup>34</sup>.

<sup>34</sup> Det er interessant hvordan konsulenten ordlegger seg når henholdsvis alternativ 1a og alternativ 2 skal jamføres med alternativ 1b. Det heter at ”alternativ 1b har ...en marginalt bedre kvalitativ score enn 1a og en betydelig bedre kvalitativ score enn 2” (side 6).

## Kvalitetssikringen

Prosjektet er kvalitetssikret av Terramar/Asplan Viak. Deres rapport *Kvalitetssikring av konseptvalg* er datert 7. juli 2006. Det konstateres at utredningsarbeidet utført av Metier/Møreforskning bryter med en sentral side ved KS1-tankegangen; ideen om at det skal utredes reelle – i betydningen vesensforskjellige – alternativer. Det mener kvalitetssikrerne ikke er gjort her siden de alternativene som foreligger, stort sett representerer varianter av det samme grunnalternativet (museumslokalisering til Tullinløkka og nærmeste omegn). Dette er en grunnleggende kritikk. Signalet det gir om den manglende viktigheten av kravet om alternative lokaliseringer, kan ikke være tjenlig for systemet.

I kvalitetssikringsrapporten heter det (side 9):

*Ved at det ikke er gjennomført en analyse av alternativ lokalisering for et nytt nasjonalmuseum, finnes det ikke grunnlag for å stadfeste om Tullinløkka-området er den best egnede plassering sett i et totalperspektiv. Særlig de utfordringene som finnes mht. tomtetilgjengelighet/-beskaffenhet og hensynet til byutviklingen, tilsier at det burde vært vurdert alternative lokaliseringer i Oslo, før endelig lokalisering for en så viktig nasjonal satsing besluttes<sup>35</sup>.*

Det er viktig å poengtere dette. Viktigere for vårt flermålsanalyseprosjekt er det imidlertid at KS1-utredningen fra Metier/Møreforskning og kvalitetssikringsarbeidet fra Terramar/Asplan Viak konkluderer på ulik måte når det gjelder anbefaling av alternativ, og at denne forskjellen i anbefaling er å tilbakeføre til hvordan de to utredningsmiljøene håndterer ikke-prissatte faktorer. De to miljøene opererer med ulike metodiske tilnærminger til behandlingen av de ikke-prissatte nyttevirkningene. Terramar og Asplan Viak skriver om utredningsarbeidet til Metier/Møreforskning:

---

<sup>35</sup> I sammendraget i kvalitetssikringsrapporten heter det: planleggingen av nytt Nasjonalmuseum er konsentrert om ett hovedalternativ med forskjellige utforminger i Tullinløkka-området, uten at det er godtgjort at dette alternativet best ivaretar behovet for investeringen. Det finnes alternative sentrale tomter i Oslo, som kan ivareta en samling av alle funksjonene i et nytt nasjonalmuseum. KS1-ordningens intensjon om at alternativer mht. utbyggingsløsninger skal utredes er derfor ikke ivaretatt. Den muligheten som eventuelt ligger i å utnytte et nytt nasjonalmuseum som en drivkraft i byutviklingen er ikke vurdert, ved at utbyggingsplanene er låst til Tullinløkka-området.

De har gjennomført en nytte-kostnadsanalyse<sup>36</sup>. Nyttensiden består både av prissatte effekter og en rekke andre vesentlige nytteeffekter som er systematisert i en multikriterieanalyse (jf. analyse av ikke-prissatte effekter). Fordelen med en slik analyse er at den gir en systematisk framstilling av hvilke faktorer som er inkludert, samt hvilken betydning disse er vurdert å ha i kroner. Resultatene fra analysen av ikke-prissatte effekter er veid i forhold til de prissatte effektene i vurderingen av alternativenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet. Vektingen av de ikke-prissatte effektene er foretatt av deltakere fra KKD, Nasjonalmuseet, Møreforskning og Metier. Vektingen representerer konsensus fra gruppen. Hver effekt er målt gjennom poenggivning på en ordinal måleskala. Metier/Møreforskning peker selv på at poenggivningen kun gir relative forskjeller, og at fire poeng ikke nødvendigvis er "dobbel" så bra som to poeng (Metier/Møreforskning 1.februar 2006). Med en ordinal måleskala og vekting av flere ulike effekter, reiser vi tvil i forhold til hvor meningsfylt det er å rangere alternativene etter en vektet sum for ikke-prissatte effekter, der alle de prissatte effektene uttrykkes samlet gjennom en sum. Etter våre vurderinger tilslører denne framstillingen mer enn den synliggjør hvordan ikke-prissatte effekter er vurdert. Det blir også vanskelig å se hvilke ikke-prissatte effekter som er vesentlige for rangeringen.

Vi stiller oss også kritisk til at vektingen og poenggivningen er foretatt gjennom konsensus i en liten utvalgt gruppe. Gruppen representerer fagekspertise innen enkelte områder som er vurdert, men innehar ikke fagekspertise på alle områder som vurderes. Gruppen kan dermed ikke betraktes som et bredt sammensatt fagpanel. Konsensusgruppen har gitt høy vekt (21 %) kombinert med høyeste negative poeng (-9) til faktoren usikkerhet knyttet til formidlingskvalitet under bakkenivå. Både vektingen og vurderingen mangler faglig begrunnelse. Et raskt søk på internett viser at det bygges en rekke store museumsbygg med utstillingslokaler under bakkenivå internasjonalt. Det foreligger med andre ord en rekke internasjonale erfaringer fra denne type bygg under bakkenivå som burde vært inkludert i vurderingen, og framlagt for beslutningstakerne. Vi mener derfor at det er en klar svakhet ved Metier/Møreforskning sin analyse at vurderingen av en ikke-prissatt effekt med avgjørende betydning for rangeringen av alternativene, kun er forankret i en liten gruppe personer uten at det synliggjøres for beslutningstakerne at det eksisterer prosjekt der denne faktoren tydeligvis ikke har vært ilagt vesentlig vekt. Generelt mener vi at bruk av konsensusgrupper krever at det er foretatt en grundig interessentanalyse for å sikre at konsensusen er representativ. Når dette ikke er gjort er vi tvilende til om den foretatte vektingen og poenggivningen er representativ for "storsamfunnets" vurderinger av ikke-prissatte effekter.

<sup>36</sup> Problematisk begrep siden det som er gjennomført er en analyse av kvalitativ nytte og totaløkonomi

Metier/Møreforskning konkluderer, som nevnt ovenfor, sin utredning med å anbefale alternativ 1a. Det utslagsgivende er verdien av en ikke-prissatt nytte – ulempen ved å ha utstillingsarealer under bakkenivå. Ved en konsensusøkende metode kommer en fram til at en slik løsning er uheldig; vesentlig dårligere enn museumsarealer over bakken. Konkret verdsettes denne variasjonen mellom alternativene 1a og 2 til vel 150 millioner kroner i netto nåverdi. Terramar/Asplan Viak problematiserer, som vi har sett, denne delkonklusjonen ad to veger. Først ved å påpeke at medlemmene av konsensusgruppen neppe kan sies å representere på en god måte aktuelle målgrupper/interessenter, og for det andre ved, gjennom et internettsøk om bygg under bakken, å peke på at det ikke er lett å godtgjøre at denne type museumsarealer er mindreverdige. På dette grunnlaget konkluderer kvalitetssikrerne med å anbefale et annet alternativ; alternativ 2.

Kvalitetssikrernes måte å håndtere de ikke-prissatte faktorene på er å foreta en drøfting av hver av disse faktorenes score i de enkelte alternativene. Alt skjer verbalt og argumentativt, ingen kvantifiseringer. Dette skjer for, som det heter (s. 5 i vedlegg 2), *”å gi en bedre synliggjøring av hva som er normative og politiske vurderinger, og hvilke vurderinger som kan gis en faglig forankring, eller knyttes til tiltakets målformulering”*.

## **Konklusjon**

Vi konstaterer vesentlige metodiske svakheter knyttet til Metier/Møreforskningens håndtering av de ikke-prissatte konsekvensene. Mest problematisk er bruken av produserte data om kvalitet eller ytelse som data på forholdstallsnivå, men også de mange kriteriene som benyttes for å vurdere ikke-prissatte forhold siden de fleste av dem speiler bare en dimensjon ved alternativene; lokaliseringen. Også prosedyren som leder fram til vektingen av kriteriene for alternativenes kvalitet er problematisk. Den kan ikke sies å la alle sentrale aktører få gi bidrag til vektingen.

Kvalitetssikrers rapport er, slik vi ser det, vesentlig bedre metodemessig i sin behandling av de ikke-prissatte forholdene. En behandling av slike forhold basert på argumenter heller enn beregninger er klart å foretrekke. Deres påpekning av det mangelfulle grunnlaget for å diskvalifisere utstillingsarealer under bakken, trekker fram én side ved slike analyser som det er verdt å rette oppmerksomheten mot; behovet for at alternativenes score på ulike kriterier gis klare faglig motiverte begrunnelser.

## 4.3 Eksempel 2: Konsekvensutredningsarbeidet E39 Gartnerløkka – Kleppland

### **Valg av trasé på parsell 1 Gartnerløkka - Hellevikdalen**

Statens vegvesen Region sør har utarbeidet konsekvensutredning for ny trasé for E39s videreføring vestover forbi Kristiansand, nærmere bestemt fra Gartnerløkka til Hellevikdalen (parsell 1) og videre til Kleppland (parsell 2). Konsulent for arbeidet har vært Scandiaconsult AS (nå Rambøll) med underleverandører. De endelige rapportene fra utredningen er det imidlertid Statens vegvesen som står bak. Til grunn for vår omtale ligger rapporten *Konsekvensutredning* (november 2003), *Konsekvensutredning kortversjon* (samme tidspunkt) og *Suppleringsrapport for Parsell 1*.

Vi står overfor en ordinær KU-prosess for en veg. Det er utarbeidet en konsekvensutredning etter boka<sup>37</sup> for mange alternativer. Konsekvenser som kan prissettes er behandlet for seg, og nytte/kostnadsbrøken er beregnet. De såkalt ikke-prissatte konsekvensene er vurdert i tråd med håndbok 140 og resultatet presentert i en samletabell (nedenfor gjengitt som tabell 4 med alle konsekvenskategoriene, men bare for to av alternativene<sup>38</sup>).

Tabellen viser at alternativ F er bedre enn eller like godt som alternativ L på alle konsekvenskategorier unntatt nærmiljø. F er bedre enn L på helt sentrale dimensjoner ved framføring av veganlegg i byområder; mulighetene utbyggingen åpner for bolig- og næringsutvikling, den ivaretakingen og utviklingen av landskapsbildet som utbyggingen makter, og alternativets evne til å ivareta kulturminner og kulturmiljø.<sup>39</sup>

Det utførte arbeidet vil vi karakterisere som omfattende og informativt, men med en del vesentlige mangler både når det gjelder dokumentasjon og framstilling. Her vil vi først og fremst være opptatt av drøftingene av noen av de mest sentrale ikke-

---

<sup>37</sup> Statens vegvesen: Håndbok 140 Konsekvensanalyser; Vegdirektoratet (tidligere versjon enn den som nå foreligger datert juni 2006)

<sup>38</sup> De to som senere viser seg å bli de sentrale i valget av alternativ

<sup>39</sup> Alternativ Fs store problem er økonomien. Det var nettopp de høye kostnadene som gjorde at tiltakshaver, som vi senere skal se, valgte bort dette alternativet allerede før en kom til en mannjevning med alternativ L.

prissatte konsekvensene, samt de sammenfattende drøftingene fram mot anbefaling av alternativer.

	F	L
Nærmiljø	-	0
Friluftsliv	---	---
Naturmiljø	--	--
Kulturminner og -miljø	+	0
Landskapsbilde	++	0
Geo- og vannressurser	0	0
Barn og unge	0	0
Transportkvalitet	++++	++++
Kollektivtransport	++++	++++
Sykeltrafikkens fremkommelighet	+	+
Bolig- og næringsutvikling	++++	+
Anleggsperioden	---	---
Deponier, overskuddsmasse	++++	++++
Regionale og lokale virkninger	++++	++++

**Tabell 4-4 Sammenlikning av ytelsene til alternativene F og L for hver av de 14 ikke-prissatte konsekvensene på en skala fra ++++ (svært positive) til ---- (svært negative) konsekvenser**

### Alternativer som utredes

I utredningsprogrammet (UP) for E39s videreføring vestover forbi Kristiansand er det ikke sagt noe spesifikt om de alternativene som skal utredes. Det heter i UP at *”Det forutsettes utredet og konsekvensvurdert flere alternative vegløsninger på strekningene Gartnerløkka – Hannerikdalen og Grautheller – Rosseland/ Volleberg. Underveis i utredningsfasen kan enkelte alternativ komme til å vise seg svært lite aktuelle. Forutsatt bred lokal enighet om dette kan det være ønskelig med en siling av alternativ”*. Her er det med andre ord opp til utreder å finne fram til passende alternativer. Utreder



konsekvensvurderer sju alternativer for parsell 1 (se figur 1)<sup>40</sup>.

Blant de utredede alternativene representerer alternativ F en indre trasé med veg i tunnel, mens de øvrige alternativene alle er varianter over veg i nåværende trasé. Alternativ A er et alternativ i tunnel i dagens veglinje, alternativene C, D og E er alternativer med minimalt med tunnel (før vi kommer forbi Kolsdalen), mens alternativ L er en dagløsning mellom Gartnerløkka og Dueknipen (der alternativ A har tunnel) og alternativ B er en mellomting mellom A og L (litt tunnel og litt åpen dagløsning mellom Gartnerløkka og Dueknipen).

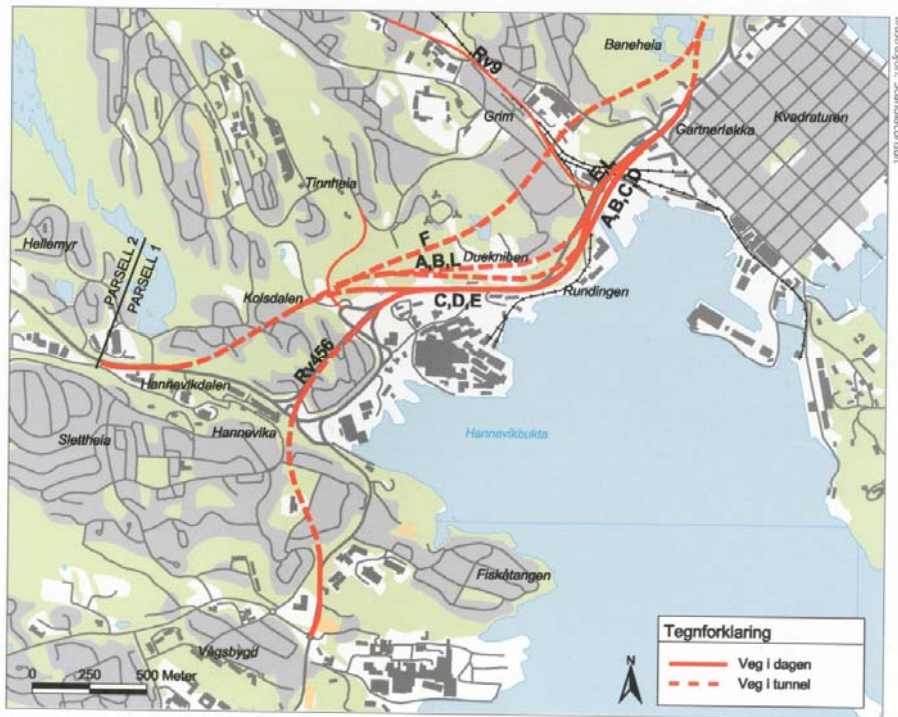
### Ubalansert tilråding

Det presenteres i konsekvensutredningsrapporten et vell av informasjon om de ulike alternativene og konsekvensutredningstemaene. Tiltakshavers anbefalinger i kapittel 11 *Anbefalt løsning* yter imidlertid ikke rettferdighet til det som tidligere er kommet fram av informasjon om de enkelte alternativene. Det gjøres heller ikke systematisk bruk av de faktorer som det innledningsvis i anbefalingskapitlet pekes på som vesentlige for en anbefaling<sup>41</sup>.

