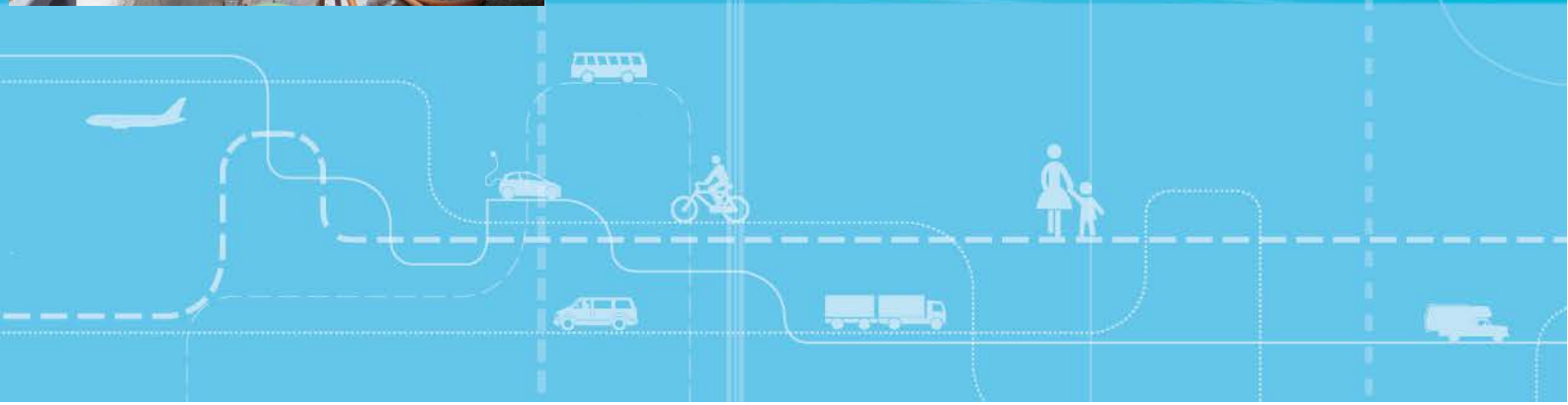


TØI rapport 1443/2015

Paal Brevik Wangsness  
Kenneth Løvold Rødseth  
Harald Minken

**tøi** Transportøkonomisk institutt  
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

# Håndtering og sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser





# Håndtering og sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser

Paal Brevik Wangsness

Kenneth Løvold Rødseth

Harald Minken

Forsidebilde: Tidsskriftet Samferdsels temaarkiv

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [åndsverklovens](#) bestemmelser.

---

**Tittel:** Håndtering og sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser

**Forfattere:** Paal Brevik Wangsness  
Kenneth Løvold Rødseth  
Harald Minken

**Dato:** 10.2015

**TØI rapport:** 1443/2015

**Sider** 93

**ISBN Elektronisk:** 978-82-480-1670-0

**ISSN** 0808-1190

**Finansieringskilde:** Statens vegvesen Vegdirektoratet

**Prosjekt:** 4231 - Usikkerhet NKA

**Prosjektleder:** Paal Brevik Wangsness

**Kvalitetsansvarlig:** Kjell Werner Johansen

**Emneord:** Følsomhetsanalyse  
Nytte-kostnadsanalyse  
Risiko  
Scenarioanalyse  
Usikkerhet

**Title:** Handling and presenting uncertainty in cost-benefit analysis

**Author(s):** Paal Brevik Wangsness  
Kenneth Løvold Rødseth  
Harald Minken

**Date:** 10.2015

**TØI report:** 1443/2015

**Pages** 93

**ISBN Electronic:** 978-82-480-1670-0

**ISSN** 0808-1190

**Financed by:** The Norwegian Public Roads Administration

**Project:** 4231 - Usikkerhet NKA

**Project manager:** Paal Brevik Wangsness

**Quality manager:** Kjell Werner Johansen

**Key words:** Risk  
Scenario analysis  
Sensitivity analysis  
Uncertainty

#### **Sammendrag:**

Kjernen i problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser er at beslutningene ikke kan være 100 % sikre, siden informasjonsgrunnlaget ikke er 100 % komplett. Denne usikkerheten bør gjennomgås, synliggjøres og håndteres på en måte som fører til bedre valg mellom prosjektalternativer, og til redusert risiko i prosjekter som blir valgt. I en gjennomgang av 19 lands/delstaters veiledere i samfunnsøkonomisk analyse viser vi mønstre i hvilke metoder som internasjonalt brukes til å analysere usikkerhet, hvilke variabler som anbefales analysert og hvordan usikkerheten anbefales sammenstilt og presentert. Sammen med funnene i litteraturstudien og anbefalinger fra en ekspert-workshop gir vi anbefalinger om hvilken veiledning revidert Håndbok V172 bør gi mht. sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser.

#### **Summary:**

The problem of uncertainty in cost-benefit analysis (CBA) is that the decisions cannot be 100% certain, since the information is not 100% complete. This uncertainty should be analysed, presented and handled in a way that improves the choice between project alternatives, enhances risk mitigation in chosen projects. We review 19 country (or state/province) guidelines for transport appraisal, and contrast and compare the recommendations of methods for analysing uncertainty, which uncertain variables are to be analysed and finally how uncertainty is presented in the CBA. Together with the findings from this literature review and recommendations from a workshop of experts, we also provide recommendations for how to present uncertainty in cost-benefit analyses.

Language of report: Norwegian

---

*Rapporten utgis kun i elektronisk utgave.*

*This report is available only in electronic version.*

---

Transportøkonomisk Institutt  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

Institute of Transport Economics  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo, Norway  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

# Forord

I forbindelse med Statens vegvesens revisjonen av håndbok V712 –Konsekvensanalyser har Transportøkonomisk Institutt fått i oppdrag å gjøre en litteraturgjennomgang av hvordan andre land behandler usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser for infrastrukturprosjekter. I tillegg til skal studien belyse hvordan usikkerhet kan synliggjøres på en måte som bidrar til et bedre beslutningsgrunnlag i valg mellom alternativer/prosjekter, med tanke på fremtidig anvendelse i Håndbok V712. Oppdragsgiver presiserer at hensikten med oppdraget er ikke å lage en metode for usikkerhetsanalyser, men å skaffe grunnlaget for at en slik metode skal kunne være mulig å lage.

Hovedfokuset i studien er usikkerheten knyttet til de prissatte konsekvensene som summeres opp i nytte-kostnadsanalyser. Denne studien av usikkerhet er brutt ned i fire hovedoppgaver:

1. Problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomisk analyse: Her gir vi en definisjon av usikkerhet og en beskrivelse av hvordan ulike typer usikkerhet oppstår i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser av vegprosjekter.
2. Usikre elementer i analysene: Her gir vi en gjennomgang av hvilke elementer (konsekvenser, verdier eller inngangsparametere) av betydning som vil være beheftet med usikkert. Type usikkerhet beskrives for hvert element og konklusjoner trekkes fram om hvor viktig det er at disse tas med i analysene.
3. Hvordan usikkerhet bør sammenstilles i anbefalingene. Her gir vi konkret rådgivning på hvordan usikkerhet bør presenteres og sammenstilles i en samfunnsøkonomisk analyse, slik at usikkerhetens betydning kommer klart fram ved anbefaling av alternativer/prosjekter i henhold til Håndbok V172.
4. Litteraturgjennomgang av hvordan andre land behandler usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser.

Arbeidet har vært utført av Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth og Harald Minken med førstnevnte som prosjektleder. Kontaktpersoner hos Statens Vegvesen Vegdirektoratet har vært James Odeck og Anne Kjerkreit. Det takkes for et godt samarbeid og konstruktive tilbakemeldinger. Et utkast til sluttrapport har vært forelagt og kommentert av oppdragsgiver. Kjell Werner Johansen har kvalitetssikret rapporten.

Oslo, oktober 2015  
Transportøkonomisk institutt

*Gunnar Lindberg*  
direktør

*Kjell Werner Johansen*  
avdelingsleder



# Innhold

## Sammendrag

### Summary

<b>1</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>1</b>
1.1	Kort om oppdraget.....	1
1.2	Datagrunnlag og metode.....	2
1.2.1	Litteraturstudie.....	2
1.2.2	Workshop om hvordan usikkerhet bør sammenstilles.....	2
1.3	Kort om Håndbok V712s omtale av usikkerhet.....	4
1.4	Gjeldende retningslinjer.....	5
<b>2</b>	<b>Problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser.....</b>	<b>6</b>
2.1	Definisjoner.....	6
2.2	Hvordan usikkerhet oppstår i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser av vegprosjekter.....	6
<b>3</b>	<b>Usikre elementer i analysene.....</b>	<b>10</b>
3.1	Systematisk usikkerhet.....	10
3.2	Teknologusikkerhet.....	11
3.3	Demografisk usikkerhet.....	13
3.4	Usikkerhet om observerbare priser.....	14
3.5	Politisk usikkerhet, nasjonalt.....	14
3.6	Politisk usikkerhet, lokalt.....	15
3.7	Næringsusikkerhet.....	16
3.8	Usikkerhet i restverdien.....	17
3.9	Modellusikkerhet.....	18
3.10	Usikkerhet i modeller for bilhold og førerkortinnhav.....	19
3.11	Parameterusikkerhet (Usikkerhet om ikke-observerbare priser).....	20
3.12	Kostnadsusikkerhet.....	21
<b>4</b>	<b>Hvordan usikkerhet bør sammenstilles.....</b>	<b>23</b>
4.1	Gjennomgåtte alternativer.....	23
4.1.1	Alternativer til sammenstilling i oppsummeringstabeller.....	23
4.1.2	Alternativer til bakenforliggende usikkerhetsanalysemetoder.....	24
4.2	Viktigste fordeler og ulemper.....	25
4.3	Ekspert-workshopens konklusjon.....	27
4.4	Implikasjoner for analysene.....	32
4.4.1	For beslutningstager.....	32
4.4.2	For selve usikkerhetsanalysen.....	32
<b>5</b>	<b>Utenlandsk praksis knyttet til vurdering av usikkerhet.....</b>	<b>39</b>
5.1	Mønstre i utenlandsk praksis.....	39
5.1.1	Metoder.....	39
5.1.2	Variabler til gjennomgang i usikkerhetsanalyse.....	41
5.1.3	Anbefalt sammenstilling og endelig presentasjon av usikkerhet... ..	50
5.2	Vurderinger av god praksis.....	52
5.2.1	God praksis for sammenstilling og presentasjon.....	52
5.2.2	God praksis for håndtering av usikkerheten avdekket i analysene.....	55

<b>6</b>	<b>Supplerende litteratur og diskusjon</b> .....	<b>57</b>
6.1	Helhetlig usikkerhetsanalyse .....	57
6.2	Mer om risikoreduksjon .....	58
6.2.1	Kan systematisk risiko påvirkes? .....	58
6.2.2	Er den usystematiske risikoen irrelevant? .....	59
6.3	Forenklet realopsjonsberegning .....	59
<b>7</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>62</b>
	<b>Referanser</b> .....	<b>66</b>
	<b>Vedlegg 1: Detaljert skjematisk oversikt av veiledning i 19 land/delstater</b> .....	<b>70</b>
	<b>Vedlegg 2: Momenter fra New Zealands veileder</b> .....	<b>92</b>



**Sammendrag:**

# Håndtering og sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser

TØI rapport 1443/2015

Forfattere: Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth og Harald Minken  
Oslo 2015 93 sider

*Usikkerhet kan beskrives som differansen mellom den informasjonen som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den informasjonen som er tilgjengelig på tidspunktet for beslutningen. Kjernen i problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser er dermed at beslutningene ikke kan være 100 % sikre, siden informasjonsgrunnlaget ikke er 100 % komplett. Denne usikkerheten bør gjennomgås, synliggjøres og håndteres på en måte som fører til bedre valg mellom prosjekialternativer, og til redusert risiko i prosjekter som blir valgt. I en gjennomgang av 19 lands/delstaters veiledere i samfunnsøkonomisk analyse viser vi mønstre i hvilke metoder som internasjonalt brukes til å analysere usikkerhet, hvilke variabler som anbefales analysert og hvordan usikkerheten anbefales sammenstilt og presentert. Sammen med funnene i litteraturstudien og anbefalinger fra en ekspert-workshop gjennomført i prosjektet gir vi anbefalinger om hvilken veiledning revidert Håndbok V172 bør gi mht. sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser.*

I forbindelse med Statens vegvesens revisjonen av håndbok V712 – Konsekvensanalyser har Transportøkonomisk Institutt fått i oppdrag å gjøre en litteraturgjennomgang av hvordan andre land behandler usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser. I tillegg skal studien belyse hvordan usikkerhet kan synliggjøres på en måte som bidrar til et bedre beslutningsgrunnlag i valget mellom alternativer og prosjekter, med tanke på fremtidig anvendelse i Håndbok V712.

Denne studien fokuserer på usikkerheten knyttet til de prissatte konsekvensene som summeres opp i nytte-kostnadsanalyser, og er brutt ned i fire hovedoppgaver:

1. Problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomisk analyse: Her gir vi en definisjon av usikkerhet og en beskrivelse av hvordan ulike typer usikkerhet oppstår i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser av vegprosjekter.
2. Usikre elementer i analysene: Her gjennomgår vi elementer (konsekvenser, verdier eller inngangsparametere) som vil være beheftet med usikkert. Type usikkerhet beskrives for hvert element og anbefalinger om hvor viktig det er at disse tas med i usikkerhetsanalysene presenteres.
3. Hvordan usikkerhet bør sammenstilles i anbefalingene: Her gir vi konkret rådgivning på hvordan usikkerhet bør presenteres og sammenstilles i en samfunnsøkonomisk analyse, slik at usikkerhetens betydning kommer klart fram ved anbefaling av alternativer/prosjekter i henhold til Håndbok V172.
4. Litteraturgjennomgang av hvordan andre land behandler usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser.

## Usikre elementer i analysen

Alle ledd i den samfunnsøkonomisk analysen er beheftet med usikkerhet, både på nyttesiden og kostnadssiden. Vi har i denne rapporten skilt mellom følgende typer av usikkerhet i det samfunnsøkonomiske regnestykket:

1. Konjunkturusikkerhet, eller systematisk usikkerhet
2. Teknologisikkerhet
3. Demografisk usikkerhet
4. Usikkerhet om observerbare priser (relative priser)
5. Politisk usikkerhet, nasjonalt
6. Politisk usikkerhet, lokalt
7. Næringsusikkerhet
8. Usikkerhet om restverdien til anlegget
9. Modellusikkerhet
10. Usikkerhet i modeller for bilhold og førerkortinnhav
11. Parameterusikkerhet
12. Kostnadsusikkerhet

Usikkerhetstype 1 representerer det vi kaller **systematisk usikkerhet**, eller konjunkturusikkerhet. De øvrige ti er **usystematisk usikkerhet**. Disse kan deles inn på ulike måter.

- Noen av kategoriene er spesifikke for prosjektet som analyseres. Dette gjelder punkter 6, 7, 8 og 12. Noen av usikkerhetene er prosjektovergripende, dvs. at den samme usikkerhetene kan være gjeldende for mange uavhengige vegprosjekter. Dette gjelder punkter 2-5 og 9-11.
- De ulike usikkerhetstypene kan også deles etter scenariosikkerhet og metodeusikkerhet. De seks første (2-8) kaller vi *scenariosikkerhet*. Dette er usikkerhet knyttet til hvordan fremtiden faktisk kommer til å se ut. De tre neste (9-11) kaller vi *metodeusikkerhet*. Dette er usikkerhet knyttet til i hvilken grad metodene som benyttes leverer treffsikre resultater. Usikkerhetstype 12 inneholder både scenariosikkerhet og metodeusikkerhet.

Den relative viktigheten av disse typene usikkerhet vil variere fra prosjekt til prosjekt. På kostnadssiden vil selvfølgelig kostnadsusikkerheten være viktig. For nytteberegninger vil prediksjonene av fremtidig trafikk være fundamentalt ettersom det vil påvirke brukernytte, operatørnytte og eksterne kostnader. I denne usikkerheten ligger både metodeusikkerhet og scenariosikkerhet.

## Utenlandsk praksis knyttet til vurdering av usikkerhet

Vi har gjennomgått veiledere i nyttekostnadsanalyse for transportprosjekter fra 19 land/delstater. Vi viser mønstre i hvilke metoder som brukes for å analysere usikkerhet, hvilke variabler som anbefales analysert og hvordan usikkerhet ønskes sammenstilt og presentert. Sentrale funn er:

- 18 av landene anbefaler minst en metode for å analysere usikkerheten i nyttekostnadsanalysen. Følsomhetsanalyse er anbefalt i samtlige av disse 18 landene. Enkel og/eller simuleringsbasert scenarioanalyse er også ofte anbefalt i tillegg.
- Samtlige av landene i utvalget anbefaler å gjennomgå usikkerheten i anleggskostnadene. Ikke alle av dem anbefaler det i veilederen til nyttekostnadsanalyse, men i veilederen for prosjektledelse.
- I tillegg til anleggskostnadene er predikert trafikk den variabelen som oftest anbefales å gjøres til gjenstand for en usikkerhetsanalyse, i 15 av 19 veiledere.
- Den vanligste måten å gjennomgå systematisk usikkerhet på er en følsomhetsanalyse på kalkulasjonsrenta. Dette anbefales i 8 av veilederne.
- Av de 19 veilederne vi har gjennomgått, anbefales det at usikkerheten (i ulike former i ulike veiledere) synliggjøres i oppsummeringstabellen til nyttekostnadsanalysen i 7 av dem.

## Hvordan usikkerhet bør sammenstilles

I det videre arbeidet med å minimere usikkerhet i analysene anser det som viktigst å regelmessig forbedre, validere og kvalitetssikre transportmodellene og analyseverktøyene slik at modellusikkerheten er så liten som mulig. På sikt, hvis modellteknisk mulig, vil det være ønskelig å inkorporere usikkerhetsaspektet direkte inn i modellverktøyet slik at det kan gjøres simuleringer som tillater å presentere resultatene ved hjelp av sannsynlighetsfordelinger og ikke bare punktestimater. Før den tid anbefales det å gjøre følsomhets- og scenarioanalyser, hvor utfallsrommet for nyttekostnadsanalysen (best case og worst case scenario) til hvert alternativ presenteres i oppsummeringstabellen. Dette innebærer at de sentrale usikre variablene testes en og en i en følsomhetsanalyse for hvert alternativ, og endres samtidig i en scenarioanalyse. Se kapittel 4.1.2 for nærmere utdypning av slik scenarioanalyse. Følsomhetsanalysen gjøres for å kunne se hvilke parametere som gir størst utslag på prosjektets lønnsomhet, noe som vil gi en pekepinn på hvor risikohåndteringsinnsatsen bør ligge. Scenarioanalysen gjøres for å kunne presentere utfallsrommet til nyttekostnadsanalysen for beslutningstager i oppsummeringstabellen.

Basert på en relativt entydig konklusjon fra ekspert-workshopen gjennomført i prosjektet og anbefalinger fra Mouter mfl. (2015) og Salling og Banister (2009), anbefaler vi at det i oppsummeringstabellen presenteres resultater fra Best Case og Worst Case i tillegg til dagens «mest sannsynlige punktestimat». Vi anbefaler i tillegg at oppsummeringstabellen skiller mellom investeringskostnadene og de øvrige virkningene. Ekspert-workshopens hovedbegrunnelse for hvorfor dette er foretrukket framfor dagens praksis og øvrige alternativer til sammenstilling er:

- Det gir en god illustrasjon av utfallsrommet/usikkerheten for hvert alternativ.

