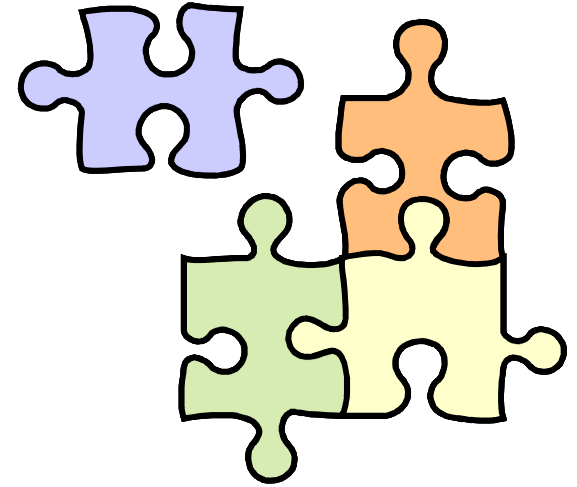


# Optimalt vedlikehold av vannkraftverk



## Flermåls beslutningsanalyse

Dag Eirik Nordgård  
SINTEF Energiforskning AS

2002-11-06



# Innhold

- Introduksjon
  - Bakgrunn og motivasjon
  - Overordna tankegang bak flermåls beslutningsanalyse
- AHP-metodikken
  - Om metoden
  - Eksempel - Vurderingskriterier - Parvis sammenligning av kriterier
- Verktøy
  - Beslutningsstøtteverktøy for flermåls beslutningsanalyse
- Totalvurdering av prosjekt
  - Sammenstilling med økonomiske resultat
  - Vurdering av resultatene - prioritering mellom prosjekt
- Gruppearbeid

# Noe å ha i bakhodet..

- ”..We should not forget that the purpose of any decision aid is to provide insight and understanding, rather than to prescribe a 'correct' solution.”
  - Goodwin & Wright:  
“Decision analysis for management judgement”

# Bakgrunn

- Økende behov for vedlikehold
  - Alder på anlegg
  - Driftsmønster
- Fokus på inntjening
- Begrensede økonomiske rammer / andre ressursbegrensninger
- Tiltak aktualiseres av også andre kriterier enn økonomi! (kvalitative beslutningskriterier)
  - Behov for arbeidsprosesser og analyseverktøy som bidrar til mer fullstendig beslutningsgrunnlag

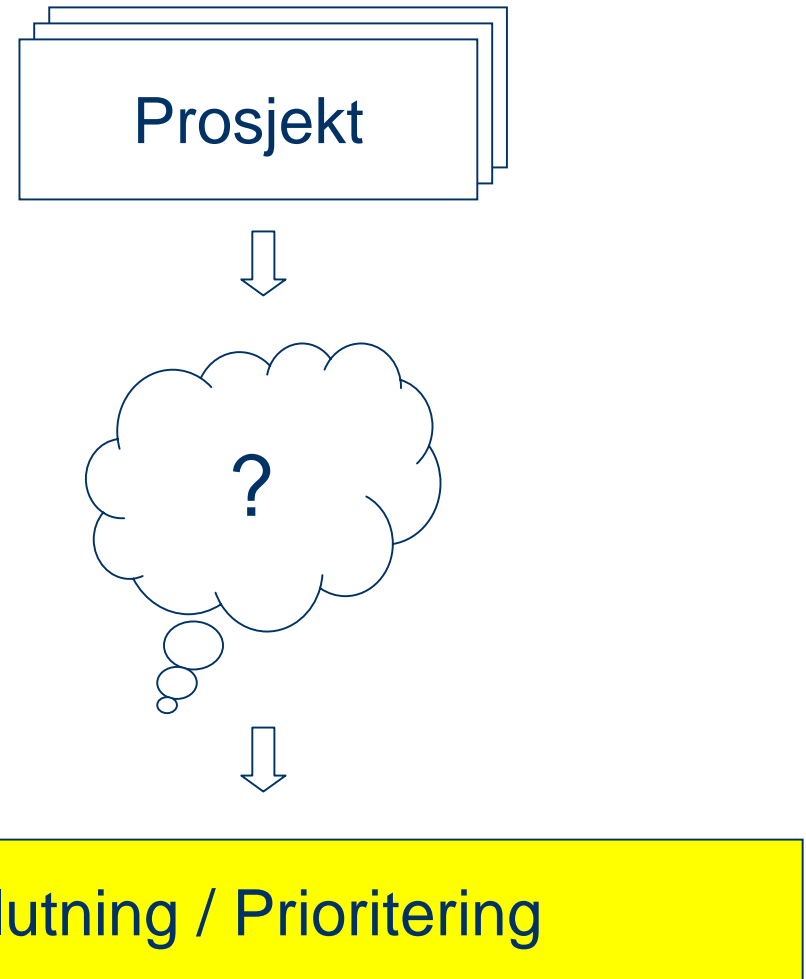
# Kvalitative kriterier

- Vurderingskriterier som er vanskelig å kvantifisere
  - Eksempler:
    - Sikkerhet for eget personell
    - Miljøpåvirkning
    - Omtale av selskapet
    - ...
- ..men som (implisitt eller eksplisitt) spiller en rolle ved utvelgelse av prosjekt