<sup>40</sup> Dette er for mange om vi ser utredningseffektivt, pedagogisk og framstillingsmessig på det. Mange av alternativene er bare marginalt forskjellige, og utredningsmessig ville en derfor tjent på å tenke mer prinsipielt innledningsvis, det vil si ved utarbeidelse av utredningsprogrammet Det ville vært lett på forhånd å finne fram til distinkte alternativer mellom de to punktene som avgrenser parsell 1. To kriterier kan generere alternativer. Det ene er hvilken trasé vegen skal følge. Det andre er om vegen skal gå i tunnel eller ikke. De alternativt forskjellige traséene er enten via Gartnerløkka og i nåværende veglinje fram til Kolsdalen eller i en indre trase løsrevet fra dagens veglinje. Dette siste alternativet vil måtte være et tunnelalternativ, mens alternativet i nåværende veglinje kan utføres som tunnelalternativ, som dagløsning eller som en blanding av tunnel- og dagløsning.

<sup>41</sup> Disse er (sitat s.131):

- Forholdet til vedtatt og sannsynlig byutvikling i Kristiansand
- Vegens betydning i det totale landskapsbildet ved vedtatt byutvikling
- Samordnet areal- og transportplanlegging
- Muligheter for prioritering av buss på bussmetroaksen
- Uviklingsmuligheter og tilgjengelig areal for næringslivet
- Tilpasning til og bruk av allerede utført veianlegg i Baneheia
- Anleggskostnader og vedlikeholdskostnader
- Transportkvalitet og trafikantenes opplevelser
- Trafikkavvikling og fremtidig kapasitet
- Trafikksikkerhet



**Figur 4-1 Traseer for utredede alternativer for E39 fra Baneheia/Gartnerløkka til Hannevikdalen**

Utsorteringen (bortvelgingen) av alternativer i KU-rapportens kapittel 11 starter med at alternativene C, D og E vurderes. Det anføres vesentlige mangler ved disse alternativene, og de ”vurderes som uakseptable” (s. 131)<sup>42</sup>. De vesentlige manglene som trekkes fram er: *manglende framtidig kapasitet; korte vekslings- og flettestreknings på Vesterveien; økt ulykkesrisiko; ingen mulighet for prioritering av buss i sambruksfelt eller egne felt på Vesterveien*. Det er noe påfallende når det hevdes ”økt ulykkesrisiko”. Alternativet har sparte ulykkeskostnader i den kvantitative oppstillingen. Vi merker oss ellers at det er de trafikale konsekvensene som framheves som negative. Øvrige kriterier eller faktorer fra listen i fotnote 21, kommenteres ikke.

Det konstateres deretter at alternativene A og F, i prinsippet, er like alternativer ved at de begge har tunnel på hele parsellen<sup>43</sup>. Det hevdes at F er et mer fordelaktig alternativ enn A. Det skyldes:

<sup>42</sup> I notatet eller rapporten *Kortversjon* er ikke dette budskapet om ikke akseptbarhet med, og omtalen av de tre alternativene framstår dermed som uavsluttet

<sup>43</sup> Det er underlig at disse to alternativene anses å være like. Det eneste de har felles er at de begge fører vegen fram som tunnelloøsning. For øvrig er de helt forskjellige slik det framgår av vår prinsipielle alternativoppstilling i fotnote 21.

- Større frigjorte arealer i sentrum til byutvikling/næringsutvikling
- Deler av Gartnerløkka frigjøres til andre formål
- Reduserte anleggsulemper
- Vesentlig mer overført trafikk til ny veg
- Flere tilkoblinger til lokalvegnettet

Men når dette er sagt om alternativ F i forhold til alternativ A, trekkes den delslutning at ”*Selv om F vurderes som bedre enn A, frarådes valg av F på grunn av svært høye anleggskostnader*”. Her utelukkes alternativ F før alle alternativer er vurdert mot hverandre. Det konkluderes ut fra økonomi **uten at en har vurdert hva en får for den merkostnad det er snakk om – og - før en har sett på alle alternativene.** Vi legger også merke til at det omtales bare et fåtall av de faktorer som innledningsvis i anbefalingskapitlet er omtalt som vesentlige for en anbefaling.

Tiltakshaver fortsetter deretter med å sammenlikne alternativene L og B; E39 i samme trasé, men med ulikt omfang av vegen som dagløsning mellom Gartnerløkka og Dueknipen. Sammenlikningen mellom alternativene L og B faller ut til Ls fordel med følgende begrunnelse:

- Omfattende veginvesteringer i Baneheia, til høy bru, samt på Gartnerløkka bevares
- Større arealer ved Euroterminalen og KMV<sup>44</sup> frigjøres til by- og havneutvikling
- Det er vesentlig rimeligere
- NN/K<sup>45</sup>-verdien er høyere
- Anlegget er enklere å gjennomføre

Denne listen er interessant på flere måter. For det første er det verdt å merke seg at det er tre økonomikriterier som trekkes fram og at det tredje og fjerde argumentet er det samme. Det er nemlig bare poenget ”vesentlig rimeligere” som gjør at NN/K verdien er høyere (inntektene er like store i de to alternativene). Hadde sammenlikningen vært mellom alternativene F (som ble fjernet fra videre sammenlikning med henvisning til høye kostnader) og L, ville bare to av poengene

<sup>44</sup> Kristiansand Mekaniske Verksted

<sup>45</sup> Nettonytte (NN) er differansen mellom total nytteverdi og prosjektets investerings- og driftskostnader. K er de kostnader ved prosjektet som skal dekkes over offentlige budsjetter

ovenfor vært gyldige; de lavere investeringene og mulighetene til å benytte allerede etablerte tunneler i Baneheia (som selvfølgelig i realiteten er et argument som i en reell sammenlikning gjør de to alternativene mer like kostnadmessig, siden det må antas at det frigjorte tunnellopet vil kunne utnyttes til en eller annen form for aktivitet og dermed har en verdi). Alternativ F er imidlertid, som påpekt ovenfor, allerede ”tatt ut av” konkurransen. Dermed er anbefalingen av alternativ L som ønsket alternativ klar, men uten at alternativ L er sammenliknet med alternativ F. Med en fotballmetafor vil dette si det samme som at det spilles to semifinaler (F mot A og L mot B), hvor alternativene F og L blir erklært som vinnere. Deretter spilles det ikke finale, men L utpekes som vinner fordi F har investert for mye i sine spillere (alternativet er for dyrt).

Det finnes imidlertid muligheter for å sammenlikne. De tørre fakta (se tabell 4 ovenfor) viser at alternativ F er bedre enn eller like godt som alternativ L på alle konsekvenskategorier unntatt nærmiljø. F er bedre enn L på helt sentrale dimensjoner ved framføring av veganlegg i byområder; mulighetene utbyggingen åpner for bolig- og næringsutvikling, den ivaretakingen og utviklingen av landskapsbildet som utbyggingen makter, og alternativets evne til å ivareta kulturminner og kulturmiljø. Alternativ Fs store problem er selvfølgelig økonomien. Det var jo nettopp de høye kostnadene som gjorde at tiltakshaver valgte bort dette alternativet allerede før en kom til en mannjevning med alternativ L.

Bortdømmingen (dersom vi fortsetter fotballmetaforen) av alternativ F ser ut til å fortsette også i neste runde, en runde tiltakshaver måtte ta på grunnlag av høringsuttalelsene. I *suppleringsrapporten* (datert september 2004) redegjøres det for videre arbeid med tre alternativer; varianter av B, L og F. Det er først og fremst for alternativene B og L det er foretatt endringer. Det fører til at kostnadsforskjellene mellom alternativene blir mindre, noe som også innebærer at det blir mindre variasjon i nytte/kostnadsforholdet. I oppstillingen av de ikke-prissatte konsekvensene (tabell i kapittel 6 side 11 i *suppleringsrapporten*) er det bare for alternativ B (B3) at det foretas endringer. Alternativet vurderes noe bedre enn tidligere for kriteriet bolig- og næringsutvikling (fra – til +) og litt svakere når det gjelder kulturminner og kulturmiljø (fra ++ til +). For alternativene F og L er scoren for de ikke-prissatte konsekvensene den samme i *suppleringsrapporten* som i konsekvensutredningsrapporten for alle kriteriene; dvs. lik den vi tidligere har presentert i tabell 4).

I *suppleringsrapportens* kapittel 7 *Anbefalt løsning* er det imidlertid ikke dette det gis uttrykk for. Konklusjonen er her (s. 11): ”Det er derfor større grunn til å fraråde

dette alternativet (alternativ F (vår anmerkning)) enn tidligere”. Argumentasjonen går slik (s. 11; sitat som kursiv): *Tunnelalternativet har fortsatt sine kvaliteter i behold, samt at havneforbindelsen er inkludert* (vår lesing: det vil si at alternativet er styrket). *Men forskjellen i kvalitet fra F3 til B3 og L3 er mye mindre enn den var mellom F og B og L. Det skyldes at alternativene nå er tilnærmet like trafikkemessig<sup>46</sup>*. Videre heter det: *I KU-rapporten ble F frarådet pga kostnadsforskjellen. Nå er kostnadsforskjellen ca 330 millioner, mens nytteverdien er tilnærmet lik for alternativene* (det som ikke sies her, er at kostnadsforskjellen var 389 mill. mellom alternativ L og F i KU og 226 mill mellom alternativ B og F, og at nytten for de tre alternativene også i den opprinnelige KU-en var ganske lik). Og konklusjonen på denne oppstillingen av ”fakta” er som nevnt ovenfor: *”Det er derfor større grunn til å fraråde dette alternativet nå enn tidligere”*. Det er - slik vi leser den informasjonen som gis i rapportene - ikke grunnlag for en slik konklusjon, og dersom den hadde blitt fremført i et foredrag ville taleren ha satt i margin ”svakt argument, hev stemmen”. Men dette er det skrevne ord, og svakhetene i resonnementet kan bare gjennomskues ved at ulike dokumenter leses parallelt – og grundig. Det er det sjelden tid til verken hos administrativt ansatte eller blant beslutningstakere.

## Lærdommer

### Kvalitet koster

Det bør være en oppgave for tiltakshaver å redegjøre vesentlig mer omfattende – og mer balansert – for fordeler og ulemper ved de ulike alternativene som ledd i anbefaling av alternativ enn det vi har sett i denne saken. Bare på den måten kan den informasjonen som er framskaffet både om prissatte og ikke-prissatte konsekvenser bli trukket inn i vurderingen og åpent vektlagt på den måten som tiltakshaver finner rimelig. Åpenhet om alle sider ved alternativene er langt å foretrekke framfor at det bare er noen sider ved alternativene som trekkes inn ved sammenlikningen. Det grunnleggende spørsmålet å stille i slike saker hvor det framskaffes opplysninger både om prissatte og ikke-prissatte konsekvenser, er dette: **hva gir et alternativ som koster mer, av fordeler på andre områder?** Det spørsmålet underkommuniseres i det framlagte materialet i denne utredningen.

Kvalitet koster, og i valget mellom anskaffelser som er av ulik kvalitet, vil en ikke nødvendigvis bli best stilt ved å velge den billigste løsningen. Det avgjørende

<sup>46</sup> Det var de også i oppstillingen i konsekvensutredningsrapporten for faktorene transportkvalitet, kollektivtransport, sykkeltrafikkens fremkommelighet (s. 129) – og hva med situasjonen for alle de andre kriteriene i oppstillingen av ikke-prissatte konsekvenser? Er ikke det verdt en omtale? Vi får det i hvert fall ikke.

spørsmålet er om det en vinner i form av bedre kvalitet, forsvarer prisforskjellen. En slik problemstilling foreligger også i det foreliggende tilfellet. Hvis en vurderer å la hensynet til kulturminner og kulturmiljø, landskapsbilde samt bolig- og næringsutvikling være styrende for valget, vil det være svært nyttig å få informasjon om hva dette ville koste (regnet i verdsatte konsekvenser), for å kunne ha en mening om det er et fornuftig valg. I så måte gir presentasjonen av resultatene fra de foreliggende utredninger i form av nytte-kostnadsbrøker svært liten – eller ingen – beslutningsstøtte. Det er prosjektets netto nåverdi som er bidraget til den samfunnsøkonomiske verdiskapingen – dvs. den samfunnsøkonomiske merverdien som prosjektet skaper i forhold til alternativ bruk av ressursene. Det er derfor viktig at *prosjektets netto nåverdi går tydelig fram av analysen, da det er den som er av størst interesse for dem som berøres av prosjektet*. I det aktuelle eksemplet er situasjonen at den opplyste leser muligens kan regne seg fram til netto nåverdi, men neppe uten problemer ut fra de tallene som er gitt i rapporten fra september 2004. I den senere suppleringsrapporten kom netto nåverdi på plass som sentral informasjon.

### **Diskonteringsrenten og miljøverdier**

I det aktuelle prosjektets reviderte nytte-kostnads-kalkyle (datert september 04) ble det lagt til grunn en *diskonteringsrente* på 8 pst. Som realrente er 8 pst et høyt avkastningskrav for denne type investeringer. En nedjustering av diskonteringsrenten vil normalt trekke i favør av det mest kapitalkrevende prosjektet; alternativ F3. På den annen side er den viktigste kvantifiserte inntektskomponenten i de ulike prosjektalternativene sparte tids-, kjøre- og ulykkeskostnader, og nåverdien av disse er nokså lik for de tre alternativene. Lavere diskonteringsrente vil derfor ikke få så stor betydning for rangeringen av de tre alternativene når det kun tas hensyn til de kvantifiserte kostnads- og nytteelementene. Viktige konsekvenser som ikke er prissatte i kalkylen er blant annet relaterte til landskapsbilde og miljø. Dette er konsekvenser som strekker seg langt ut over prosjektenes levetid. En lavere diskonteringsrente innebærer at slike virkninger blir vektlagt relativt sterkere, da det betyr at det blir lagt relativt større vekt på framtidsvirkninger. Dette trekker i favør av tunnelprosjektet (F3) som utmerker seg positivt med hensyn til miljøkostnader som ikke er kvantifisert i analysen.

Virkninger for eksempelvis landskapsbilde og for bolig- og næringsutvikling er virkninger som strekker seg langt utover analyseperioden og i noen grad også utover prosjektenes levetid. I den kvalitative vurderingen av betydningen av slike virkninger bør det også tas høyde for at miljøgoder er såkalt inntektselastiske goder. Det betyr at individenes betalingsvillighet for slike goder øker i takt med økningen i individets realinntekt. Det bør derfor tas med i betraktningen at den

implisitte prissetting av slike miljøkostnader normalt vil øke med økende realinntekt. Dette momentet forsterkes ved at miljøkostnadene strekker seg langt ut i tid og er i prinsippet evigvarende ved irreversible miljøinngrep.

### **Usikkerhet og verdien av beslutningsfleksibilitet**

Prioritering mellom gjensidig utelukkende langsiktige prosjekter er generelt beslutninger under usikkerhet. Den kostnaden som usikkerheten med hensyn til prosjektets lønnsomhet forårsaker, er det som begrunner et risikotillegg i avkastningskravet (diskonteringsrenten). Dette er risiko som er gitt av omstendigheter utenfor beslutningstakerens kontroll. Men prosjektrisikoen kan også være knyttet til selve prosjektutformingen. Det kan skje ting i løpet av prosjektenes levetid som berører prosjektenes lønnsomhet og prioriteringen mellom dem. Det vil da kunne lønne seg å velge en fleksibel utforming som gjør det mulig å tilpasse seg ny informasjon og nye omstendigheter. Dette vil vanligvis innebære merkostnader, men det har i så fall karakter av en forsikringspremie, og spørsmålet er om det en vinner i form av økt fleksibilitet, kan forsvare en slik merkostnad. I et slikt lengre perspektiv er det da viktig at en velger en løsning som lett kan innpasses i ulike fremtidige scenarier for videre utbygging.

