

# Hvordan kan man udnytte al tilgængelig information når et infrastrukturprojekt skal vurderes?

Anders Vestergaard Jensen

Ph.D. studerende

DTU Transport

Danmarks Tekniske Universitet

avj@transport.dtu.dk

## Abstract

Normalt når der vurderes infrastrukturprojekter i Danmark, anvendes en samfundsøkonomisk analyse der indeholder de effekter der kan beskrives monetært. Størrelsen på de relevante effekter vurderes for hvert alternativ og en enhedspris anvendes til at fastslå den samlede monetære størrelse af effekten. Dette er yderst praktisk idet en fælles måle-enhed (kroner) dermed opnås. Men det er ikke altid muligt at beskrive samtlige effekter i monetære enheder, derfor skelnes der mellem monetære og ikke- monetære effekter. De yderlige effekter der ikke kan beskrives i monetære enheder kan have stor betydning for vurdering af infrastruktur anlæg. Flere miljø effekter kan f.eks. være svære eller umulige at sætte en monetær enhed på. Det vil derfor være relevant at inddrage disse effekter i beslutningsprocessen for at få en mere helhedsorienteret proces (se bl.a. HEATCO, 2006 og UITP, 2009).

Dette papir beskriver en vurderingsmetodik der kan håndtere en helhedsorienteret tilgang til en vurdering af infrastrukturprojekter. Metoden sigter imod at inddrage al den tilgængelige information der måtte være om projektet, og anvende denne information til at skabe et overblik over de evt. alternativer der måtte være. Tilgangen er både helhedsorienteret med respekt til effekterne, men også til aktører. Metoden tillader nemlig at beslutningstagerne kan inddrage adskillige aktører med hver deres værdier og holdninger. Først vil metode blive beskrevet trin for trin og derefter vil metoden blive illustrerede ved at beskrive et eksempel på implementering af metoden. Eksemplet stammer fra Sverige og er behandlet i et forskningsprojekt der bl.a. er finansierede af det svenske statslige forskningsråd VINNOVA. I projektet undersøges alternativer til udbygning af en højhastighedsbane mellem Norrköping og Bäckeby.

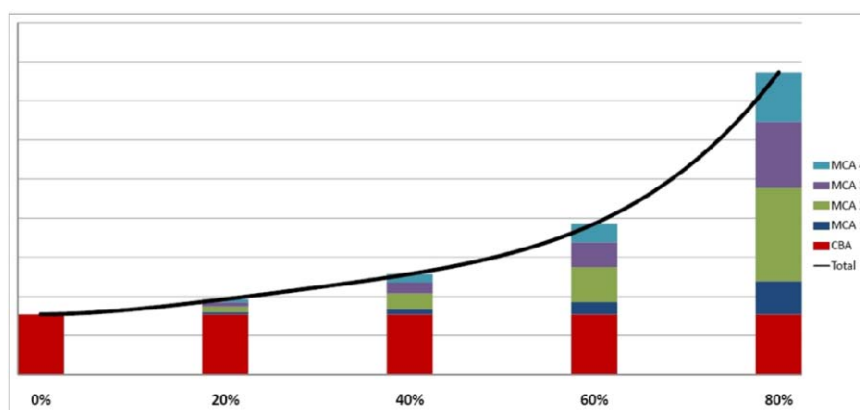
## Beskrivelse af metoden

Grundprincippet i metoden er at kombinerer en teknisk tilgang der skal opfange de forskellige perspektiver sammen med en social proces der engagerer de interessenter der er involverede. Herved fås en systematisk og transparent behandling af de mange synspunkter større infrastrukturprojekter ofte har.