- Det kan være med på å illustrere skjevhet, dvs. om det kan være noen lange haler i fordelingen mot enten best case eller worst case.
- Inkludering av kostnadsestimater i oppsummeringstabellen er erfaringsmessig etterspurt av beslutningstagere – de vil ofte se kostnadene isolert, ikke bare netto nytte.

På bakgrunn av disse anbefalingene har vi laget et forslag til ny oppsummeringstabell for nyttekostnadsanalyser som kan vurderes i forbindelse med revisjonen av Håndbok V172. Dette tabellforslaget gis i Tabell 1. Et eksempel på hvordan denne vil se ut utfylt gis i kapittel 4.4.

Bruk av scenarioanalyse kan være mer ressurskrevende enn enkel følsomhetsanalyser. En minimumsløsning vil være å gjennomføre en enkel scenarioanalyse basert på de samme variablene som er anbefalt for følsomhetsanalyse i dag, i tillegg til de som er spesifisert i Retningslinje 2 for planarbeidet med Nasjonal Transportplan 2018-2029 (Samferdselsdepartementet, 2015). Disse er:

- Investeringskostnader, gjerne i form av prosentkvantilene P15, P50 og P85. Vi anbefaler også å inkludere drifts- og vedlikeholdskostnader for å få med usikkerheten i livssyklusen.
- Trafikkvekst - som igjen påvirker endringer i brukernytte, operatørnytte og samfunnet for øvrig.
- Tiltakets trafikksikkerhetseffekt.
- Karbonprisbanen.

Flere variabler kan være inkludert i scenarioanalysen. Hvis antall variabler er gjenstand for prioritering foreslår vi noen generelle retningslinjer for en slik prioritering:

- Endringer i variablene må være tilstrekkelig utslagsgivende.
- Variabler som har en verdi som kan observeres på et senere tidspunkt (f.eks. minutter spart og antall personer eksponert for støy og lokal forurensing), bør prioriteres over variabler som ikke kan observeres (f.eks. tidsverdier, verdien av statistisk liv).

En slik minimumsløsning er ikke vesentlig mer ressurskrevende enn dagens løsning med følsomhetsanalyser, men vi mener at den vil gi grunnlag for å presentere usikkerheten i analysen for beslutningstager på en mer meningsfull og effektiv måte.

Tabell 1: Forslag til ny oppsummeringstabell for nyttekostnadsanalyser

	Alt. 0	Alt. A			Alt. B			Alt. C		
<b>Prissatte virkninger</b>										
		P85	P50	P15	P85	P50	P15	P85	P50	P15
<b>Investeringskostnader</b>										
		WC	MSC	BC	WC	MSC	BC	WC	MSC	BC
<b>Netto nytte, eks. investeringskostnader</b>										
		WC	MSC	BC	WC	MSC	BC	WC	MSC	BC
<b>Netto nytte</b>										
<b>Netto nytte per budsjettkrone</b>										
<b>I. Rangering prissatte konsekvenser mellom alternativer per scenario</b>										
<b>Ikke-prissatte virkninger</b>										
<b>Samlet vurdering</b>										
<b>II. Rangering ikke-prissatte virkninger</b>										
<b>Samfunnsøkonomisk vurdering</b>										
<b>III. Samlet samfunnsøkonomisk rangering</b>										

WC = Worst Case, MSC = Mest sannsynlig case, BC = Best case

P15, P50 og P85 = Verdien av den stokastiske variabelen (f.eks. et kostnadsestimat) som er slik at det er hhv 15 %, 50 % eller 85 % sannsynlig at den ikke blir overskredet.



---

**Summary:**

# Handling and presenting uncertainty in cost-benefit analysis

*TOI Report 1443/2015*

*Authors: Paal Brevik Wangsness, Kenneth Løvold Rødseth and Harald Minken  
Oslo 2015, 93 pages Norwegian language*

---

*Uncertainty can be referred to as the difference between the information that is required to make a reliable decision and the information available at the time of the decision. The problem of uncertainty in cost-benefit analysis (CBA) is thus that the decisions cannot be 100% secure, since the information is not 100% complete. Uncertainties should be analysed, presented and handled in a way that improves the choice between project alternatives, and facilitates risk mitigation. We review 19 country (or state/province) guidelines for transport appraisal, and contrast and compare their recommendations of methods for analysing uncertainty, which uncertain variables are to be analysed and how uncertainty is presented in the CBA. Together with the findings from this literature review and recommendations from an expert workshop held during this project, we also provide recommendations on how to present uncertainty in cost-benefit analyses.*

The Norwegian Public Roads Administration (NPRA) is currently revising its Impact Analysis Manual (V712 Konsekvensanalyser), and has therefore commissioned the Institute of Transport Economics to conduct a literature review of how other countries handle uncertainty in cost-benefit analyses. This report will also shed light on how uncertainty can be presented in a way that contributes to better decision making when choosing between project alternatives, with regards to the revision of Manual V712.

This report focuses on the uncertainty associated with the monetised impacts of the CBA. The assignment comprises four main tasks:

1. The problem of uncertainty in CBA: We provide a definition of uncertainty and a description of how different types of uncertainties arise in CBAs of road projects.
2. The main uncertain elements: Here we give a review of the main elements (consequences, values or input parameters) that are inherently uncertain. We describe different types of uncertainties related to each element, and assess the need for including them in the uncertainty analyses.
3. How uncertainty should be presented in the CBA: We advise on how uncertainties should be presented in a CBA in order to provide meaningful information to the decision maker in an effective manner.
4. A literature review of how other countries treat uncertainty in CBA.

## Uncertainties in the analysis

All aspects of the CBA are uncertain, both benefits and costs. We distinguish between the following main types of uncertainty in the CBA:

1. Uncertainty about economic growth, or systematic uncertainty
2. Technological uncertainty
3. Demographic uncertainty
4. Uncertainty about observable prices (relative prices)
5. Political uncertainty, national
6. Political uncertainty, local
7. Uncertainty about local/regional businesses and employment
8. Uncertainty about the residual value of infrastructure
9. Inherent uncertainty in transport models/CBA tools
10. Uncertainty about models for driver's licence holding and car ownership
11. Uncertainty about the applied (non-observable) parameters
12. Cost uncertainty

Uncertainty Type 1 represents what we call **systematic uncertainty**, or uncertainty related to economic growth. The other ten are **non-systematic uncertainties**. These can be classified in various ways:

- Some of the uncertainties are specific to the project being analysed. This applies to types 6, 7, 8 and 12. Some of the uncertainties are project-overreaching, i.e., the same uncertainties can apply to many independent road projects. This applies to types 2-5 and 9-11.
- The different types of uncertainties can also be classified into *scenario uncertainty* (types 2-8) and *method uncertainty* (9-11). The former covers the uncertainty about what the future actually looks like, while the latter covers the uncertainty of to what degree do the applied methods produce accurate results. Uncertainty type 12 contains both scenario uncertainty and method uncertainty.

The relative importance of these uncertainties vary from project to project. On the cost side, cost uncertainty is clearly important. For estimations of benefits, predictions of future traffic are fundamental since they affect the user benefits, operating benefits and external costs. The uncertainty in these predictions is affected by both method uncertainty and scenario uncertainty.

## How uncertainty is assessed in 19 country guidelines for CBA

We have reviewed CBA guidelines for transport projects from 19 countries (or states/provinces). We contrast and compare the recommendations of methods for analysing uncertainty, which uncertain variables are to be analysed and finally how uncertainty is presented in the CBA. Key findings are:



- Of the 19 guidelines, 18 of them recommend at least one method to analyse the uncertainty in the CBA. Sensitivity analysis is recommended by all of these 18 guidelines. We also find that simple and / or simulation-based scenario analysis is recommended quite often as well.
- All of the countries in the sample recommend uncertainty analysis for construction costs. This is not always found in the guidelines for CBA, but in those cases it can be found in the guidelines for project management.
- Besides construction costs, the variable most often recommended for uncertainty analysis is predicted traffic growth, which is recommended / mentioned in 15 of 19 guidelines.
- The most common way to assess systematic uncertainty is by sensitivity analysis of the discount rate. This is recommended in 8 of the guidelines.
- Of the 19 guidelines, 7 recommend that uncertainty should be highlighted in the summary table of the CBA (however in different ways in different guidelines).

## **How uncertainty should be presented in the CBA**

With regards to minimizing uncertainty in future CBAs we consider regularly improving, validating and assuring the quality of transport models and analysis tools to be of high importance, such that model uncertainty is as small as possible. In the long term, given that it becomes technically possible, it would be desirable to incorporate uncertainty aspects directly into the modelling tool so that it will be possible to make simulations which allow presenting the results using probability distributions rather than point estimates. In the meantime, we recommend sensitivity and scenario analyses, where the results from the CBA for each option are presented in the summary table alongside the best and worst case scenarios. We recommend testing key uncertain variables one by one in a sensitivity analysis for each option, and simultaneously in a scenario analysis. See Section 4.1.2 for further elaboration of such a scenario analysis. Sensitivity analysis is performed to see which parameters are the most significant, which will give an indication of where risk management efforts should be allocated. Scenario analysis is performed to present the range of outcomes in the CBA summary table for decision maker.

Based on a relatively clear conclusion from the expert workshop held during this project and on recommendations from Mouter et al. (2015) and Salling and Banister (2009), we recommend that the CBA summary table presents the results from the Best Case and Worst Case scenario alongside “the most likely point estimate”. We believe this will be an improvement from the practice of merely presenting “the most likely point estimate”. We also recommend that the summary table should distinguish between investment costs and other costs and benefits. The main reasons given in the expert workshop for why this is preferred over the current way and other alternatives for presenting the CBA results are:

- It provides a good illustration of the range of outcomes / uncertainty for each project alternative in the CBA
- It may help to illustrate whether there can be long tails in the distribution in direction of either the best case or worst case.
- The inclusion of cost estimates in the summary table is often explicitly requested by decision makers - they often wish to evaluate the cost separately, not just the net benefits

On the basis of these recommendations we have made a proposal for a new summary table of CBA that may be considered in the revision of the Manual V172. This table proposal is presented in Table 1.

Conducting scenario analysis can be somewhat more demanding than simple sensitivity analysis. A minimum solution would be to conduct simple scenario analysis on the following variables:

- Investment costs, in the form of quantile estimates P15, P50 and P85. We also recommend to include operating and maintenance costs to include uncertainty in the lifecycle.
- Traffic growth - which in turn affects changes in user benefit, operator benefit and other societal costs and benefits.
- The project's impact on traffic safety.
- Carbon price developments over the time period.

Several variables can be included in scenario analysis. If the number of variables is the subject of priorities, we propose the following general guidelines for the selection of variables:

- Changes in variables must be sufficiently impact the CBA results.
- Variables which outcomes can be observed at a later date (e.g. minutes saved and the number of people exposed to noise and local pollution), should take precedence over variables that cannot be observed (e.g. value of time, value of statistical life).

We do not expect the costs of conducting CBA to substantially increase with such a solution for uncertainty analysis, compared to the sensitivity analyses recommended in the current version of the NPRA guidelines. However, a simple scenario analysis and an orderly presentation of the results, will inform the decision maker about the uncertainty in the CBA in a more meaningful and effective manner.

Table 1: Proposed new summary table for CBA

	Alt. 0	Alt. A			Alt. B			Alt. C		
<b>Monetized impacts</b>										
		P85	P50	P15	P85	P50	P15	P85	P50	P15
<b>Investment costs</b>										
		WC	MLC	BC	WC	MLC	BC	WC	MLC	BC
<b>Net benefits, excl. investment costs</b>										
		WC	MLC	BC	WC	MLC	BC	WC	MLC	BC
<b>Net benefits (NPV)</b>										
<b>Benefit-Cost ratio</b>										
<b>I. Ranking of monetized impacts per alternative by scenario</b>										
<b>Non-monetized impacts</b>										
<b>Overall assessment</b>										
<b>II. Ranking of non-monetized impacts</b>										
<b>Overall socio-economic assessment</b>										
<b>III. Overall socio-economic ranking</b>										

WC = Worst Case, MLC = Most likely case, BC = Best case

P15, P50 or P85 = The value of a stochastic variable (e.g. a cost estimate) where there is 15 %, 50 % or 85 % probability of NOT exceeding this value.



# 1 Innledning

## 1.1 Kort om oppdraget

I forbindelse med Statens vegvesens revisjonen av håndbok V712 – Konsekvensanalyser har Transportøkonomisk Institutt fått i oppdrag å gjøre en litteraturgjennomgang av hvordan andre land behandler usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser for infrastrukturprosjekter. I tillegg til skal studien belyse hvordan usikkerhet kan synliggjøres på en måte som bidrar til et bedre beslutningsgrunnlag i valg mellom alternativer/prosjekter, med tanke på fremtidig anvendelse i Håndbok V712 (Statens vegvesen, 2014). Oppdragsgiver presiserer at hensikten med oppdraget ikke er å lage en metode for usikkerhetsanalyser, men å skaffe grunnlaget for at en slik metode skal kunne være mulig å lage.

Hovedfokuset i studien er usikkerheten knyttet til de prissatte konsekvensene som summeres opp i nytte-kostnadsanalyser. Denne studien av usikkerhet kan brytes ned i følgende fire hovedoppgaver:

1. Problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomisk analyse: Her gir vi en definisjon av usikkerhet og en beskrivelse av hvordan ulike typer usikkerhet oppstår i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser av vegprosjekter. Dette dekkes i kapittel 2.
2. Usikre elementer i analysene: Her gjennomgår vi elementer (konsekvenser, verdier eller inngangsparametere) av betydning som vil være beheftet med usikkert. Type usikkerhet beskrives for hvert element og det diskuteres hvor viktig det er at disse tas med i usikkerhetsanalysene. Dette dekkes i kapittel 3.
3. Hvordan usikkerhet bør sammenstilles i anbefalingene. Her gir vi konkret rådgivning på hvordan usikkerhet bør presenteres og sammenstilles i en samfunnsøkonomisk analyse, slik at usikkerhetens betydning kommer klart fram ved anbefaling av alternativer/prosjekter i henhold til Håndbok V172. Dette dekkes i kapittel 4.
4. Litteraturgjennomgang av hvordan andre land behandler usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser. Dette dekkes i kapittel 5.

I kapittel 6 vil vi kort gjennomgå supplerende litteratur og diskusjoner, mens kapittel 7 konkluderer.

## 1.2 Datagrunnlag og metode

### 1.2.1 Litteraturstudie

I kapittel 4 vil vi gi en strukturert og skjematisk oversikt over hvordan andre land tar hensyn til usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser for infrastrukturprosjekter, spesielt vegprosjekter. Vi har gjennomgått utenlandske veiledere i samfunnsøkonomisk analyse og trukket ut nøkkelinformasjon om hvordan usikkerhet behandles. Vi har fokusert på tre områder på hvordan veilederne anbefaler behandling av usikkerhet i nyttekostnadsanalyser:

- Hvilke metoder som er anbefalt
- Hvilke variabler i nyttekostnadsanalysen som eksplisitt er anbefalt å være gjenstand for en form for usikkerhetsanalyse
- Hvordan funn fra usikkerhetsanalysen er anbefalt sammenstilt og endelig presentert i nyttekostnadsanalysen

Vi har gjennomgått nyttekostnadsanalyseveiledere fra 16 land, samt noen delstater/provinser i noen av landene. Totalt har vi gjennomgått 19 veiledere. Landene/delstatene ble valgt på bakgrunn av at de har veiledere med en viss faglig tyngde og har lave barrierer mht. språk. Disse landene er:

- |                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| 1. Australia                 | 10. New Zealand      |
| 2. Belgia                    | 11. Spania           |
| 3. Canada (nasjonalt)        | 12. Storbritannia    |
| 4. Canada (British Columbia) | 13. Sveits           |
| 5. Danmark                   | 14. Sverige          |
| 6. Finland                   | 15. Tyskland         |
| 7. Frankrike                 | 16. USA (nasjonalt)  |
| 8. Irland                    | 17. USA (Minnesota)  |
| 9. Nederland                 | 18. USA (California) |
|                              | 19. Østerrike        |

### 1.2.2 Workshop om hvordan usikkerhet bør sammenstilles

I anledning dette oppdraget ble det arrangert en workshop med eksperter fra transportetatene, akademia og Direktoratet for Økonomistyring (DFØ). Workshopen ble holdt i Forskningsparken 17.09.2015. Paal Brevik Wangsness og Kenneth Løvold Rødseth var fasilitatorer for workshopen.

Workshoppedeltagerne var sammensatt av en rekke eksperter med førstehåndskjennskap til samfunnsøkonomisk analyse, men med forskjellige innfallsvinkler. Målet var å få bredde i synspunktene ved å få deltagelse fra personer med praktisk førstehåndserfaring med gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser i Statens vegvesen og andre etater, personer som jobber tett opp til beslutningstagere, samt akademikere med nyttekostnadsanalyse som spesialfelt.

I tillegg til fasilitatorene var de følgende 15 deltagerne med på workshopen:

Tabell 1: Oppmøteliste workshop 17.09.2015

Navn	Organisasjon
James Odeck	Statens vegvesen
Anne Kjerkreit	Statens vegvesen
Stein Brembu	Statens vegvesen
Kjell Kvaale	Statens vegvesen
Erik Johannesen	Statens vegvesen
Jørn Sørvig	Statens vegvesen
Nils Ragnar Tvedt	Statens vegvesen
Jan Arne Martinsen	Statens vegvesen
Gro Holst Volden	CONCEPT
Morten Welde	CONCEPT
Eivind Tveter	Høgskolen i Molde (HiM)
Elisabeth Aarseth	Direktoratet for Økonomistyring (DFØ)
Christoph Siedler	Jernbaneverket
Kaja Voss	Jernbaneverket
Harald Minken	TØI

Workshopen hadde følgende agenda:

Tabell 2: Agenda for workshop 17.09.2015

12:00-12:30	Lunsjservering i CIENS Toppsenter i Forskningsparken
12:30- 12:45	Velkommen, presentasjon av deltagere og kort gjennomgang av oppdraget og workshopens formål
12:45-13:10	Presentasjon av ulike alternativer til hvordan usikkerhet i NKA kan sammenstilles 5 min pause
13:15 – 14:30	Gruppediskusjon 1. Deltagerne deles inn i 2 grupper, med TØI-forskere som fasiliterer og dokumenterer argumentene for og imot hvert alternativ. 2. Hver gruppe har en intern rundbordsdiskusjon om fordeler og ulemper ved de ulike alternativene, alle får uttale seg. 3. Mot slutten kan deltagerne foreslå egne alternative sammenstillingsmåter og analysemetoder, og andre innspill som vil være nyttige å ta med videre i arbeidet med usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser
14:30 – 14:45	Pause mens fasilitatorene sammenstiller funnene fra diskusjonene (Kaffe, frukt og bakst)
14:45 – 15:30	Oppsummering av gruppediskusjon i plenum Åpne for diskusjon av 2 «vinnerkandidater» blant alternativene
15:30 – 16:00	Avsluttende diskusjon. Blir vi enige om hvilken måte å sammenstille usikkerhet på som er best? Avslutning og veien videre v/ Statens Vegvesen

Workshopen gjennomgikk hvordan usikkerhet bør belyses for å være til størst mulig hjelp for beslutningstakerne. Målet var å gjennomgå alternativer til sammenstilling av usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser, og gjennom gruppediskusjoner skape enighet om hvilken måte (eller kombinasjon av måter) som gir best mulig beslutningsgrunnlag til å avgjøre:

- Hvorvidt et prosjekt er robust nok
- Hvordan man bør prioritere mellom prosjektalternativer mht. usikkerhet
- Hvordan man best kan håndtere usikkerhet

Det ble gått igjennom fire konkrete alternativer til dagens oppsummeringstabell (hvor usikkerhet ikke presenteres). Dagens løsning fungerer dermed som et 0-alternativ, som blir sammenligningsgrunnlaget til 4 alternativer. Alternativene ble utformet med premisset om at usikkerhet skulle sammenstilles i oppsummeringstabellen, men at oppsummeringstabellene ikke kunne bli altfor forskjellige fra den som er i Håndbok V172 per 2015. De konkrete alternativene ble utformet på basis av de oppsummeringstabellene vi hadde gjennomgått i litteraturstudien til da og intern diskusjon i prosjektgruppen.