### **Etterord**

*Kristiansand kommune* vedtok 16. februar 2005 kommunedelplan for ny E39 med tunnelalternativet F/F3 på strekningen fra Gartnerløkka til Hannevikdalen. Kommunen vurderer høybrualternativet som uakseptabelt, og mener valget reelt sett står mellom lavbru og tunnel. Begrunnelsen for å velge tunnel (og dermed alternativ F) på strekningen Gartnerløkka-Hannevikdalen er at dette vil føre til at de negative konsekvensene for landskap, natur og kulturmiljø reduseres til et minimum ved at vegen ikke blir synlig på en lengre strekning. Kommunen vektlegger:

- at landskapsbildet og forholdet til bolig- og næringsutvikling er vesentlig bedre for tunnelalternativet enn for brualternativene
- at tunnel beslaglegger mindre areal i Gartnerløkkaområdet. Det gir en bedre framtidig fleksibilitet i arealbruk/byutvikling og eventuelle senere endringer i vegsystemet. Det gir gode muligheter for grønne lunger i denne sterkt utnyttede delen av sentrum.

Kommunen kan heller ikke se at bystyrets vedtak er i strid med viktige nasjonale eller regionale interesser. Det vises til at Statens vegvesen ikke anfører miljømessige eller vesentlige tekniske argumenter mot tunnelalternativet, men kun samfunnmessige kostnader. Kommunen mener at vegvesenets argumenter ikke knytter seg til samfunnmessige og byplanmessige betraktninger, men bedriftsøkonomiske vurderinger.

Da Kristiansand kommune vedtok tunnelalternativet F/F3, la Statens vegvesen Region sør ned innsigelse. Begrunnelsen for å reise innsigelse er at de anser høybrualternativet (L3) på strekningen Gartnerløkka-Duekniben som den beste løsningen. Vegvesenet kan også akseptere lavbrualternativet (B3), som øker anleggskostnadene med 80 mill. kr. Vegvesenet viser til at valg av tunnel (alternativ F) vil gi ca. 325 millioner kroner i økte anleggskostnader i forhold til høybrualternativet, og 245 mill kr i forhold til lavbrualternativet. Vegvesenet mener at denne merkostnaden ikke står i forhold til den samfunnsmessige gevinsten som oppnås.

Etter mislykket mekling havnet saken til slutt på Miljøvernministerens bord. Etter en samlet vurdering kom Miljøverndepartementet til følgende:

***Kristiansand kommunestyres vedtak av kommunedelplan E39 for parsell 1, Gartnerløkka-Hannevikdalen godkjennes. Innsigelsen fra Statens vegvesen tas dermed ikke til følge. Departementets avgjørelse innebærer at det er tunnelalternativet F/F3 som skal legges til grunn for utbygging av E39 på strekningen Gartnerløkka-Hannevikdalen i Kristiansand kommune.***

*De gjenstående alternativene for trasévalg er vurdert å være trafikkalt likeverdige. Videre er det enighet om at tunnel vil være den miljø- og samfunnsmessig beste løsningen på strekningen. Spørsmålet er om de samlede fordelene ved tunnel veier opp for merkostnadene.*

*Kostnadsforskjellen mellom alternativene er relativt store. Besparelsen i anleggskostnader er 325 mill. kr. ved høybru og 245 mill. kr. ved lavbru. Kommunen legger til grunn en kostnadsforskjell på 215 mill. kr., etter en bearbeiding av tunnelprosjektet ved Samsen/Kolsdalen. Forskjellen i renteutgifter og driftskostnader er også betydelig mellom alternativene.*

*Det er også forskjeller mellom de ikke-prissatte konsekvensene av de ulike alternativene. Avveining og verdsetting av de ikke-målbare hensynene i forhold til de prissatte vil alltid være basert på et visst skjønn.*

*Departementet er opptatt av å se valget av ny E39-trasé i et byutviklingsperspektiv. Det synes klart ut fra foreliggende planmateriale at de langsiktige konsekvensene av et brualternativ vil være at utviklingsmulighetene i denne delen av byen vil bli begrenset, og at bomiljøet, naturkvaliteter, kulturminner samt friluftslivs- og rekreasjonsinteressene vil forringes. Begge brualternativene vil ha store negative virkninger for bylandskapet, i kontrast til kvadraturens enbetlige og strenge byform.*

*Det er på det rene at Kvadraturen i dag er sterkt utbygd og at valg av vegløsninger påvirker den videre utviklingen og opplevelsen av områdene i og rundt bykjernen. På lengre sikt vil brualternativene begrense mulighetene for en eventuell byvekst mot Grim torv via Gartnerløkka.*

De ikke-prissatte konsekvensene ble vektlagt av kommune og departement i en slik grad at en løsning med vesentlig lavere beregnet nytte ble valgt.



## 4.4 Eksempel 3: Norges veterinærhøgskole (NVH) og Veterinærinstituttet (VI)

Prosjektet for framtidig utvikling av NVH/VI dreier seg om å finne den beste lokaliseringen av framtidig virksomhet. Aktuelle alternativer er til universitetsmiljøet på Ås (UMB) eller utvikling i området for nåværende lokalisering på Adamstuen i Oslo; og da med mulig organisatorisk tilknytning til Universitetet i Oslo (UiO). I utredningsarbeidet<sup>47</sup> opereres det med fem alternativer.

1. Alternativ 0: Nullalternativet (nåsituasjonen)
2. Alternativ 0b: Begrenset oppgradering (nullalternativet i Statsbyggs rapport) og samorganisering med UiO
3. Alternativ 1: NVH/VI lokaliseres på Adamstuen og NVH samorganiseres med UiO (jf. alternativ 1A i Statsbyggs rapport)
4. Alternativ 1b: Lokalisering på Adamstuen og NVH forblir selvstendig
5. Alternativ 2: NVH/VI lokaliseres på Ås, NVH samorganisering med UMB (jf. alternativ 2A i Statsbyggs rapport)

Dagens NVH har knapt 400 studenter og vel 400 ansatte, mens det ved VI er knapt 250 ansatte. Studenttallet som legges til grunn for framtidige planer for NVH er i underkant av 800, mens framtidige ansatte er knapt 500. VI antas å ville opprettholde sitt antall ansatte.

Vår interesse i saken er å se nærmere på hvordan analysen av de ikke-prissatte effektene håndteres. I sin grunnstruktur gjøres dette her, som i mange andre saker, ved at det velges ut en rekke temaer som alternativene vurderes mot på en -9 til +9 skala. Retningslinjene for bruk av skalaen er følgende:

- -9 Stor negativ forskjell i forhold til nullalternativet
- -1 Marginal negativ forskjell i forhold til nullalternativet
- 0 Ingen forskjell i forhold til nullalternativet
- +1 Marginal positiv forskjell i forhold til nullalternativet
- +9 Stor positiv forskjell i forhold til nullalternativet

---

<sup>47</sup> Arbeidet er utført av Metier AS

Det opereres med seks konsekvenskategorier. De seks er:

- 1 Helse,
- 2 Etikk,
- 3 Bærekraft,
- 4 Mattrygghet,
- 5 Vitenskapelig basis,
- 6 Nyskaping

De ikke-prissatte konsekvenskategoriene er også splittet i ulike sektorer; i alt fire:

1. rød (mattrygghet, klinisk medisin og grunnleggende biomedisin),
2. grønn (livet på land),
3. blå (livet i vann) og
4. undervisning/forskning

Alternativene bedømmes av i alt syv instanser med interesser i de aktuelle institusjonene. Disse interessentene er:

1. Norges veterinærhøgskole
2. Veterinærinstituttet
3. Universitetet for miljø- og biovitenskap
4. Universitetet i Oslo
5. Mattilsynet
6. Landbruks- og matdepartementet
7. Fiskeri- og kystdepartementet

Det gis score til de enkelte alternativene innenfor hver av sektorene innenfor hver av konsekvenskategoriene.

Det gjennomføres også kvalitativ analyse av spørsmålet om fleksibilitet. Her opereres det med fem fleksibilitetskriterier:

- 1 Arealfleksibilitet
- 2 Kvalitetsfleksibilitet
- 3 integrasjonsfleksibilitet
- 4 Sekvensfleksibilitet
- 5 Bevilgningsfleksibilitet

Alternativenes fleksibilitetsytelse bedømmes på en skala fra 0 til 9:

0=ingen fleksibilitet,  
1=marginal fleksibilitet,  
9=full fleksibilitet

### Innfrielse av krav

I tillegg til dette, foretas det også en karakterisering av alternativene i forhold til en liste med i alt 13 krav. Hvem som har bedømt alternativenes imøtekommelse av disse kravene framgår ikke klart/er vi ikke sikker på. Bedømmelsen av innfrielse av krav foretas imidlertid på en tredelt skala (ja, delvis, nei). Kravene og alternativenes tilfredsstillelse av dem framgår av tabellen nedenfor.

Krav	Ikke reelle alternativer		Reelle alternativer		
	0	0b	1	1b	2
Det skal utdannes 60 veterinærer og 14 dyrepleiere årlig	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Lokalene og tomten skal tilrettelegges for å kunne gjennomføre en kostnadseffektiv fremtidig utvidelse av bygningsmassen til å kunne utdanne 90 veterinærer og 40 dyrepleiere årlig	Delvis	Delvis	Delvis	Delvis	Ja
Lokalene og tomten skal tilrettelegges for å kunne gjennomføre en kostnadseffektiv fremtidig utvidelse av bygningsmassen til å kunne produsere minst 30 doktorander årlig	Delvis	Delvis	Ja	Ja	Ja
Gjennomføre minst 30 kurs med tils. 1.000 deltakere årlig i etter- og videreutdanning	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Ha bygg, utstyr, fasiliteter og kompetanse som imøtekommer endrede krav som følge av endret fagprofil og utvikling av nye fagområder	Nei	Nei	Delvis	Delvis	Ja
Klinikkvirksomheten skal ha en kapasitet og kvalitet tilsvarende behovet knyttet til utdanning og forskning	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Klinikken skal ivareta rollen som "Dyrenes rikshospital"	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja
Skal ha fasiliteter for å ivareta kriser	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Lokalisering og bygningsmessige egenskaper skal tilfredsstillende krav til smittevern	Nei	Nei	Delvis	Delvis	Ja
Bygg, utstyr, fasiliteter mv. skal være av en kvalitet som tilfredsstillende norske lover og forskrifter både de generelle og de spesifikke innenfor de ulike bruksområder.	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja
NVH skal være organisert og administrativt slått sammen med annen større utdanningsvirksomhet.	Ja	Ja	Ja	Nei	Ja
Skal være faglig integrert med minst ett annet miljø og ha tett samarbeid med minst tre andre fagmiljøer.	Delvis	Ja	Ja	Delvis	Ja
Veterinærmiljøet i Norge skal holdes geografisk samlet	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

**Tabell 4-5 Vurdering av innfrielse av krav**

Tabellen viser at kun alternativ 2 tilfredsstillende fullt ut kravene fra det overordnede kravdokumentet. Alternativene 1 og 1b tilfredsstillende de fleste kravene unntatt krav mht. smittevern samt til bygg, utstyr og fasiliteters fleksibilitet til å imøtekomme fremtidige krav pga. endret fagprofil og tilvekst av nye fagområder. Alternativ 1b tilfredsstillende dessuten ikke kravet om å være organisatorisk og administrativt slått sammen med en annen større utdanningsvirksomhet. Begge nullalternativene har en rekke krav de ikke tilfredsstillende og vurderes som ikke reelle.

## Analyse av fleksibilitet

Her opereres det med fem fleksibilitetskriterier. Beskrivelsen av disse, samt hvordan de vektet, framgår av tabellen nedenfor.

Fleksibilitetskriterium	Prioritet fra kravmatrisen	Relativ vekt i %
Løsningenes arealfleksibilitet	1	35
Løsningenes kvalitetsfleksibilitet	1	35
Løsningenes fleksibilitet med hensyn til integrasjon med annet fagmiljø	2	20
Sekvensfleksibilitet i gjennomføringen	Ikke relevant	5
Bevilgningsfleksibilitet i gjennomføringen	Ikke relevant	5
Sum:	4	100

**Tabell 4-6** Fleksibilitetskriterier og vekting

I tabellen nedenfor er poenggivingen om alternativenes fleksibilitet angitt (skala 1-9) og med begrunnelse gitt.

Fleksibilitetskriterium	1.	1b.	2.
Løsningenes arealfleksibilitet	4	3	9
	Arealbehovet kan ivaretas, men fleksibiliteten er begrenset av delvis gammel bygningsmasse og større begrensninger med hensyn til fremtidige utvidelser. Undervisningslokaler ved UiO kan benyttes.	Arealbehovet kan ivaretas, men fleksibiliteten er begrenset av delvis gammel bygningsmasse og større begrensninger med hensyn til fremtidige utvidelser. Definitiv kapasitetsgrense på ca. 90 vet. studenter/år.	Arealbehovet ivaretas. God fleksibilitet. I praksis ingen kapasitetsgrense.

Fleksibilitetskriterium	1.	1b.	2.
Løsningenes kvalitetsfleksibilitet	3 Ivaretas, men begrenset grunnet gammel bygningsmasse.	3 Ivaretas, men begrenset grunnet gammel bygningsmasse.	9 Ivaretas fullt ut.
Løsningenes fleksibilitet med hensyn til integrasjon med annet fagmiljø	5 Integrasjon med relevante fagmiljø ved UiO kan ivaretas godt gjennom organisatoriske tiltak. <i>Avstanden</i> til andre fagmiljø ved UiO vil være en ulempe.	2 Ivaretas i liten grad.	9 Integrasjon med relevante fagmiljø ved UMB kan ivaretas fullt ut. Dette ved bygningsmessige og organisatoriske tiltak, samt fysisk nærhet til annet fagmiljø.
Sekvensfleksibilitet i gjennomføringen	3 Ivaretas, men begrenset grunnet gammel bygningsmasse.	3 Ivaretas, men begrenset grunnet gammel bygningsmasse.	6 Noe begrenset av gammel bygningsmasse.
Bevilgningsfleksibilitet i gjennomføringen	9 Kan deles opp i flere delprosjekter.	9 Kan deles opp i flere delprosjekter.	9 Kan deles opp i flere delprosjekter.

**Tabell 4-7 Vurdering av fleksibilitet**

### Vurdering av konsekvenskategoriene

Resultatet av de sju institusjonenes vurdering for hver av konsekvenskategoriene er vist i en samletabell (se neste side). Det beste som kan sies om denne tabellen er at den inneholder mye informasjon, så mye at det gjør den nærmest uleselig. Vi skal derfor få litt innblikk i materialet gjennom å splitte opp tabellen. Men før vi går videre med det, merker vi oss at det summeres score for hver konsekvenskategori for hvert alternativ. Utreder adderer de ulike bedømmernes score for de enkelte kategorier innen hver sektor og presenterer grafiske framstillinger av dette materialet. Dette må bli feil så lenge vi har å gjøre med data hvor avstanden mellom de enkelte tall i skalaen ikke er den samme.

Interessent		VI	NVH	FKD	LMD	UiO	UMB	Mattil synet	SUM	VI	NVH	FKD	LMD	UiO	UMB	Mattil synet	SUM
Ikke-prissatt effekt		Alt. 0b								Alt. 1							
Helse	Rød	2	2	1	1	2	1	1	10	8	9	9	6	3	6	3	44
	Grønn	3	2		3	3	1	1	13	5	5		6	4	4	4	28
	Blå	1	2	1	1	1	0	1	7	8	9	9	6	3	3	4	42
	Undervisning/ forskning	2	2		3	3	1	2	13	8	9		8	5	5	6	41
Etikk	Rød	0	2	1	0	1	1	0	5	3	8	3	2	1	5	1	23
	Grønn	2	2		2	1	1	1	9	4	8		5	1	5	3	26
	Blå	0	2	1	1	1	1	1	7	3	8	3	3	1	6	2	26
	Undervisning/ forskning	2	2		3	1	1	1	10	3	8		5	2	9	3	30
Bærekraft	Rød	0	1	1	0	1	1	0	4	2	7	5	2	2	4	2	24
	Grønn	1	1		1	1	1	0	5	3	5		3	1	5	2	19
	Blå	0	1	1	0	1	1	0	4	2	7	4	2	3	3	1	22
	Undervisning/ forskning	2	1		0	1	1	0	5	3	6		2	4	5	2	22
Mattrygghet	Rød	2	2	1	2	2	0	1	10	7	9	5	7	3	5	4	40
	Grønn	2	2		2	1	2	1	10	4	8		5	1	5	4	27
	Blå	0	2	1	1	1	1	1	7	6	9	4	4	3	3	4	33
	Undervisning/ forskning	2	2		2	1	1	1	9	6	8		6	4	3	3	30
Vitenskapelig basis	Rød	2	1	1	2	1	1	1	9	8	9	4	6	4	6	4	41
	Grønn	3	1		2	1	1	0	8	5	7		6	3	6	4	31
	Blå	0	1	1	2	1	1	0	6	7	9	4	6	4	4	4	38
	Undervisning/ forskning	2	1		2	3	1	1	10	7	7		5	6	6	4	35
Nyskaping	Rød	1	1	1	0	2	0	0	5	5	8	4	3	4	8	3	35
	Grønn	2	1		1	1	0	1	6	4	6		3	3	5	3	24
	Blå	1	1	1	0	1	0	1	5	4	7	2	2	4	5	2	26
	Undervisning/ forskning	2	1		0	2	0	0	5	3	7		3	4	7	3	27

**Tabell 4-8 Vurdering av konsekvenskategorier**

Det heter i rapporten fra konsulentene: Poenggivingen måles på en ordinal måleskala der *per definisjon* et begrenset sett av matematiske operatorer kan benyttes (blant annet kan ikke linearitet uten videre forutsettes i en grensenyttebetraktning). Poenggivingen gir dermed kun en relativ forskjell, og betyr at eksempelvis fire poeng ikke nødvendigvis er ”dobbel” så bra som to poeng. Likevel foretas det summeringer og grafiske framstillinger som baserer seg på linearitet.