# Beslutningsprosessen

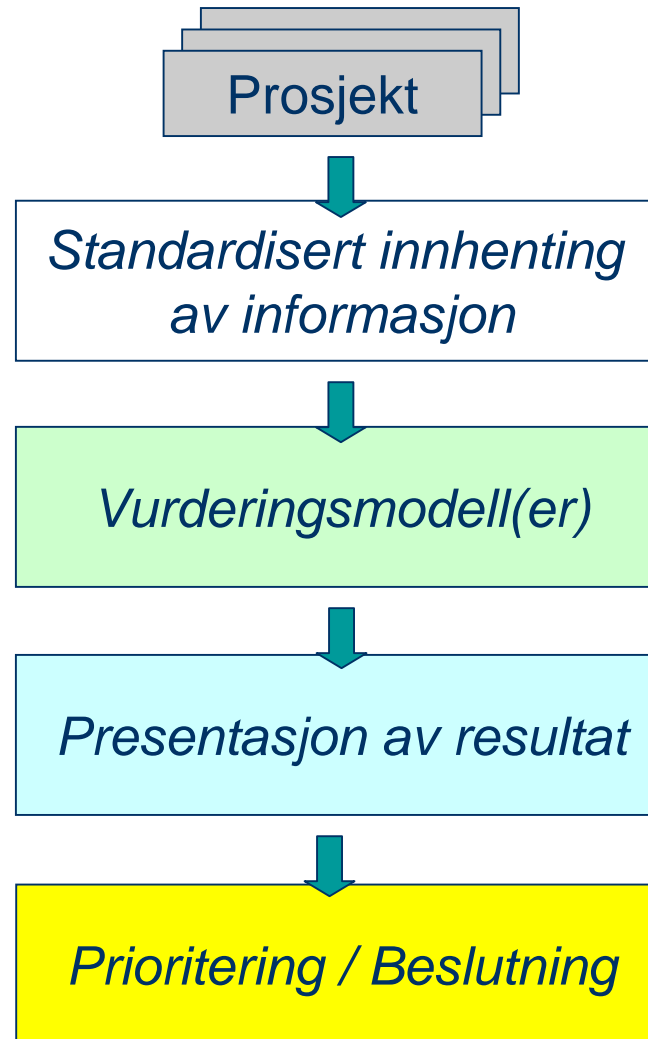
- *Basis:*

Det er et behov for å håndtere kvalitativ informasjon på en strukturert måte



# Beslutningsprosessen II

- Flermåls beslutningsanalyse er et hjelpemiddel for å vurdere kvalitative kriterier på en systematisk måte.



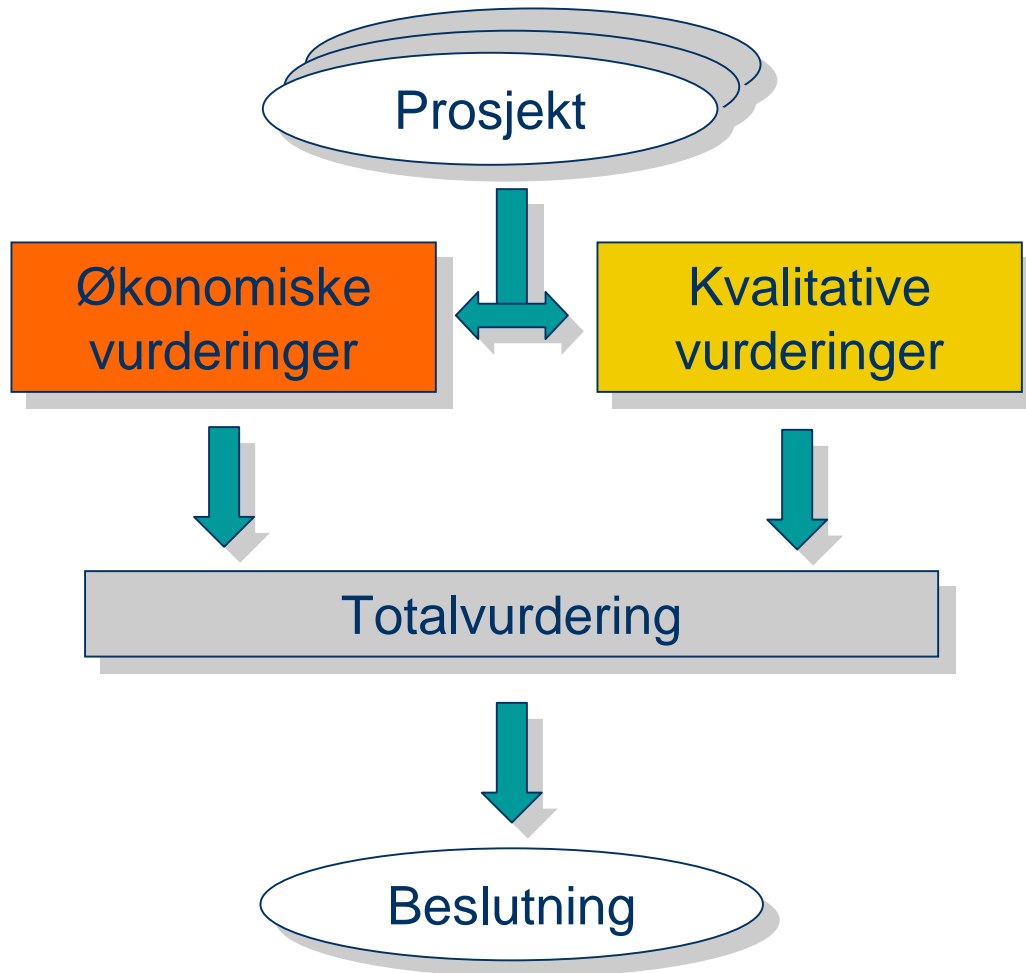
# Flermåls beslutningsanalyse for vurdering av vedlikeholdstiltak

Systematikk for analyse og prioritering av tiltak basert på kvalitative kriterier.  
Supplement til økonomiske analyser.

- Kriterier for valg skal reflektere strategier og verdisyn
- Systematisk identifikasjon og vekting av kriterier
- Enhetlig kvantifisering av beslutningsalternativer
- Aggregering og presentasjon av resultater