I gruppediskusjonen brukte vi en workshopmetode som gikk ut på at hvert alternativ til sammenstillingstabell ble gjennomgått en for en, hvor deltagerne skrev opp fordeler og ulemper på post-it lapper for hvert alternativ. Post-it lappene ble limt opp på fordel/ulempe-plakater for hvert alternativ, og så ble argumentene gjennomgått og drøftet i plenum. Etter at alle alternativene var gjennomgått, skrev deltagerne ned på en post-it lapp hvilket alternativ de mente ga best mulig beslutningsgrunnlag til beslutningstager.

### 1.3 Kort om Håndbok V712s omtale av usikkerhet

I dette kapitlet vil vi gjennomgå hvordan foreliggende Håndbok V712 omtaler usikkerhet og hvordan den anbefaler håndteringen av den. Kort fortalt, dekker Håndboka temaet usikkerhet på følgende måte:

I kapittel 4.5 beskriver Håndbok V712 at usikkerhet i de prissatte konsekvenser vil opptre i alle ledd i analysen gjennom:

- enhetspriser på tid, ulykker og miljø
- kostnadsanslaget på tiltaket
- anslag på trafikkutvikling
- anslag på tiltakets virkning for hastighet, kjørekostnad, rutevalg, ulykker, miljø mm.

Disse fire punktene forklares kort. Deretter gis det en kort gjennomgang av hvordan usikkerhetselementene gjerne deles i to grupper; systematisk og usystematisk usikkerhet. Systematisk usikkerhet forklares kort som usikkerheten av tiltakets nettoeffekt som er knyttet til landets konjunktursvingninger. Jo mer konjunkturfølsomt det er, jo større systematisk usikkerhet. Denne usikkerheten tas hensyn til i analysene ved at det er et risikotillegg i kalkulasjonsrenta. Usystematisk usikkerhet forklares kort som usikkerhet som er spesifikk for det konkrete tiltaket. Det gis eksempler på at usikkerhet om geologiske forhold bidrar til usikkerhet i prosjektkostnadene, eller at det kan være usikkerhet i beregningene knyttet til reisetidsbesparelser.



I Håndbok V712s kapittel «Usystematisk usikkerhet» anbefales usikkerheten synliggjort med en følsomhetsanalyse gjennomført i EFFEKT, som viser hvor følsom den samfunnsøkonomiske lønnsomheten er til endringer i forutsetningene. Hovedberegningene av den samfunnsøkonomiske lønnsomheten antas å gi den mest sannsynlige verdien, men det er ulike forhold som kan trekke verdien oppover eller nedover. Håndboka anbefaler at som et minimum bør de sentrale variablene *kostnadsoverslag på anlegget og årlig trafikkvekst* inngå i følsomhetsanalysen. I følsomhetsanalysen skal man variere forutsetningene likt for alle alternativer til vurdering, slik at man får synliggjort følsomheten til rangeringen av alternativene. Følsomhetsanalysen anbefales synliggjort i en tabell i endelig sammenstilling av den samfunnsøkonomiske analysen. I Håndbokas kapittel 7 gis følgende eksempel på en slik oppsummering:

Usikkerhet i prissatte konsekvenser, følsomhetsberegninger			
	Ait. A	Ait. B	Ait. C
Beregnet netto nytte	10	-100	90
Netto nytte ved 25 % høyere anleggskostnad	-125	-240	-5
Netto nytte ved 25 % lavere anleggskostnad	145	40	185
Netto nytte ved 2 % årlig trafikkvekst i stedet for 1 %	50	-60	150
Netto nytte ved 0 % årlig trafikkvekst i stedet for 1 %	-30	-140	40
Netto nytte ved halvering av trafikkikkerhetseffekt	-85	-145	33

I dette eksempelet kommer det fram at alternativ C både er alternativet som sannsynligvis har høyest samfunnsøkonomiske lønnsomhet, og at det er mest robust mot endringer i forutsetningene.

## 1.4 Gjeldende retningslinjer

Retningslinje 2 (Samferdselsdepartementet, 2015) for planarbeidet med Nasjonal Transportplan 2018-2029 sier følgende om behandling av usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser:

*Det er en betydelig usikkerhet knyttet til mange av verdiene som inngår i analysene. Innføring av 40 års analyseperiode øker utfordringene både ved å beskrive virkningene av et tiltak, men også ved å beskrive 0-alternativet. Kalkulasjonsrente på 4 pst gjør også at virkninger langt fram i tid vil ha en betydelig vekt. Tradisjonelt har følsomhetsanalyse vært brukt for å beskrive effektene av usikkerhet ved å gjøre alternative forutsetninger om størrelsen på usikre verdier. Det skal gjennomføres følsomhetsanalyser av:*

- *anleggskostnader*
- *trafikkgrunnlag*
- *enbetspriser for viktige nytte-kostnadskomponenter - herunder klimagasser*

*Departementet er kjent med at transportetatene og Avinor arbeider med alternative måter å beskrive utviklingen til bruk i langtidsplanlegging, blant annet ved ulike typer scenarioteknikker. Dette kan være et nyttig supplement til tradisjonelle framskrivninger eller grunnprognoser.*

Hentet fra Retningslinje 2, kapittel 10.2.

## 2 Problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser

### 2.1 Definisjoner

En mye brukt overordnet definisjon på usikkerhet er følgende

*Usikkerhet er differansen mellom den informasjonen som er nødvendig for å ta en sikker beslutning og den informasjonen som er tilgjengelig på tidspunktet for beslutningen (Norsk senter for prosjektledelse, 2007).*

Kjernen i problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser er dermed at beslutningene ikke kan være 100 % sikre, siden informasjonsgrunnlaget ikke er 100 % komplett. Det er dermed ikke bare netto prissatt nytte og sluttvurderinger av nytte- og kostnadsvirkninger som blir relevant for beslutningstager, men også usikkerheten i analysen. Dersom beslutningstager har aversjon mot usikkerhet kan det i ytterste konsekvens medføre at et prosjektalternativ med lavere forventet netto nytte, men også relativt lav usikkerhet, bør prioriteres over et alternativ med høyere forventet netto nytte, men relativt høy usikkerhet.

### 2.2 Hvordan usikkerhet oppstår i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser av vegprosjekter

Vi vil i de følgende avsnittene skissere hvordan ulike typer usikkerhet oppstår i forbindelse med samfunnsøkonomiske analyser. Hver og en av disse usikkerhetstypene vil bli nærmere gjennomgått i kapittel 3.

Anta at vi skal nyttekostnadsberegne et vegprosjekt. I utgangspunktet gjør vi våre beregninger for ett eller flere framtidsår med de enhetspriser, trafikkvolumer og virkninger av tiltaket som vi mener mest sannsynlig representerer virkeligheten i dette framtidsåret. Tilsvarende gjør vi beregninger med de mest sannsynlige verdiene i tilfelle tiltaket *ikke* gjennomføres. Nyttekostnadsanalysen er en sammenlikning mellom situasjonen med og uten tiltaket i et visst antall år framover, og en påfølgende sammenregning av årene ved hjelp av en kalkulasjonsrente. Alle ledd i den samfunnsøkonomiske analysen er beheftet med usikkerhet, både på nyttesiden og kostnadssiden. Vi kan skille mellom følgende typer av usikkerhet i det samfunnsøkonomiske regnestykket:

1. Usikkerhet om konjunktorene i det enkelte år, altså svingninger i forhold til en normal økonomisk veksttakt. Denne formen for usikkerhet kalles for **systematisk usikkerhet**, eller konjunkturusikkerhet. Denne usikkerheten er gjeldende uavhengig av hvilket prosjekt man velger, men ulike prosjekter kan ha ulik grad av robusthet mot slik usikkerhet. I tillegg til usikkerheten knyttet til at konjunktorene svinger omkring en trendvekst, så er det usikkerhet knyttet til trendveksten i økonomien. Denne trendveksten danner også basis for realprisjustering av viktige størrelser i nyttekostnadsanalysen.

2. Teknologiusikkerhet, som er usikkerhet om hvordan den generelle teknologiske utviklingen i samfunnet virker inn på reisebehov og reisevaner, samt hvordan kjøretøyteknologi og drivstoffeffektivitet vil utvikle seg.
3. Demografisk usikkerhet, som er usikkerhet om befolkningsutviklingen i det geografiske området vi studerer og om befolkningens fordeling på soner, og videre om fordelingen på demografiske og sosioøkonomiske grupper, i den grad det har betydning for reiseaktiviteten og reisemønsteret.
4. Usikkerhet om observerbare priser (relative priser), som er usikkerheten knyttet til prisutviklingen på viktige markedspriser, f.eks. drivstoffpriser eller priser på deler og reparasjoner av kjøretøy.
5. Politisk usikkerhet om hvordan nasjonale myndigheter, og eventuelt andre beslutningstakere utenfor tiltaksområdet vårt, vil bruke virkemidler som skatter og avgifter, infrastrukturutbygging, restriksjoner og påbud for å styre trafikkutviklingen i vårt analyseområde eller andre faktorer av betydning for regnestykket. Hvis det ikke hører inn under transportmodellen som er brukt, faller også usikkerhet om kollektivtilbudet (ruteopplegg, frekvens, priser) inn her.
6. Politisk usikkerhet om lokale myndigheters politikk, kanskje spesielt arealbrukspolitikken og andre lokale infrastruktur- og transporttiltak.
7. Næringsusikkerhet, som er usikkerhet om den fortsatte eksistensen av konkrete bedrifter og (mer generelt) om antall arbeidsplasser i det geografiske området vi studerer, og om hvordan arbeidsplassene og andre målpunkter for reisevirksomheten fordeler seg på geografiske delområder (soner).
8. Usikkerhet om restverdien til anlegget.
9. Modellusikkerhet, som er usikkerhet om hvorvidt modellen som har vært brukt til å beregne endringer i aktørenes økonomiske tilpasning som følge av tiltaket, faktisk gir riktige resultater.
10. Usikkerhet i modeller for bilhold og førerkortinnhav. Dette er bakgrunnsvariabler til transportmodellen, normalt beregnet i en egen førmodell<sup>1</sup>.
11. Parameterusikkerhet, som er usikkerhet om parametere til nytteberegningene og om enhetspriser på goder som ikke er markedsgoder, og om hvordan disse parameterne og enhetsprisene utvikler seg over tid. Eksempler er tidsverdier og enhetspriser på miljøfaktorer.
12. Kostnadsusikkerhet, som er usikkerhet om hvor mye infrastrukturtiltaket vil koste å bygge, vedlikeholde og drive.

Usikkerhetstype 1 representerer det vi kaller **systematisk usikkerhet**, eller konjunkturusikkerhet. De øvrige ti er **usystematisk usikkerhet**. Disse kan deles inn på ulike måter.

- Noen av usikkerhetene er *prosjektspesifikke*, dvs. de usikkerheten er spesifikk til prosjektet som analyseres. Dette gjelder punkter 6, 7, 8 og 12. Noen av

---

<sup>1</sup> En modell som er med på å beregne forutsetninger for selve transportmodellen, dvs. den kjøres for transportmodellkjøringene.

usikkerhetene er *prosjektovergripende*, dvs. at de samme usikkerhetene vil kunne være gjeldende for mange uavhengige vegprosjekter. Dette gjelder punkter 2-5 og 9-11.

- De ulike usikkerhetstypene kan også deles etter scenariosikkerhet og metodeusikkerhet. De seks første (2-8) kaller vi *scenariosikkerhet*. Dette er usikkerhet knyttet til hvordan fremtiden faktisk kommer til å se ut. De tre neste (9-11) kaller vi *metodeusikkerhet*. Dette er usikkerhet knyttet til i hvilken grad metodene som benyttes leverer treffsikre resultater.

Usikkerhetstype 12 inneholder både scenariosikkerhet (f.eks. scenarioer med eksepsjonelt god prosjektledelse som holder kostnader nede) og metodeusikkerhet (f.eks. kalkulasjonsverktøy kan treffe dårlig på kostnadsberegninger av anlegg med lite utprøvde løsninger), men denne usikkerheten handler om noe helt annet enn årlig netto nytte. Det kan analyseres helt uavhengig av de øvrige typene av usikkerhet, siden kostnadsusikkerheten er realisert før den økonomiske usikkerheten om nyttevirkningene av tiltaket begynner å melde seg.

Inndelingene beskrevet over kan oppsummeres i Tabell 3.

Tabell 3: Inndeling av ulike usikkerhetstyper

Usikkerhetstype	Systematisk	Usystematisk			
		Prosjekt-spesifikk	Prosjekt-overgripende	Scenario	Metode
Konjunkturusikkerhet	X				
Teknologiusikkerhet			X	X	
Demografisk usikkerhet			X	X	
Usikkerhet om observerbare priser (relative priser)			X	X	
Politisk usikkerhet, nasjonalt			X	X	
Politisk usikkerhet, lokalt		X		X	
Næringsusikkerhet		X		X	
Usikkerhet om restverdien til anlegget		X		X	
Modellusikkerhet			X		X
Usikkerhet om førerkortinnhavet og om bilholdet			X		X
Parameterusikkerhet			X		X
Kostnadsusikkerhet		X		X	X

Denne kategoriseringen følger i hovedsak et upublisert notat kalt *Problemer i usikkerhetsanalyse av samfunnsøkonomiske beregninger av samferdselsprosjekter* (Minken, 2011). Kategoriseringen er ment til å omfatte det aller meste av usikkerhetsbildet for en samfunnsøkonomisk analyse. Kategoriene skal i utgangspunktet være gjensidig utelukkende, men det finnes eksempler på usikkerhetslementer som kan se ut som de hører hjemme under flere kategorier. Vi kommer også til å vise i kapittel 3 at flere av usikkerhetstypene samvarierer med andre usikkerhetstyper.

## 3 Usikre elementer i analysene

I dette kapitlet beskriver vi de viktigste kategoriene av usikkerhet for en samfunnsøkonomisk analyse i transportsektoren. Gjennomgangen beskriver hvordan de usikre elementene påvirker analysen, hvordan hvert element kan forventes å fluktuere, i hvilken grad et element samvarierer med andre usikre elementer i analysen, samt gir en vurdering av hvor viktig elementet er for utfallet av den samfunnsøkonomiske analysen. Vi påpeker at hvor viktig et gitt element er, vil variere fra analyse til analyse. Det er derfor vanskelig å gi en allmenngyldig anbefaling om elementenes viktighet.

### 3.1 Systematisk usikkerhet

Systematisk usikkerhet innebærer at prosjektnytten avhenger av generelle svingninger i økonomien. Dette skyldes at transportetterspørselen i stor grad er avledet av etterspørselen etter aktiviteter som ikke kan gjennomføres hjemme eller innenfor den enkelte bedrift eller næringsvirksomhet. I tider hvor det går godt (dårlig) i økonomien vil etterspørselen etter slike aktiviteter være høy (lav), noe som vil ha en positiv (negativ) påvirkning på transportetterspørselen.

Den fremtidige økonomiske utviklingen er usikker og avhenger av en rekke faktorer. La oss eksempelvis se på hvilke hovedkomponenter Statistisk Sentralbyrås makroøkonomiske modell MODAG legger til grunn for framskrivningen av konjunkturutviklingen (se Cappelen m fl., 2013 for en beskrivelse). På kort sikt antar modellen at aktivitetsnivået styres av etterspørselssiden i økonomien, mens tilbudssiden får større betydning på lengre sikt. Arbeidsmarkedet og lønnsdannelsen er en viktig determinant for utviklingen. Andre sentrale faktorer er økonomiske omgivelser (spesielt den økonomiske utviklingen i utlandet), befolkningsutviklingen og størrelser knyttet til økonomisk politikk. I tillegg kommer utviklingen i norske næringer som er naturressursbaserte. Her knyttes det stor usikkerhet til den videre utviklingen i petroleumsvirksomheten, som må sees som den viktigste økonomiske sektoren i Norge i dag.

I Økonomiske Analyser 1/2014 (Statistisk Sentralbyrå, 2014) presenteres etteranalyser av Statistisk Sentralbyrås kortsiktige konjunkturprognoser som publiseres årlig i byråets publikasjon «Økonomiske Analyser». Der ble det funnet at de kortsiktige anslagene for veksten i brutto nasjonalprodukt ofte har vært for lave. Anslag for BNP-veksten foretatt på ulike deler av året ligger mellom 0,2 og 0,5 prosentpoeng under fasiten, men avvikene bedømmes til å ikke være statistiske eller økonomiske signifikante. På lengre sikt blir derimot prognosene langt mer usikre.

Konjunkturuskikkerheten samvarierer med enhetsprisene som ligger til grunn for den samfunnsøkonomiske analysen. Retningslinjene for samfunnsøkonomiske analyser i Rundskriv R-109 (Finansdepartementet, 2014), sier at tidsverdier skal justeres med utviklingen i reallønn eller forventet vekst i BNP per innbygger. Denne

realprisjusteringen gjelder også verdien av et statistisk liv og andre enhetspriser som er avledet av prisen på et statistisk liv (eks. miljømessige skadestrukturer).

Perspektivmeldingen 2013 (Meld. St. 12) skal legges til grunn for realprisjusteringen. Denne framskrivningen anslår om lag en dobling av inntektene per innbygger fram til 2060, i hovedsak som følge av produktjonsvekst i fastlandsøkonomien. Men perspektivmeldingen påpeker at driverne bak denne økonomiske utviklingen (spesielt produktivitet, sysselsetting, innvandring, petroleumsinntekter og avkastning i finansmarkedene) er svært usikre. En følsomhetsanalyse i Perspektivmeldingen (2013, s. 60) viser for eksempel at virkningen av ¼ prosent lavere eller høyere produktivitsvekst enn i referanseforløpet vil lede til henholdsvis -13 og +15 prosent endring i disponibel realinntekt per innbygger i 2060. Små endringer i vekstforutsetningene gir dermed store utslag over analyseperioden til en nyttekostnadsanalyse innen samferdselssektoren, gjennom å påvirke både transporttettersspørsmål og enhetspriser.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Dette usikkerhetselementet er vurdert som svært viktig ettersom det er bestemmende for brukernytten, både antall transporter og deres tidsverdier, samt at det påvirker samfunnet for øvrig gjennom realprisjustering av verdien av et statistisk liv og enhetspriser avledet av denne.