Det er en vanlig oppfatning at bedømmelse av alternativens score på ulike konsekvenskategorier varierer lite mellom ulike bedømmere. Tradisjonelt antas det at ulikhetene mellom ulike bedømmere finnes først og fremst når det gjelder vektlegging av konsekvenskategoriene. Slik er situasjonen ikke i denne saken. I tabellene nedenfor har vi tatt et lite utsnitt av den store samletabellen; den score som de ulike bedømmerne gir til alternativ 2s oppfyllelse av konsekvenskategoriene Helse og Etikk innenfor hver av de fire sektorene. Vi konstaterer to forhold.

*For det første* at de ulike institusjonene ser svært forskjellig på måloppfyllelsen. Dette må innebære at presiseringen av kriteriet er svakt. Vi ser at for måloppfyllelse for helse i alternativ 2 innenfor rød sektor varierer scoren fra -9 til +7. Vi konstaterer også at de enkelte bedømmerne ser ut til å benytte skalaen forskjellig; noen med hang til å benytte hele skalaen, andre med bruk av området rundt 0.

Helse	VI	NVH	FKD	LMD	UiO	UMB	Mattilsynet	SUM <sup>48</sup>
Rød sektor	0	7	-9	-1	-1	5	2	3
Grønn sektor	7	9		7	5	9	7	44
Blå sektor	0	6	-8	-4	0	7	2	3
Undervisning/forskning	3	6		4	1	9	5	28

**Tabell 4-9 Vurderinger alternativ 2 - helse**

Etikk	VI	NVH	FKD	LMD	UiO	UMB	Mattilsynet	SUM
Rød sektor	1	8	-2	1	1	6	1	16
Grønn sektor	4	8		5	1	8	3	29
Blå sektor	2	8	-2	3	1	6	2	20
Undervisning/forskning	3	8		5	1	9	3	29

**Tabell 4-10 Vurderinger alternativ 2 - etikk**

I tabellen nedenfor har vi tatt enda et utsnitt av den store samletabellen; redusert informasjonen til å gjelde alternativene 1 og 2 og vist variasjonen i angitt score fra bedømmere ved UiO og UMB innenfor hvert av konsekvenstemaene (variasjon i bedømmelse for henholdsvis rød, grønn, blå sektor samt for undervisning/forskning). Vi ser for det første at de to institusjonene har en vesensforskjellig bruk av skalaen. UiO ser ut til å benytte skalaens bredde i mindre grad enn det UMB gjør. Videre konstaterer vi at UMB vurderer alternativ 2 til å ha vesentlig bedre måloppfyllelse enn det UiO gjør. I vurderingen av alternativ 1 er de to institusjonene mer like i vurderingene, men også her vurderer UMB alternativet til å ha vesentlig bedre måloppfyllelse enn det UiO gjør. Er det vi her observerer at institusjonenes positive eller negative vurdering av alternativene avspeiler seg i vurderingene av de enkelte alternativenes score på hver konsekvenskategori?

<sup>48</sup> I rapporten fra konsulenten summeres score til tross for at den samme konsulenten skriver at "Poenggingiven gir dermed kun en relativ forskjell, og betyr at eksempelvis fire poeng ikke nødvendigvis er "dobbelte" så bra som to poeng" (s. 36). Summeringen innebærer imidlertid nettopp at 4 er dobbelt så bra som 2.

Tema	Alternativ 2		Alternativ 1	
	UiO	UMB	UiO	UMB
Helse	-1 - 5 <sup>49</sup>	5 - 9	3 - 5	3 - 6
Etikk	1 - 1	6 - 9	1 - 2	5 - 9
Bærekraft	0 - 2	7 - 9	1 - 4	3 - 5
Mattrygghet	0 - 2	7 - 8	1 - 4	3 - 5
Vitenskapelig basis	0 - 2	9 - 9	3 - 6	4 - 6
Nyskaping	0 - 4	6 - 9	3 - 4	5 - 8

**Tabell 4-11 Sammenstilling av vurderinger, alternativ 1 og 2**

Tabellen nedenfor med sammenlikning av de samme alternativene gjort av henholdsvis UiO og NVH viser det samme som påpekt ovenfor. Vi ser at NVH vurderer de to alternativene som ganske like – og ser begge alternativene vesentlig mer positivt enn det UiO gjør. UiO ligger gjennomgående 3-5 enheter lavere enn det NVH gjør.

Tema	UiO		NVH	
	Alternativ 2	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 1
Helse	-1 - 5	3 - 5	6 - 9	5 - 9
Etikk	1 - 1	1 - 2	8 - 8	8 - 8
Bærekraft	0 - 2	1 - 4	6 - 8	5 - 7
Mattrygghet	0 - 2	1 - 4	6 - 8	8 - 9
Vitenskapelig basis	0 - 2	3 - 6	7 - 9	7 - 9
Nyskaping	0 - 4	3 - 4	5 - 8	6 - 8

**Tabell 4-12 Sammenstilling av vurderinger, UiO og NVH**

På tilsvarende måte er vurderingene fra Mattilsynet og UMB sammenliknet i

<sup>49</sup> Dette spenget gjelder vurderingen av helsetemaet mellom ulike sektorer; rød (mattrygghet, klinisk medisin og grunnleggende biomedisin), grønn (livet på land), blå (livet i vann) og undervisning/forskning



tabellen nedenfor. Mattilsynet vurderer – som UMB – alternativ 2 som det beste alternativet, men gjør det med vesentlig mindre entusiasme. I hvert fall er de scorer som anvendes fra Mattilsynets side, vesentlig lavere enn de UMB benytter seg av.

Tema	Mattilsynet		UMB	
	Alternativ 2	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 1
Helse	2 – 7	3 – 6	5 - 9	3 - 6
Etikk	1 – 3	1 – 3	6 - 9	5 - 9
Bærekraft	4 – 5	1 – 2	7 - 9	3 - 5
Mattrygghet	1 – 7	3 – 4	7 – 8	3 - 5
Vitenskapelig basis	4 – 8	4 – 4	9 - 9	4 - 6
Nyskaping	4 – 6	2 - 3	6 – 9	5 - 8

**Tabell 4-13 Sammenstilling av vurderinger, Mattilsynet og UMB**

## Konklusjon

Det er store variasjoner i score fra organisasjon til organisasjon uavhengig av alternativ og tema som vurderes. De ulike organisasjonene benytter med andre ord skalaen vesentlig forskjellig. Dette tilsier at det bør foretas parvise vurderinger av alternativene med sikte på å finne ut av hvor de ulike institusjonene har sine favoritter.

- Alternativ 1 foretrekkes av UiO, VI, LMD og FKD
- Alternativ 2 foretrekkes av UMB og Mattilsynet
- NVH vurderer alternativene 1 og 2 som ganske likeverdige, kanskje med en liten helning mot alternativ 1.

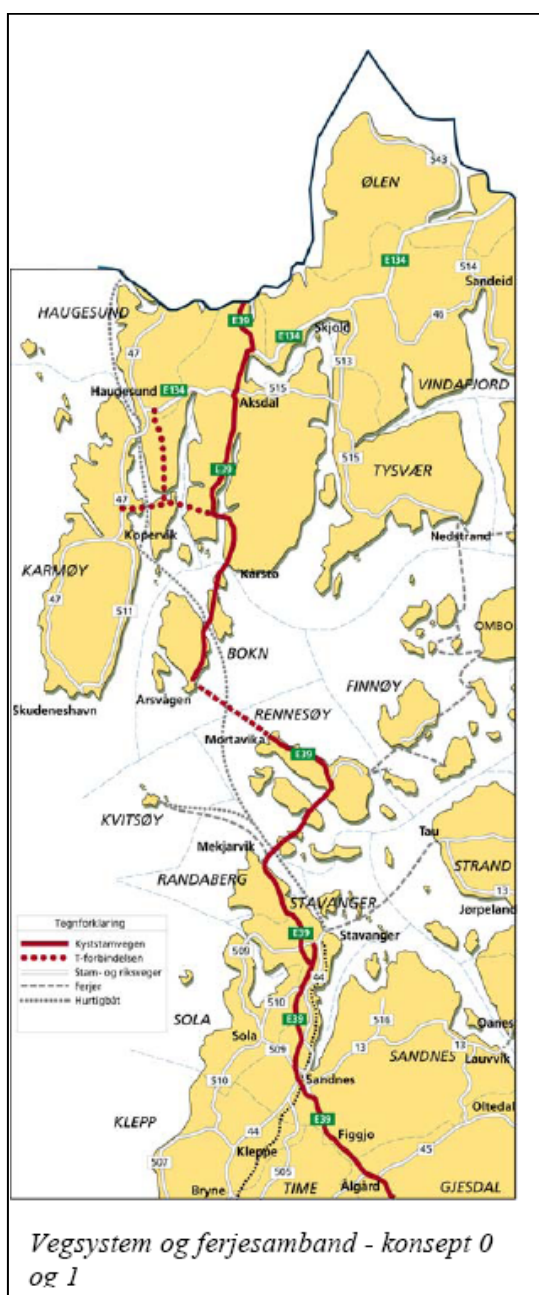
I rapporten fra konsulenten (Metier) uttrykkes det at alternativ 1 synes foretrukket hva gjelder helse, mattrygghet og vitenskapelig basis, mens alternativ 2 foretrekkes hva gjelder bærekraft. De to er likeverdige når det gjelder etikk og nyskaping. Disse konklusjonene er helt klart trukket på grunnlag av (ulovlige) summeringer. Ser vi på variasjonen i materialet er slike konklusjoner ikke like opplagte.

Det foretas ingen samlet vurdering av alternativenes oppfyllelse av krav, score på

de fem fleksibilitetskriteriene og score på de seks (eller egentlig 24) konsekvens- eller effektkategoriene.

Vi konstaterer at det metodisk synes det å være vesentlige svakheter ved det opplegget som er benyttet.

## 4.5 Eksempel 4: E39 Kyststamvegen Boknafjordkryssingen



Figur 4-2 Kartutsnitt prosjektområde

I vegsektoren er det, innenfor KS1-ordningen, valgt ut to pilotprosjekter der opplegget med konseptvalgutredning skal prøves ut. Boknafjordkryssingen er ett av disse prosjektene. Her foreligger det konseptvalgutredning<sup>50</sup> og vi har valgt å la beskrivelse og vurdering av denne inngå blant våre eksempler.

### E39 Kyststamvegen Boknafjordkryssingen – konseptvalgutredning

Et prosjekt med ferjefri forbindelse under Boknafjorden har vært omtalt i NVVP siden forarbeidene til denne planen for perioden 1998-2017. Drivkraften i arbeidet har vært ønsket om å oppnå redusert reisetid, reduserte avstandskostnader og bedre framkommelighet langs kysten fra Kristiansand til Trondheim (Kyststamvegen).

<sup>50</sup> Statens vegvesen 2007: E39 Kyststamvegen Boknafjordkryssingen. Konseptvalgutredning. Region vest 2007-02-15

For tiltaket er det etablert en rekke mål med tilhørende indikatorer:

***Bedre framkommelighet og reduserte avstandskostnader for gods- og persontransport ved kryssing av Boknafjorden, for å fremme bosetting og næringsutvikling på Nord-Jæren***

F1: Bedre pålitelighet for transporter på strekningen

F2: Reduserte reisetider på strekningen

F3: Bedre framkommelighet for gående og syklende

***Gi overføring av gods fra veg til sjø gjennom økt eksport og import av varer direkte mellom utlandet og Vestlandet***

Økt andel av gods på sjø

***Transportpolitikken skal bygge på en visjon om at det ikke skal forekomme ulykker med drepte eller livsvarig skadde i transportsektoren***

S1: Antall personer som blir drept eller hardt skadd i vegtrafikkulykker på strekningen mellom Harestad og Arsvågen skal reduseres innen 2020

***Transportpolitikken skal bidra til å redusere miljøskadelige virkninger av transport, samt bidra til å oppfylle nasjonale mål og Norges internasjonale forpliktelser på miljøområdet***

M1: Redusere klimagassutslipp som følge av transport

M2: Redusere NO<sub>x</sub>-utslippene i sektoren

M3: Bidra til å oppfylle nasjonale mål for luftforurensning og støy

M4: Unngå inngrep i viktige naturområder og ivareta viktige økologiske funksjoner

M5: Begrense inngrep i viktige kulturminner, kulturmiljø og dyrka jord

M6: Unngå utslipp av petroleumsprodukter eller andre miljøfarlige stoffer som følge av ulykker til sjøs.

***Transportsystemet skal være tilgjengelig for alle og transporttilbudet skal gjøre det mulig å leve et aktivt liv***

T1: Tilgjengeligheten til kollektivtransport for personer med nedsatt funksjonsevne skal bedres i perioden.

## Alternative konsepter

I alt er det vurdert ti ulike konsepter i tillegg til dagens situasjon. Blant disse har en gått videre med tre, to ferjekonsepter og et konsept med undersjøisk tunnel. De konseptene som ble valgt bort var alle dårligere enn 0-alternativet eller ett eller flere av de konseptene som en gikk videre med. Disse var:

- Konsept 0 – Dagens situasjon
- Konsept 1 – Kontinuerlig ferje Mortavika – Arsvågen
- Konsept 2 – Ferje Mekjarvik – Arsvågen
- Konsept 3 – Undersjøisk tunnel mellom Randaberg og Bokn med arm til Kvitsøy – Rogfast

	Konsept 0 Dagens situasjon	Konsept 1 Kontinuerlig ferje Mortavika – Arsvågen	Konsept 2 Ferje Mekjarvik – Arsvågen	Konsept 3 Rogfast
Lengde Harestad- Arsvågen	22,5 km + 9 km ferje	22,5 km + 9 km ferje	2 km + 21 km ferje	26 km
Stigning Harestad- Arsvågen	390 m	390 m	10 m	440 m
Reisetid Harestad- Arsvågen lette biler	57 min.	52 min.	54 min.	19 min.
Reisetid Harestad- Arsvågen tunge biler	64 min.	59 min.	54 min.	24 min.
Trafikk, kjt/døgn	4 300	5 800/4 500	6 000/4 000	11 100/ 4 550
<b>Investeringskostnader</b>	<b>10 – 30 mill. kr</b>	<b>85 – 155 mill. kr</b>	<b>115 – 185 mill. kr</b>	<b>4 500 – 6 500 mill. kr</b>
<b>Driftskostnader pr. år</b>	<b>9 mill. kr</b>	<b>10 mill. kr</b>	<b>10 mill. kr</b>	<b>50 mill. kr</b>
Driftskostnader	194 mill. kr	258/202 mill. kr.	425/425 mill. kr	-
Driftskostnader ferjesamband pr. år				
<b>Av dette ferjetilskudd</b>	<b>10 mill. kr</b>	<b>258/10 mill. kr</b>	<b>425/148 mill. kr</b>	-
Antall ulykker Harestad – Arsvågen + Rennfast pr år	2,7	3,6/2,8	1,5/1,4	4,6/2,5
Antall ulykker på eksternt vegnett som følge av nyskapt trafikk	0	10,4/1,4	11,8/0	47,2/1,7
Samlet antall ulykker pr. år	2,7	14,0/4,2	13,3/0	51,8/4,2
<b>Ulykkeskostn. pr. år</b>	<b>10 mill. kr</b>	<b>51/15 mill. kr</b>	<b>49/0 mill. kr</b>	<b>189/15 mill. kr</b>
Trafikantnytte 2014		126/25 mill. kr	161/-36 mill. kr	420/60 mill. kr
<b>Samlet nytte 2014*</b>		<b>-164/19 mill. kr</b>	<b>-294/-162 mill. kr</b>	<b>210/24 mill. kr</b>

\* Trafikantnytte minus endringer i ulykkeskostnader, driftskostnader vegsystem og ferjetilskudd sammenlignet med konsept 0 – Dagens situasjon.