Den tekniske tilgang består i en vurderingsmodel der kan håndtere både de monetære og ikke-monetære effekter der opstår ved sådanne projekter. Vurderingsmodellen danner grundlag for den

senere behandling af al den data der kommer frem i vurderingen, og modellen vil også illustrere resultater der kommer frem undervejs i processen. Vurderingsmodellen tager udgangspunkt i en Cost-benefit analyse (CBA) der behandler alle de monetære effekter ved projektet. En feature ved den beskrevne helhedsorienteret metode er, at denne CBA information er intakt igennem hele analysen. Dvs. når de samlede vurderingsresultater præsenteres til sidst kan man genfinde disse CBA resultater. Vurderingsmetodikken anvender en konventionelle CBA som grundlag. CBA'en bliver udbygget med en Multi-kriterie analyse (MCA) der behandler de relevante ikke-monetære effekter. Såfremt der f.eks. er udarbejdet en VVM analyse af alternativerne vil denne blive inddraget i analysen og anvendes som et udgangspunkt for hvilke effekter der skal inddrages, samt hvilken størrelse disse måtte have. Bestemmelsen, eller evt. eliminering, af disse effekter og deres indvirkning bestemmes ved en beslutningskonference (BK), hvor alle relevante aktører inviteres til at deltage i. Mere specifik anvendes operationsanalytiske metoder til at sammenligne de forskellige alternativer med respekt til hver effekt. Denne sammenligning sker ved at anvende parvise sammenligninger med REMBRANDT metoden (Olson et al., 1995). Sammenligningerne anvendes til at score hvert alternativ for hver effekt, og disse scores vægtes efter hvilken betydning effekten har fået af aktørerne. Disse vægte kan med fordel bestemmes ud fra en rangordning af effekterne efter betydning. Erfaringer fra forskningsprojektet har vist at aktører har nemmere ved at rangordne effekter efter betydning end at sætte direkte vægte på dem. Derfor anvendes en metode (Rank Order Distribution - ROD) der tillægger en vægt efter hvilken rang effekten har opnået (Goodwin & Roberts, 2002). Samtlige scores fra effekterne adderes og dermed haves en samlede MCA score for hvert alternativ. Denne MCA score tillægges så en betydning og lægges til CBA scoren og dermed haves en samlede score der beskriver hvor attraktiv det enkelte alternativ er i forhold til de andre undersøgte alternativer.

For at undersøge hvor følsom analysen er for ændringer i vægtene udføres en følsomhedsanalyse hvor der ændres på den vægt MCA scoren tildeles og ligeledes en analyse der ser på ændringer i effekternes vægte. For en mere uddybende beskrivelse af metoden henvises til Salling et al. 2007. Arbejdet med at vurdere alternativerne og vægte effekterne op mod hinanden og til sidst at bestemme et forhold mellem de monetære (CBA) og de ikke-monetære (MCA) effekter sker ved beslutningskonferencen med input fra alle relevante aktører.



Figur 1 Illustration af vægtningen mellem MCA og CBA ved MCA%'en. Her i intervallet fra 0 til 80%.

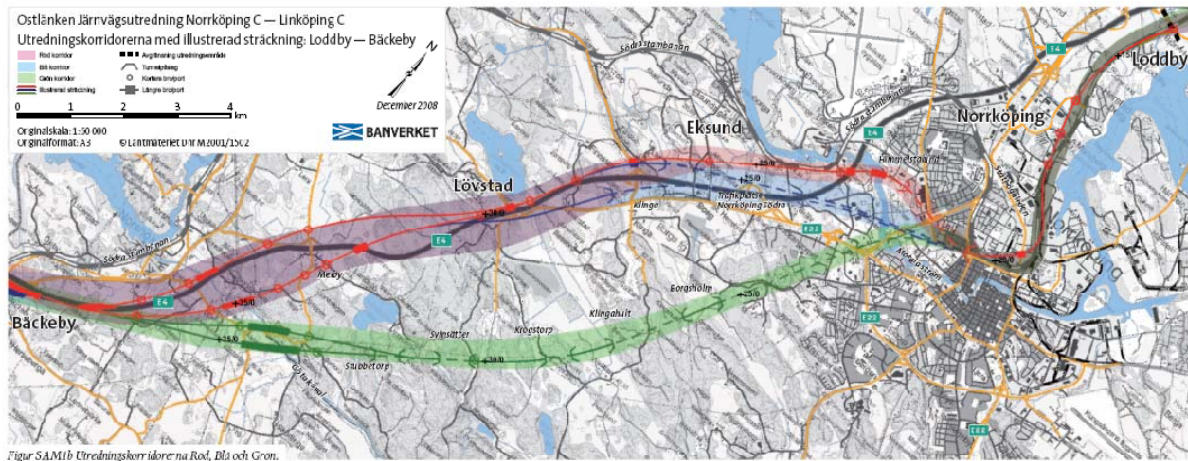
## Case study: Ostlänken del strækning Norrköping-Bäckeby

Den gennemførte vurdering af del-strækning blev bygget op omkring en beslutningskonference afholdt i Norrköping i januar 2009. For delstrækningen er der udført en miljøkonsekvensbeskrivning (MKB) (Banverket, 2008), som er den svenske pendant til en VVM undersøgelse.