# Beslutningsstruktur



# Motivasjon

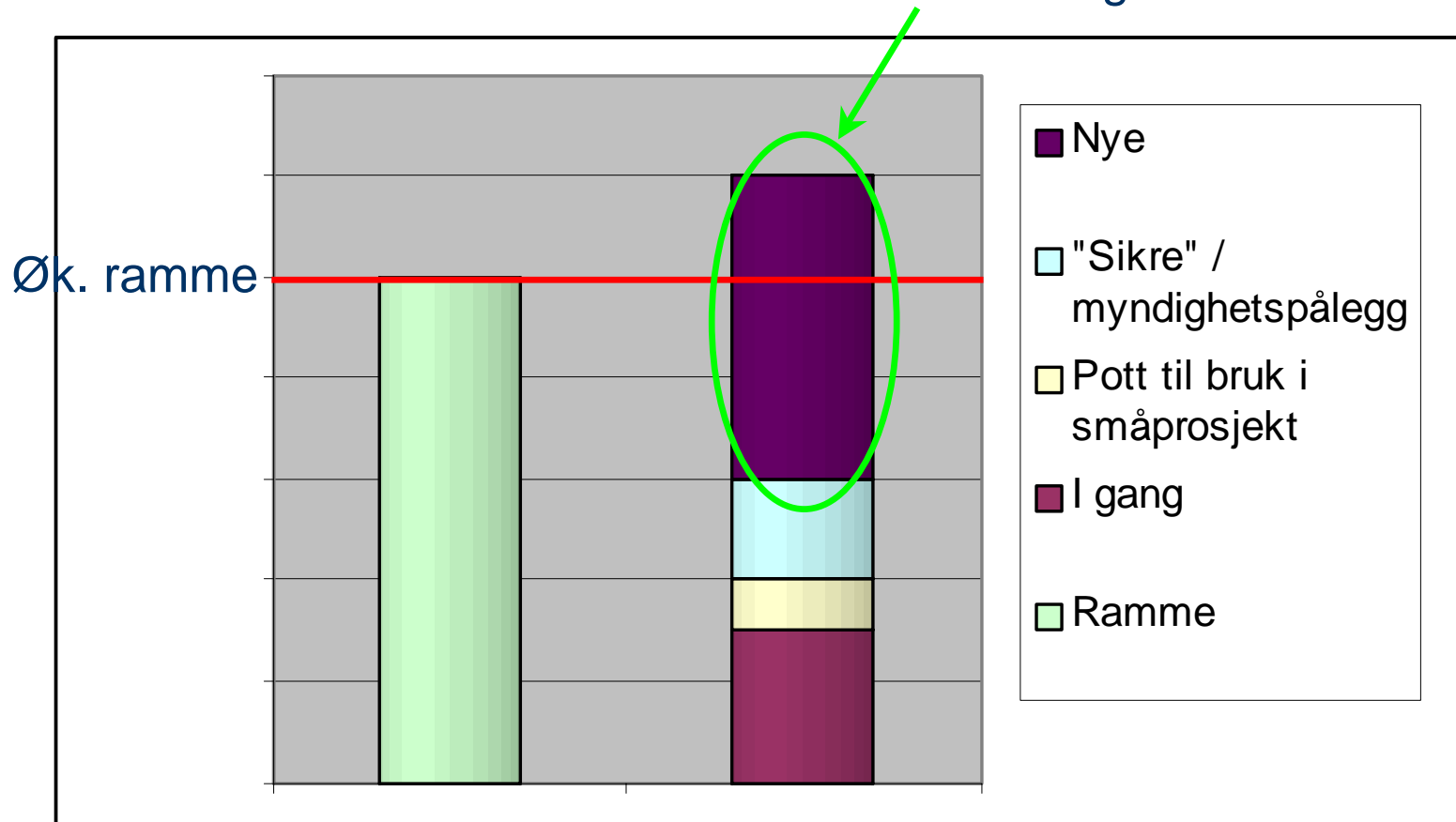
- Gjennom bruk av Flermåls beslutningsanalyse oppnås:
  - Systematisering av informasjon
  - Rasjonalisering av beslutningsprosessen
  - Standardiserte prosedyrer for prioritering av tiltak
  - Bevisstgjøring rundt selve beslutningsprosessen
  - Klargjøring av årsakssammenhenger
  - Større grad av personuavhengighet og objektivitet i prioritering
  - Dokumentasjon av beslutningsprosessen (etterprøvbarhet)
  - Bidrar til konsistens over tid i prioriteringen mellom prosjekter

# Bruksområder

- Budsjetteringsarbeid, og ved prioritering mellom ulike prosjekter.
- Analyser av ulike alternativer for løsning av den samme oppgave.
- Dokumentasjon av kvalitativ nytteverdi for de prosjekter som blir valgt.  
(F.eks prosjekter som ikke er økonomisk lønnsomme, men som likevel kan ha store positive effekter.)

# Anvendelse

- *Prinsippskisse for kraftselskap:* Prioritering blant disse



# Flermåls beslutningsanalyse (FMBA)

## AHP-metodikken

### ■ *Hvorfor:*

- Et hjelpemiddel for å "kvantifisere det ukvantifiserbare".
- For mange prosjekt vil man måtte ta hensyn til også andre aspekter enn økonomi.
- Flermåls beslutningsanalyse er et egnet verktøy for mer objektivt å ta hensyn til slike faktorer, og sikre en vurdering basert på de samme kriterier og med lik vektlegging for alle prosjekt.

# Hvordan?

- Flere metoder er utvikla for å håndtere slike problemstillinger.
  - MAUT (Multi Attribute Utility Theory)
  - AHP (Analytic Hierarchy Process)
  - Electre I-IV
  - ..

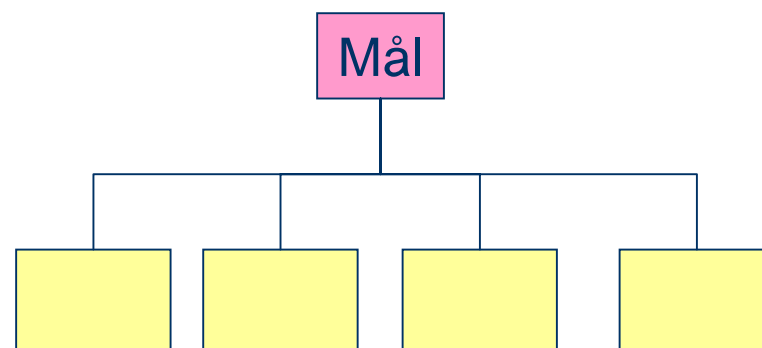
# AHP-metoden

- I prosjektet er AHP-metoden blitt benyttet (Analytic Hierarchy Process)
  - "Intuitiv" metode / enkel å forstå
  - Krever ingen omfattende skolering før metoden kan tas i bruk
- Basert på parvise sammenligninger mellom ulike kriterier ("splitt-og-hersk").