**Tabell 4-14 Alternative konsepter**

Den samfunnsøkonomiske analysen viser at Konsept 1 og Konsept 3 har omtrent samme samlede nytte når begge konseptene har trafikantbetaling (19 vs. 24 millioner kroner).

Investeringskostnadene er imidlertid svært forskjellige i de to konseptene. På grunnlag av tommelfingerregelen om at et prosjekt kan tåle en investeringskostnad på ca. 15 ganger første års nytte, konkluderes det med at det bare er konsept 1 som er en samfunnsøkonomisk lønnsom investering. Dette er for øvrig en konklusjon i strid med tidligere vurderinger som er gjort av tunnelalternativet under Boknafjorden. De har konkludert med at Rogfast er et klart samfunnsøkonomisk lønnsomt prosjekt, selv med trafikantbetaling.

Samfunnsøkonomisk "tålegrense" for investering		
Konsept 3 – Rogfast uten bompenger	Konsept 3 – Rogfast med bompenger	Konsept 2 – Kontinuerlig ferje Mortavika – Arsvågen med trafikantbetaling
3,15 milliarder kr	360 mill. kr	285 mill. kr

**Tabell 4-15 Samfunnsøkonomisk tålegrense**

Ved beregning av netto nytte/kostnad kommer Konsept 1 (Kontinuerlig ferje Mortavika – Arsvågen) med trafikantbetaling ut med positiv nytte/kostnad (0,68). Det samme gjør Konsept 3 (tunnelalternativet) uten trafikantbetaling (0,28). De øvrige konsepter har negativ nytte/kostnads-brøk (se tabellen nedenfor).

	Konsept 1 – Kontinuerlig ferje Mortavika - Arsvågen	Konsept 2 – Ferje Mekjarvik - Arsvågen	Konsept 3 – Rogfast
Samlet nytte 2014	-44/11	-135/-140	480/77
Netto nytte/kostnad	-6,97/0,68	-15,23/-15,70	0,28/-0,34

**Tabell 4-16 Beregninger av nytte/kostnad**

### De ikke prissatte effektene

Det er, som nevnt ovenfor, etablert en rekke krav. Konseptenes imøtekommenhet av disse er målt på en firedelt skala med graderingen *ingen, liten, middels* og *stor*.

Konsept 3 Rogfast gir klart best tilfredsstillelse av kravene til bedret framkommelighet (se tabellen nedenfor)

Krav	Funksjon	Konsept 0 – Dagens situasjon	Konsept 1 – Kontinuerlig ferje Mortavika – Arsvågen	Konsept 2 – Ferje Mekjarvik – Arsvågen	Konsept 3 – Rogfast
Mindre stengninger av vegruta.	Framkom-melighet/F1	Ingen	Ingen	Liten	Middels
Reduksjon av forsinkelser på strekningen	Framkom-melighet/F1	Ingen	Liten	Liten	Middels
Reduksjon av reisetid for godstransport	Framkom-melighet/F2	0	5 min	10 min	40 min
Reduksjon av reisetid for persontransport	Framkom-melighet/F2	0	5 min	3 min	38 min
Økt andel av gods på sjø.	Overføring av gods	Ingen	Ingen	Ingen	Vet ikke

**Tabell 4-17** Vurderinger i forhold til krav

Når det gjelder kravene stilt til endringer i trafikksikkerhet, miljø og tilgjengelighet for personer med nedsatt funksjonsevne, er Konsept 1 svakt bedre enn Konsept 3 på noen av indikatorene og svakt bedre på noen (se tabellen nedenfor).

Mål	Funksjon	Konsept 0 – Dagens situasjon	Konsept 1 – Kontinuerlig ferje Mortavika – Arsvågen	Konsept 2 – Ferje Mekjarvik – Arsvågen	Konsept 3 – Rogfast
Endring i antall trafikkuulykker pr. år*	Trafikksikkerhet/S1	0	+11,3 /+1,5	+10,6 / -2,7	+49,1/+1,5
Reduksjon av klimagassutslipp	Miljø/M1	Ingen	Liten negativ	Middels neg.	Vet ikke
Reduksjon av NO <sub>x</sub> -utslipp	Miljø/M2	Ingen	Liten negativ	Middels neg.	Vet ikke
Reduksjon av personer plaget av støy	Miljø/M3	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen
Unngå inngrep i/nærføring til landskapsvernområder.	Miljø/M4	Ingen	Ingen	Liten neg.	Middels neg.
Begrense inngrep i/nærføring til viktige kulturminner og kulturmiljø.	Miljø/M5	Ingen	Ingen	Liten neg.	Middels neg.
Begrense inngrep i dyrka mark	Miljø/M5	Ingen	Ingen	Ingen	Middels neg.
Reduksjon av utslipp av petroleumsprodukter som følge av ulykker til sjøs	Miljø/M6	Ingen	Liten neg.	Liten neg.	Liten
Bedre tilgjengelighet for gående og syklende	Framkom-melighet/F4	Ingen	Ingen	Stor	Ingen
Øke tilgjengelighet til kollektivtransport for personer med nedsatt funksjonsevne	Tilgjengelighet/T1	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen

\* Tatt hensyn til virkning av nyskapt trafikk. Gitt tilfredsstillende av mål både uten og med trafikantbetaling. Det er i stor grad ulikheten i nyskapt trafikk som gir forskjellene. Ved like trafikkmengder er både Konsept 2 – Ferje Mekjarvik – Arsvågen og Konsept 3 – Rogfast bedre trafikksikkerhetsmessig enn Konsept 0 – Dagens situasjon.

**Tabell 4-18** Vurderinger i forhold til mål

## Samlet vurdering

Rapporten konkluderer balansert med at Konsept 3 Rogfast er det eneste konseptet som i stor grad oppfyller kravene om redusert reisetid og bedre forutsigbarhet for transport over Boknafjorden, samtidig som det påpekes at det samfunnsøkonomisk kanskje kan være lønnsomt å vente med å bygge konseptet til ferjekapasiteten er sprengt og bruke midlene på andre tiltak som gir virkning på trafiksikkerhet, miljø og kapasitet. Dette sies før det hele avsluttes med følgende: *En slik utsettelse innebærer samtidig at en ikke like raskt oppnår den framkommelighetseffekt som Konsept 3 Rogfast vil gi, og heller ikke like raskt legger til rette for den ønskede regionale utvikling.*

Dette er i ordets rette forstand en vurdering av konsepter. Det er ikke varianter av et alternativ som vurderes, men høyst ulike måter å møte en situasjon. Den vurdering som foretas av de ulike konseptenes effekter og sammenstillingen av dem, ser vi som fullt ut tilfredsstillende i den fasen prosjektet er. Det eneste måtte være at det kanskje burde vært prøvd å si noe kvalifisert om utslippsutviklingen (klimagass og NOx) for Rogfast (se tabell 15 ovenfor).

## 4.6 Styrker og svakheter ved dagens praksis

Flermålsanalyse er aktuelt å benytte når grunnlaget skal legges for beslutninger om saksforhold hvor det er mange krav å ta hensyn til og hvor det til de ulike sidene ved problemkomplekset kan være knyttet ulike interesser.

Tradisjonelt heter det at flermålsanalyse blir benyttet ved etablering av beslutningsgrunnlag i saker der ikke alle forhold som en vil belyse kan gis en verdi i monetære termer. En rekke forhold har ikke en pris gitt i et marked eller kan ikke anslås i kroner på annet grunnlag. Vi sier at nytten eller kostnaden ikke kan prissettes og av den grunn må behandles på andre måter enn som en tradisjonell nytte/kostnadsbrøk eller en netto nåverdi.

Arbeidet med flermålsanalysens ikke prissatte del har en rekke grunnleggende arbeidsoppgaver:

- fastlegge de ulike mål og alternativer ved saken som skal belyses
- fastlegge kriterier slik at det er klart hva som skal måles
- klargjøre hvilken skala som skal benyttes for hvert kriterium
- fastlegge det enkelte alternativs ytelse på den enkelte dimensjonen
- sammenstille de enkelte alternativenes ytelser langs de ulike dimensjonene
- sammenlikne alternativenes ytelser på de ikke prissatte og tilsvarende når det



gjelder de prissatte virkningene eller konsekvensene

Proessen kan gjennomføres av fagutredere, men det er rimelig også å trekke inn interessenter både i fasen hvor det drøftes hvilke dimensjoner det er rimelig å fokusere på og når det skal drøftes hvilke av dimensjonene som skal være de viktigste. I dette spørsmålet har rimeligvis interessentene en hovedrolle og det er også rimelig at de er uenige om denne vektleggingen. De er som regel interessenter ut fra ulike ståsteder.

Fagfolk har på sin side en større rolle å spille når det gjelder å presisere hvordan den enkelte dimensjon ved saken skal operasjonaliseres og når alternativets ytelse skal måles.

Hva så med praksis? Vårt empiriske grunnlag er to kvalitetssikrede KS1-saker, en KS1-sak hvor konseptvalgsutredningen er gjennomført, og en KU for et stort vegprosjekt. Disse er gjennomgått i dette kapitlet og vi skal her avslutningsvis sammenfatte noen erfaringer.

### **Generering av alternativer**

Her er standard prosedyre at det etableres 0-alternativ og et antall alternativer som representerer mulige framtidige handlingsveger. 0-alternativet skal per definisjon representere nåsituasjonen justert for nødvendige tiltak for drift og vedlikehold fram til det tidspunkt det nye tiltaket kan overta for det gamle.

Erfaringene fra de to fullførte KS1-sakene tilfredsstiller ikke en slik definisjon. Både i Veterinærhøgskolesaken og saken om Nasjonalmuséet blir det definert noe som betegnes ”Alternativ 0. Nullalternativet (nåsituasjonen)”; et alternativ uten antydning til at det legges inn ordinært vedlikehold i prosjektet fram til et eller annet tidspunkt.

Det er heller ikke spesielle alternative konsepter som presenteres. I saken om Nasjonalmuséet er det i realiteten bare ett alternativ med varianter; variantene består av svakt alternative utforminger av ett lokaliseringalternativ. I Boknafjordforbindelsen er det tale om reelt forskjellige konsepter.

### **Utvikling av ikke prissatte dimensjoner**

I de to fullførte KS1-sakene er det presentert prosjektspesifikke lister over forhold som det tas sikte på å vurdere de enkelte alternativene mot. Det er ikke redegjort for hvordan disse forholdene eller konsekvensdimensjonene/-kategoriene er fremkommet. For vegsaken (KUen) ble det benyttet de konsekvenskategorier for

ikke prissatte forhold som framgår av Håndbok 140 (tidligere utgave/den utgaven som var den aktuelle da saken ble utredet).

Spesifiseringen av hvordan dimensjonene skulle forstås var meget upresis i begge KS1-sakene. Eksempelvis ble de seks konsekvenskategoriene i Nasjonalmuséet-saken beskrevet på måter som, stort sett, reduserte de seks dimensjonene til to; om museumsaktivitetene lokaliseres samlet eller spredt i Oslo - og - om det finnes utstillingslokaler lokalisert under bakken eller ikke. Manglende konkretisering av dimensjonene gjør det vanskelig å avgjøre hva slags ytelse det er som er vurdert for den enkelte dimensjonen og for alternativet samlet.

### **Måling av alternativenes ytelse**

Det er i de to fullførte KS1-sakene benyttet en skala fra -9 til +9 for å angi alternativets ytelse. Det er imidlertid ikke i noen av KS1-sakene presisert hva de 19 trinnene på denne skalaen skal representere av ytelse på de enkelte dimensjonene. I KU-saken er det benyttet en nidelst skala – fra fire minus via 0 til fire pluss. I Håndbok 140 er det beskrevet hva de ni trinnene skal uttrykke (meget stor/stor/middels/liten negativ konsekvens via 0 til liten/middels/stor/meget stor positiv konsekvens).

### **Datas målenivå og lovlige/ulovlige regneoperasjoner**

Når de ikke prissatte konsekvensene i KS1-sakene er vurdert og ytelse angitt, foretar utrederne regneoperasjoner som om ytelsene skulle være målt på forholdstallsskalaer. Dette til tross for at det i begge saksutredningene er slått fast at ”4 ikke er dobbelt så godt som 2”. I vegeksemplet gjøres det, fortjenstfullt, ingen forsøk på å veie sammen de ulike ikke prissatte dimensjonene.

### **Sammenstilling av resultater og skriving av konklusjoner**

Alle utredninger fordrer en avsluttende samlet vurdering eller en konklusjon. Her skal de ikke prissatte forholdene ved de enkelte alternativene (konseptene) sammenstilles og holdes opp mot de prissatte forholdene; forhold som oftest er uttrykt ved nytte/kostnadsforhold eller som netto nytte. I de to fullførte KS1-sakene er det intet å utsette på hvordan det skrives om de alternative konseptenes samlede ytelse i forhold til kravene som er stilt til prosjektet. Men som vi har konstatert er det mye å si om det metodiske forut for sammenfatningene. KU-saken om veg forbi Kvadraturen i Kristiansand er det imidlertid selektiv presentasjon av data om de enkelte alternativene med tilhørende skjev konklusjon. Det skinner gjennom at enkelte alternativer foretrekkes uavhengig av hva utredede data viser.

## 5 Litteratur

- 1 Arrow, K.J. (1951): *Alternative approaches to the theory of choice in risk-taking situations*. *Econometrica* 19, 404-437.
- 2 Belton V, Stewart T J (2002): *Multiple criteria decision analysis: An integrated approach*, Kluwer Academic Publishers.
- 3 Ben-Akiva, M. og S. Lerman (1985) *Discrete choice analysis: Theory and applications to travel demand*. MIT Press, Cambridge.
- 4 Berg, Peder m. fl. *Styring av statlige investeringer. Sluttrapport fra styringsgruppen*. Prosjektet for styring av statlige investeringer. Finans- og tolldepartementet 1999. Ikke offentliggjort.
- 5 Brans J P, Vincke P, Mareschal B (1986): *How to select and how to rank projects: The Promethee method*, *European Journal of Operational Research* 24, 228–238
- 6 Conitzer, V. and T. Sandholm (2005) *Common voting rules as maximum likelihood estimators*. In: *Proceedings of the 21st Annual Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI-05)*.  
<http://www.cs.cmu.edu/~conitzer/MLEvotingUAI05.pdf>
- 7 Dodgson, J., M. Spackman, A. Pearman and L. Phillips (2000) *DTLR multi-criteria analysis manual*.
- 8 Eisenführ, F. und M. Weber (2003) *Rationales Entscheiden. Vierte, neu bearbeitete Auflage*. Springer-Verlag, Berlin.
- 9 Finansdepartementet (2005): *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*
- 10 Gilljam M, Ljøgodt H (2005): *Problem structuring methods – A survey and a case*, FFI/RAPPORT-2005/00852, Forsvarets forskningsinstitutt.
- 11 Goodwin P, Wright, G (1998): *Decision analysis for management judgement*, John Wiley & Sons, Chichester, England
- 12 Gottschalk, P. og F. Wenstøp (1983) *Kvantitativ beslutningsanalyse for ledere og planleggere*. Universitetsforlaget, Oslo.
- 13 Hammond J. S, Keeny R. L, Raiffa H (1999): *Smart Choices – A practical guide to making better decisions*, Harvard Business School Press Boston, Massachusetts
- 14 [http://en.wikipedia.org/wiki/Voting\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Voting_system)
- 15 Jordanger I, Klakegg O.J. 2003. *The power of portfolio management*. Paper at NORDNET 2003

- 16 Keeney R L, Raiffa H (1976): *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*, John Wiley & Sons, Chichester, England.
- 17 Laux, H. (2003) *Entscheidungstheorie. Fünfte, verbesserte Auflage*. Springer-Verlag, Berlin.
- 18 Malerud S, Kråkenes T (2005): *Metoder for flermålsanalyse – En oversiktsstudie fra GOAL*, FFI/RAPPORT-2005/03041
- 19 Rosenhead J, Mingers J (2001): *Rational analysis for a problematic world revisited*, John Wiley & Sons, Chichester, England.
- 20 Saaty T L (1996): *The analytic hierarchy process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA
- 21 Saaty T L (1996): *The analytic network process*, RWS Publications, Pittsburgh, PA.
- 22 Statens vegvesen (2006): *Håndbok 140 – Konsekvensanalyser*, Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2006
- 23 Train, K. (2002) *Discrete choice methods with simulation*. Cambridge University Press.
- 24 Von Neumann, J. and O. Morgenstern (1947) *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, Princeton.