## 3.2 Teknologusikkerhet

**Teknologusikkerhet 1: Kjøretøyteknologi:** Utvikling av nye og eksisterende transportmidler kan påvirke analysene på flere områder, blant annet gjennom å påvirke brukernytten, operatørnyttene og samfunnet for øvrig. Et eksempel er dagens innfasing av elektriske biler. I dag har denne typen biler langt lavere generaliserte reisekostnader enn konvensjonelle biltyper. Men i motsetning til konvensjonelle biler genererer elektriske kjøretøy ikke noe direkte utslipp til luft, noe som har en betydning for eksterne kostnader knyttet til veitrafikk<sup>2</sup>. Utviklingen i drivstoff- og energieffektivitet er videre et usikkerhetselement som kan påvirke analysen på flere områder. Drivstoffeffektiviteten vil påvirke brukernytten, operatørnyttene og nytten til det øvrige samfunnet. For eksempel vil høyere effektivitet isolert sett redusere de generaliserte reisekostnadene, avgiftsinntektene fra drivstoff og utslipp fra biler. Disse effektene kan delvis bli motvirket av at reduserte generaliserte reisekostnader kan medføre mer reising (indusert trafikk).

Hvilke type kjøretøyteknologier som tilbys i Norge styres i stor grad av bilpolitikken i de store landene i Europa, av EU-kommisjonen og av bilprodusentene teknologi- og produktutvikling (Figenbaum m fl., 2013). Det knytter seg stor usikkerhet til utviklingen i disse faktorene, som er utenforliggende Norges beslutningsmyndighet. I Figenbaum m fl. (2013) gis det 4 scenarier knyttet til muligheten om å nå Regjeringens mål om at det gjennomsnittlige utslippet av CO<sub>2</sub> fra nye personbiler i 2020 ikke skal overstige 85 gram per kilometer. Disse viser at det blir vanskeligere å nå målet jo lavere hydrogen-, elbil- og ladbar hybridbilandelen blir. Videre viser analysene at resultatene er svært sensitive til hvorvidt EUs foreliggende teknologikrav til bilprodusentene svekkes eller ikke oppnås.

<sup>2</sup> Thune-Larsen m fl. (2014) beregnet eksterne kostnader for veitrafikk og fant at de eksterne kostnadene ved elbilisme samlet sett var tilnærmet like høye som for konvensjonelle biler. Denne analysen tok ikke eksterne kostnader knyttet til klimagassutslipp.

Selv om en kan forvente økende drivstoffeffektivitet i fremtiden, er økningen høyst usikker. I Fridstrøm og Alfsen (2014) framskrives nye bilers gjennomsnittlige, typegodkjente CO<sub>2</sub>-utslipp (g/km) i seks scenarier. Utslippene per km i scenarioet med kraftigst økning i drivstoffeffektivitet var 60 % lavere enn i nullalternativet i 2050. Dette illustrerer betydelig usikkerhet. Og denne usikkerheten henger ikke bare sammen med teknologisk utvikling, men også *politisk usikkerhet nasjonalt*.

Usikkerheten rundt kjøretøyteknologi må sees som korrelert med usikkerheten rundt drivstoff- og energieffektivitet. Eksempelvis har elektriske biler en langt høyere energieffektivitet enn konvensjonelle biler, og en storskala elektrifisering vil følgelig ha stor betydning for transportsektorens energieffektivitet. Videre henger ikke usikkerheten om kjøretøyteknologi kun sammen med teknologisk utvikling, men også politisk usikkerhet nasjonalt og internasjonalt.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Dette usikkerhetselementet er vurdert som noe viktig ettersom det vil påvirke analysen på flere områder, og kan gi svært ulikt utslag på samfunnsøkonomisk lønnsomhet i ulike prosjekter. Særlig implikasjonene usikkerheten i teknologiutviklingen har for usikkerheten i trafikkvekst vil være viktig å ta innover seg.

### **Teknologiusikkerhet 2: Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)**

**innen transportsektoren:** Utvikling av Intelligente Transportsystemer (ITS) kan bidra til en effektivisering av transportsektoren (Econ Pöyry, 2009), bl.a. ved å:

- Lede kjøretøy til de mest hensiktsmessige parkeringsplassene slik at kjørelengdene reduseres
- Henvise raskeste kjørevei og optimalisere leveranser i større ruter, noe som gir kortere kjøredistanser
- Muliggjøre optimal veipricing, noe som vil redusere kø og reisetider

Som eksemplene viser kan utvikling av ITS isolert sett bidra til redusert transportterspørsel og/eller reduserte eksterne kostnader ved vegtrafikk. ITS har blant annet hatt et sterkt fokus på forbedring av sikkerhet, spesielt gjennom bilteknologien. For eksempel kan man forvente at et større innslag av selvkjørende biler de neste tiårene vil bidra til redusert ulykkesfrekvens og alvorlighet. Selvkjørende biler vil også redusere generaliserte reisekostnader ved at tiden i bilen kan brukes mer produktivt. De kan også øke utnyttelsen av en gitt vegkapasitet ved at de kan korte ned tidsluken mellom kjøretøy.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Der hvor ITS-utviklingen kan skape store reduksjoner i behovet for transport gjennom forbedret logistikeffektivitet vil usikkerhetselementet måtte ansees som viktig for den samfunnsøkonomiske analysen.

### **Teknologiusikkerhet 3: Informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT)**

**utenfor transportsektoren:** Den generelle teknologiske utviklingen utenfor transportsektoren kan få betydninger for reisebehov og reisevaner. Spesielt knytter det seg interesse til i hvilken grad moderne IKT kan erstatte tjenestereiser, f.eks. gjennom bruk av videokonferanser og jobbing hjemmefra. I teorien kan slike endringer forventes ha stor betydning for behovet for transport og følgelig for eksterne kostnader knyttet til transport. I praksis viser undersøkelser at potensialet til denne type teknologi i liten grad utnyttes i dag selv om den er tilgjengelig (Econ Pöyry, 2009).



Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: I den grad IKT-utvikling utenfor transportsektoren påvirker transportbehovet vil det ha betydning for samfunnsøkonomiske analyser i transportsektoren. I dag ser det ikke ut til at teknologi for fjernsamarbeid i stor grad utnyttes til at det særlig påvirker transportetterspørselen.

### 3.3 Demografisk usikkerhet

**Demografisk usikkerhet 1: Befolkningsmengde:** Utviklingen i befolkningsmengden er et usikkerhetselement som kan påvirke analysen på flere områder. Befolkningsmengden i områder som blir berørt av tiltaket er med på å avgjøre hvor mange brukere som får endret nytte, som igjen vil påvirke nytten til operatørene og det offentlige, samt antall brukere som produserer eksterne virkninger, og mennesker som blir eksponert for dem. Selv om en kan forvente befolkningsvekst i fremtiden, er denne veksten høyst usikker. Hvis man ser på de nasjonale befolkningsframskrivningene til SSB mellom 2014 og 2055, er gjennomsnittlig vekstrate for scenarioene lav, middels og høy nasjonal vekst henholdsvis 0,3 %, 0,7% og 1,3 %. Dette resulterer i befolkninger i 2055 på henholdsvis 5,8 mill., 6,7 mill. og 8,6 mill. Med høy nasjonal vekst vil dermed befolkningen være 50 % høyere i 2055 enn ved lav vekst. Befolkningsveksten gjennom analyseperioden er dermed svært usikker, og usikkerheten er enda større på lokalt nivå, ettersom her inkluderes også usikkerheten om flytting internt i landet og hvor innvandrere slår seg ned.

Usikkerheten om befolkningsmengden påvirkes i liten grad av andre usikkerhetsfaktorer i NKA (det kan være noe positiv korrelasjon med konjunkturer, spesielt med tanke på innvandring), men vil ha en vesentlig påvirkning på andre usikre faktorer som totalt bilhold og total transportetterspørsel.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Dette usikkerhetselementet er vurdert som svært viktig ettersom det vil påvirke analysen på flere områder, og kan gi svært ulikt utslag på samfunnsøkonomisk lønnsomhet i ulike prosjekter.

**Demografisk usikkerhet 2: Befolkningssammensetning:** Utviklingen i befolkningssammensetningen er et usikkerhetselement som også kan påvirke analysen. Dette gjelder spesielt utviklingen i antall unge og antall eldre. Økningene i disse aldersgruppene vil ha betydning for endringene i bilhold og transportetterspørsel, og kanskje til en viss grad ulykkeshyppighet. Den generelle trenden er en økning i befolkningens snittalder, med høyere andel eldre og en lavere andel unge. Derimot er trendens styrke høyst usikker. Hvis man ser på de nasjonale framskrivningene til SSB mellom 2014 og 2055, ser vi store forskjeller mellom scenarioene lav og høy nasjonal vekst. Med høy nasjonal vekst vil dermed antall unge være 60 % høyere i 2055 enn ved lav vekst. Tilsvarende forskjeller for den eldre delen av befolkningen var 66 %. Usikkerheten er betydelig, og som nevnt over er den enda større på lokalt nivå enn på nasjonalt nivå.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Dette usikkerhetselementet er vurdert som noe viktig ettersom det vil påvirke analysen på flere områder, og kan gi svært ulikt utslag på samfunnsøkonomisk lønnsomhet i ulike prosjekter. Det er imidlertid rimelig å forvente at befolkningstallet vil være mer utslagsgivende enn sammensetningen av den.

### 3.4 Usikkerhet om observerbare priser

Tidligere så vi på den systematiske usikkerheten, som dreier seg om usikkerhet rundt den generelle økonomiske utviklingen. Men hvordan kostnadsnivået i enkeltsektorer utvikler seg som følge av endringer i sektorspesifikke faktorer er også av betydning for den samfunnsøkonomiske analysen. Spesielt gjelder dette endringer i priser som danner grunnlaget for trafikantenes, transportbrukernes og operatørens nytte. F.eks. kan teknologisk utvikling eller nye funn innen petroleumsnæringen medføre endringer i drivstoffpriser, som videre vil ha betydning for transportkostnadene. Andre eksempel inkluderer endringer i kostnader til deler og reparasjoner.

I motsetning til parameterusikkerheten dreier dette avsnittet seg om observerbare markedspriser. Dette gjør at prisestimatene kan etterprøves. Men i likhet med usikkerheten om priser innen transportsektoren, vil priser utenfor transportsektoren avhenge av usikre faktorer som eksempelvis teknologisk utvikling og regulatoriske rammebetingelser. Et svært aktuelt eksempel på denne typen usikkerhet er volatiliteten i oljemarkedet, hvor prisen på nordsjøolje falt fra 110 dollar fatet i juli 2014 til under 50 dollar fatet i januar 2015. Hvilken utvikling denne og andre aktuelle priser vil gjennomgå i fremtiden er svært usikkert, og det vil være svært ressurskrevende å gjennomføre fullstendige usikkerhetsanalyser for andre næringer i tillegg til å gjøre usikkerhetsanalyser for transportsektoren.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Elementet har betydning for analysen gjennom å påvirke de observerbare prisene som trafikanter, transportbrukere og operatører står ovenfor ved gjennomføringen av transportvirksomhet, og vurderes derfor som noe viktig. Særlig implikasjonene usikkerheten i slike priser har for usikkerheten i trafikkvekst vil være viktig å ta innover seg.

### 3.5 Politisk usikkerhet, nasjonalt

Politisk usikkerhet dreier seg spesielt om usikkerhet knyttet til sentrale myndigheters mål for samferdselssektoren og følgelig til deres tiltak for å styre transportutviklingen. Sentrale myndigheters politikk er premissgivende for transportsektorens rammevilkår, og er følgelig viktig for brukere, operatører, og for samfunnet for øvrig.

Noen av sentrale myndigheters viktigste virkemidler innen samferdselsområdet er skatter, avgifter (subsidiert), tilskudd, restriksjoner og påbud. Vi vil belyse deres viktighet med noen eksempler:

- I 2007 ble det innført en CO<sub>2</sub>-komponent på engangsavgiften, som var av stor betydning for ulike biltyper kjøpskostnader og bidro til å favorisere dieslbiler (Hagman m fl., 2011). Dette ledet til en stor økning i salget av dieslbiler. Dieslbiler bidrar mer til lokal luftforurensing enn bensinbiler, så skadepkostnadene ved veitrafikk ble endret som følge av avgiftsomleggingen.
- I dag er det flere økonomiske og praktiske fordeler for brukere av elektriske biler. Disse gunstige betingelsene må sees som et ledd i en politisk strategi for å gjøre denne kjøretøyteknologien levedyktig, og forventes å bli faset ut på lengre sikt. Til tross for dette er det usikkerhet rundt de fremtidige generaliserte reisekostnadene knyttet til ikke-konvensjonelle personbiler. I dag er drivstoffavgiften sentral i prisingen av veitrafikk. Denne avgiften omfatter ikke elektriske biler eller alternative teknologier slik som hydrogen.

Det kan derfor bli aktuelt å innføre alternativer til drivstoffavgiften for å prise ikke-konvensjonelle personbiler. Hvordan slike avgifter vil utformes og hvilke virkninger de vil ha på transportetterspørselen er usikkert.

- Sentrale myndigheter bevilger tilskudd til fylkeskommunenes drift av kollektivtransport og gjennom belønningsordningen som omfatter de 9 største byene i Norge. Gjennom disse bevilgningene vil sentrale myndigheter kunne påvirke konkurransekraften til kollektivtransporten.
- ITS-løsninger kan også ha stor betydning for transportsektoren, eksempelvis gjennom optimalisering av veipricing og gjennom forbedring av logistikkproduktivitet. Dette er et felt under rask utvikling, og det er usikkert i hvilken grad transportmyndighetene vil godkjenne, anvende og tilretteleggelse for slike løsninger.

Sentrale myndigheter legger sammen med lokale myndigheter premisser for hvilke samferdselsinvesteringer som realiseres i Norge. Selv om investeringene hovedsakelig utredes hver for seg i planfasen, kan det ofte være sammenheng mellom dem. Eksempelvis kan et jernbanetiltak redusere lønnsomheten av en konkurrerende veiutbygging. Dersom slike samspillsvirkninger oversees, for eksempel ved at de ikke tas hensyn til i de prosjektspesifikke analysene, vil den faktiske lønnsomheten ved tiltakene kunne bli svært forskjellige fra den utredede lønnsomheten.

Sentrale myndigheters politikk også utenfor samferdselsområdet vil ha betydning for Norges økonomiske utvikling, både gjennom pengepolitikken og gjennom finanspolitikken generelt. I henhold til såkalt Keynesiansk politikk kan infrastrukturbygging fremstå som et egnet virkemiddel til å dempe lavkonjunkturer og bremse overopphetning i økonomien. Politisk usikkerhet kan følgelig henge sammen med systematisk usikkerhet.

Eksemplene over viser at de politiske rammebetingelsene innenfor samferdselsområdet vil samvariere med usikkerheten om førekortinnhavet og om bilholdet. Myndighetenes politikk har også en betydning for teknologiusikkerhet, ettersom den er med på å danne grunnlaget for innfasingen av ny teknologi.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Elementet må sees som svært viktig ettersom myndighetenes politikk er premissgivende for generaliserte reisekostnader. Dette er også usikkerhet som per definisjon kan påvirkes av politiske beslutningstagere, og er derfor viktige å synliggjøre.

### 3.6 Politisk usikkerhet, lokalt

Dette går spesielt på usikkerhet rundt areal- og transportplaner og deres påvirkning på transportetterspørselen. Det kan dreie seg om lokalisering av viktige funksjoner som generer stor transportetterspørsel (sykehus; kjøpesentre etc.), om lokalisering av boliger og arbeidsplasser, nærheten mellom disse og om befolkningstettheten. Instrumenter som parkeringstilgang, tilrettelegging for distribusjonstransport og kollektivtilbudet – som er underlagt lokale myndigheters beslutningsdomene – har betydning for transportomfanget og for transportmiddelvalget.

Litman (2015) vurderer hvordan ulike arealfaktorer som tetthet, regional tilgjengelighet, nærheten mellom ulike typer arealer (boliger, arbeidsplasser og institusjoner) påvirker transportetterspørselen. Han finner at de fleste faktorene har små effekter (typisk et par prosent endring), men at samspillet mellom disse kan ha

stor betydning for transportteterspørselen. På bakgrunn av funnene sine hevder Litman at fornuftige arealplaner kan redusere bilhold og bilreiser med 20-40 prosent og bidra til sterk vekst i gange, sykling og kollektivbruk.

I henhold til Litman (2015) impliserer en økt fortetting typisk en reduksjon i bilholdet. Følgelig er det en samvariasjon mellom usikkerhet om førerkort-innhavet og bilhold og lokal politisk usikkerhet. Lokale myndigheters generelle politikk vil også ha betydning for næringsusikkerhet og demografi. Det er også bindinger mellom politisk usikkerhet for sentrale og lokale myndigheter, bl.a. ved at lokale myndigheters inntekter i stor grad kommer som tilskudd fra sentrale myndigheter.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Elementet må aneeses som svært viktig under omstendigheter hvor lokal politikk (f.eks. arealpolitikk) kan være en betydelig faktor i bestemmelsen av framtidig transportteterspørselen.

### 3.7 Næringsusikkerhet

Næringsusikkerhet vil påvirke analysen på flere områder, men først og fremst med hensyn til transportteterspørsel. Endringer i næringslivet i området som studeres vil først og fremst påvirke hvor mange arbeids- og fritidsreiser og hvor mye godstransport som blir gjennomført i løpet av analyseperioden.

Næringsusikkerhet er usikkerhet knyttet til hvor mange, hvor store og hvilken type bedrifter som er i drift, og hvor mange arbeidsplasser som eksisterer i området vi studerer. Arbeidsplassers lokalisering kan endre seg drastisk i mindre samfunn med én eller noen få hjørnesteinsbedrifter. Næringsusikkerhet dekker også usikkerheten knyttet til nedleggingen eller opprettelsen av andre kommersielle reisemålpunkter, bl.a. handel og opplevelser.

Et symptom på usikkerheten er hvordan spredningen i arbeidsledighet, målt ved det relative standardavviket (standardavvik/gjennomsnitt), er høyere når man ser på fylkes- og kommunenivå sammenlignet med nasjonalt nivå. Det relative standardavviket på arbeidsledighet i perioden 1999-2014 var på nasjonalt nivå 22 % (Gjennomsnitt: 2,8 % og standardavvik 0,6 %), mens det uvektede gjennomsnittlige relative standardavviket for fylker og kommuner var henholdsvis 24 % og 37 %.

Flere aspekter ved næringsusikkerhet henger sammen med konjunkturusikkerhet, spesielt hvis noen viktige lokale bedrifter er svært konjunkturfølsomme. I tillegg kommer trender innen handel og opplevelser og næringsstrukturelle aspekter inn i bildet. De vil også påvirke og la seg påvirke av lokal demografisk utvikling. Områder som utgjør større markeder og bedre tilgang til kvalifisert arbeidskraft vil isolert sett gi bedre grobunn for næringsliv, og områder med sterkere næringsliv vil isolert sett tiltrekke seg tilflyttere. Næringsusikkerhet påvirkes også av politisk usikkerhet, både lokalt og nasjonalt.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Dersom konjunkturusikkerhet, demografisk usikkerhet og politisk usikkerhet er godt behandlet, vil det i mange tilfeller være unødvendig å behandle næringsusikkerhet. I noen tilfeller, hvor næringsstrukturen i området som studeres er preget av ensidighet (én eller noen få hjørnesteinsbedrifter), eller hvor det er påkrevd å gjøre dyptgående vurderinger av netto ringvirkninger, vil dette være en svært viktig usikkerhet som kan gi betydelige utslag på analysen av ulike prosjekter.