Inden afholdelsen af beslutningskonferencen blev MKB'en analyseret og informationen fra MKB'en blev gjort operationel. Dvs. vurderingerne fra rapporten blev opstillet i en vurderingsprotokol, der har til formål at gøre det nemmere at vurdere hvert enkelt kriterium op imod de enkelte alternativer. Inden beslutningskonferencen fik deltageren tilsendt lidt information om hvordan dagen skulle foregå og hvad der blev forventede af dem. Endvidere blev det gjort klart at de skulle være bekendt med indholdet i MKB'en. Efter afviklingen af beslutningskonferencen blev vurderingerne samlede og der blev udført en følsomhedsanalyse umiddelbart efter. Således fik deltagerne at se hvor robuste deres vurderinger er mht. vægtingen mellem CBA og MCA.

### Introduktion til strækningen

Delstrækningen mellem Norrköping og Bäckeby indgår som den del af projektet Ostlänken, der er et dobbeltsporet jernbaneprojekt mellem Järne og Linköping i Sverige. Vi udvalgt netop denne delstrækning, da der her er en konflikt mellem det mest økonomiske rentable alternativ og påvirkninger på miljøet. Den udførte Cost-benefit analyse for strækningen og MKB dannede udgangspunkt for analysen.



Figur 2 Kort over delstrækningen mellem Norrköping og Bäckeby (Banverket, 2008)

På delstrækning er der fundet 3 korridor alternativer til linjeføringen, rød, blå og grøn. For den blå korridor er der to alternativer – en med en kort tunnel før Norrköping og en med en lang tunnel. Der er ingen stationer mellem Norrköping og Bäckeby. Valget skal således stå mellem disse 4 alternativer.

For hvert af de 4 alternativer er der udarbejdede en samfundsøkonomisk analyse (CBA). CBA'en viser at Rød korridor er det mest attraktive alternative set fra et rent CBA perspektiv.

Alternativ	Omkostninger	Benefits	Benefit/Cost rate
Rød	1.509	3.018	2,00
Blå, kort tunnel	1.774	3.138	1,77
Blå, lang tunnel	2.033	3.138	1,54
Grøn	2.168	3.140	1,45

Tabel 1 Samfundsøkonomisk analyse af de 4 alternativer

Men MKB'en indeholder 8 ikke-monetære effekter der ikke er medtaget i CBA'en. Vha. beslutningskonferencen er det forsøgt at inddrage disse effekter på systematisk måde, således at de også kan indgå i beslutningen.

Kriterier	Beskrivelse
<b>By- og landskabsbillede</b>	Visuel sammenhæng i bybilledet og i andre store landskabsrum.
<b>Kulturmiljø</b>	Landskabets kulturhistoriske udvikling og værdifulde kulturmiljøer.
<b>Naturmiljø</b>	Beskytte og bevare værdifulde naturmiljøer og biologisk mangfoldighed.
<b>Recreation og friluftsliv</b>	Udendørs ophold og fysisk aktivitet med naturkontakt.
<b>Sundhed</b>	Barriereeffekt, støj, vibrationer, elektromagnetiske felter og luftkvalitet.
<b>Naturressurser</b>	Råvarer og økosystemtjenester som naturen tilbyder, vandressourcer og klimapåvirkning.
<b>Risiko og sikkerhed</b>	Risiko for ulykker på og omkring jernbanen, transport af farligt gods, farlig virksomhed, personsikkerhed for rejsende og tredje person.
<b>Anlægstid (disruption)</b>	Tidsaspektet påvirkes af bjergsprængning, brobygning, tunnelbygning osv., samfundets øvrige funktioner skal opretholdes under anlægsfasen.