## 6 Vedlegg I Stokastisk nytteteori

### Stokastisk nytteteori

Anta at en familie skal kjøpe ny bil. Valget av biltype avhenger dels av egenskaper ved familien: husholdningsinntekt, antall familiemedlemmer, barnas alder, transportbehovet (kanskje uttrykt i årlig kilometer kjørt med den gamle bilen), og delvis av egenskaper ved de ulike biltyperne som finnes å velge mellom, som pris, størrelse, drivstofforbruk osv.

Den enkleste formen for stokastisk nytteteori går ut fra at familien vil velge den bilen som gir størst nytte, der nytten av det enkelte alternativet er en lineær funksjon av de målbare egenskapene ved familien og alternativet. Til denne *systematiske* delen av nytten kommer en del som familien selv kjenner, men som vi som skal analysere valget ikke kjenner. Det er elementer som ikke har noen systematisk forbindelse med de målbare egenskapene ved familien og alternativet, men avhenger av faktorer som vi har utelatt eller av smak og behag, som vi naturligvis ikke kan måle. Anta at denne ukjente delen har en kjent statistisk fordeling. Hvis vi nå har et datamateriale som viser hvordan de ulike typene av familier faktisk har fordelt sine valg på de ulike tilgjengelige biltyperne, kan vi estimere parametrene i den lineære nyttefunksjonen. Hvis vi ikke har noe slikt datamateriale, kan vi likevel estimere parametrene i nyttefunksjonen på grunnlag av systematisk opplagte spørreundersøkelser som ber respondentene velge mellom biltyper med ulike egenskaper. Det finnes mye kommersiell programvare for gjennomføring av slike undersøkelser.

Denne metoden kan brukes til å finne verdien, uttrykt i kroner, av ulike goder som ikke har noen markedspris, som miljøgoder. Den kan også finne fram til verdien for ulike kundegrupper av de ulike egenskapene som et produkt har. I prinsippet kan den derfor også gi oss den scoren og de vektene som ulike beslutningstakere og interessegrupper vil sette på de ulike konsekvensene av alternativer i en offentlig beslutning. Problemet er naturligvis at det trengs et større statistisk materiale for å kunne trekke konklusjoner med noen grad av sikkerhet. Om vi for eksempel bare lar de 4-5 medlemmene i utredningsgruppa besvare en slik undersøkelse om hvordan de vil avveie de ulike konsekvensene, ville vi ikke fått estimert særlig mange parametre.

I mange tilfeller står vi imidlertid i følgende situasjon: 1) De vurderingene vi er ute etter, er ikke primært utredningsgruppas egne vurderinger, men vurderingene til de som berøres av tiltaket, enten positivt eller negativt. 2) De konsekvensene som må

avveies, dreier seg ikke om kompliserte forhold som bare eksperter kan vurdere, men dagligdagse ting. Hvis disse to vilkårene er til stede, vil trolig en effektiv liten spørreundersøkelse kunne avdekke nyttefunksjonen som bør brukes på en bedre måte enn de tradisjonelle metodene i flermålsanalyse. Det samme gjelder hvis det ikke primært er utredningsgruppas vurderinger som skal telle, men et breiere lag av eksperter. Også i det tilfellet kan vurderingen ”settes ut” i form av en spørreundersøkelse blant de som er kvalifisert til å bedømme saka. Det behøver ikke koste mange hundre tusen, og kan gjennomføres på internett.

Det er slike metoder som har gjort det mulig å inkludere konsekvenser med hensyn til utslipp, ulykker og reisetid med faste ”enhetskostnader” i samfunnsøkonomiske analyser på samferdselsområdet.

Dersom man velger å gjennomføre vurderingen på annet vis, bør man likevel sammenlikne de vektene man kommer fram til med tilsvarende verdier i undersøkelser gjennomført med disse metodene. De er nå så vanlige at det ikke er usannsynlig at en kan finne relevante undersøkelser å sammenlikne med. Men det trengs ekspertise til å bedømme kvaliteten av undersøkelsene og tilrådeligheten av å overføre verdiene fra en valgsituasjon til en annen.

Standard lærebok på dette feltet er Ben-Akiva og Lerman (1985). En mer moderne lærebok, med vekt på simuleringsteknikker til bruk i estimeringen, er Train (2002).

## 7 Vedlegg II Avstemningsteori

Utgangspunktet for denne typen av teorier er at vi har et sett alternativer og et sett av beslutningstakere, som vi her skal kalle en komité<sup>51</sup>. Komiteen har til oppgave å komme fram til et felles sluttprodukt i form av en rangering av alternativene. Vi antar at komiteens medlemmer er opplyst om alternativene og deres egenskaper, gjerne gjennom å ha deltatt i en utredning som beskrevet i avsnitt 3. 1 i teksten, og som ender i en konsekvensmatrise. De kan gjerne enkeltvis og hver for seg ha brukt en systematisk flermålsanalyse til å rangere alternativene – det er opp til den enkelte. Hovedsaka er at de alle sammen er i stand til å foreta en fullstendig rangering av alternativene. Den felles beslutningen tar utgangspunkt i disse prioriteringslistene til hvert av komitémedlemmene, og intet annet.

De  $n$  alternativene er nummerert fra 1 til  $n$ , komitémedlemmene er nummerert fra 1 til  $m$ . Lista til komitémedlem nr.  $r$  kaller vi  $O_r$ . Den består av tallene fra 1 til  $n$  ordnet i en bestemt rekkefølge. Lista  $(O_1, \dots, O_r, \dots, O_m)$  er en tabell med komitémedlemmenes lister som kolonner. Vi kaller den en preferanseprofil (eller ganske enkelt en profil). Den skal være hele grunnlaget for beslutningen. Konsekvensmatrisen, med alternativer og konsekvenser, er altså her byttet ut med preferanseprofilen, med alternativer og komitémedlemmer.

Legg merke til at komitémedlemmene ikke har angitt hvor mye bedre det ene alternativet er enn det andre. De har bare ordnet dem. Hvis vi hadde hatt en entydig målestokk som alternativene kunne få sin score på grunnlag av, ville beslutningsproblemet vært et annet, men nettopp dette er ofte vanskelig å lage når det finns flere mål, og spesielt når noen av kriteriene er ordinale. Det faktum at alle komitémedlemmene har vært i stand til å sette opp en fullstendig rangering av alternativene, viser likevel at de har en preferanseordning over alternativene som er en komplett ordning (fullstendig, refleksiv og transitiv).

En regel som til enhver mulig preferanseprofil  $(O_1, \dots, O_r, \dots, O_m)$  tilordner en og bare en prioriteringsliste  $O$  over alternativene, kaller vi en kollektiv valgfunksjon eller en avstemningsregel. (Det kalles også en velferdsfunksjon, men vi vil reservere dette uttrykket for en kollektiv valgfunksjon som tilfredsstillter visse minstekrav.)<sup>52</sup>

<sup>51</sup> Komiteén kalles også ofte et elektorat.

<sup>52</sup> Noen ganger er det en slik ”komplett ordning” av alle alternativene som beslutningen tar sikte på. Det kan for eksempel gjelde kåring av de hundre beste norske singlene gjennom tidene, eller prioritering av kunstverker som skal kjøpes inn til et museum. Ved konseptvurdering virker det i første omgang, i alle fall, som om beslutningen er en annen. Det viktigste er å finne ut om noe bør gjøres i det hele tatt. Dernest hvilke alternativer (ett eller

Hvilke krav bør vi stille til en kollektiv valgfunksjon for at vi skal føle oss trygge på at den vil gi et godt uttrykk for komiteens samlede syn? Arrow (1951) formulerte fire krav. Den kollektive valgfunksjonen må

1. være definert over alle mulige preferanser, dvs. at den produserer en liste  $O$  uansett hvordan komitémedlemmenes lister ser ut,
2. tilfredsstillere et strengt paretoprinsipp, dvs. at hvis alle i komiteen setter alternativ  $a$  høyere på lista enn  $b$ , skal også den kollektive lista gjøre det,
3. være uavhengig av irrelevante alternativer, dvs. hvis vi har to forskjellige komiteer der medlemmene kan ordnes slik at medlem nr. 1 i den ene har samme oppfatning om den innbyrdes rangeringen av alternativene  $a$  og  $b$  som medlem nr. 1 i den andre komiteen, medlem nr. 2 i den ene har samme oppfatning om den innbyrdes rangeringen av  $a$  og  $b$  som medlem nr. 2 i den andre, osv. til medlem nr.  $m$ , så skal den kollektive valgfunksjonen gi samme innbyrdes rangering av  $a$  og  $b$  i begge komiteene. Det skal ikke spille noen rolle om komitémedlemmene er uenige om de øvrige alternativene,
4. ikke-diktatorisk, dvs. den kollektive valgfunksjonen skal ikke i alle tilfelle gi samme liste som ett av komitémedlemmene.

Dette virker som rimelige og ganske svake krav til en kollektiv valgfunksjon. Kravene virker nødvendige for at valgfunksjonen skal gi et bilde av kollektivets preferanser som i en viss forstand gjenspeiler de individuelle preferansene. Likevel viste Arrow at det ikke kan finnes noen kollektiv valgfunksjon som oppfyller alle kravene (Arrows umulighetsteorem).

Arrows umulighetsteorem kan forstås slik at når individene har tilstrekkelig ulike syn og interesser, er maktbruk – i det minste i betydningen definisjonsmakt og taktiske manipulasjoner – uunngåelig i forbindelse med kollektive avgjørelser av en viss kompleksitet.

Hvis vi altså vil sikre oss en fullt rasjonell kollektiv avgjørelse, må vi enten innskrenke definisjonsområdet til valgfunksjonen, slik at den bare brukes når medlemmene stort sett deler oppfatning, eller renonsere på noen av kravene 2-4, eller stille strengere krav til komitémedlemmenes måte å rapportere sine preferanser på (de må kunne bruke en felles, kardinal skala).<sup>53</sup>

---

kanskje flere) en skal gå videre med. Men ved å inkludere et realistisk nullalternativ blant alternativene kan vi langt på veg dekke begge disse beslutningsbehovene ved å formulere en kollektiv valgfunksjon som produserer en komplett ordning av alternativene. Det er jo også dette rammeavtalen ber om. Vi velger derfor å drøfte kollektive valgfunksjoner videre, men ha i bakhodet at våre krav til beslutningen kanskje er litt mer beskjedne enn å få satt opp en komplett ordning av alle alternativ.

<sup>53</sup> En kunne tenke seg at problemet ble løst om vi ville nøye oss med noe mindre enn en fullstendig prioriteringsliste, for eksempel hvis vi bare ville utnevne en vinner. Men det kan vises at også det gir opphav til umulighetsteoremer. Dersom oppgava bare er å utpeke et vinneralternativ, gjelder *Gibbard-Sattertwaites* teorem. Det



## Prioritering av alternativene bare dersom komiteen er tilstrekkelig samkjørt

Hvis vi innskrenker definisjonsområdet til valgfunksjonen til profiler der kolonnene er nokså lik hverandre, vil vi kunne unngå umulighetsteoremet. Det vil si at hvis vi ikke lenger krever at funksjonen skal kunne ta hvilken som helst tabell  $(O_1, \dots, O_r, \dots, O_m)$  som input, men innskrenker oss til O-er som har visse likhetstrekk.

Ett slikt tilfelle er hvis alternativene bare atskiller seg fra hverandre i en eneste dimensjon. De kan for eksempel ordnes på en høyre-venstre-akse, eller etter graden av miljøvennlighet, men ikke begge deler. Da vil det eksistere en kollektiv valgfunksjon. Komitémedlemmene kan altså være uenige i en dimensjon, men ikke i flere, eller alternativene er like i alle dimensjoner unntatt en, eller komitémedlemmene er såpass enige om trade-off mellom ulike egenskaper at de kan redusere sin uenighet til en dimensjon.

## Avklaring av dype synsforskjeller på forhånd

Ut fra umulighetsteoremet – eller for så vidt ut fra sunn fornuft – er det ingen god idé å prøve å formulere kollektive preferanser når det finns dype synsforskjeller eller interessekonflikter mellom komitémedlemmene. Vi kan for eksempel tenke på situasjoner der noen av komitémedlemmene oppfatter noen av alternativene som fullstendig uakseptable, enten fordi de innebærer at noen taper rettigheter de har etter lover, eller fordi de bryter mot grunnleggende etiske prinsipper. Slike situasjoner må avklares *på forhånd*. Det kan for eksempel skje gjennom en *rettslig* avklaring eller ved klargjøring av komiteens *etiske grunnlag*.

Den konklusjonen vi trekker, er at en nyttekostnadsanalyse eller en flermålsanalyse egner seg best når rettstilstanden er avklart, de etiske problemene er små og folk ikke er mer uenige enn at de kan leve med avgjørelser som går dem imot.

---

sier at når det finnes tre eller flere alternativer, vil en hvilken som helst avstemningsregel enten være et diktatur, eller forhåndsdømme noen av alternativene til å tape, eller være følsom for manipulasjoner.

Dersom oppgaven er å velge ut et sett av akseptable alternativer, gjelder *Duggan-Schwartz'* teorem, som sier at når det finnes tre eller flere alternativer, vil en hvilken som helst avstemningsregel enten behandle komitémedlemmene ulikt, eller forhåndsdømme noen av alternativene til å tape, eller være følsom for manipulasjoner – eller så vil alle alternativer som er på toppen av en individuell liste, være med i det settet som blir valgt ut. Nærmere beskrivelse av avstemningsteori finnes bl.a. i Laux 2003, Eisenführ og Weber (2003) og [http://en.wikipedia.org/wiki/Voting\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Voting_system).

## Avstemningsregler

Avstemningsregler kan deles inn i tre klasser: De som er basert på at hvert komitémedlem avgir bare én stemme, de som er basert på at man kan avgi flere stemmer, og de som er basert på at hvert medlem foretar en full rangering av alternativene. (Den siste klassen kalles på engelsk "preference voting" eller "preferential voting".)

Avstemningsregler behøver ikke nødvendigvis føre til resultater som er forenlige med en rasjonell (transitiv) kollektiv valgfunksjon, men de fleste aktuelle avstemningsregler vil gjøre det. Enhver regel som gjør det, vil bryte med ett eller flere av Arrows krav, i følge umulighetsteoremet. La oss nå se på regler som ikke bryter med krav nr. 1 og 4, men med krav nr. 2 eller 3 eller begge. Noen av dem vil likevel tilfredsstillende kriterier som likner på paretokriteriet og uavhengighet av irrelevante alternativer, men som er litt mindre restriktive.

*Simpelt flertall* er vel den enkleste avstemningsregelen. Den går ut på at det gis ett poeng for hver gang et alternativ er på toppen av lista til et komitémedlem.

Alternativet med flest poeng vinner, det med nest flest blir nr. 2 osv. Denne regelen bryter med både krav nr. 2 (paretoprinsippet) og krav nr. 3 (uavhengighet av irrelevante alternativer).

Regelen om *absolutt flertall* likner regelen om simpelt flertall, men krever at vinneren skal ha mer enn 50 % av stemmene. Skjer ikke det i første valgongang, avholdes en ny omgang der alle unntatt de to beste alternativene er sjaltet ut.