### 3.8 Usikkerhet i restverdien

Restverdien skal gjenspeile hvor lenge prosjektet kan fortsette å gi nytte ut over den konvensjonelt fastsatte analyseperioden. Usikkerheten gjelder altså prosjektets levetid, eller anleggets levetid, om vi snakker om et infrastrukturprosjekt. Det er klart at det dreier seg om en svært usikker størrelse, og at den avhenger av mange ulike forhold.

Den økonomiske levetida kan defineres som den tida hvor prosjektet fortsetter å tjene sitt formål. Ofte vil det være etterspørselen som begrenser den økonomiske levetida. Etterspørselen etter et bestemt objekt, som et stykke veg eller en havn, vil vanligvis bare falle bort dersom det kommer andre måter å tilfredsstille den samme etterspørselen på. Det kan være en ny og bedre veg på samme strekning som den gamle eller større endringer i seilingsmønsteret til skipene som pleide å anløpe havna. På sett og vis er dette snakk om politisk risiko – det avgjørende er hvilke politiske planer som gjennomføres i tida fram til analyseperiodens utløp. Men teknologisk utvikling og demografiske endringer spiller også ofte en stor rolle. Som regel vil det uansett være snakk om faktorer som det vil være svært vanskelig å si noe sikkert om i et 40-50 års perspektiv. Så langt fram i tid vil det være høy scenariosikkerhet, som forklart i kapittel 2.1. Det kan være tilfeller hvor det er fare for at etterspørselen faller vekk allerede om få år. Det kan gjelde hjørnesteinsbedrifter som må stenge, teknologiske løsninger som brått kan bli foreldet, osv.

Den reinte tekniske levetida til prosjektet, eller til nøkkelementer i konstruksjonen, vil kanskje ikke være fullt så usikker som spørsmålet om hvor lenge konstruksjonen fortsetter å bli brukt. Det er likevel en betydelig usikkerhet også om dette. Det gjelder spesielt der en prøver ut ny teknologi.

Å anslå den usikre levetida vil ofte kreve betydelig ekspertise om transportmarkedene og markedene som betjenes av transporten, og om teknologien.

Det som bestemte restverdiens størrelse var tidligere anleggskostnaden, men nå er det årlig netto nytte ved utløpet av anleggsperioden. Denne faktoren er naturligvis påvirket av samme faktorer som netto nytte ellers, men med sterkere vekt på usikkerhet om etterspørselen og teknologien. Den andre faktoren som spiller en rolle, er det antall år som nytten ved utløpet av analyseperioden skal multipliseres med. Vi mangler ofte empirisk belegg for hvor lang levetida vil være. Det er dessuten stor usikkerhet rundt kostnadene som må bæres når anlegget skal rehabiliteres, når den første store rehabiliteringen vil skje, eller hvor hyppig de viktigste komponentene må skiftes ut.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Dette elementet vil først og fremst være viktig dersom tiltakets levetid er betydelig lengre enn analyseperioden.

### 3.9 Modellusikkerhet

I de aller fleste tilfeller hvor det gjøres NKAer av samferdselsprosjekter i Norge er de trafikale konsekvensene beregnet ved hjelp av en eller flere transportmodeller. Dermed vil eventuelle usikkerheter knyttet til modellenes forutsetninger være fundamentale for usikkerheten til NKAer. Dette kan være forutsetninger knyttet til:

- **Trafikantadferd:** Dette er usikkerhet knyttet til modellens begrensninger i å modellere realistisk trafikantadferd. F.eks. forutsettes det når man bruker *EFFEKT* at trafikantene ikke endrer lokalisering, bilhold, reisehyppighet, destinasjon og reisemåte som følge av prosjektet, men de kan evt. endre reiserute. I *RTM* forutsettes normalt at trafikantene ikke endrer lokalisering eller bilhold som følge av tiltaket, men de kan endre reisehyppighet, destinasjon og reisemåte. Dersom tiltaket er i en by hvor det kan forekomme alvorlige køproblemer – nå eller i de framtidsårene man vil si noe om – bør valget av reiserute bygge på prinsippet om brukerlikevekt. Dersom det ikke er køer, vil rutevalget i modellen bygge på prinsippet om raskeste veg eller laveste generaliserte kostnad. Vanskelighetene knyttet til å modellere kø gjør at det vil eksistere betydelig usikkerhet i modellberegningene i byområder.
- **Tidsverdier og elastisiteter:** I tillegg til den ovennevnte usikkerheten om hvorvidt modellene klarer å modellere realistisk trafikantadferd, kan det i tillegg eksistere usikkerhet knyttet til sentrale parametere anvendt i modellen. Dette kan være usikkerhet knyttet til om de estimerte tidsverdiene i modellen er realistiske og om de implisitte elastisitetene med hensyn på tid og kostnad samsvarer med rådende kunnskap innen forskning og praksis. Dette punktet dekkes nærmere under parameterusikkerhet.
- **Prediksjonskvalitet:** Det kan eksistere usikkerhet knyttet til at modellen faktisk spår riktig når den brukes på et annet datamateriale enn den som den er estimert på. Dette er spesielt gjeldende når man skal estimere en framtidssituasjon som det naturligvis ikke eksisterer data på. En studie av Welde og Odeck (2011) viser at transportmodellene i snitt overestimerte transporttettersspørselen med 2,5 % med min- og max-verdier på henholdsvis -35,2 % og 45 % for 25 bompengefinansierte prosjekter i perioden 1990 – 2007. For 25 prosjekter som ikke var finansiert av bompenger i perioden 2001-2007 var transporttettersspørselen i snitt underestimert med 19 %, med min- og max-verdier på henholdsvis -14,6 % og 76,1 %.

I tillegg til at det er iboende usikkerhet i forutsetningene til modellen, er det også usikkerhet knyttet til hvilke feil som kan oppstå ved at det eksisterer inkonsistenser mellom modellberegningene og nyttekostnadsberegningene. Et aspekt ved dette er at det er et avvik mellom tidsverdien i transportmodellene og i nytteberegningene. Ifølge Minken (2013) er tidsverdiene i modellen aktørens «opplevde» kostnad, mens i nytteberegningene blir disse «korrigert» til faktiske kostnader. «Modellverdiene» er nødvendige for at modellen skal produsere realistiske resultater, mens «nytttekostnadsverdiene» er i henhold til offisielle verdsettingsstudier. Dersom dette avviket er stort er det et symptom på inkonsistens. DFØ (2014) sine anbefalinger om realprisjustering av tidsverdier vil forsterke dette problemet, da det vil øke gapet mellom «modellverdiene» og «nytttekostnadsverdiene».

Modellusikkerheten blir også påvirket av usikkerheten i andre områder av analysen. Skulle man tatt hensyn til scenarionsikkerheten gjennom følsomhetsanalyser på en konsistent måte, trengs omkoding av modellen og nye kjøring for analyse av hvert

scenario for hvert alternativ. Dette ville vært svært krevende, noe som sannsynligvis er hovedgrunnen til at denne typen følsomhetsanalyser ikke gjennomføres i praksis. Følsomhetsanalyse på NKA-beregningene, på aspekter som inngår i transportmodelleringen, innebærer strengt tatt inkonsistens mellom modellberegningene og følsomhetsanalysen. Dette er en sentral del av modellusikkerheten.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Modellusikkerhet er vurdert som svært viktig ettersom trafikkendringer er en del av selve fundamentet for nyttekostnadsberegningene. Uheldigvis er dette et usikkerhetsmoment det er svært krevende å ta hensyn til, da det vil innebære omfattende arbeid med omkodning og modellkjøringer. Den beste måten å ta hensyn til denne usikkerheten er å sørge for at alt forarbeidet til modellen har gjort den så god som mulig. Vi henviser til Minken (2011) for en nærmere beskrivelse av denne typen usikkerhet og anbefalinger knyttet til realismesjekking av forutsetninger og validering av modellen.

### 3.10 Usikkerhet i modeller for bilhold og førerkortinnhav

Tilgang til førerkort og bil har betydning for individets transportmiddelvalg ettersom tilgangen og bruk henger sammen. Dette påvirker den samfunnsøkonomiske analysen, bl.a. gjennom å påvirke antall kollektivreiser og dermed inntekten til operatører, og har effekter for samfunnet for øvrig ettersom bilkjøring generelt er mer forurensende enn kollektiv, sykkel og gange. Her eksisterer det mye scenariocusikkerhet knyttet til bl.a. og inntektsutvikling og demografisk utvikling. Slike sammenhenger er gjennomgått i bl.a. Paulley m fl. (2006) og Huo og Wang (2012)..Denne vil, som beskrevet tidligere, være høyere på lokalt nivå enn på nasjonalt nivå. I tillegg er det scenariocusikkerhet knyttet til politisk usikkerhet, både nasjonalt (f.eks. avgifter på bilkjøp) og lokalt (parkeringspolitikk).

I tillegg til den beskrevne scenariocusikkerheten er det en betydelig modellusikkerhet. Som inndata til transportmodeller, brukes resultater fra segmenteringsmodeller for bilhold og førerkortinnhav (BHFk-modeller). Det benyttes demografisk data som fordeler befolkningen på grunnkrets nivå etter alder, kjønn og husholdningskategorier. Videre segmenteres personer etter ulik biltilgang i husholdningen og førerkortinnhav. Resultatene fra disse modellene benyttes direkte i modellene for valg av transportmiddel og destinasjon (Madslien m.fl., 2005).

Metodeusikkerheten ligger flere steder. Det ligger bl.a. i verktøyet for å prognostisere førerkortinnhavet, i kalibreringen av BHFk-modeller til prognoser, og hvorvidt «nyttefunksjonene» BHFk-modellene er spesifisert med klarer å anvende data på bl.a. alder, kjønn, familietype, befolkningstetthet og inntekt til å produsere presise estimater på bilhold og førerkortinnhav per grunnkrets.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: På samme måte som modellusikkerheten beskrevet i 3.9, vurderes dette elementet som svært viktig for analysene. Det er en del av fundamentet for transportmodellberegningene, og således en del av fundamentet for nyttekostnadsberegningene.

### 3.11 Parameterusikkerhet (Usikkerhet om ikke-observerbare priser)

Med parameterusikkerhet tenker vi her på usikkerhet knyttet til estimerte enhetspriser som er sentrale for å kalkulere samfunnsøkonomiske nyttevirksomheter av transporttiltaket. Tidsverdier, verdien av et statistisk liv, og andre verdier avledet av verdien av et statistisk liv (miljømessige skadekostnader) er viktige eksempler. Disse verdiene er av stor betydning for brukernytten og for kostnadene for samfunnet for øvrig, og er derfor viktig for den samlede velferdsvirkningen av tiltaket.

En utfordring med de nevnte enhetsprisene er at de ikke er direkte observerbare ettersom at tid og miljøpåvirkninger normalt ikke omsettes i et marked. I stedet må man anvende metoder som tilstreber å utlede prisene basert på individenes observerbare adferd. Slike metoder deles hovedsakelig i avslørte preferanser (revealed preference) og uttalte preferanser (stated preference) metoder (Rødseth og Killi, 2014). Generelt vil estimatene avhenge av datasett og metodevalg, samt de forutsetningene som legges til grunn for utledningen av enhetsprisene (for eksempel valget av funksjonsform som benyttes i analysen). Uttalte preferanser har også en svakhet ved at feilrapportering kan forekomme, dvs. at uttalt betalingsvillighet avviker fra individenes faktiske betalingsvillighet (Wardman, 1988).

Nylig beregnet Transportøkonomisk institutt eksterne kostnader ved veitrafikk (Thune-Larsen m. fl., 2014), hvor eksterne kostnader knyttet til trafikkulykker står for rundt 60 prosent av de samlede skadekostnadene ved veitrafikk. Thune-Larsen m. fl. (2014, s. 46) presenterer følsomhetsanalyser som viser at ulykkeskostnadene er svært sensitive til forutsetningene som ligger til grunn for deres beregning (spesielt risikoelastisiteten).

Ulykkeskostnadene og andre miljømessige skadekostnader er generelt avledet av verdien av et statistisk liv. Størrelsen på denne verdien er også beheftet med stor usikkerhet. I henhold til de gjeldende anbefalingene om samfunnsøkonomiske analyser skal denne settes til 30 millioner 2012-kroner. Denne verdien er fremkommet som «et kompromiss» mellom to ulike beregninger; en samvalgsstudie som ga 22 millioner og en betinget verdsettingsstudie som ga 36 millioner (Samstad m. fl., 2010). Samstad m. fl. drøfter usikkerheten i sine estimatene og antyder en relativ usikkerhet på minst (+/-) 20%.

I henhold til Rundskriv R-109/14 skal verdien av tid, verdien av et statistisk liv og verdier avledet av verdien av et statistisk liv realprisjusteres. Denne justeringen medfører at parameterusikkerheten vil samvarierte med systematisk usikkerhet.

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Elementet blir vurdert som svært viktig for den samfunnsøkonomiske analysen ettersom parameterverdiene har stor betydning for beregningen av brukernytten og velferden til samfunnet for øvrig. Dette gjelder spesielt tidsverdiene.

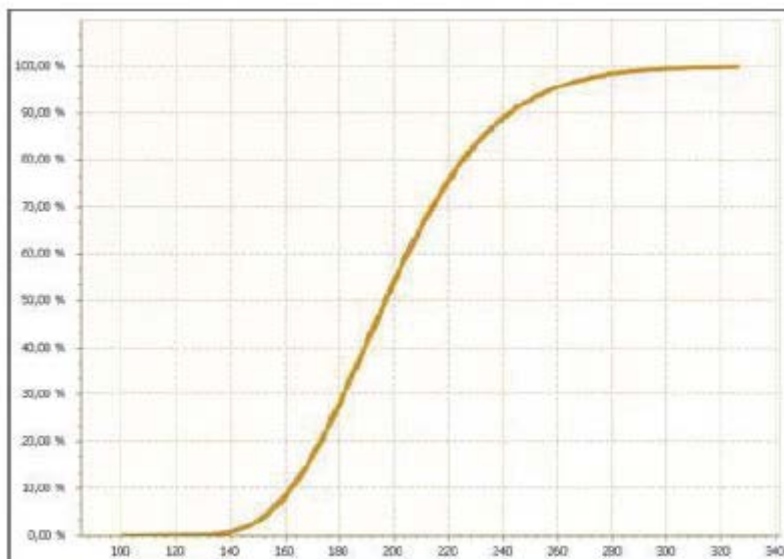


### 3.12 Kostnadsusikkerhet

Dette elementet dreier seg om usikkerhet knyttet til anleggskostnader og drift- og vedlikeholdskostnader. Kostnadene ved tiltaket har naturligvis stor betydning for den samfunnsøkonomiske analysen ettersom tiltakets lønnsomhet er avtakende i disse kostnadene.

Det eksisterer en stor akademisk litteratur om kostnadsoverskridelser. Denne viser at kostnadsoverskridelser er vanlige ved implementeringen av samferdselsprosjektet og at overskridelsene virker å henge sammen med flere faktorer som er vanskelig å predikere og å kontrollere (Odeck, 2014). Her analyseres 1045 samferdselsprosjekter i Norge i perioden mellom 1993 til 2007 og finner en samlet kostnadsoverskridelse på 1742 millioner kroner<sup>3</sup>.

I motsetning til for nyttesiden, ligger det allerede en probabilistisk metode for beregning av anleggskostnader til grunn for Statens Vegvesens samfunnsøkonomiske analyser. Denne metoden kalles «Anslagsmetoden» og er beskrevet i Håndbok R764 (Statens vegvesen, 2014b). Det er forventningsverdien fra anslagsanalysen som skal benyttes i den samfunnsøkonomiske analysen. Denne beregnes ved hjelp av simuleringverktøyet i Anslag. Basert på simuleringen kan man beregne sannsynlighetsfordelingen til hele kostnadsestimatet. Fra denne fordelingen finner man forventningsverdien og X-prosentkvantiler. Sistnevnte er den verdien av den stokastiske variabelen (her kostnadsestimatet) som er slik at det er X prosent sannsynlig at den ikke blir overskredet. 85 prosentkvantilet angir f.eks. den verdien som det er 85 % sannsynlig at ikke overskrides. I praksis benevnes prosentkvantilene som P85, P50 og tilsvarende. Det er vanlig å visualisere simuleringresultatene gjennom figurer som S-kurver og Tornadodiagram (se Figur 1).



Figur 1: Eksempel på S-kurve. Kilde: Håndbok R764 (Statens vegvesen, 2014b)

<sup>3</sup> Odeck finner at organisatoriske reformer innen Statens Vegvesen ser ut til å ha betydning for størrelsen på kostnadsoverskridelsene.

I Norge beregnes kostnadsestimatene normalt i tre faser i planleggingsperioden; først i en initiell studie med konfidensintervall på (+/-) 40%, deretter som korridorplanestimer med 25% konfidensintervall, før detaljerte planestimer med 5 prosent konfidensintervall presenteres (Odeck, 2014). Statens Vegvesens håndbok V712 (Statens Vegvesen, 2015) angir krav til nøyaktighet i kostnadsestimatet avhengig av plangrunnlaget. Det er et krav at kostnadsoverslagene skal ha 70 prosent sannsynlighet for å ligge innenfor disse nøyaktighetsgrensene.

Anleggsperioden skjer før infrastrukturen tas i bruk, og det er følgelig ingen direkte sammenheng mellom kostnadsusikkerheten og usikkerhet for nyttevirksomheter (eks. parameterusikkerhet). Ett unntak er naturligvis ved bompengefinansiering, hvor anleggskostnadene er bestemmende for den samlede brukerfinansieringen. Videre kan politisk usikkerhet påvirke kostnadsusikkerheten, for eksempel gjennom endringer i krav til utformingen av infrastruktur og gjennom samferdselssektorens organisering (jf. Odeck, 2014).

Vurdering av usikkerhetselementets viktighetsgrad: Elementet blir vurdert som svært viktig ettersom kostnadene har stor betydning for prosjektlønnsomheten.

## 4 Hvordan usikkerhet bør sammenstilles

### 4.1 Gjennomgåtte alternativer

I workshopen ble ekspertene delt inn i to grupper som hver for seg diskuterte fordeler og ulemper ved ulike måter å sammenstille usikkerhet i oppsummeringstabellen til en konsekvensanalyse på. I dag presenterer ikke oppsummeringstabellen usikkerheten i det hele tatt. Ekspertene gikk igjennom fire konkrete alternativer til dagens løsning. Dagens løsning fungerer dermed som et 0-alternativ, som blir sammenligningsgrunnlaget for de fire alternativene. Den anvendte workshopmetodikken er nærmere forklart i kapittel 1.3, hvor vi beskriver utforming av alternativ, workshopprogram, utvelgelse av deltagere (spredning i kompetanse). De fire alternativene til dagens oppsummeringstabell vises og beskrives under. For alternativ 1 til 4 er det markert en ring rundt de tabellrader som er forskjellige fra 0-alternativet, ettersom de vil inkorporere resultater fra usikkerhetsanalysen.

#### 4.1.1 Alternativer til sammenstilling i oppsummeringstabeller

Alt 0: Sammenstillingstabell uten usikkerhet

Tabellen her er tatt fra Håndbok V172, side 202. De alternative sammenstillingene under har denne som utgangspunkt.