# AHP-metoden II

## ■ Steg i prosessen:

- Identifisering av kriterier som bør inngå i vurderingen
- Strukturering og sortering av kriterier i hierarki
- Parvis sammenligning mellom kriterier ihht etablert skala





# AHP-metoden III

- Parvis sammenligning gjøres etter følgende skala:
  - 1: Likt (*equal*)
  - 3: Litt foretrukket (*slightly preferred*)
  - 5: Sterkt foretrukket (*strongly preferred*)
  - 7: Svært sterkt foretrukket (*Very strongly preferred*)
  - 9: Ekstremt foretrukket (*Extremely preferred*)

# AHP-metoden IV

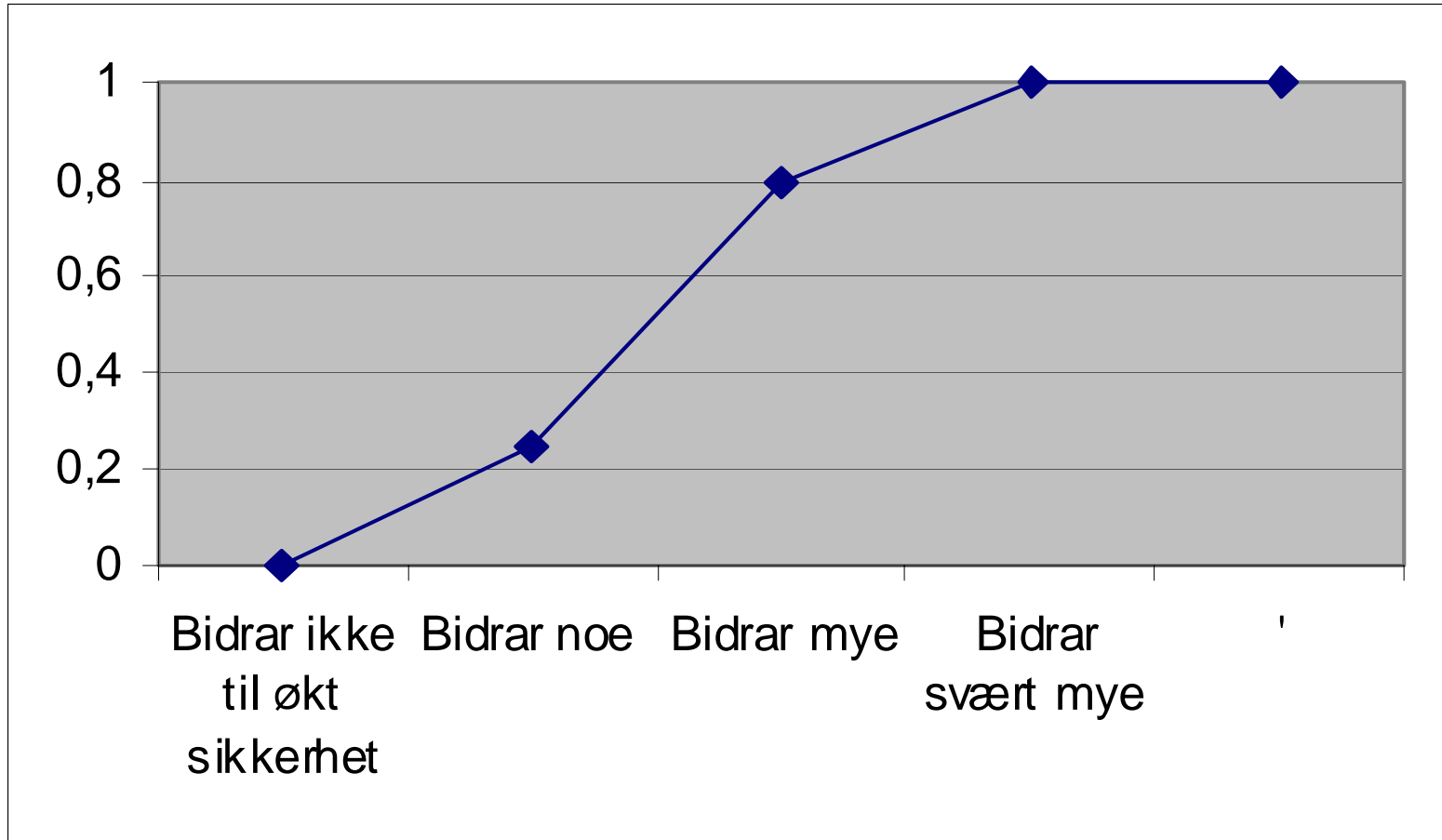
## ■ Vurderingsmatrise:

	Kriterie 1	Kriterie 2	Kriterie 3
Kriterie 1	1	K1 vs K2	K1 vs K3
Kriterie 2	K2 vs K1	1	K2 vs K3
Kriterie 3	K3 vs K1	K3 vs K2	1