Ved *bestått/ikke bestått* ("approval voting") kan hvert medlem markere ut de alternativene han godtar. Alternativene kan da rangeres etter hvor mange "bestått" de får.

Ved *parvise sammenlikninger* sammenlikner man alternativene to og to. Hvis alternativ  $a$  er bedre enn alternativ  $b$  på flertallet av komitémedlemmenes lister, har  $a$  vunnet tvekampen mot  $b$ . Etter at alle par av alternativer er sammenliknet på denne måten, vinner det alternativet som har flest seire i parvise oppgjør, osv. nedover til det siste alternativet, som har vunnet færrest tvekamper. (Vi avvikler liksom en serie der alle spiller mot alle, og scorer 2 for seier og 1 for uavgjort.)

Ved *suksessive parvise sammenlikninger* velges det først ut to alternativer som kjemper mot hverandre, deretter settes et nytt alternativ opp mot vinneren, og så videre til det er kåret en vinner. Utfallet avhenger da vesentlig av "kampoppsettet".

Suksessive parvise sammenlikninger tilfredsstiller både krav 2 og 3, men har det grunnleggende problemet at metoden ikke gir en transitiv kollektiv preferanseordning. Det vil si at vi både kan komme til resultatet at  $a$  er bedre enn  $b$  og resultatet at  $b$  er bedre enn  $a$ , avhengig av "kampoppsettet".

Et alternativ som vinner alle mulige kamper mot andre alternativer, kalles en Condorcet-vinner. Ett mulig kriterium på en god avstemningsregel kan være at

hvis det finnes en Condorcet-vinner, blir den rangert øverst (Condorcet-kriteriet). *Bordaregelen* går ut på å gi alternativet øverst på en liste like mange poeng som det finnes alternativer, og så nedover til det siste alternativet, som får 1 poeng.

Kollektivets preferanser finner vi da ved å telle sammen poengene. Dette er svært likt avstemningsmetoden i Melodi Grand Prix. Bordaregelen tilfredsstillere paretoegenskapen, men ikke uavhengighet av irrelevante alternativer. Den regnes som mer konsensusorientert enn de enklere valgreglene, men er svært følsom for strategiske tilpasninger. Den har likevel sine sterke tilhengere blant de fremste ekspertene på dette feltet.

Det er utviklet mange mulige kriterier som en god valgregel skal tilfredsstillere. Noen av disse kan sees som mykere varianter av Arrows kriterier. Det er dessuten utviklet mange nye typer av valgregler for å oppfylle de ulike kriteriene. Dette forskningsfeltet er faktisk svært aktivt og blomstrende for tida, og vil nok så sikkert måtte få stor betydning for hvordan teorien om flermålsanalyse utvikler seg i framtida.

*Schultzes metode* er en relativt nyutviklet metode som tilfredsstillere en lang rekke kriterier. Den tilfredsstillere ikke uavhengighet av irrelevante alternativer, men et svakere kriterium som kalles lokal uavhengighet av irrelevante kriterier. Metoden er komplisert å beregne (det må gjøres med et eget dataprogram), og heller ikke lett å forklare. Utgangspunktet er beregning av antall stemmer i parvise sammenlikninger. En ”sti” mellom to alternativer  $a$  og  $b$  er kjede fra alternativ til alternativ som begynner med at  $a$  får flere stemmer enn  $c$  ved parvis sammenlikning,  $c$  får flere stemmer enn  $d$ , osv. til siste ledd i kjeden, for eksempel at  $e$  får flere stemmer enn  $b$ . Uavgjortresultater kan ikke inngå i kjeden. Det kan finnes ingen, en eller mange slike stier mellom  $a$  og  $b$ . Disse har ulik styrke, der styrken er definert som stemmeovervekten i det leddet som har minst overvekt. Hvis den sterkeste stien fra  $a$  til  $b$  er sterkere enn den sterkeste stien fra  $b$  til  $a$ , er  $b$  diskvalifisert. Alle alternativer som ikke er diskvalifisert av noen andre, er potensielle vinnere.

Innen avstemningsteorien er det utviklet ulike effektivitetsbegreper som vil kunne eliminere flere alternativer som ineffektive enn bare de som er dominerte. De mest interessante begrepene er Schwartz’ mengde og Smiths mengde. *Schwartz’ mengde* er den minste mengden av alternativer som er slik at alle alternativer som er med i mengden har vunnet alle tvekamper med alternativene utenfor mengden. Dersom det finnes en Condorcet-vinner, er den eneste element i Schwartz’ mengde. *Smiths mengde* er den minste mengden av alternativer som er slik at alle alternativer som er med i mengden har vunnet eller spilt uavgjort med alternativene utenfor mengden. Det er sterke teoretiske grunner til at det anbefalte alternativet i det minste bør være med i Smiths mengde, og gjerne også i Schwartz’ mengde. Omvendt vil det

finnes mye dårligere argumenter for å skille mellom alternativene som er med i disse mengdene, og særlig Schwartz' mengde.

Som en skjønner av valgregelen suksessive parvise sammenlikninger, vil det være mulig å påvirke sjansene for at et bestemt alternativ blir valgt ved å fastlegge hvilken valgregel som skal brukes. Dette kaller vi strategisk tilpasning. Men gitt en bestemt valgregel, vil det også være muligheter til å øke sjansene for et bestemt alternativ ved å fremme nye kandidater eller trekke kandidater, og ved å stemme taktisk. Dette kaller vi taktisk manipulering. En mye studert form for taktisk manipulering, slik vi bruker uttrykket, er "strategisk nominasjon".

De ulike valgreglene vil i ulik grad være sårbare for taktisk manipulering, slik at også dette er et forhold som må vurderes ved valg av regel. Med store motsetninger i komiteen må vi innse at avgjørelsen ofte kan bli truffet gjennom valget av avstemningsprosedyre. Når avstemningsprosedyren er fastlagt, vil det kunne være fordelaktig å kaste inn alternativer en ikke helt liker (strategisk nominasjon) eller å stemme motsatt av slik en virkelig prioriterer, for eksempel for å eliminere "farlige" alternativer før de kommer opp mot ens eget beste alternativ. Vi er uvegerlig i en sump av taktikk og maktbruk.

## Snu Arrow på hodet?

Conitzer og Sandholm (2005) snur Arrow på hodet, i den forstand at de tar utgangspunkt i at det finnes en "sann" kollektiv preferanseordning. De individuelle preferansene ser de da som preferanser som inneholder tilfeldige "avvik" i forhold til den sanne preferanseordningen. Under forutsetning av at de individuelle avvikene er uavhengig og identisk fordelt i komiteen stiller de spørsmålet om hvilke valgregler som har størst sannsynlighet for å gi et resultat i nærheten av den kollektive preferanseordningen (dvs. som kan betraktes som maximum likelihood-estimatorer).

Det viser seg at Bordaregelen og andre former for preference voting er maximum likelihood-estimatorer, mens en rekke andre regler, inkludert de som bygger på parvise sammenlikninger, ikke er det. En mulig tolkning av dette resultatet kan vel være at det er en presisering av hva som ligger i at Bordaregelen er konsensusorientert.

Umiddelbart kan perspektivet til Conitzer og Sandholm virke autoritært, men i visse beslutningssituasjoner er det kanskje ikke urimelig å legge til grunn at det finnes en fasit som individene i ulik grad og på en ufullkommen måte har klart å finne fram til?

## Kardinale preferanser

Slik vi stilte problemet, skulle medlemmene ikke gjøre annet enn å sette opp en

prioriteringsliste. Hva om de også kunne være villig til å vurdere hvert av alternativene i en felles målestokk, for eksempel penger? Hvis vi da var villig til å gi hvert av medlemmene en vekt (for eksempel samme vekt til alle), kunne vi regne ut gjennomsnittsverdien av hvert alternativ og rangere dem etter det. De fire kravene ovenfor ville være oppfylt for en slik funksjon.

Dersom valgfunksjonen ikke gjør annet enn å rangere alternativene, kalles den ordinal. Dersom valgfunksjonen uttrykker alternativenes godhet i en felles målestokk, slik at det er mulig å tillegge forskjellen mellom alternativene en verdi eller mening, sier vi at den er kardinal. Selv om en kardinal kollektiv valgfunksjon ville ha løst våre problemer, er det ikke sikkert at den lar seg etablere. Det krever i så fall andre inngangsdata til problemet. Hver enkelt av komitémedlemmene må kunne score alternativene på *en og samme* kardinale skala. I en situasjon med mange mål vil det ikke la seg gjøre hvis medlemmene er uenige om hvilken vekt som skal legges på hvert av målene eller om hvordan de utarbeidede indikatorene skal tolkes. På sett og vis er vi tilbake til utgangspunktet, for hvis komitémedlemmene er tilstrekkelig enige vil det jo også være mulig å finne en kollektiv valgfunksjon basert på de ordinale dataene ( $O_1, \dots, O_r, \dots, O_m$ ).

## Konklusjoner

Tre konklusjoner kan trekkes av vår raske gjennomgang av avstemningsteori. For det første: Vi må innse at flermålsanalysens metoder ikke gir noen garanti for en rasjonell kollektiv beslutning, og at den implisitte forvandlingen av ordinal til kardinal skala som inngår i disse metodene, ikke alltid er forsvarlig. Vi må derfor anvende disse metodene med forsiktighet.

For det andre: Det er mulig å unngå problemene knyttet til scoring og vektning av kriteriene ved å la komitémedlemmenes individuelle ordinale preferanser danne utgangspunkt for den kollektive beslutningen. Men denne framgangsmåten har også sine begrensninger. Hvilken avstemningsregel som skal velges, vil kanskje avhenge av problemets karakter og komiteens sammensetning. Men det er i hvert fall verdt å se nærmere på dette.

For det tredje: Hvis en velger å gå videre med uformelle metoder eller flermålsanalyse med scorer og vekter, er det mulig å bruke avstemningsteorien til å utvikle kontrollmekanismer som kan sikre et minimum av rasjonalitet i prosessen. En hensiktsmessig måte å gjøre det på, er å beregne Schwartz' og Smiths mengder når kriteriene betraktes som beslutningstakere. Hvis det beste alternativet i følge flermålsanalysen ikke er med i disse mengdene, må det ha vært noe galt med prosessen.

Det kan også være hensiktsmessig å ha som rutine at en beregner en prioriterings-

liste etter Schultzes metode. Så mange gunstige teoretiske egenskaper som den har, ville det være rart hvis den ikke kunne brukes til noe, for eksempel kvalitetssikring. Robustheten i anbefalingen kan også bedømmes ved å beregne prioriteringslista med en rekke av de mest aktuelle ”preference voting”-metodene.

I forbindelse med denne tredje konklusjonen vil det være viktig at alle kriteriene er formulert omtrent på samme detaljnivå, og at de alle er av omtrent like stor betydning for beslutningen. I motsatt fall vil det gi et like skeivt resultat som hvis velgerne i valg fikk seg tildelt ulike antall stemmer.

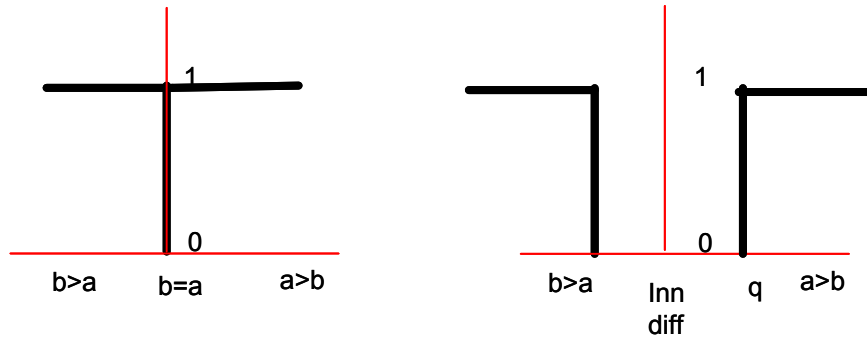
## 8 Vedlegg III: Andre flermåls-analysemetoder

### Rangeringsmetoden PROMETHEE

Metoder for rangering av alternative løsninger – ”outranking”-metoder – regnes som en egen klasse av MCDA-metoder, og er typisk for den europeiske skolen innenfor MCDA (belgisk/fransk), se f.eks. (Belton V, Stewart T J 2002). Til forskjell fra verdifunksjonsmetoder har ikke disse metodene noen underliggende verdifunksjon som aggregeres opp til et toppmål/toppkriterium, dvs. at det ikke vil være én enkelt verdi som uttrykker den ”globale” verdien til det enkelte alternativet. Felles for disse metodene er at det bygges opp rangeringsrelasjoner gjennom å sammenlikne to og to alternativer over settet av kriterier som gir en partiell og/eller komplett ordning av alternativene. For hvert enkelt kriterium vurderes det om alternativ  $a$  skal rangeres over alternativ  $b$  gitt beslutningstakers preferanser og all tilgjengelig informasjon rundt problemet. Alternativ  $a$  rangeres foran  $b$  hvis det er et tilstrekkelig sterkt argument for å konkludere med at  $a$  er minst like god som  $b$ , og ikke noe sterkt argument for det motsatte. Gjennom å sammenlikne alle alternativene parvis på denne måten bygges det opp rangeringsrelasjoner for alternativene.

I det følgende gis en kortfattet beskrivelse av PROMETHEE, som er én av flere rangeringsmetoder. For mer informasjon, se f.eks. (Brans J P, Vincke P, Mareschal B 1986).

Rangeringsmetodene tar utgangspunkt i konsekvensmatrisen som inneholder scoren til alternativene på de forskjellige kriteriene, se f.eks. tabell 3-2 i kapittel 3. For at man skal kunne vurdere alternativene mot hverandre innføres et såkalt generalisert kriterium (det samme som en partiell preferansefunksjon) som har 6 standard former. I dette eksemplet, hvor vi stort sett bare har ordinale verdier, benytter vi det ”normale” (usual) kriteriet (se figur III-1). For  $NNV$  benytter vi et såkalt U-formet kriterium. Dette har en parameter i tillegg som må vurderes, nemlig et indifferensnivå  $q$ , som sier noe om hvor stor forskjellen i score på alternativ  $a$  og  $b$  må være for at vi skal kunne rangere det ene foran det andre (se figur).



**Figur III-1** Generaliserte kriterier

Når man benytter rangeringsmetoder er det vanlig praksis å transponere beslutningsmatrisen, slik at kriteriene er kolonner og alternativene rader. En forenklet utgave av beslutningsmatrisen for valg av nasjonalmuseum (kapittel 4) er vist i tabell III-1.

	K2	NNV
1a	9	-1158
1b	9	-1326
2	7	-990
Vekt	3	4

**Tabell III-1** Transformert matrise

Første steg i PROMETHEE er å beregne en preferanseindeks,  $P(A, B)$ , ved å gjøre parvise sammenlikninger av alternativ  $A$  og  $B$  opp mot de ulike kriteriene ved å benytte de generaliserte kriteriene. For eksempel vil sammenlikningen av 1a og 1b på kriterium K2 gi verdien 0, fordi alternativene har lik score på dette kriteriet. For NNV-kriteriet innføres det et indifferensnivå på 150 MNOK, dvs. at alternativenes differanse i NNV må overstige 150 MNOK for at et av dem skal kunne rangeres foran det andre. På NNV-kriteriet er forskjellen mellom alternativene i NNV 168 MNOK, dvs. den overstiger indifferensnivået på 150 MNOK, slik at her blir verdien av sammenlikningen  $1 \cdot$ vekten til kriteriet som er 4. Tabell III-2 viser verdien av de parvise sammenlikningene av alternativ 1a, 1b og 2 i tabell III-1. Preferanseindeksen,  $P()$  i siste kolonne er den normerte summen av de parvise sammenlikningene over settet av kriterier.



	K2	NNV	Sum	Preferanseindeks
P(1a,1b)	0	4	4	0.571429
P(1b,1a)	0	0	0	0
P(1a,2)	3	0	3	0.428571
P(2,1a)	0	4	4	0.571429
P(1b,2)	3	0	3	0.428571
P(2,1b)	0	4	4	0.571429

**Tabell III-2. Beregning av preferanseindekser på bakgrunn av parvise sammenlikninger av alternativ 1a, 1b og 2.**

Eksempelvis representerer P(1a,1b) den parvise sammenlikningen av alternativ 1a og 1b over settet av kriterier k1 og NNV.