	Alt. 0	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Prissatte virkninger				
Netto nytte (Netto nåverdi)		10	-100	90
Netto nytte per budsjettkrone		0,02	-0,2	0,6
I. Ranging prissatte konsekvenser	3	2	4	1
Ikke-prissatte virkninger				
Samlet vurdering		Strider mot nasjonale mål	Negativ	Negativ
II. Ranging ikke-prissatte virkninger	1	4	2	3
Samfunnsøkonomisk vurdering	0	Negativ	Negativ	Usikker avveining - heller mot Positiv
III. Samlet samfunnsøkonomisk rangering	2	4	3	1

Alt 1: Sammenstillingstabell med robusthetsrangering.<sup>4</sup>

Basert på de bakenforliggende usikkerhetsanalysene kan prosjektalternativene rangeres etter hvor robuste de er utfra endringer i usikre forutsetninger. Bakenforliggende analyse kan være både følsomhetsanalyse, scenarioanalyse eller break-even analyse.

	Alt. 0	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Prissatte virkninger				
Netto nytte (Netto nåverdi)		10	-100	90
Netto nytte per budsjettkrone		0,02	-0,2	0,6
I. Ranging prissatte konsekvenser	3	2	4	1
II. Robusthetsrangering	3	2	4	1
Ikke-prissatte virkninger				
Samlet vurdering		Strider mot nasjonale mål	Negativ	Negativ
III. Ranging ikke-prissatte virkninger	1	4	2	3
Samfunnsøkonomisk vurdering	0	Negativ	Negativ	Usikker avveining - heller mot Positiv
IV. Samlet samfunnsøkonomisk rangering	2	4	3	1

<sup>4</sup> Med robusthetsrangering mener vi her rangering der en også tar hensyn til prosjektalternativenes rangering etter netto nytte (eller netto nytte per budsjettkrone) når man tar hensyn til usikre forutsetninger i analysen.

Alt 2: Sammenstillingstabell med realistiske best- og worst case

Fordrer scenarioanalyse hvor flere usikre forutsetninger varierer samtidig. Analysen kan være enkel eller simuleringsbasert. Førstnevnte innebærer punktestimater på best og worst case. Sistnevnte kan gi estimat på fordelingen til netto nytte, vist ved f.eks. P15 og P85 (se kap. 3.12).

	Alt. 0	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Prissatte virkninger				
Netto nytte (Netto nåverdi)		10	-100	90
Netto nytte per budsjettkrone		0,02	-0,2	0,8
I. Rangering prissatte konsekvenser	3	2	4	1
Netto nytte, best case scenario		280	115	302
Netto nytte, worst case scenario		-240	-325	-112
Ikke-prissatte virkninger				
Samlet vurdering		Strider mot nasjonale mål	Negativ	Negativ
II. Røngering ikke-prissatte virkninger	1	4	2	3
Samfunnsøkonomisk vurdering	0	Negativ	Negativ	Usikker avveining - heller mot Positiv
III. Samlet samfunnsøkonomisk rangering	2	4	3	1

Alt 3: Sammenstillingstabell med robusthetsrangering og realistiske best og worst case.

Kan bygge på samme type analyse som Alt 2, men viser også robusthetsrangeringen som følger av alternativenes rangering i hhv. best og worst case scenario.

	Alt. 0	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Prissatte virkninger				
Netto nytte (Netto nåverdi)		10	-100	90
Netto nytte per budsjettkrone		0,02	-0,2	0,8
I. Røngering prissatte konsekvenser	3	2	4	1
Netto nytte, best case scenario		280	115	302
Netto nytte, worst case scenario		-240	-325	-112
II. Robusthetsrøngering	3	2	4	1
Ikke-prissatte virkninger				
Samlet vurdering		Strider mot nasjonale mål	Negativ	Negativ
III. Røngering ikke-prissatte virkninger	1	4	2	3
Samfunnsøkonomisk vurdering	0	Negativ	Negativ	Usikker avveining - heller mot Positiv
IV. Samlet samfunnsøkonomisk rangering	2	4	3	1

Alt 4: Sammenstillingstabell med robusthetsrøngering og break-even forutsetninger.

Viser hvordan usikre forutsetninger må variere for at netto nytte skal bli lik null. Hva må inntreffe negativt for et forventet lønnsomt alternativ, og hva må inntreffe positivt for et forventet ulønnsomt alternativ? Fordrer at usikkerhetsanalysen er en break-even analyse.

	Alt. 0	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Prissatte virkninger				
Netto nytte (Netto nåverdi)		10	-100	90
Netto nytte per budsjettkrone		0,02	-0,2	0,8
I. Røngering prissatte konsekvenser	3	2	4	1
Netto nytte = 0 hvis		5 % høyere anleggskostnad ELLER 0,9 % trafikkvekst istedenfor 1 %	15 % lavere anleggskostnad ELLER 3 % trafikkvekst istedenfor 1 %	20 % høyere anleggskostnad ELLER 0,5 % trafikkvekst istedenfor 1 %
II. Robusthetsrøngering	3	2	4	1
Ikke-prissatte virkninger				
Samlet vurdering		Strider mot nasjonale mål	Negativ	Negativ
III. Røngering ikke-prissatte virkninger	1	4	2	3
Samfunnsøkonomisk vurdering	0	Negativ	Negativ	Usikker avveining - heller mot Positiv
IV. Samlet samfunnsøkonomisk rangering	2	4	3	1

#### 4.1.2 Alternativer til bakenforliggende usikkerhetsanalysemetoder

Som beskrevet over er det ulike metoder for å analysere usikkerheten i en NKA som passer til de ulike oppsummeringstabellene. Vi legger til grunn følgende metoder:

- **Følsomhetsanalyse:** Man varierer usikre variabler en og en, ofte etter deres minimums- og maksimumsverdier, og ser hvordan det påvirker prosjektets lønnsomhet sammenlignet med estimert/mest sannsynlige utfall.
- **Scenarioanalyse, enkel:** Man varierer flere usikre variabler av gangen, og hver kombinasjon av variasjoner utgjør ett scenario. Flere kombinasjoner av utfall av usikre variabler gir flere scenarioer, slik at man får et bilde av hvor mye prosjektets lønnsomhet kan variere. I motsetning til simuleringsbasert scenarioanalyse, får man ikke laget en komplett sannsynlighetsfordeling mellom scenarioer, men det er mulig å anvende enkle erfaringsbaserte sannsynligheter for ulike tilstander i de ulike scenarioene. Slik praksis beskrives bl.a. i den australske veilederen (Australian Transport Council, 2006).

Metoder for enkle scenarioanalyser kan også deles inn i to undergrupper:

- *Konstruksjon av fremtidshistorier:* Det forventede resultatet av NKAen inntreffer hvis fremtiden utvikler seg som forventet, inndata til analysen er riktige, og metodene som brukes fører til riktige resultater, gitt riktig inndata. For å analysere usikkerheten i dette kan man konstruere scenarioer som fremtidshistorier, hvor kritiske usikkerheter om fremtidig utvikling, inndata og anvendt metode gir grunnlag for ulike historier. De ulike fremtidshistoriene illustrerer usikkerheten i utfallsrommet til NKAen. I boka *Scenarios – the art of strategic conversation* (van der Heijden, 1996:187) gis følgende prinsipper for å bygge scenarioer:
  - Det trengs minst to scenarioer for å reflektere noen form for usikkerhet. Mer enn fire scenarioer viser seg å være organisatorisk upraktisk.
  - Hvert scenario må være plausibelt. De må utfolde seg i et logisk årsaks-virkningsforhold fra fortid og nåtid til fremtiden.
  - De må være internt konsistente. Det betyr at hendelsene innad i scenarioet må holde seg innenfor årsaks-virkningslogikken.
  - De må være relevante for beslutningstager.

Se også DFØ (2006) for en kort gjennomgang av hvordan slike scenarioer som fremtidshistorier kan bygges.

- *Scenarioer som følsomhetsanalyse av flere variabler samtidig:* De samme variablene som ville vært viktige i en følsomhetsanalyse av NKA-resultatene, vil være viktige i en scenarioanalyse. Disse usikre variablene vil i scenarioanalysen varieres samtidig, ofte etter deres minimums- og maksimumsverdier. På den måten lages flere scenarioer, gjerne av typen best case og worst case. Dette gir et bilde av utfallsrommet til prosjektets lønnsomhet. Slike varianter av enkle scenarioanalyser beskrives i både DFØ (2006) og DFØ (2014).
- **Scenarioanalyse, simuleringsbasert:** Ved å anslå sannsynlighetsfordelingen til de viktigste usikre variablene i nyttekostnadsanalysen, kan man gjennom simuleringer (f.eks. Monte Carlo simuleringer) få et estimat på sannsynlighetsfordelingen på lønnsomheten til prosjektet. Normalt presenteres slike resultater med nøkkelresultatene P15, P50 og P85.
- **Break-even analyse:** Innebærer justering av usikre variabler slik at NNV blir lik null eller et alternativt blir mer lønnsomt enn et annet. For eksempel, jo kraftige justeringer som kreves for å få et lønnsomt prosjekt til å ha en NNV lik null, jo sikrere kan man være på lønnsomheten i prosjektet.

## 4.2 Viktigste fordeler og ulemper

Hvert av de fire alternativene ble diskutert i gruppene, etter at hver deltager uforstyrret fikk skrevet ned hva vedkommende mente var viktige fordeler og ulemper ved alternativ. I tabellen under oppsummeres gruppedeltagerens argumenter.

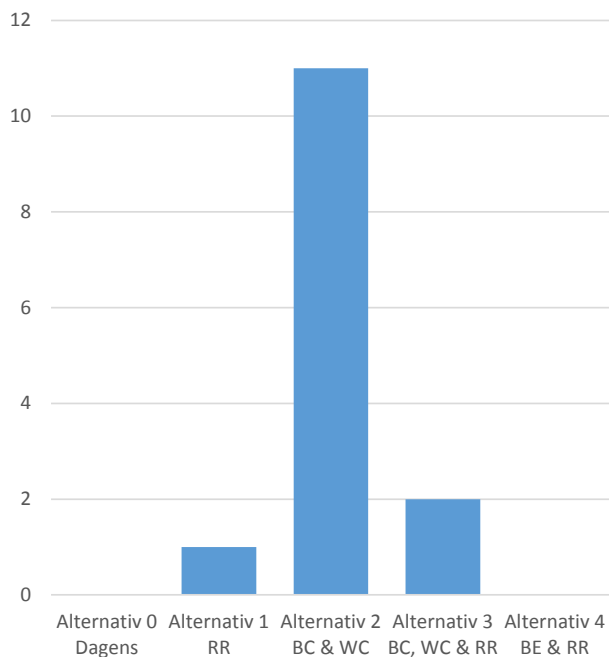
Tabell 4: Workshopdeltagernes argumenter for og imot hvert alternativ til oppsummeringstabell

Fordeler	Ulemper
<b>Alt 1: Sammenstilling med robusthetsrangering</b>	
<p>Enkel og tar opp lite plass i tabellen</p> <p>Setter få begrensninger på hvilke typer usikkerhetsanalyse kan gjøres, siden robusthetsrangeringen kun er konklusjonen på usikkerhetsanalysen</p> <p><i>Alle fordeler fordrer at det er klart hva som ligger i robusthetsrangering</i></p>	<p>Sier lite eller ingenting om usikkerhetsspennet – ulike rangeringer kan komme fra både minimale forskjeller i usikkerhet, eller svært store forskjeller i usikkerhet, uten at dette kommer tydelig frem av rangeringen</p> <p>Sier lite om den relative størrelsen på usikkerheten mellom alternativene (en indeks ville vært mer fruktbart)</p> <p>Lite gjennomiktig – gir ikke beslutningstager noe selvstendig vurderingsgrunnlag</p> <p>Kan være vanskelig å formidle til beslutningstakerne hva som ligger i robusthetsrangering</p>
<b>Alt 2: Sammenstilling med best- og worst case</b>	
<p>Viser utfallsrommet/ usikkerhetsspennet for netto nytte</p> <p>Usikkerhetsspennet er beslutnings-relevant – en beslutningstager kan ta en beslutning iht. individuell risikoaversjon</p> <p>Skiller prosjektalternativene reelt - viser hvordan usikkerheten varierer mellom alternativer</p> <p>Enkel, oversiktig og konkret- en mer avansert framstilling kunne bli vanskeligere å formidle</p> <p>Gir et inntrykk av skjevhet i fordelingen, gitt ved avstanden fra sannsynlig resultat til best og worst case</p> <p>Gir et faglig grunnlag for rangering av alternativens robusthet/usikkerhet</p> <p><i>Alle fordeler fordrer at realistiske best og worst case scenario defineres på akseptabelt vis</i></p>	<p>Framstillingen sier ingenting om sannsynligheter for de ulike scenarioene (med mindre scenarioanalysen gjøres simuleringsbasert og framstilles med f.eks. P15, P50 og P85).</p> <p>Scenarioene kan virke vilkårlige</p> <p>Kan tilsløre betydningen av at usikkerhetsspenn kan være relativt lite, men likevel stort i absolutte verdier for omfattende alternativer</p> <p>Kan bli arbeidskrevende sammenlignet med dagens praksis</p> <p>Kan bli rotete med først NNV (inkl. rangering), så best case/worst case, så ikke-prissatte, så samlet vurdering. De burde skilles tydeligere i tabellen.</p> <p>Kan være for «enkel» ved at de enkelte usikre faktorene i analysen (f.eks. anleggskostnader) ikke synliggjøres.</p> <p>Kan være uheldig at beslutningstager selv står for rangering av usikkerhet basert på presenterte verdier (uenighet i gruppene på dette punkt)</p>

<b>Alt 3: Sammenstilling med robusthetsrangering og best og worst case</b>	
<p>De samme fordeler som Alt 2, men også en fordel at en rangering av usikkerhet/robusthet avledes entydig fra best case og worst case.</p> <p>Gir mer informasjon enn tidligere alternativer</p>	<p>De samme ulempene som Alt 2 (med unntak av punktet hvor det ansees som uheldig at beslutningstager selv gjør rangering, og ikke blir presentert for en)</p> <p>Tabellen kan oppfattes som forvirrende og vanskelig å tolke – kan kreve mye verbal beskrivelse</p> <p>Kan bli tvilstilfeller (f.eks. hvis et alternativ er bedre enn et annet i best case, men dårligere i worst case), hvor usikkerhetsspennet og rangeringen ikke har en entydig logisk sammenheng</p>
<b>Alt 4: Sammenstilling med robusthetsrangering og break-even forutsetninger</b>	
<p>Intuitiv og enkel regneøvelse – kan redusere analysekostnadene</p> <p>Synliggjør konkret følsomheten i faktorene som betyr mest</p> <p>Mulighet for å rette søkelyset på det man har tro på kan føre til endring i enten positiv eller negativ retning</p> <p>Break-even gir en nyttig illustrasjon av robusthet</p> <p>Kan være et godt pedagogisk grep for å realitetsorientere politiker/beslutningstager</p>	<p>Rotete oppsummeringstabell hvis man har flere enn to usikre faktorer – kan bli omfattende og vanskelig å forstå</p> <p>Når parameterne varieres en og en får man ikke inntrykk av usikkerhetsspennet til netto nåverdi (NN)</p> <p>NN=0 sier ingenting om sannsynlighetene for tap eller gevinst – alternativet vil krevet en implisitt vurdering av sannsynligheter</p> <p>Når man varierer flere faktorer separat, er det ingen entydig link til robusthetsrangering</p> <p>Beslutningstager kan forledes til å tro at en lett oppnår NN=0</p>

### 4.3 Ekspert-workshopens konklusjon

Etter gjennomført gruppediskusjon hadde workshopdeltagerne avstemming på hvilket alternativ som var best egnet for sammenstilling av usikkerhet. Avstemmingen foregikk ved å skrive foretrukne alternativ (med forbehold, tillegg eller kombinasjoner mellom alternativer) på en post-it lapp. Resultatet fra avstemmingen ga et tydelig svar på hvilket alternativ som er foretrukket, se figuren under.



Figur 2: Resultat fra avstemming over hvilket alternativ til oppsummeringstabell som er best egnet til å vise usikkerhet. RR=Robusthetsrangering, BC=Best case, WC=Worst case, BE=Break-even

Alternativ 2, hvor usikkerhet framstilles med best og worst case scenario i oppsummeringstabellen, uten noen form for eksplisitt robusthetsrangering, var det foretrukne alternativet til 11 av 14 workshopdeltagere.

Flere av stemmene inneholdt presiseringer fra deltagerne. Noen av dem hadde sammenfallende presiseringer:

- Totalt seks deltagere, fordelt på 4 av de 11 stemmene for Alternativ 2, den ene stemmen for Alternativ 1, og 1 av 2 stemmer for Alternativ 3, presiserte at det bør skilles mellom usikkerhet i investeringskostnadene og usikkerhet i øvrige virkninger i oppsummeringstabellen.
- 4 av de 11 som stemte for Alternativ 2 presiserte at scenarioanalysene burde suppleres med break-even analyser av typen vist i Alternativ 4, men ikke som en del av oppsummeringstabellen.
- 2 av de 11 som stemte for Alternativ 2 presiserte at de ønsket at samtlige resultater per alternativ, mest sannsynlig resultat, best case og worst case burde presenteres på samme linje. På den måten vil usikkerheten bli en integrert del i presentasjonen av prissatte virkninger.

Oppfølgings spørsmål ble stilt etter at avstemmingsresultatene ble presentert.

Hva er de viktigste grunnene til hvorfor Alternativ 2 er det foretrukne alternativet? Svarene var:

- Det gir en god illustrasjon av utfallsrommet/usikkerheten for hvert alternativ
- Det kan være med på å illustrere skjevhet, dvs. om det kan være noen lange haler i fordelingen mot enten best case eller worst case.

Hvorfor er det viktig å skille mellom tiltakskostnadene og de øvrige virkningene i oppsummeringstabellen? Svarene var:

- Det er erfaringsmessig etterspurt av beslutningstager å se kostnadene isolert, ikke bare netto nytte.



- Det er faglig ryddig med tanke på usikkerhetsanalyse, siden det ligger i sakens natur at usikkerheten i tiltakskostnadene er separat fra usikkerheten i nytteberegningene.

Basert på innspillene fra workshopen kommer vi med en anbefaling av hvordan usikkerhet bør sammenstilles i oppsummeringstabellen til en samfunnsøkonomisk analyse i Tabell 5. Vi gir et eksempel på hvordan denne vil se ut utfylt i kapittel 4.4.

Vi vil kort oppsummere de viktigste punktene i tabellen, og argumentere for hvorfor de foreslåtte endringene styrker tabellen som beslutningsgrunnlag:

**Prissatte virkninger:** Dagens Håndbok V712 anbefaler en oppsummeringstabell som kun viser sluttresultatet på nyttekostnadsanalysen, med «mest sannsynlig punktestimat» for netto nytte og netto nytte per budsjettkrone. I foreslått tabell er regnestykket splittet opp i to ledd, og det presenteres med et usikkerhetsspenn:

*Investeringskostnader:* Vi foreslår å presentere denne delen av regnestykket separat, i form av de beregnede prosentkvantilene av kostnadenes sannsynlighetsfordeling P15, P50 og P85. Vi mener dette er fordelaktig bl.a. 1) fordi erfaringsmessig er beslutningstagere interessert å se denne delen av regnestykket isolert, 2) det er faglig ryddig å skille usikkerheten i investeringskostnaden fra usikkerheten i øvrige virkninger som inntreffer etter at byggeperioden er ferdig, og 3) det utnytter informasjonsverdien fra de simuleringsbaserte scenarioanalysene som gjøres på investeringskostnader.