Tabel 2 De 8 ikke-monetære kriterier fra MKB'en

### **Beslutningskonferencen**

I det følgende vil beslutningskonferencens trin blive beskrevet, samt hvilke resultater deltagerne nåede frem til.

1. Trin – Introduktion og CBA  
Deltagerne blev introduceret til begrebet beslutningskonference og processens form samt hvad der forventes af dem. Desuden blev resultaterne fra den indledende CBA præsenteret sammen med en gennemgang af de medtagne effekter i denne analyse.
2. Trin – Vægtning af kriterierne

Kriterierne fra MKB rapporten blev beskrevet detaljerede således at deltagerne var bekendte med hvad de indeholder. Overfor deltagerne, blev det forklaret hvordan vægtningen af kriterierne indvirker på det endelige resultat. Deltagerne bliver så bedt om at rangordne kriterierne efter vigtighed. Vha. ROD metoden fik alle kriterierne dermed en vægt. Der var en del diskussion om hvorledes kriterierne skulle rangordnes, men efter nogen diskussion blev deltagerne enige om en rangordning der kan ses i nedenstående tabel. Det viste sig, at dette trin var der hvor der var størst uenighed blandt deltagerne, derfor fik deltagerne også lov til at give deres egen personlige vægte for kriterierne. Disse vægte blev senere testede for at se om det havde nogen indflydelse på resultatet.

Kriterier	Rangorden	ROD vægt
Kulturmiljø	1	0,23
Naturmiljø	2	0,20
By- og landskabsbillede	3	0,17
Rekreation og friluftsliv	4	0,14
Naturressourcer	5	0,11
Sundhed	6	0,08
Risiko og sikkerhed	7	0,05
Anlægstid	8	0,02

Tabel 3 Rangordningen af kriterierne som deltagerne blev enige om i plenum

### 3. Trin – Parvise sammenligninger

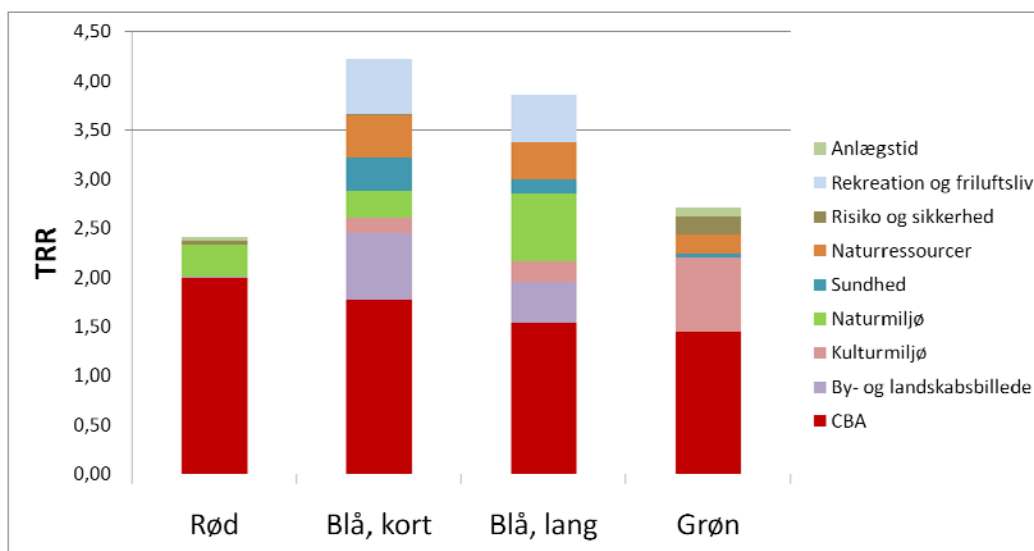
Næste trin i beslutningskonferencen var de parvise sammenligninger der til sidst skulle resultere i en vurdering af kriterierne for hvert alternativ. Kriterierne blev gennemgået en for en, og alle alternativerne blev sammenlignet for hvert kriterium. Der blev taget udgangspunkt i MKB rapporten og de vurderinger den havde fremført. Med 4 alternativer og 8 kriterier er der 48 sammenligninger der skal udføres før en komplet vurdering haves. Selvsagt var dette trin det mest tidskrævende af beslutningskonferencen. For at lave disse sammenligninger var vurderingerne fra MKB'en samlede i en vurderingsprotokol. Protokollen giver en klar definition af alle kriterierne og beskriver parvis hvordan to alternativer indvirker på de forskellige kriterier. Denne protokol dannede et meget vigtigt grundlag for de vurderinger deltagerne endte op med at udfører. Dog skal det siges at deltagerne ofte afveg fra hvad MKB'en havde vurderet.