De beregnede preferanseindeksene benyttes til å beregne hhv. positiv,  $\Phi^+$  og negativ,  $\Phi^-$  rangeringsstrøm for de forskjellige alternativene ved hjelp av uttrykkene.

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \neq a} P(a,b)$$

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \neq a} P(b,a)$$

Disse rangeringsstrømmene gir opphav til rangeringen av alternativene i en partiell og/eller en komplett ordning. De beregnede rangeringsstrømmene for eksemplet over er gitt i tabell III-3 sammen med den komplette ordningen av alternativene beregnet ved uttrykket,

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

	$\Phi^+$	$\Phi^-$	$\Phi_{\text{komplett}}$	Rangering
1a	1	0.57	0.43	1
1b	0.43	1.14	-0.71	3
2	1.14	0.86	0.28	2

**Tabell III-3 Positiv og negativ rangeringsstrøm for alternativene sammen med den komplette ordningen av alternativene.**

I reelle beslutningsproblemer er det ofte mange parvise sammenlikninger som skal gjøres, slik at det å benytte et dataverktøy er nødvendig. Verktøyet Decision Lab støtter PROMETHEE. For mer detaljer rundt PROMETHEE og andre rangeringsmetoder (se f.eks. Belton, 2002).

## Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP er en annen metode som er mye benyttet i praktiske anvendelser (Saaty T L 1996). Metoden er en verdifunksjonsmetode i den forstand at også denne beregner en verdi for hvert alternativ. AHP skiller seg derimot fra andre nyttefunksjonsmetoder ved måten kriterievekter og alternativenes verdier blir fastsatt på. Disse vektene og verdiene fremkommer som et resultat av parvise sammenligninger av hhv. kriterier (mot overordnede kriterier) og alternativer (mot direkte kriterier). Sammenligningene skjer langs en ordinal skala (ofte en 9-punktskala) hvor det vurderes kvalitativt hvor sterk preferanse et alternativ har overfor et annet. Skalaen omsettes siden til en forholdstallsskala som kvantifiserer hvor mange ganger bedre et gitt kriterium er enn et annet.

Resultatene fra de parvise sammenligningene sammenstilles i matriser, og egenvektorene<sup>54</sup> til disse matrisene tolkes som de søkte vektene og verdiene. AHP følger en standard oppskrift og benytter seg av relativt enkel matematikk, men er likevel en forholdsvis komplisert prosedyre. Det finnes flere verktøy for å støtte gjennomføringen av AHP.

Når alle kriterievekter og verdier for alternativene er beregnet, aggregeres tallene vha. vektet-sum-metoden til en totalverdi for hvert alternativ, slik at de kan rangeres. Verdien i seg selv har ingen lett tilgjengelig mening, og kan kun brukes til å skille alternativene.

AHP er en populær metode, men det finnes også utbredt skepsis mot den (se f.eks Belton). En av de mest alvorlige innvendingene er muligheten for rangreversering (endring av rekkefølgen) av alternativene man allerede har dersom det legges til nye alternativer.<sup>55</sup> Slik rangreversering kan unngås om man følger de aksiomatiske forutsetningene for bruk av AHP, men dette har like fullt fått mange til å sette spørsmålsteget ved det teoretiske fundamentet for AHP.

Et annet problem ved bruk av AHP er bruken av en begrenset forholdstallsskala. Som nevnt brukes ofte en 9-punktsskala der høyeste kategori forstås som ”9 ganger bedre enn”. Dersom et alternativ vurderes som eksempelvis 5 ganger bedre enn et annet, som på sin side vurderes som 3 ganger bedre enn et tredje alternativ, sprenger dette skalaen (bryter med antagelsen om transitivitet). Dessuten er

---

<sup>54</sup> Mer nøyaktig: de normerte, høyre egenvektorene tilhørende de prinsipale egenverdiene til matrisene.

<sup>55</sup> Rangreversering kan finne sted også i andre MCDA-metoder enn AHP.

menneskets evne til å tenke konsistent i forholdstall begrenset. Om et alternativ  $a$  vurderes som dobbelt så bra som et alternativ  $b$ , som på sin side vurderes som dobbelt så bra som et alternativ  $c$ , er det langt fra sikkert at alternativ  $a$  blir vurdert som nøyaktig 4 ganger bedre enn alternativ  $c$  når disse to sammenlignes. Slik inkonsistens må kontrolleres og korrigeres, noe AHP har rutiner for.

Det opprinnelige teoretiske rammeverket rundt AHP har blitt kraftig utvidet, og AHP kan nå ses på som et spesialtilfelle av den mer generelle fremgangsmåten ANP (Analytic Network Process, Saaty T L 1996).

## 9 Vedlegg IV Beskrivelse av nyttefunksjonsbasert evalueringsverktøy

Her beskrives ett og refereres til et annet evalueringsverktøy som er basert på nyttefunksjoner. Begge verktøyene er utviklet i Excel og er ikke kommersielle produkter.

### Evalueringsverktøy 1<sup>56</sup>

To hovedprosesser inngår i bruk av dette verktøyet.

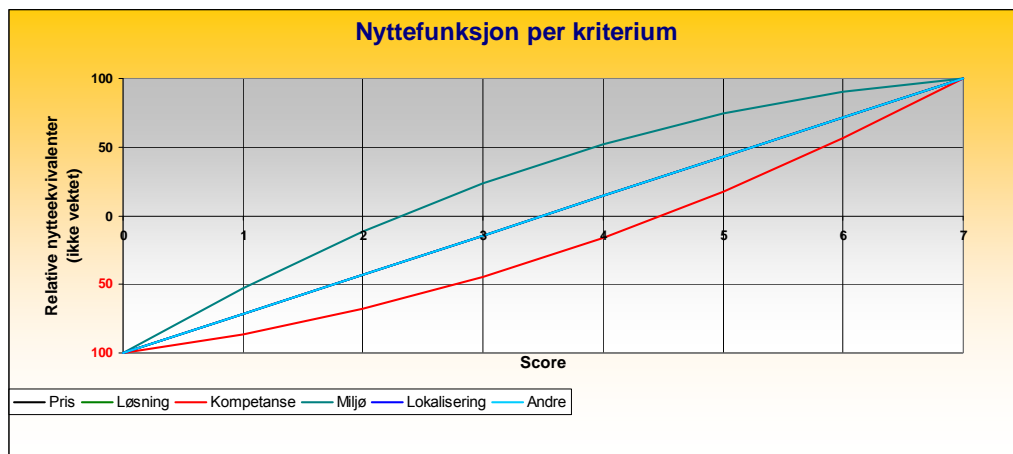
#### I) Etablering av evalueringsmodell og kalibrering

Prosessen for etablering og uttesting/kalibrering av modellen inneholder flg. trinn:

- 1) Bestem hvilke evalueringskriterier som skal benyttes. Evalueringskriteriene tar utgangspunkt i prosjektets formulering av effektmål og samfunnsnytte. Kriteriene defineres slik at de måler uavhengige egenskaper ved prosjektalternativene. Evalueringsmetoden er basert på at en har ett kvantitativt økonomikriterium på forholdsskala og ett eller flere kriterier forøvrig. Økonomikriteriet kan for eksempel være investeringskostnad, årskostnad eller nåverdi. Øvrige kriterier kan for eksempel være: *Miljø, Personikkerhet, Kompetanse, Lokalisering, Teknisk løsning, Estetikk* ....
- 2) Bestem hvilken initial vekt de ulike kriteriene skal ha i evalueringen.
- 3) Bestem initial måleskala for evalueringskriteriene. Måleskala kan velges fritt, men normalt anbefales skala 1 – 3, 1 – 5 eller 1 – 7. Hvis alternativene skal måles mot 0-alternativet vil for eksempel en skala fra -3 til +3 også være aktuell. I eksemplet nedenfor er initial skala 1 – 7 valgt for alle evalueringskriteriene. Trinnene på valgt måleskala defineres og gis en mest mulig klar og objektiv fortolkning.
- 4) Bestem nyttefunksjonen for hvert kriterium. Nedenfor vises eksempler på både lineære og ikke-lineære nyttefunksjoner.

---

<sup>56</sup> Bruk av dette verktøyet er også illustrert i kapittel 3.7.3.



Figur IV-1 Valg av nyttefunksjon

I eksemplet har en valgt en ikke-lineær nyttefunksjon for kriteriene *Kompetanse* og *Miljø*. Nytteverdi måles mot en skala fra -100 til +100 nytteekvivalenter. Evalueringen her ses relativt til et 0-alternativ.

I dette verktøyet kan ulike typer nyttefunksjoner velges, og formen på nyttefunksjonene styres via skyvekontroller. Alle nyttefunksjonene har en matematisk representasjon.

- 5) Intervallet som anvendes på måleskalaen for økonomikriteriet beregnes på grunnlag av alternativenes faktiske verdispredning<sup>57</sup>.
- 6) Ved evaluering av øvrige kriterier står en fritt til å velge hvilken del av initial måleskala en vil benytte for å sikre objektiv evaluering.

Nedenfor vises et eksempel på evaluering.

Kriterier	Vekt	Verdiområde	
		Min	Maks
Nåverdi	20 %	3,43	4,57
Oppr. måleskala for pris		1,00	7,00
Løsning	20 %	1,00	7,00
Kompetanse	20 %	1,00	7,00
Miljø	20 %	1,00	7,00
Lokalisering	20 %	1,00	7,00
Andre	0 %	1,00	7,00

Figur IV-2 Evalueringskriterier, vektning og intervall for måleskala

- 7) Etter at kriterier, måleskalaer, initiale vekter og nyttefunksjoner er definert, kalibreres evalueringsmodellen<sup>58</sup>. Kalibreringen gjennomføres før selve

<sup>57</sup> Aktuelt utfallsrom for økonomikriteriet kan, ved kalibrering justeres ved bruk av en spredningsfaktor.

<sup>58</sup> Kalibreringen foretas ved å måle sensitivitet på gjennomsnittsalternativet. I

evalueringen, og omfatter å sjekke ut om modellen gir rimelige utslag ved endring av score på ett eller flere kriterier. Ett eksempel på en slik kalibrering kan være å sjekke hvor mye +1 i score for ett kriterium tilsvarer i en økonomisk målestokk (se figur nedenfor).

Følsomhetsanalyse; Kalibrering av kriterier og score				
Gjennomsnittsalternativ	Gjennomsnittsnåverdi	snittscore	Normalisert score	Resultat
Nåverdi	28,25	4,2	4,00	4,00
Løsning		3,2	4,00	
Kompetanse		4,6	4,00	
Miljø		4,4	4,00	
Lokalisering		4,0	4,00	
Andre				
Sensitivitet realisering	Endring i nåverdi	Endring i score	Endring i resultat	VS
Nåverdi	7,00	1,0	0,20	
Løsning		0,0		
Kompetanse		0,0		
Miljø		0,0		
Lokalisering		0,0		
Andre		0,0		
Sensitivitet realisering	Endring i nåverdi	Endring i score	Endring i resultat	
Nåverdi			0,20	
Løsning		1,0		
Kompetanse		0,0		
Miljø		0,0		
Lokalisering		0,0		
Andre		0,0		

Figur IV-3 Kalibrering av kvalitative kriterier mot økonomikriteriet

I eksemplet ser en at +1 i score på *Løsning* (kvalitativt kriterium) gir samme effekt på total score som en reduksjon i nåverdi på 7,0 MNOK. En bør da vurdere om en slik forbedring i *Løsning* i aktuelt alternativ er verdt 7 MNOK. Hvis svaret er nei, justeres vektene, evt. også nyttefunksjonen inntil utslagene er rimelige.

Kalibrering foretas med referanse til gjennomsnittsalternativet.

## II) Gjennomføring av evaluering

Proessen for evaluering av aktuelle alternativer inneholder flg. trinn:

- 1) Evaluering av det enkelte alternativ (se figur nedenfor). I noen situasjoner vil det kunne være nødvendig å foreta enkelte justeringer/korreksjoner for å sikre sammenlignbarhet

---

gjennomsnittsalternativet er score for hvert kriterium satt til gjennomsnittet for alle alternativene.

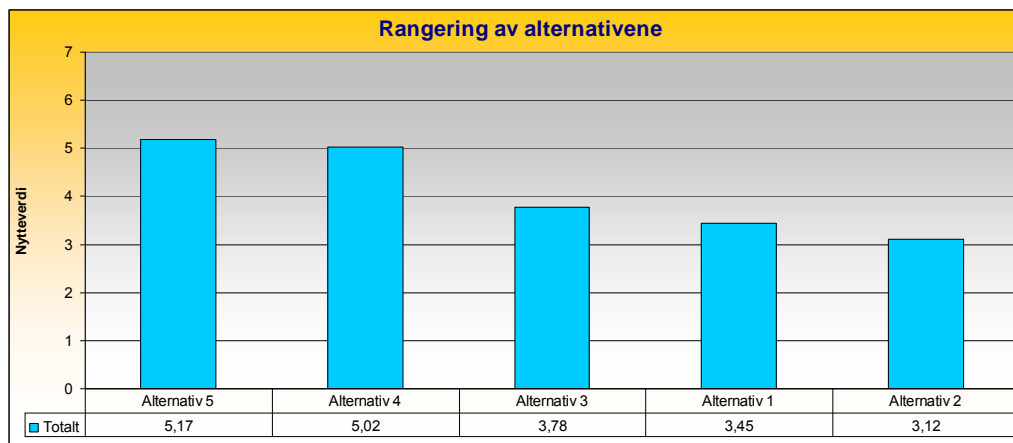
Definisjon av alternativer og angivelse av score											
Kriterier	Vekt	Verdiområde		Faktor	Utfallsrom kriterie	Min	Gj.sn. pris	Gj.sn. score	Maks		
		Min	Maks								
Nåverdi	20 %	2,97	5,03	2	Nåverdi	723,2	855,2	3,79	943,27		
Oppr. nåverdi		1,00	7,00		Variasjon priselement	-15 %		4,00	10 %		
Løsning	20 %	1,00	7,00		Løsning	1		3,20	6,00		
Kompetanse	20 %	1,00	7,00		Kompetanse	1		4,60	7,00		
Miljø	20 %	1,00	7,00		Miljø	3		4,40	7,00		
Lokalisering	20 %	1,00	7,00		Lokalisering	2		4,00	6,00		
Andre	0 %	1,00	7,00		Andre						
Alternativ	Nåverdi		Løsning		Kompetanse		Miljø		Lokalisering		
	Normalisert verdi	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score	Score	Normalisert score	Score	
Alternativ 1	817,5	4,15	4,37	2	2,50	1	0,87	3	2,73	6	6,00
Alternativ 2	723,2	5,03	5,30	1	1,25	1	0,87	7	6,36	2	2,00
Alternativ 3	880,4	3,56	3,75	2	2,50	7	6,09	3	2,73	3	3,00
Alternativ 4	911,8	3,26	3,44	6	7,50	7	6,09	4	3,64	4	4,00
Alternativ 5	943,3	2,97	3,13	5	6,25	7	6,09	5	4,55	5	5,00

Figur IV-4 Evaluering av alternativer og normalisering

- 2) Verdi for økonomikriteriet registreres og initial score beregnes automatisk. Normalisert score er en omregning av initial score. Denne omregningen medfører at middelværdi av alle score blir lagt midt på måleskalaen<sup>59</sup>.
- 3) For øvrige evalueringskriterier gis hvert alternativ en score basert på en kvalitativ, faglig vurdering. Også her bør en i størst mulig grad ha objektivt målbare kriterier.
- 4) Total score ("Resultat") for et alternativ fremkommer ved å summere vekt % multiplisert med nytteverdi (som funksjon av score) for alle kriteriene.

Endelig rangering vises som et histogram.

<sup>59</sup> Dette gjøres for å sikre at ikke eventuelt systematisk høye eller lave score på evalueringskriteriene skal undergrave gitt vektning av kriteriene. Gjelder både kvalitative og kvantitative kriterier.



**Figur IV-5 Resultat evaluering av alternativer**

- 5) Følsomhetsanalyse for å undersøke robustheten i rangeringen.

## Evalueringstøytøy 2: PRO&CON

Dette verktøyet er utviklet av prof. Fred Wenstøp, og er fritt tilgjengelig på nettet.

Ref: <http://www.bi.no/users/fag87027/str2400/str2400.htm>