# Skala for hvert kriterium

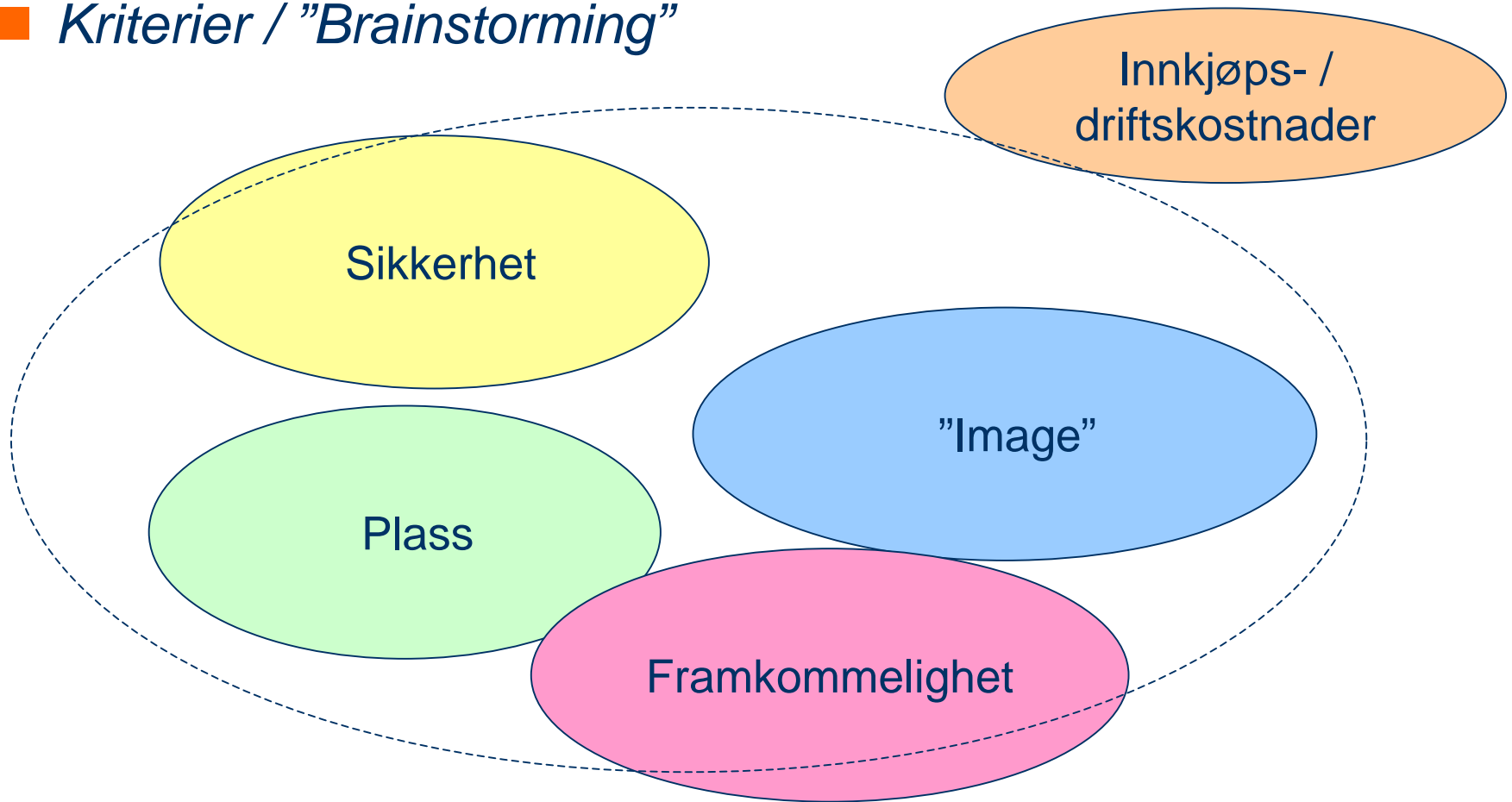
- Et eksempel på en slik skala for kriteriet *Personersikkerhet* kan være:
  - Prosjektet bidrar ikke til bedret personsikkerhet (tallverdi 0)
  - Prosjektet bidrar noe til bedret personsikkerhet (tallverdi 0,25)
  - Prosjektet bidrar mye til bedret personsikkerhet (tallverdi 0,80)
  - Prosjektet bidrar svært mye til bedret personsikkerhet (tallverdi 1,0)

# Grafisk framstilling av skala



# Eksempel: Innkjøp av firmabiler

## ■ *Kriterier / "Brainstorming"*



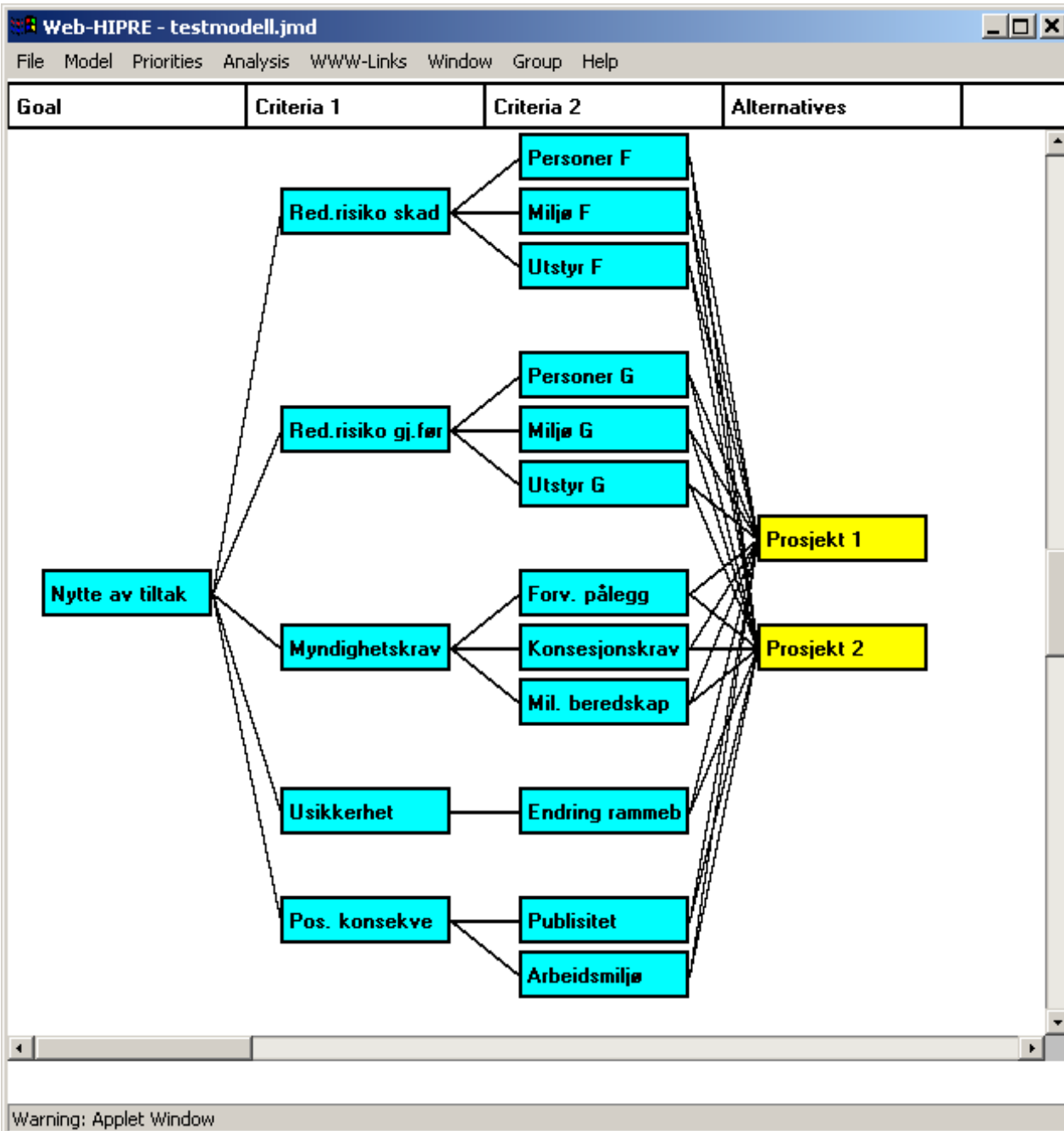
# Strukturering – ”beslutnings-tre”



