

BRUK AV FLERMÅLS BESLUTNINGSSANALYSE TIL PRIORITERING AV VEDLIKEHOLDS- OG REHABILITERINGSPROSJEKTER

Jørn Heggset og Dag Eirik Nordgård, SINTEF Energiforskning AS

Sammendrag:

Fokus på vedlikehold av komponenter i kraftsystemet har økt, og motivasjonen for å benytte flermåls beslutningsanalyse (FMBA) er å kunne håndtere både kvantitative og kvalitative kriterier i en vurdering av ulike vedlikeholdstiltak. Det overordende målet er å kombinere vurderinger av kvalitative kriterier med lønnsomhetsbetraktninger, og gjennom dette framskaffe et bedre og mer komplett beslutningsgrunnlag. Metodikken er prøvd ut av fem norske kraftselskaper, og erfaringene er gode mht å bruke FMBA til identifikasjon av viktige vurderingskriterier ved prioritering mellom vedlikeholdsprosjekter, og å bruke disse kriteriene til konkret prosjektvurdering og prioritering seinere. Ved å bruke FMBA kan man forbedre beslutningsprosessen gjennom systematisering av informasjon, effektivisering av prosedyrer for prioritering av tiltak, bevisstgjøring rundt selve beslutningsprosessen, større grad av personuavhengighet og objektivitet i prioritering, dokumentasjon av vurderingsresultat (etterprøvbarhet) og større grad av konsistens over tid i de prioriteringene som gjøres.

1. PROBLEMSTILLING

I vedlikeholdsvirksomheten vil en typisk problemstilling være prioritering mellom en rekke forslag til vedlikeholdstiltak. Forslagene omfatter gjerne prosjekter av ulik karakter, og de lanseres på bakgrunn av forskjellige forhold.

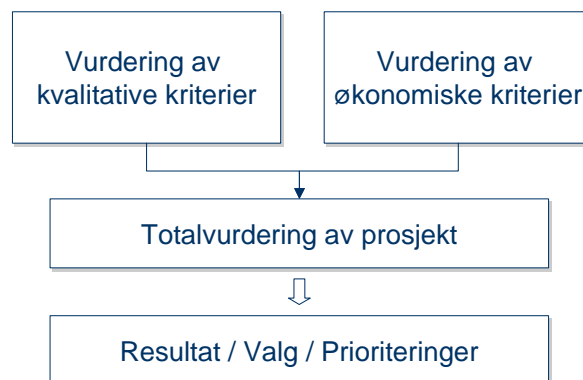
Man må i denne prioriteringen ta hensyn til flere faktorer enn lønnsomhet, da andre viktige aspekter også vil inngå i beslutningen – eksempelvis personsikkerhet, arbeidsmiljø og et prosjekts påvirkning på det ytre miljø.

De ovennevnte kriterier (utover økonomi) er ofte vanskelig å kvantifisere, men de spiller en rolle (eksplisitt eller implisitt) ved utvelgelse av hvilket prosjekt som skal gjennomføres. En samlebetegnelse på denne typen kriterier er kvalitative kriterier.

Navnet henspeler på at man ofte må ty til kvalitative begrep for å beskrive dem, framfor en entydig tallmessig kvantifisering.

En kombinasjon av økonomiske og kvalitative kriterier gir vedlikeholdsledelsen et hjelpemiddel i prioriteringsprosesser hvor man skal velge mellom ulike typer vedlikeholdsprosjekter. Flermåls beslutningsanalyse er et rammeverk som håndterer denne typen utfordringer på en mer objektiv måte enn om de kvalitative kriteriene blir overlatt til ”magefølelsen”.

Vi har valgt å skille behandlingen av de kvalitative kriteriene og økonomi i to parallelle løp, som illustrert i figur 1. Resultatene fra de to analysene sammenstilles til slutt for å danne grunnlaget for en totalvurdering av ett eller flere prosjekter.



Figur 1 Konsept for flermåls beslutningsanalyse for prioritering av vedlikeholdsprosjekt

I denne rapporten har vi valgt å konsentrere oss om å beskrive håndtering av de kvalitative kriteriene.

2. METODE FOR VURDERING AV KVAL. KRITERIER

I arbeidet med FMBA hos SINTEF Energiforskning er flere metoder vurdert, og vi har i ulike prosjektaktiviteter benyttet den såkalte AHP-metoden (Analytic Hierarchy Process). Bakgrunnen for valget av denne metoden er at den er enkel å forstå og ”intuitiv” i bruk. Det kreves ingen omfattende skoloring i selve metoden før beslutningstakerne kan anvende den, og den har vist seg som et effektivt rammeverk for prosessen med identifisering av beslutningskriterier og vurdering og vekting av disse i forhold til hverandre.