### 4. Trin – MCA/CBA forhold

I sidste trin i beslutningskonferencen skulle deltagerne bestemme hvordan de vægter CBA og MCA overfor hinanden. Dette gøres ved at bestemme en MCA%. Deltagerne var enige om at sætte en MCA% på 50% - dvs. de vægtede de monetære effekter på lige fod med de ikke-monetære.

## Resultater fra beslutningskonferencen

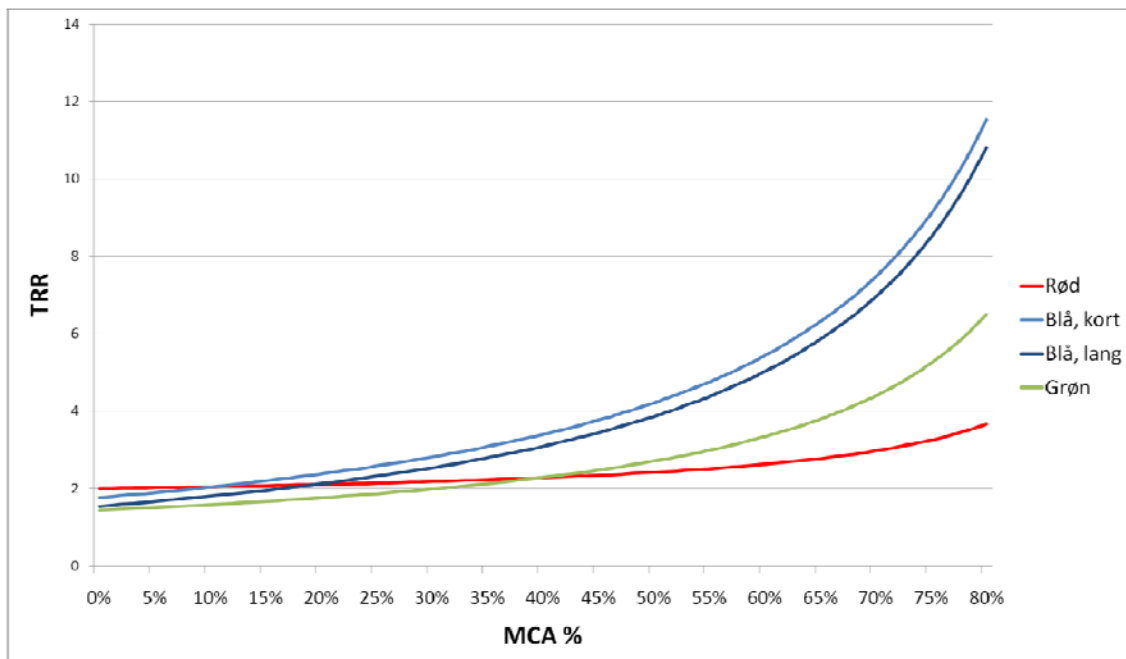
Ud fra nedenstående figur ses det tydeligt at deltagerne har fundet alternativ Blå med en kort tunnel som det mest attraktive alternativ. Ikke langt efter kommer alternativ Blå med lang tunnel og Rød, der ellers var det mest attraktive set ud fra CBA, er det mindst attraktive. Derfor var deltagerne ved beslutningskonferencen i stand til at anbefale det Blå med kort tunnel alternativ som det mest attraktive, efter at de var blevet enige om vægtningen mellem CBA og MCA, de parvise sammenligninger og kriterium vægtene.



Figur 3 Afbildning af vurderingsresultatet opnåede ved beslutningskonferencen med en MCA% på 50.