- Etablering av modell i prototyp-verktøy 

# Hvordan?

- Det finnes i dag ulike verktøy der FMBA og AHP er implementert, f.eks:
  - Expert Choice
  - Hipre 3+
  - Web-Hipre
  - JavaAHP
  - ...



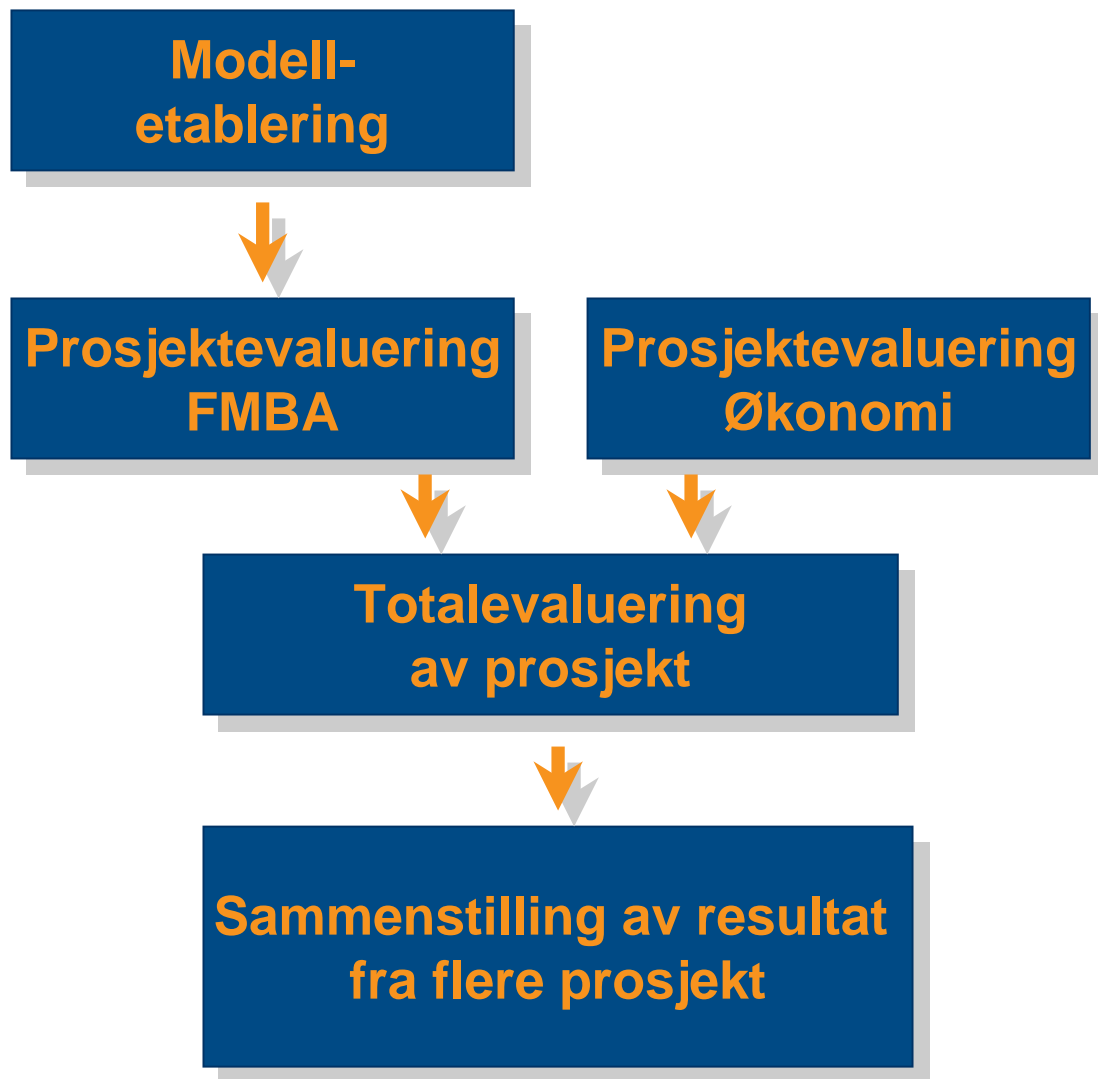


# Prototyp fra prosjektet

- Enkelt grensesnitt på norsk
- Verktøy i MS Excel
- Dedikert funksjonalitet – mindre generell



# Totalvurdering av prosjekt



# Totalvurdering av prosjekt II

- Eksempel:  
Kraftprodusenten *Kraft AS* skal vurdere et sett av prosjekt ut fra både økonomiske og kvalitative kriterier.
- Vi antar videre at følgende økonomiske nøkkeltall er beregnet og gitt for vårt eksempel-case av 5 prosjekt.