Metoden ble utviklet på slutten av 1970-tallet. Den baserer seg på at beslutningstakerne bestemmer hvilke kriterier som skal benyttes i vurderingen av prosjekter, og at den innbyrdes betydningen av kriteriene bestemmes gjennom parvis sammenligning av kriteriene. Den parvise sammenligningen gjøres ihht en forhåndsdefinert skala som er etablert for AHP-metoden, se Tabell 1.

Tabell 1 Vurderingsskala for parvise sammenligninger i AHP-metoden

Verbal beskrivelse	Nummerisk verdi
Likt (<i>equal</i>)	1
Litt foretrukket (<i>slightly preferred</i>)	3
Sterkt foretrukket (<i>strongly preferred</i>)	5
Svært sterkt foretrukket (<i>Very strongly preferred</i>)	7
Ekstremt foretrukket (<i>Extremely preferred</i>)	9

Sammenligningen av kriteriene framstilles videre i en matrise hvor kriterienes innbyrdes vektning er plassert inn på tilhørende plasser i matrisen. I tabell 2 er det vist et eksempel på en vurderingsmatrise for tre kriterier. Vektene er plassert i de skraverte feltene i matrisen. De andre feltene er fylt ut slik at $I_{ij} = 1/I_{ji}$ og $I_{ii} = 1$.

Tabell 2 Eksempel på vurderingsmatrise for kvalitative kriterier

Kriterium	Person sikkerhet	Miljø	Arbeidsmiljø
Person sikkerhet	1	5	7
Miljø	1/5	1	3
Arbeidsmiljø	1/7	1/3	1

AHP-metoden beregner kriterienes innbyrdes betydning som den normaliserte¹ egenvektoren av denne vurderingsmatrisen, se tabell 3.

¹ I en normalisert egenvektor er summen av delementene lik 1. Normaliseringen gjøres for å få summen av vektene for de ulike kriteriene lik 100 %.

Tabell 3 Beregnet normalisert egenvektor for vurderingsmatrisen

Kriterium	Normalisert egenvektor
Personsikkerhet	73 %
Miljø	19 %
Arbeidsmiljø	8 %
SUM	100 %

Denne egenvektoren gir vekten som er tilegnet hvert av de tre kriteriene som inngår i den kvalitative beslutningsmodellen.

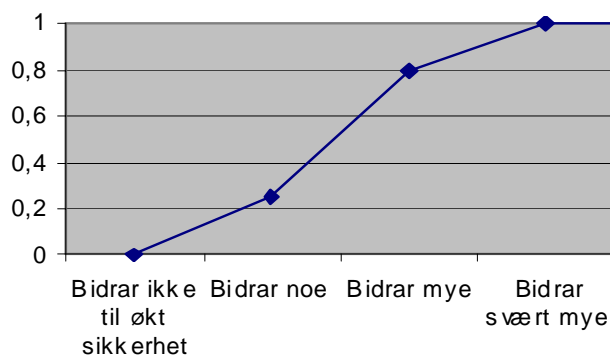
I tillegg til å finne kriterienes innbyrdes vekt, så må man for hvert kriterium etablere en skala som beskriver hvordan prosjektene scorer i forhold til dette kriteriet.

Siden de kvalitative kriteriene av natur er vanskelige å kvantifisere, kan det å sette opp en slik skala være en utfordring. Man må ofte ty til mer eller mindre presise verbale formuleringer.

Et eksempel på en slik skala for kriteriet Personsikkerhet kan være (tallverdier fra 0 til 1):

- Prosjektet bidrar ikke til bedret personsikkerhet (0)
- Prosjektet bidrar noe til bedret personsikkerhet (0,25)
- Prosjektet bidrar mye til bedret personsikkerhet (0,80)
- Prosjektet bidrar svært mye til bedret personsikkerhet (1,0)

Det første steget på skalaen gir da ikke noe bidrag for dette kriteriet, mens det siste steget (tallverdi 1) gir full uttelling.