## Følsomhedsanalyse

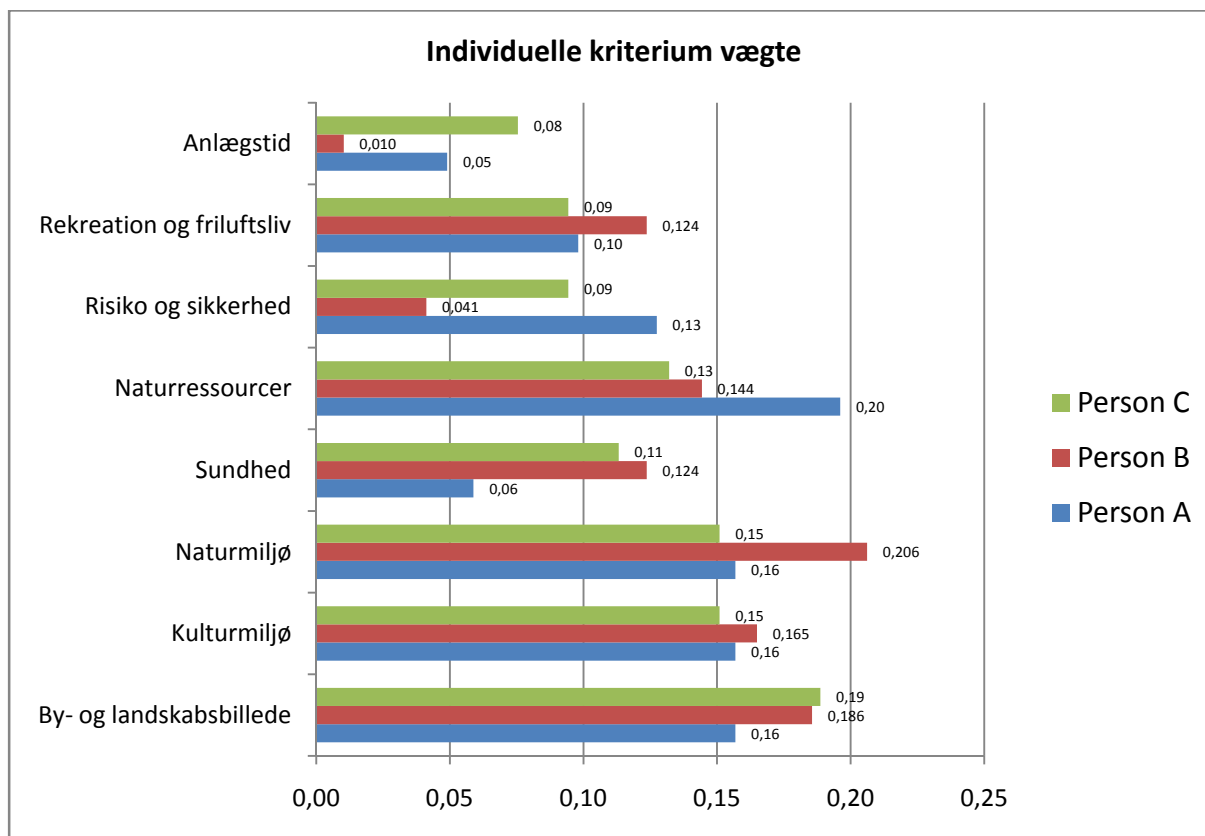
Den præsenterede vurderingsmetodik gør det muligt, at foretage en analyse af hvor robust det resultat deltagerne i beslutningskonferencen blev enige om, er overfor ændringer i forholdet mellem CBA og MCA. For at illustrere dette blev der udarbejdet nedenstående graf der viser totalraten for de 4 alternativer i MCA% intervallet fra 0 til 80%.



Figur 4 Graf der viser totalraterne for de 4 alternativer for MCA% på 0 til 80%

Grafen viser at korridor blå med den korte tunnel er det mest attraktive alternativ fra en MCA% på 11% og i resten af intervallet. Dvs. hvis der blot tillægges en lille værdi til de ikke-monetære effekter vil blå korridor med kort tunnel være det mest attraktive. Selvom blå korridor med kort tunnel er dyre at anlægge end rød korridor, vil de ikke-monetære effekter altså gøre det til et mere attraktivt alternativ.