*Økonomiske nøkkeltall for prosjektene:*

	<b>NNV, [kkkr]</b>	<b>Budsjett, [kkkr]</b>	<b>NNV pr budsjettkrone</b>
<b>Prosjekt 1</b>	100	110	90,9 %
<b>Prosjekt 2</b>	-10	20	-50,0 %
<b>Prosjekt 3</b>	100	100	100,0 %
<b>Prosjekt 4</b>	250	500	50,0 %
<b>Prosjekt 5</b>	110	170	64,7 %

*NNV = netto nåverdi*

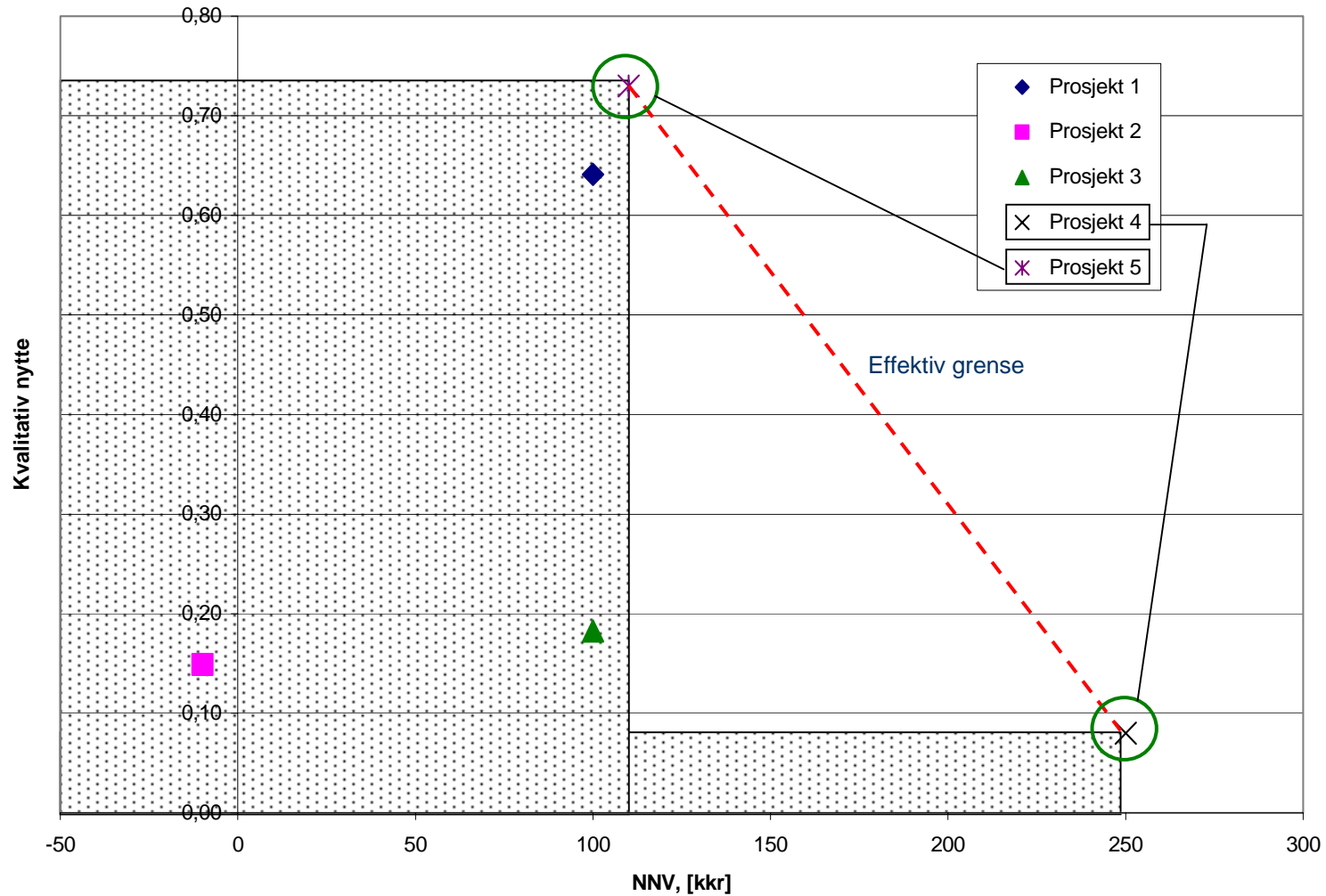
# Totalvurdering av prosjekt III

*Vurdering av kvalitative kriterier:*

	<b>Sikkerhet</b>	<b>Miljø</b>	<b>Arbeidsmiljø</b>	<b>Kvalitativ nytte*</b>
<b>Vekt</b>	<b>0,73</b>	<b>0,19</b>	<b>0,08</b>	
<b>Prosjekt 1</b>	0,80	0,30	0,00	0,64
<b>Prosjekt 2</b>	0,00	0,70	0,20	0,15
<b>Prosjekt 3</b>	0,25	0,00	0,00	0,18
<b>Prosjekt 4</b>	0,00	0,00	1,00	0,08
<b>Prosjekt 5</b>	1,00	0,00	0,00	0,73

	<b>Kvalitativ nytte</b>	<b>NNV, [kkr]</b>
<b>Prosjekt 1</b>	0,64	100
<b>Prosjekt 2</b>	0,15	-10
<b>Prosjekt 3</b>	0,18	100
<b>Prosjekt 4</b>	0,08	250
<b>Prosjekt 5</b>	0,73	110