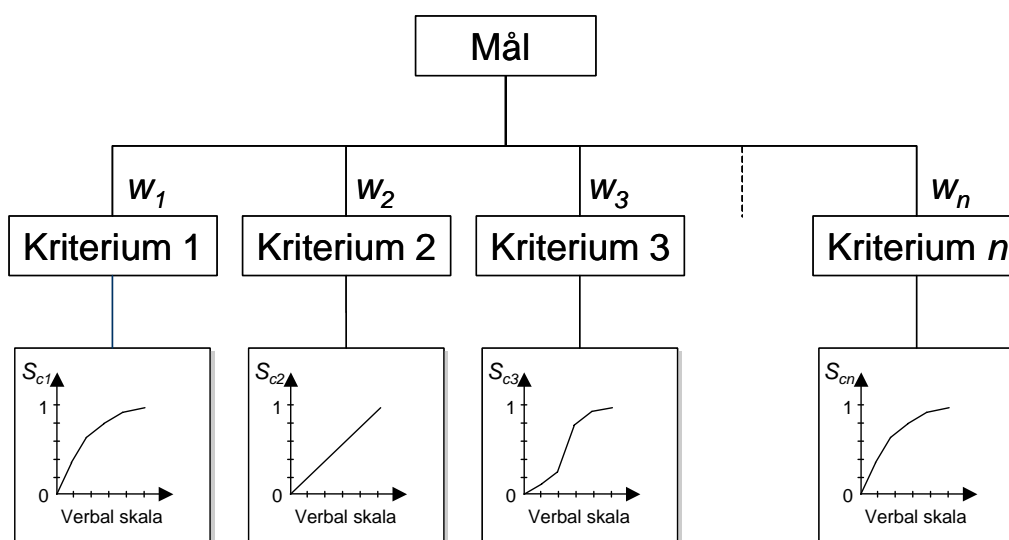
Figur 2 Eksempel på verbal / numerisk skala for kriteriet personsikkerhet

Figur 2 viser bl.a. at skalaen som implementeres ikke trenger å være lineær, og i denne fasen av modelletableringen har man store frihetsgrader mht hvordan skalaene utformes, slik at de kan tilpasses hvert enkelt formål.

Hvis det allerede finnes konkrete begrep knyttet til kriteriet som det er mulig å tallfeste, så er det naturlig å knytte skalaen opp til slike. Dette kan eksempelvis være begrep som tidligere er benyttet i RCM-analyser eller lignende i virksomheten.

Når man benytter slike verbale skalaer som vist i eksemplet ovenfor, så vil det i praktisk bruk av skalaene være nødvendig å gi en kort begrunnelse på hvorfor man for eksempel vurderer et prosjekt til å bidra lite/mye til bedring av personsikkerheten. Bak en slik begrunnelse kan det eksempelvis ligge en forenklet risikovurdering mht personsikkerhet.

Proessen beskrevet foran leder fram til en beslutningsmodell som kan benyttes til å analysere ulike prosjekter. Figur 3 viser den skjematiske strukturen i en slik modell med n kriterier, som har hver sin skala og vekt w_n .



Figur 3 Eksempel på verbal / numerisk skala for kriteriet

Konkrete prosjekt skal nå vurderes etter den modellen som er etablert for behandling av kvalitative kriterier, i tillegg til beregning av økonomiske nøkkeltall for prosjektet.

Alle prosjektene skal vurderes i henhold til den samme modellen, hvor de samme kriterier ligger til grunn. Det er på forhånd gjort en innbyrdes vektning av kriteriene og det er etablert en vurderingsskala for hvert kriterium, jfr. beskrivelsen ovenfor.

Som et eksempel kan vi se på et prosjekt som vurderes opp mot hvordan det oppfyller kriteriene i vurderingsmodellen (i dette eksemplet *Sikkerhet, Miljø, Arbeidsmiljø*) – og brukeren velger en karakter fra skalaen som er etablert for hvert av kriteriene.

Basert på de valg som brukeren gjør for å beskrive prosjektet, vil det nå beregnes en *kvalitativ nytteverdi* som er et ubenevnt tall mellom 0 og 1. Hvis prosjektet oppfyller alle vurderingskriteriene fullt ut, så oppnås nytteverdien 1. Lavere grad av oppfylting gir en lavere tallverdi.

I eksemplet oppnår det aktuelle prosjektet en *kvalitativ nytteverdi* på 0,41. Denne tallverdien framkommer som vist i Tabell 4.

Tabell 4 Beregning av kvalitativ nytteverdi for eksempelprosjektet

Kriterium	Verbal skala	Numerisk skala	Kriteriets vekt	Score ¹⁾
Sikkerhet	<i>Bidrar noe</i>	<i>0,25</i>	<i>0,73</i>	0,18
Miljø	<i>Bidrar i svært stor grad</i>	<i>1,00</i>	<i>0,19</i>	0,19
Arbeidsmiljø	<i>Bidrar mye</i>	<i>0,50</i>	<i>0,08</i>	0,04
SUM				0,41

¹⁾ Delscoren for hvert av kriteriene er beregnet som *Numerisk skala * Kriteriets vekt*.