Metoden tillader også at undersøge hvordan vurderingen vil blive påvirket, hvis man i stedet anvendte de individuelle kriterium vægte. Her er det interessant at bemærke at ingen af deltagerne havde det kriterium de i fællesskab havde prioriteret som nr. 1 til at være det vigtigste (se nedenstående graf). Men en gennemregning med de individuelle kriterium vægte viste at det ikke ændrer på hvilket alternativ der er mest attraktivt ved en MCA% på 50% - det er stadig Blå, kort tunnel. Der kunne dog kun ses en mindre forskydning ved hvilken MCA% der sker et skift fra Rød til Blå, kort tunnel alternativ (se nedenstående tabel).



Figur 5 De individuelle kriterium vægte

Skift fra Rød til Blå, kort	
Plenum	11 %
Person A	12 %
Person B	10 %
Person C	11 %

Tabel 4 MCA%’er for hvor der sker et skift fra Rød til Blå, kort tunnel alternativ

Således kunne der på baggrund af beslutningskonferencen konkluderes at deltagerne har fundet Blå korridor med en kort tunnel som det mest attraktive alternativ til en linjeføring mellem Norrköping og Bäckebý. Selv når de ikke-monetære effekter tillægges en mindre værdi vil dette alternativ være mere fordelagtig end Rød alternative, der performer bedre i Cost-benefit analysen. Endvidere har analysen vist at selv med de individuelle kriterium vægte, vil dette resultat ikke ændres.

## Konklusion og perspektivering

Arbejdet med vurderingsmetoden har vist at det er muligt at afholde en beslutningskonference af en 1 dags varighed hvor der kan behandles op til 4 alternativer med 8 effekter. Hvis der er flere alternativer eller effekter må der påregnes en BK af længere varighed for at have tid til at vurderer effekterne. Beslutningskonferencen afholdt i forskningsprojektet har vist at det er fordelagtigt at



tage udgangspunkt i allerede bearbejdede materiale, som f.eks. VMM, dermed haves et referencepunkt at arbejde ud fra og dette gør processen nemmere at tilgå for de implicerede aktører.

Omfanget af vurderingen kan godt være en begrænsende faktor. Såfremt der ønskes at behandle et meget stort infrastruktur projekt med vidtrækkende effekter kan det være svært for aktørerne at skabe sig et overblik over samtlige effekters indvirkning på de behandlede alternativer. Yderligere begrænser metoden sig til at kun kunne anvendes på et projekt med flere alternativer, og kan således ikke anvendes til at vurderer flere projekter op imod hinanden. Men metoder tillader at beslutningstagerne kan få systematisk input fra adskillige aktører og gør det muligt at inddrage allerede udarbejdede materiale, som VVM undersøgelser, på en transparent måde. Det er dermed mulighed for at inddrage flere aktører med ind i beslutningsmaterialet, samtidig med at det allerede udarbejdede materiale kan anvendes mere direkte i arbejdet med at finde det mest optimale alternativ.

Forskningsprojektet har vist, at med de præsenterede metoder og en proces orienterede beslutningskonference er det muligt at udfører en helhedsorienteret beslutningsanalyse, der på en systematisk og transparent måde kan præsenterer et beslutningsgrundlag for et infrastrukturprojekt

## Referencer:

UNIVERSITÄT STUTTGART: HEATCO - Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. EU Sixth framework Programme 2002-2006. <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/>. (24 February 2009)

Goodwin, P. & Roberts, R. (2002). Weight Approximations in Multi-attribute Decision Models, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 11, Wiley InterScience, pp 291-303.

Salling, K.B., Leleur, S. & Jensen, A.V. (2007). Modelling Decision Support and Uncertainty for Large Transport Infrastructure Projects: The CLG-DSS Model of the Øresund Fixed Link. Elsevier, *Decision Support Systems* (43), 1539-1547.

UITP (2009) Assessing the benefits of public transport. A UITP position paper. January 2009

Olson, D. L., Fliedner, G. & Currie, K. (1995). Comparison of the REMBRANDT system with the analytic hierarchy process, *European Journal of Operational Research* 82 (1995) pp. 522-539.

Banverket (2008). Miljökonsekvensbeskrivning – Järnvägsutredning Ostlänken avsnitt Norrköping C - Linköping C. December 2008