*Netto nytte, eks. investeringskostnader:* Denne posten består av de nytte- og kostnadsvirkningene som inntreffer *etter* at investeringen er gjennomført og tiltaket er ferdigbygd. Det er dermed alle nytte- og kostnadsvirkninger som telles etter bruttometoden (jfr. Håndbok V712), dvs. virkninger for trafikanter, operatører, det offentlige og samfunnet for øvrig, *utenom* investeringskostnadene. Den gjennomførte nyttekostnadsanalysen beregner Mest sannsynlig case (MSC) for disse virkningene, og så gjennomføres scenarioanalyse for å beregne Best case (BC) og Worst case (WC) scenario per alternativ (et eksempel på dette gis i kapittel 4.4).

*Netto nytte:* Summen av *Investeringskostnader* og *Netto nytte, eks. investeringskostnader* for hvert scenario. Netto nytte i Mest sannsynlig case (MSC) tilsvarer «mest sannsynlig punktestimat» som er det som blir presentert alene i hht. dagens Håndbok V712. WC, MSC og BC gir til sammen et bilde av utfallsrommet for prosjektets lønnsomhet, og et inntrykk av om det kan være lange haler i sannsynlighetsfordelingen ut mot ytterpunktene BC og WC.

*Netto nytte per budsjettkrone (NNB):* Netto nytte delt på budsjettvirkning, i hvert scenario. NNB i MSC tilsvarer «mest sannsynlig punktestimat» som er det som blir presentert alene i hht. dagens utgave av Håndbok V712. Som beskrevet under Netto nytte gir WC, MSC og BC bilde av utfallsrommet og eventuelle skjevheter i fordelingen for prosjektets NNB.

*Rangering prissatte virkninger mellom alternativer per scenario:* Hvert alternativ kan rangeres etter netto nytte (eller NNB) i de respektive scenarioene. F.eks. kan alternativ A rangere høyere enn de andre alternativene i Worst Case og Mest sannsynlig case, mens alternativ B rangerer høyest i Best case. Rangeringen mellom alternativer i MSC tilsvarer den som blir presentert alene i hht. dagens praksis. Rangering per scenario gir dermed et bredere beslutningsgrunnlag, da det viser eksplisitt om noen prosjektalternativer er mer lønnsomme enn andre under ulike omstendigheter.

**Ikke prissatte virkninger:** Ingen endringer foreslått

**Samfunnsøkonomisk vurdering:** Ingen endringer foreslått. Gjennom de foreslåtte endringene i presentasjonen av prissatte virkninger, med WC, MSC og BC, gis en eksplisitt presentasjon av usikkerhetsbildet i analysen. Dette kan forventes å tas med inn i de samlede vurderingene av de ulike prosjekteralternativene, uten at det foreslås noen eksplisitt tallfestet vektning (på samme måte som det ikke foregår noen eksplisitt tallfestet vektning av hensynet til ikke-prissatte virkninger).

Tabell 5: Forslag til ny oppsummeringstabell for samfunnsøkonomisk analyse

	Alt. 0	Alt. A			Alt. B			Alt. C		
<b>Prissatte virkninger</b>										
		P85	P50	P15	P85	P50	P15	P85	P50	P15
<b>Investeringskostnader</b>										
		WC	MSC	BC	WC	MSC	BC	WC	MSC	BC
<b>Netto nytte, eks. investeringskostnader</b>										
		WC	MSC	BC	WC	MSC	BC	WC	MSC	BC
<b>Netto nytte</b>										
<b>Netto nytte per budsjettkrone</b>										
<b>I. Rangering prissatte virkninger mellom alternativer per scenario</b>										
<b>Ikke-prissatte virkninger</b>										
<b>Samlet vurdering</b>										
<b>II. Rangering ikke-prissatte virkninger</b>										
<b>Samfunnsøkonomisk vurdering</b>										
<b>III. Samlet samfunnsøkonomisk rangering</b>										

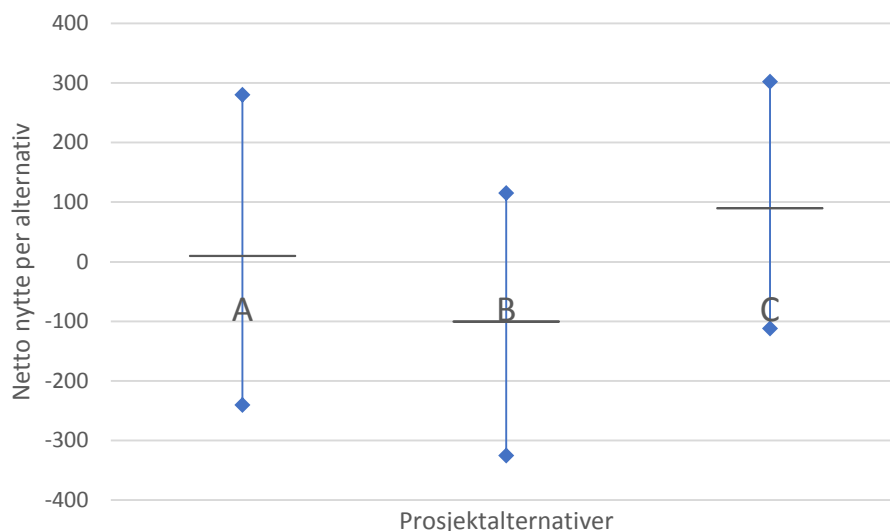
WC = Worst Case, MSC = Mest sannsynlig case, BC = Best case

I tillegg til endringene i oppsummeringstabellen var det flere i ekspert-workshopen som tok til orde for supplerende tabeller og figurer. Dette vil komme i tillegg til selve scenarioanalysen, som er oppsummert i oppsummeringstabellen.

Spesifikt ytret flere ønsker om break-even analyser i en tabell og visualisering av utfallsrommet i scenarioanalysene ved hjelp av en figur. Eksempler på dette kan være tabellen og figuren under.

Tabell 6: Eksempel på break-even analyse

	Alt. A	Alt. B	Alt. C
<b>Beregnet netto nytte</b>	10	-100	90
<b>Netto nytte = 0 hvis</b>			
<b>Anleggskostnader er</b>	5 % høyere	15 % lavere	20 % høyere
<b>Årlig trafikkvekst i stedet for 1 % er</b>	0,9 %	3 %	-0,5 %
<b>Trafikksikkerhetseffekten er</b>	10 % lavere	300 % høyere	90 % lavere



Figur 3: Eksempel på visualisering av utfallsrommet for ulike prosjektalternativer, basert på enkel scenarioanalyse

## 4.4 Implikasjoner for analysene

Den viktigste implikasjonen av resultatene fra workshopen er at praksis knyttet til analysen av usikkerhet skal gå fra følsomhetsanalyse til scenarioanalyse, og at resultatene skal presenteres i oppsummeringstabellen.

### 4.4.1 For beslutningstager

Beslutningstager (og interessenter som leser konsekvensanalysen) vil i den mest sentrale tabellen få en eksplisitt synliggjøring av usikkerheten i nyttekostnadsberegningen. Dette gir et rikere beslutningsgrunnlag for beslutningstager, som med dette kan velge alternativ på basis av forventede prissatte og ikke-prissatte virkninger og sin egen risikoaversjon.

### 4.4.2 For selve usikkerhetsanalysen

Når det gjelder den eksakte utformingen av usikkerhetsanalysen, er det et relativt stort mulighetsrom innenfor hovedanbefalingen. Å velge mellom ulike måter å gjennomføre usikkerhetsanalyse på, innebærer å balansere faglige hensyn opp mot hvor ressurskrevende det er å gjøre analysen.

#### Generelle utfordringer

Et kjerneproblem med å gjøre scenarioanalyse av resultater fra transportmodellberegninger er **spørsmålet om konsistens**. Dersom man skulle tatt hensyn til usikkerheten på en konsistent måte, ville det innebåret omkodning av transportmodellen og nye kjøring for analyse av hvert scenario for hvert alternativ. Dette ville vært best fra et faglig ståsted, men er svært krevende i praksis. Når man gjør scenarioanalyse i nyttekostnadsberegningene, uten å endre på noen ting i transportmodelleringen, er scenarioanalysen strengt tatt inkonsistent med likevekten i modellberegningen. Dette er nærmere utdypet i kapittel 3.9.

Et annet aspekt ved en slik scenarioanalyse er mulig **dobbeltelling av systematisk usikkerhet**. Den systematiske usikkerheten skal i prinsippet være tatt hensyn til i risikopremien i kalkulasjonsrenta. Generelt bør man derfor være varsom med å inkludere usikkerhet i variabler som henger sammen med systematisk usikkerhet inn i scenarioene, samtidig som det diskonteres med en rente med risikopåslag, siden dette kan innebære noe dobbeltelling av systematisk risiko.

Det kan imidlertid argumenteres for at den risikopremien i dagens kalkulasjonsrente, ikke skiller mellom prosjekter etter hvor konjunkturfølsomme de er, men behandler alle offentlige prosjekter likt. Dermed vil det være prosjekter hvor den systematiske risikoen implisitt blir overvurdert, og andre prosjekter hvor den blir undervurdert. Dagens praksis med samme risikopåslag for alle typer prosjekter kan ansees som en relativt stor overforenkling. I tillegg kan riktigheten i fallende risikopåslag over tid diskuteres. Bl.a. Gollier (2012) og Minken (2013a) tar til orde for at risikopåslaget under flere forutsetninger burde være stigende over tid. Det er dermed rom for ytterligere vurderinger av systematisk usikkerhet i tillegg. I en scenarioanalyse kan det f.eks. være hensiktsmessig å inkludere konjunktorene i det regionale næringslivet i vurderinger av usikkerheten i trafikkveksten knyttet til et tiltak.

Et annet sentralt aspekt i valget av hvordan scenarioanalysen bør gjennomføres, er hvorvidt den bør være «enkel» eller simuleringsbasert. Forskjellene mellom disse to metodene er forklart i kapittel 4.2.1.

### **Simuleringsbasert eller enkel scenarioanalyse**

**Fordeler med simuleringsbasert fremgangsmåte:** Dersom det kan fastsettes et usikkerhetsspenn for alle de viktigste variablene i regnestykket, kan det gjennomføres et stort antall trekninger av alle disse usikre variablene samtidig. Til sammen vil alle trekningene illustrere sannsynlighetsfordelingen til hele nyttekostnadsanalysen. På den måten vil man kunne angi sannsynligheter til ulike utfall. For eksempel vil man på samme måte som man normalt angir verdiene P50 og P85 på tiltakskostnader, kunne også angi disse på de øvrige virkningene. Som beskrevet i DFØ (2014): *Dette er selvsagt mer nyttig informasjon for en beslutningstaker enn å få vite at det eksisterer en mulighet (uvisst hvor stor) for et ekstremtilfelle hvor netto nåverdi kan bli for eksempel -2 millioner kroner. I tillegg vil en få identifisert hvilke elementer som bidrar mest til usikkerheten.* Det finnes et bredt utvalg av programvare som muliggjør simuleringsbasert scenarioanalyse, som regel Monte Carlo simuleringer, og som i tillegg til beregningene automatisk generer illustrative figurer for å visualisere usikkerheten, som S-kurver og Tornadodiagram (se kapittel 3.12).

**Ulemper med simuleringsbasert fremgangsmåte:** Sammenlignet med enkel scenarioanalyse er dette relativt ressurskrevende. Det kan også kreves egen programvare og kompetanse på programvaren. Det er dermed et omfattende verktøy å bruke på et informasjonsgrunnlag som ofte kan inneholde svakheter. Disse svakhetene er knyttet til: 1) Antakelsene om sannsynlighetsfordelingen til hver usikker variabel og samvariasjonen mellom dem – her kan det ofte være manglende tallgrunnlag og innslag av en del skjønn. 2) Inkonsistens med transportmodellberegningene, som nevnt tidligere.

**Fordeler med enkel fremgangsmåte:** Dersom antall kritiske usikkerheter i analysen er relativt begrenset, vil det være ressursbesparende å gjennomføre en enkel scenarioanalyse istedenfor en simuleringsbasert. Dersom man velger å bygge scenarioer som fremtidsbilder, kan man i tillegg få *en prosess som i seg selv skaper bevisstgjøring og læring om hvilke muligheter og trusler tiltaket kan møte* (DFØ, 2006).

**Ulemper med enkel fremgangsmåte:** Det er vanskelig å si noe om de ulike scenarioenes sannsynligheter. I tillegg har metoden de samme svakhetene som for simuleringsbasert fremgangsmåte, både ved at valg av usikkerhetsfaktorer og variasjonsbredden deres kan være basert på manglende tallgrunnlag og noe innslag av skjønn, og at det kan oppstå inkonsistens med transportmodellberegningene.

Avveiningen mellom hvor sofistikert usikkerhetsanalyse man velger å gjennomføre og hvor ressurskrevende det er å gjøre usikkerhetsanalysen vil variere fra prosjekt til prosjekt. Prosjektens størrelse og kompleksitet vil være blant aspektene som spiller inn i disse avveiningene. **En minimumsløsning for usikkerhetsanalyser** vil være å gjennomføre enkel scenarioanalyse basert på de samme variablene som er gjenstand for følsomhetsanalyse i dag, i tillegg til andre spesifisert i Retningslinje 2 for planarbeidet med Nasjonal Transportplan 2018-2029 (Samferdselsdepartementet, 2015).<sup>5</sup> Disse er:

- Investeringskostnader, gjerne i form av P15, P50 og P85 (vi anbefaler også å inkludere drifts- og vedlikeholdskostnader for å få med usikkerheten i livssyklusen)
- Trafikkvekst (som igjen påvirker endringer i brukernytte, operatørnytte og samfunnet for øvrig)

<sup>5</sup> Retningslinje 2 er nærmere beskrevet i kapittel 1.4.

- Tiltakets trafiksikkerhetseffekt
- Karbonprisbanen

Flere variabler kan være inkludert i scenarioanalysen. Hvis antall variabler er gjenstand for prioritering, foreslår vi følgende generelle retningslinjer for en slik prioritering:

- Endringer i variablene må være tilstrekkelig utslagsgivende
- Variabler som har en verdi som kan observeres på et senere tidspunkt (f.eks. minutter spart og antall personer eksponert for støy og lokal forurensing), bør prioriteres over variabler som ikke kan observeres (tidsverdier, verdien av statistisk liv). Dette er både fordi det gir mer håndfast læringsverdi når man vurderer prosjektet ex-post, og fordi flere av de observerbare variablene er også mer påvirkbare med tanke på prosjektets utforming (f.eks. minutter spart).

### **Om scenariokonstruksjon, med et eksempel**

Det er utenfor dette prosjektets mandat å lage metode for hvordan usikkerhetsanalyser bør gjennomføres, men vi velger å gi et illustrativt eksempel på hvordan en scenarioanalyse i tråd med anbefalingene kan se ut.

Usikkerheten i investeringskostnadene presenteres separat som P15, P50 og P85 verdier. Usikkerheten rundt øvrige viktige virkninger i nyttekostnadsanalysen vil vi derimot bygge scenarioer omkring.

La oss anta at vi skal gjøre scenarioanalyse av to prosjektalternativer. I det mest sannsynlige scenarioet er alternativene kjennetegnet på følgende vis:

- Alternativ A: Mest lønnsomt. Økt brukernytte og reduserte eksterne kostnader
- Alternativ B: Mindre lønnsomt. Økt brukernytte, men økt støy, lokale og globale utslipp (brukernytteeffekten dominerer)

Vi har valgt å gi et stilisert eksempel hvor alternativene har en ulik nytteprofil, for å vise hvordan usikre elementer kan slå ut ulikt for de forskjellige alternativene. Et usikkert elements høyeste verdi kan være del av et best case scenario for et alternativ, men del av et worst case scenario for et annet.

Variablene som er gjenstand for scenarioanalysen:

Omfang – påvirker både summen av brukernytte og eksterne virkninger:

- Trafikkvekst – årsaker til usikkerhet i trafikkvekst (utenom konjunkturer):
  - Ulike prognoser for befolkningsvekst
  - Regionale konjunktursvingninger
  - Næringsusikkerhet (inkludert strukturelle endringer i næringslivet)
  - Lokal politikk, bl.a. på arealutvikling
  - Nasjonal politikk, bl.a. på tilskudd og avgifter som påvirker transportkostnader, samt andre infrastrukturprosjekter
  - Teknologisk utvikling som påvirker transportkostnader
  - Transportmodellens prediksjonspresisjon

Verdi brukernytte:

- Usikkerhet i tidsbesparelser (feilmarginene i estimert tidsbesparelser)
- Usikkerhet i tidsverdien<sup>6</sup> (feilmarginene i estimatene fra tidsverdiundersøkelsen)

Verdi eksterne kostnader

- Usikkerhet i tiltakets trafikkikkerhetseffekt (metodisk usikkerhet i beregningene av endring i antall ulykker per mill. kjøretøykm på strekningen)
- Usikkerheten i verdien av statistisk liv (feilmarginene i estimatene)
- Usikkerhet i hvor mange personer som blir eksponert for lokal forurensing og støy fra tiltaket (metodisk usikkerhet i beregning av antall eksponerte, og scenariosikkerhet knyttet til hvor mange personer er aktuelle for eksponering i fremtiden)
- Usikkerhet i karbonprisbanen
- Usikkerhet i verdien av lokale utslipp og støy (feilmarginene i estimatene)

I vårt stiliserte eksempel illustreres utfallet av ulike usikkerheter i kulepunktene under. Legg merke til at noen variablers maksimumsverdier er del av et alternativs Best case scenario, men det andre alternativets Worst case scenario, og vice versa:

- Best case scenario for alternativ A er at alle prosjektspesifikke usikkerheter slår til i prosjektets favør, verdier av tid, liv, støy og lokale utslipp ligger i *øvre enden* av estimatenes feilmargin, og karbonprisbanen ligger i *øvre enden* av usikkerhetsspennet. Vice versa for worst case scenario.
- Best case scenario for alternativ B er også at alle prosjektspesifikke usikkerheter slår til i prosjektets favør, og verdier av tid og liv ligger i *øvre enden* av estimatenes feilmargin. Derimot har støy og lokale utslipp en verdi i *nedre enden* av estimatenes feilmargin, og karbonprisbanen ligger i *nedre enden* av usikkerhetsspennet. Lav verdsetting av støy og utslipp er positivt for et alternativ som bidrar til en økning i det. Vice versa for worst case scenario.

I tabellen nedenfor vises de usikre elementene som skal inkluderes i scenarioanalysen. De vises med maksimumsverdier og minimumsverdier for hvert alternativ (prosjektovergripende usikkerheter vil selvfølgelig ha samme usikkerhetsspenn for begge alternativene), relativt til variabelenes mest sannsynlige verdi, som er benyttet ellers i nyttekostnadsanalysen. Tabellen viser også hvorvidt det er maksimumsverdien eller minimumsverdien til en variabel som knyttes til det enkelte prosjektalternativets best-case (BC) og worst-case (WC) scenario. Legg merke til at *noen variablers maksimumsverdier er del av et alternativs Best case scenario, men det andre alternativets Worst case scenario*, og vice versa. Alle tallene til dette stiliserte eksempelet er fiktive.

---

<sup>6</sup> I rundskriv R-109/14 anbefales at tid og statistisk liv realprisjusteres med forventet vekst i BNP per innbygger. Det er diskutabelt at sammenhengen er så entydig, men gitt at man holder seg til denne anbefalingen, så er usikkerheten i veksten i disse verdiene gjenspeilet med systematisk usikkerhet. Dermed vil det å ta med denne usikkerheten inn i scenarioene innebære en viss grad av dobbelttelling av systematisk usikkerhet.