3. ERFARINGER FRA UTTESTING AV METODEN

Det er i prosjektet *Beslutningsstøtte for vedlikehold og rehabilitering innen vannkraft* (EBL Kompetanse) gjennomført en pilotaktivitet der flermåls beslutningsanalyse ble prøvd ut som verktøy for å forbedre beslutningsgrunnlaget for kraftselskapene ved prioritering mellom ulike vedlikeholdsprosjekt.

Hos alle selskapene ble det gjennomført en ide-generering mht hvilke kriterier som skal inngå i den kvalitative vurderingen av vedlikeholdsprosjekter. Disse kriteriene vurderes i tillegg til lønnsomheten av prosjektene.

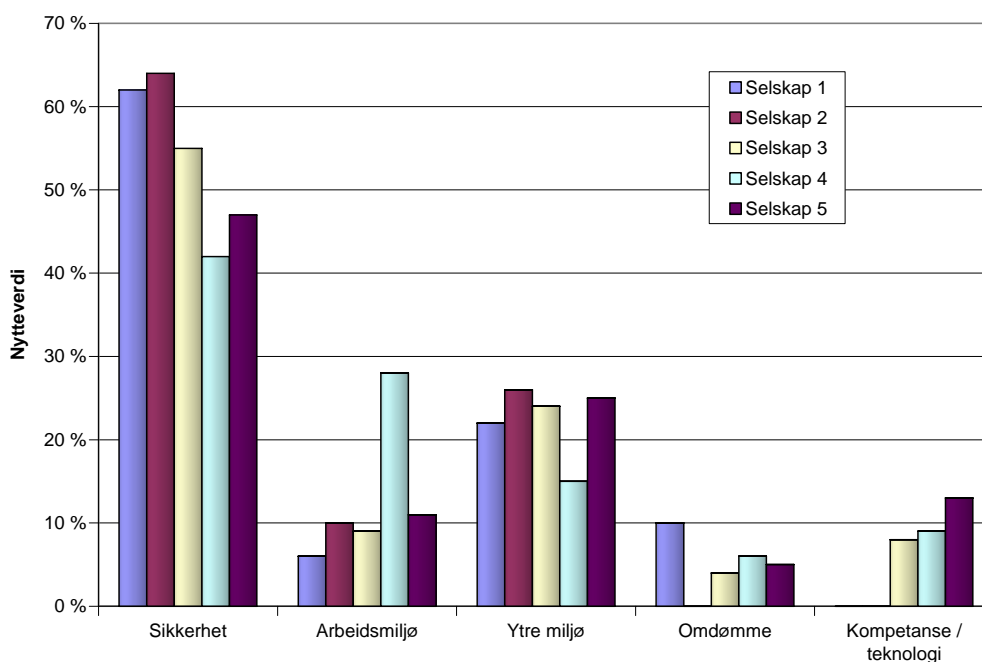
Tabell 5 viser hvilke kriterier som hvert av selskapene endte opp med. Sikkerhet, Arbeidsmiljø og Ytre miljø var med i den endelige modellen hos alle selskap, mens Omdømme var med blant 4 av 5. Samlebegrepet Kompetanse/- teknologiutvikling ble vurdert å være et viktig vurderingskriterium for 3 av de 5 selskapene som deltok.