# Sammenstilling av resultat

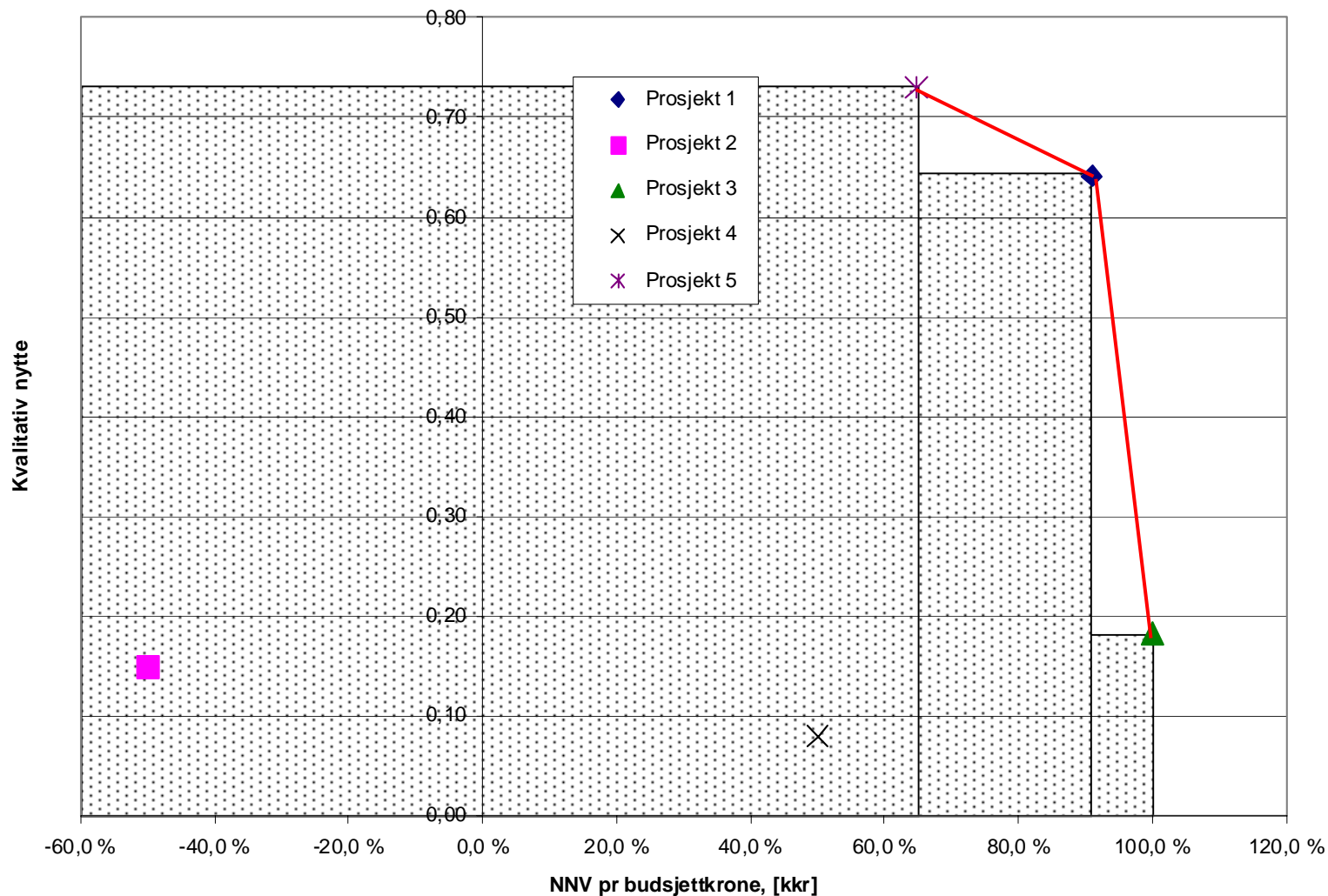


# Valg av prosjekt

## – mulig framgangsmåte

- Må gjøre en betraktning om betalingsvilje for nytte
- Utgangspunkt: Prosjekt 4 – med høyest nåverdi.
- Går langs grensen fra prosjekt 4 til prosjekt 5:  
Kvalitativ nytte øker fra 0,08 til 0,73 (*endring = 0,65*)  
Nåverdien reduseres fra 250 kkr til 110 kkr (*endring 140 kkr*)
- Hvis *Kraft AS* skal velge prosjekt 5 framfor prosjekt 4 så fordrer dette en betalingsvilje for kvalitativ nytte på  
 $(250-110)/(0,72-0,08) \approx 219$  kkr/enhet kvalitativ nytte.
- Hvis betalingsviljen er mindre enn dette, så faller prosjekt 4 ut som det foretrukne, mens hvis betalingsviljen er større enn 219 kkr/enhet kvalitativ nytte, så er det prosjekt 5 som kommer best ut.

# Alternativ framstilling



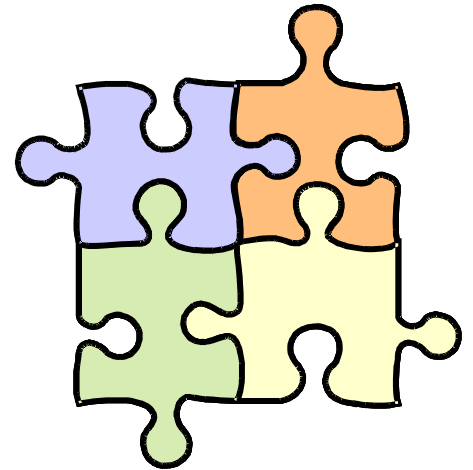
# Alternativ framstilling II

- Netto nåverdi pr budsjettkrone:  
PU-verdi som forteller hvilke prosjekt som gir mest igjen i forhold til investeringer som er gjort



# Oppsummering

- Har gitt en kort innføring i begrep og tankegang i forbindelse med flermåls beslutningsanalyse
- Erfaringer fra uttesting hos kraftselskap:
  - behovet er tilstede
  - godt rammeverk for diskusjon
  - enkel metodikk for å etablere vekting mellom kriterier
- Hjelpemiddel for å strukturere kvalitative kriterier og framstille resultat for å gi et bedre grunnlag for beslutninger.



# Gruppearbeid – FMBA

- Oppgave: "Vurdering av vedlikeholdsprosjekt"  
(1. iterasjon)
- Grupper:  
"Brainstorming" på hvilke kvalitative kriterier som bør inngå (20 min)
- Plenum:
  - Sortering / strukturering av kriterier (beslutningsmodell)
  - Etablering av Modellen i verktøy
  - Utføre parvis sammenligning og etablere innbyrdes vekting