Tabell 5 Kriterier for kvalitative forhold ved vurdering av vedlikeholdsprosjekt

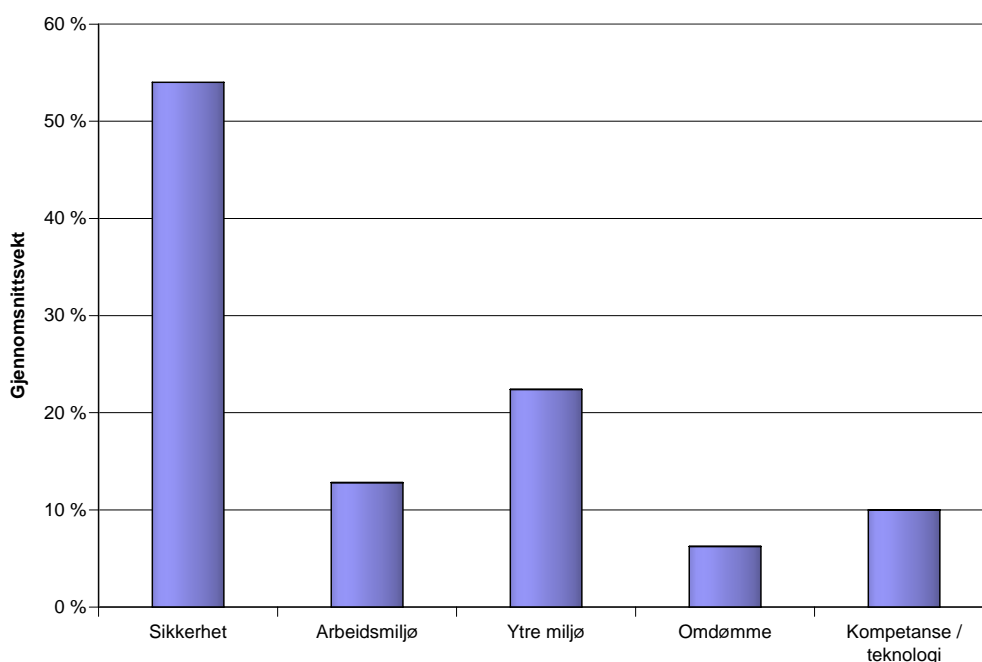
	Sikkerhet	Arbeidsmiljø	Ytre miljø	Omdømme	Kompetanse / teknologi
Selskap 1	X	X	X	X	
Selskap 2	X	X	X		
Selskap 3	X	X	X	X	X
Selskap 4	X	X	X	X	X
Selskap 5	X	X	X	X	X

Resultatene viser at selv om prosessene i de fem selskapene foregikk uavhengig av hverandre, så ble det stor grad av samstemthet mht hva som bør vektlegges ved vurdering av vedlikeholdsprosjekter.

Etter at vurderingskriteriene var identifisert ble AHP-metoden brukt for å finne innbyrdes vekt mellom kriteriene. Figur 4 viser hvilken vekt som ble funnet for hvert av kriteriene hos de ulike selskapene, mens figur 5 viser gjennomsnittlig vekt for hvert av kriteriene.



Figur 4 Resultat fra pilottesting – vekting mellom kvalitative kriterier.



Figur 5 Resultat fra pilottesting – gjennomsnittlig vekting av kriterier.

Resultatene viser at selv om etableringen av kriterier og vektingen av disse ble gjennomført som fem uavhengige prosesser, så endte selskapene opp med vurderingsmodeller som i hovedsak reflekterer de samme kriteriene og med rimelig lik vekting av kriteriene.

4. OPPSUMMERING

Motivasjonen for å benytte FMBA er å komme fram til en metode der både kvantitative og kvalitative kriterier kan inkluderes i en vurdering av ulike vedlikeholdstiltak. Det overordende målet er å kombinere vurderinger av kvalitative kriterier med lønnsomhetsbetraktninger, og gjennom dette framskaffe et bedre og mer komplett beslutningsgrunnlag.

Ved å bruke FMBA kan man forbedre beslutningsprosessen gjennom:

- systematisering av informasjon
- effektivisering av prosedyrer for prioritering av tiltak
- bevisstgjøring rundt selve beslutningsprosessen
- større grad av personuavhengighet og objektivitet i prioritering
- dokumentasjon av vurderingsresultat (etterprøvbarhet)
- større grad av konsistens over tid i prioriteringen

Metoden er prøvd ut i gjennom en arbeidsgruppe bestående av 5 norske kraftselskaper, og erfaringene er gode mht å bruke FMBA som et rammeverk for diskusjon og identifikasjon av viktige vurderingskriterier ved prioritering mellom vedlikeholdsprosjekt, og å bruke disse kriteriene til konkret prosjektvurdering og prioritering seinere.

5. REFERANSER

- [1] Nordgård D E, Heggset J:
Bruk av flermåls beslutningsanalyse til prioritering av vedlikeholdsprosjekter
Trondheim: SINTEF Energiforskning 2003
(Teknisk rapport, EBL-K 122-2003)
- [2] Nordgård D E, Heggset J, Tangen G:
Beslutningsstøtte for valg av vedlikeholds- og rehabiliteringstiltak
NEF Teknisk møte 2000 (s 299-308)
- [3] Nordgård D E, Heggset J, Østgulen E:
Handling maintenance priorities using multi criteria decision making
IEEE Bologna Power Tech 2003