Tabell 7: Opplysning av Max- og Min-verdier til variabler i scenarioanalysen, og hvor disse Max- og Min-verdiene hører til prosjektalternativenes henholdsvis best-case og worst-case scenarioer

Variabel	Alternativ	Max- verdi relativt til mest sannsynlige	Min- verdi relativt til mest sannsynlige	BC per Alt	WC per Alt
Drift og vedlikeholdskostnader, årlige	A	+ 10 %	- 5 %	Min	Max
	B	+ 10 %	- 5 %	Min	Max
Trafikkvekst, årlig	A	+ 1 prosentpoeng	- 1 prosentpoeng	Max	Min
	B	+ 1 prosentpoeng	- 1 prosentpoeng	Max	Min
Tidsbesparelser	A	+ 3 min	- 2 min	Max	Min
	B	+ 5 min	- 1 min	Max	Min
Tidsverdien	A	+ 10 %	- 10 %	Max	Min
	B	+ 10 %	- 10 %	Max	Min
Trafikksikkerhets-effekt	A	+ 10 %	- 10 %	Max	Min
	B	+ 10 %	- 10 %	Max	Min
Verdien av statistisk liv	A	+ 20 %	- 20 %	Max	Min
	B	+ 20 %	- 20 %	Max	Min
Personer som blir eksponert for lokal forurensing og støy fra tiltaket	A	+ 100 pers	- 100 pers	Min	Max
	B	+ 300 pers	- 500 pers	Min	Max
Verdien av lokale utslipp og støy <sup>7</sup>	A	+ 10 %	- 10 %	Max	Min
	B	+ 10 %	- 10 %	Min	Max
Karbonprisbanen	A	Fortsatt lineært stigende etter 2030	Stabiliserer seg på 700 kr/tonn istedenfor 934 kr/tonn i 2030	Max	Min
	B	Fortsatt lineært stigende etter 2030	Stabiliserer seg på 700 kr/tonn istedenfor 934 kr/tonn i 2030	Min	Max

<sup>7</sup> Legg merke til at maksimumsverdien av lokale utslipp og støy er en del av Best case scenario for Alternativ A, men en del av Worst case scenario for alternativ B. Dette er på grunn av at alternativene har ulik profil mtp. hvordan de påvirker lokal forurensing, hvor Alternativ A medfører en reduksjon, mens Alternativ B medfører en økning. Tabellen viser det samme for karbonprisbanen. Scenarioene er nærmere beskrevet i teksten før tabellen.



Usikkerhetsspennet i de valgte variablene legger grunnlaget for den enkle scenarioanalysen. Resultatene fra scenarioanalysen blir en integrert del av presentasjonen av nyttekostnadsanalysen i oppsummeringstabellen, som vist nedenfor. Her presenteres resultatet fra den først gjennomførte nyttekostnadsanalysen (Mest sannsynlige case), samt resultatene fra scenarioanalysen; Best case og Worst case.

Tabell 8: Oppsummeringstabell for et eksempel på NKA med scenarioanalyse

	Alt. 0	Alt. A			Alt. B		
<b>Prissatte virkninger</b>							
		<b>P85</b>	<b>P50</b>	<b>P15</b>	<b>P85</b>	<b>P50</b>	<b>P15</b>
<b>Investeringskostnader</b>		-270	-200	-150	-240	-170	-140
		<b>WC</b>	<b>MSC</b>	<b>BC</b>	<b>WC</b>	<b>MSC</b>	<b>BC</b>
<b>Netto nytte, eks. investeringskostnader</b>		200	300	350	150	230	380
		<b>WC</b>	<b>MSC</b>	<b>BC</b>	<b>WC</b>	<b>MSC</b>	<b>BC</b>
<b>Netto nytte</b>		-70	100	200	-90	60	240
<b>Netto nytte per budsjettkrone</b>		-0.23	0.43	1.11	-0.33	0.30	1.41
<b>I. Rangering prissatte virkninger mellom alternativer per scenario</b>		1	1	2	2	2	1
<b>Ikke-prissatte virkninger</b>		Tekst			Tekst		
<b>Samlet vurdering</b>		Tekst			Tekst		
<b>II. Rangering ikke-prissatte virkninger</b>		Tall			Tall		
<b>Samfunnsøkonomisk vurdering</b>		Tekst			Tekst		
<b>III. Samlet samfunnsøkonomisk rangering</b>		Tall			Tall		

WC = Worst Case, MSC = Mest sannsynlig case, BC = Best case

I oppsummeringstabellen kommer det fram at Alternativ A er forventet å være mest lønnsomt. Når man sammenligner alternativenes worst-case scenarier, ser vi også at alternativ A kommer best ut, selv om det ligger an til negativ netto nytte for begge alternativer. Dersom man sammenligner alternativenes best case scenarier, ser vi at Alternativ B kommer best ut. Oppsummeringstabellen viser at Alternativ B både har større nedsiderisiko og høyere oppsiderisiko enn Alternativ A. Tabellen viser også at i det store og det hele er et større usikkerhetsspenn i utfallsrommet til Alternativ A enn til Alternativ B.

### **Oppsummert om anbefalt sammenstilling**

Oppsummeringstabellen som anbefales i denne rapporten er i stor grad en videreføring av den som gis i Håndbok V712, men den anbefalte tabellen har usikkerhetsspennet i analysen som en integrert del av presentasjonen. I tillegg imøtekommer tabellen ønsker fra flere hold om at investeringskostnadene presenteres separat fra de øvrige virkningene. Med presentering av usikkerhetsspenn for investeringskostnader, øvrige virkninger, netto nytte og netto nytte per budsjettkrone, åpnes det også for å rangere hvert alternativ i et worst case scenario, et mest sannsynlig scenario og et best case scenario. Uten at tabellen blir for uoversiktlig, formidler den nå rikere informasjon til beslutningstager. Som tidligere kan beslutningstager se alternativenes forventede prissatte netto nytte og utredernes vurdering av forventede ikke-prissatte virkninger, men nå vil også usikkerheten i de prissatte virkningene bli tydeliggjort. Ved å gi et så ryddig bilde som mulig av usikkerheten, og dermed noe av kompleksiteten i den virkelige verden, mener vi at anbefalingen skaper grunnlag for å ta bedre beslutninger.

## 5 Utenlandsk praksis knyttet til vurdering av usikkerhet

I dette kapitlet sammenfatter vi vår gjennomgang av veiledere i samfunnsøkonomisk analyse for transportprosjekter i 19 land/delstater (heretter land). For en mer detaljert gjennomgang av veilederne i hvert land henviser vi til rapportens Vedlegg 1.

Vi presiserer at vi kun har gjennomgått hva de ulike landenes veiledere sier, og ikke hva som er praksis blant prosjektutredere i de respektive landene. Det hadde ikke vært mulig innenfor prosjektets rammer.

### 5.1 Mønstre i utenlandsk praksis

I dette delkapitlet sammenfatter vi funnene fra litteraturstudien. Vi har fokusert på tre områder på hvordan veilederne anbefaler behandling av usikkerhet i NKAer:

- Hvilke metoder som er anbefalt
- Hvilke variabler i nyttekostnadsanalysen som eksplisitt er anbefalt å være gjenstand for en form for usikkerhetsanalyse
- Hvordan funn fra usikkerhetsanalysen er anbefalt sammenstilt og endelig presentert i nyttekostnadsanalysen

#### 5.1.1 Metoder

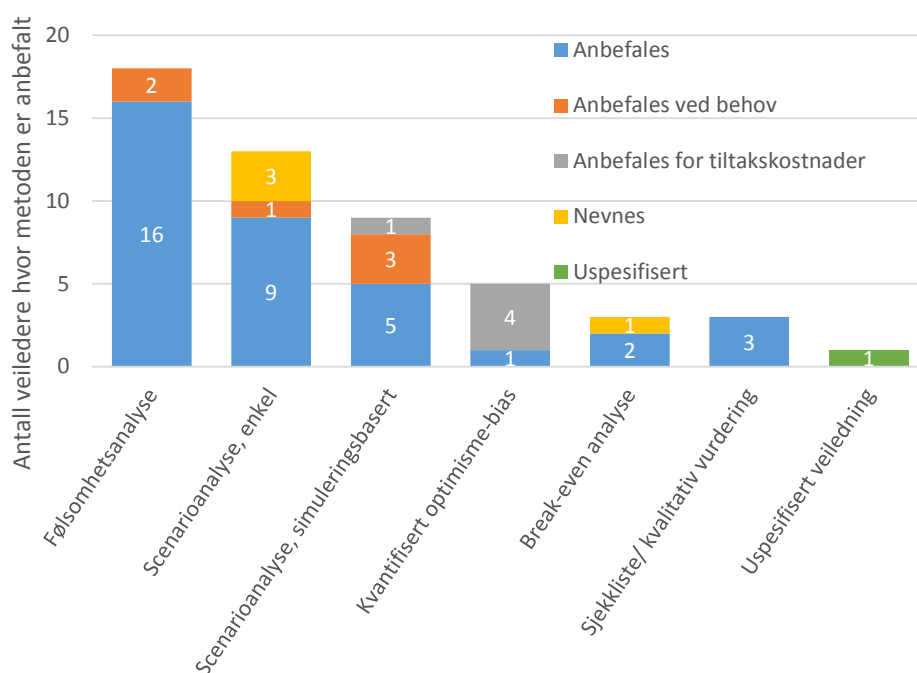
I aggregeringen av funnene fra vår gjennomgang av 19 lands veiledere, har vi kategorisert metodeanbefalingene i følgende syv metodekategorier:

- Følsomhetsanalyse: Man varierer usikre variabler en og en, ofte etter deres minimums- og maksimumsverdier, og ser hvordan det påvirker prosjektets lønnsomhet sammenlignet med estimert/mest sannsynlige utfall
- Scenarioanalyse, enkel: Man varierer flere usikre variabler av gangen, ofte etter deres minimums- og maksimumsverdier. På den måten lages flere scenarioer, ofte av typen best case og worst case, slik at man får et bilde av utfallsrommet til prosjektets lønnsomhet.
- Scenarioanalyse, simuleringsbasert. Ved å anslå sannsynlighetsfordelingen til de viktigste usikre variablene i nyttekostnadsanalysen, kan man gjennom simuleringer få et estimat på sannsynlighetsfordelingen på lønnsomheten til prosjektet. Normalt presenteres slike resultater med nøkkelresultatene P15, P50 og P85.
- Kvantifisert optimisme bias: Dersom man har data på et tilstrekkelig antall lignende prosjekter, kan man se den historiske optimisme-skjevheten i kostnadsberegning og nytteestimering (Flyvbjerg, 2004). Da kan man justere kostnadsanslag med påslag, og nytteberegninger med nedjusteringsfaktorer.
- Break-even analyse: Innebærer justering av usikre variabler slik at NNV blir lik null eller et alternativt blir mer lønnsomt enn et annet. For eksempel,

dersom kraftige justeringer kreves for å få et lønnsomt prosjekt til å ha en NNV lik null, jo sikrere kan man være på lønnsomheten i prosjektet.

- Sjekkliste/kvalitativ vurdering: Flere veiledere har utarbeidet spesifiserte sjekklister for å gjennomgå usikkerheten i nyttekostnadsanalysen. Noen veiledere har laget et standardisert opplegg for å kvalitativt vurdere usikkerheten, ofte på en skala som Høy, Lav og Middels.
- Uspesifisert: Veilederen angir ingen spesifikk metode

Metodekategoriseringen følger i hovedsak den i Miller og Szimba (2015)<sup>8</sup>. Gjennomgangen av hvilke metoder som er anbefalt kan oppsummeres i Figur 4. Det mest iøynefallende med denne figuren er at 18 av 19 land spesifiserer minst en metode for å analysere usikkerheten i nyttekostnadsanalysen. Følsomhetsanalyse er anbefalt, eller anbefalt ved behov, i samtlige av disse 18 landene. Over halvparten av disse landene anbefaler/nevner 1-2 metoder i tillegg til følsomhetsanalyse, vanligvis enkel og/eller simuleringsbasert scenarioanalyse. På fjerdeplass blant anbefalte/nevnte metoder finner vi kvantifisert optimisme-bias. Legg merke til at de fleste NKA-veilederne som anbefaler denne metoden, anbefaler den først og fremst for tiltakskostnadene og ikke for nytteberegningene.



Figur 4: Hvilke metoder for å anbefale usikkerhet er anbefalt i utenlandske veiledere

Figuren over er basert på Tabell 9, som viser hvilke metoder landene i utvalget anbefaler/nevner i sine veiledere. Klassifiseringen av hvordan en metode/variabel er anbefalt vil i noen grad være basert på skjønn. F.eks. anbefaler flere veiledere anbefalinger at usikkerheten i nyttekostnadsanalysen må analyseres, og deretter gis en kort gjennomgang av f.eks. tre ulike metoder for hvordan å analysere usikkerheten, uten å gi noen eksplisitt anbefaling om hvilken av metodene som foretrekkes mest eller minst. I et slikt eksempel tolkes det som at alle tre metodene er anbefalt.

<sup>8</sup> I denne artikkelen gjøres det rede for metoder for å analysere usikkerhet i konsekvensanalyser for transportprosjekter i et utvalg på 10 veiledere fra ulike land/delstater/organsisasjoner. Noen av veilederne er de samme som gjennomgås i denne rapporten, mens noen er erstattet av nyere veiledere.

Tabell 9: Metodeanbefalinger for analyse av usikkerhet i nyttekostnadsanalyse for 19 lands veiledere

Land	Uspesifisert veiledning	Følsomhetsanalyse	Scenario-analyse, enkel	Scenario-analyse, simuleringsbasert	Break-even analyse	Kvantifisert optimisme-bias	Sjekkliste/kvalitativ vurdering
Australia		Anbefales	Anbefales	Anbefales ved behov			Anbefales
Belgia (Flandern)		Anbefales	Anbefales	Anbefales			
Canada (Nasjonalt)		Anbefales	Anbefales	Anbefales	Anbefales		
Canada (British Columbia)		Anbefales	Nevnes	Anbefales ved behov			
Danmark		Anbefales	Anbefales		Anbefales		
Finland		Anbefales					
Frankrike		Anbefales	Anbefales	Anbefales			
Irland		Anbefales ved behov	Anbefales				
Nederland		Anbefales	Anbefales				
New Zealand		Anbefales	Anbefales	Anbefales ved behov			Anbefales
Spania		Anbefales	Nevnes	Anbefales		Anbefales	
Storbritannia		Anbefales	Anbefales	Anbefales for tiltakskostnader		Anbefales for tiltakskostnader	Anbefales
Sveits		Anbefales				Anbefales for tiltakskostnader	
Sverige		Anbefales	Nevnes		Nevnes		
Tyskland		Anbefales	Anbefales ved behov			Anbefales for tiltakskostnader	
USA (Nasjonalt)		Anbefales		Anbefales			
USA (Minnesota)		Anbefales ved behov					
USA (California)	Uspesifisert						
Østerrike		Anbefales				Anbefales for tiltakskostnader	

### 5.1.2 Variabler til gjennomgang i usikkerhetsanalyse

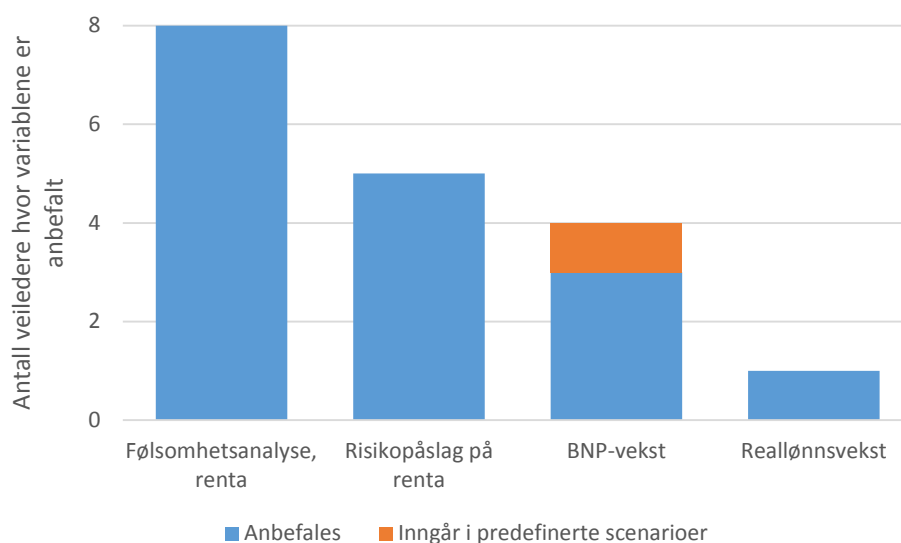
Flere veiledere spesifiserer hvilke variabler i nyttekostnadsanalysen de anser som viktige å gjøre usikkerhetsanalyse for. Vi har delt variablene inn i fire hovedkategorier, tett opptil inndelingen gjort i kapittel 2.2:

- Variabler knyttet til systematisk usikkerhet
- Variabler knyttet til prosjektspesifikk usikkerhet
- Variabler knyttet til ikke-systematisk, men prosjektovergrepene usikkerhet
- Variabler knyttet til kostnadsusikkerhet/prosjektusikkerhet

Hvilke variabler som inngår i de ulike kategoriene vil presenteres nærmere i det følgende avsnittet. Vi presiserer at ikke alle variabler skissert som anbefalte er krav. Selve usikkerhetsanalysen kan gjerne være begrenset til et utvalg av dem (f.eks. lister Finland opp 10 variabler, men anbefaler at det som regel er tilstrekkelig med følsomhetsanalyse av 2-4 sentrale variable). I gjennomgangen av variabler knyttet til prosjektspesifikk usikkerhet og ikke-systematisk prosjektovergrepene usikkerhet presenterer vi hhv. 16 og 9 kategorier. Noen av variabelkategoriene er et resultat av aggregering og sammenslåing (f.eks. er verdsetting av liv og verdsetting av ulykker slått sammen til en kategori). Se Vedlegg A for detaljer om dataen bak kategoriinndelingen av variablene.

## Systematisk usikkerhet

I Figur 5 viser vi fordelingen mellom de ulike variablene vi har funnet i veilederne som knyttes til systematisk usikkerhet, fra høyest forekomst til lavest. Av de 13 landene i utvalget som har spesifisert noen variabler på dette området, er det vanligste å anbefale en følsomhetsanalyse av kalkulasjonsrenta, noe som gjøres i 8 lands veiledere. Nest vanligst er å ha et risikopåslag på kalkulasjonsrenta, noe som gjøres i 5 av de 19 landene. Vi finner også noen veiledere hvor systematisk usikkerhet undersøkes ved å inkludere BNP-vekst eller reallønnsvekst i enten en følsomhetsanalyse eller en scenarioanalyse.



Figur 5: Ulike veilederes spesifisering av variabler knyttet til systematisk usikkerhet

Figuren over er basert på Tabell 10, som viser hvordan ulike lands veiledere spesifiserer de variablene de anser som viktige med tanke på å undersøke systematisk usikkerhet. Det er verdt å merke seg at noen land benytter mer enn en variabel for å undersøke systematisk usikkerhet, bl.a. Frankrike, Nederland, Sveits og Tyskland. Mest sofistikert er kanskje Frankrike, som anbefaler analyse av systematisk usikkerhet i flere trinn, som inkluderer scenarioanalyse knyttet til BNP-vekst, og ulike risikopåslag basert på ulik følsomhet for BNP-vekst.

Tabell 10: Spesifisering av variabler knyttet til systematisk usikkerhet, fordelt på land

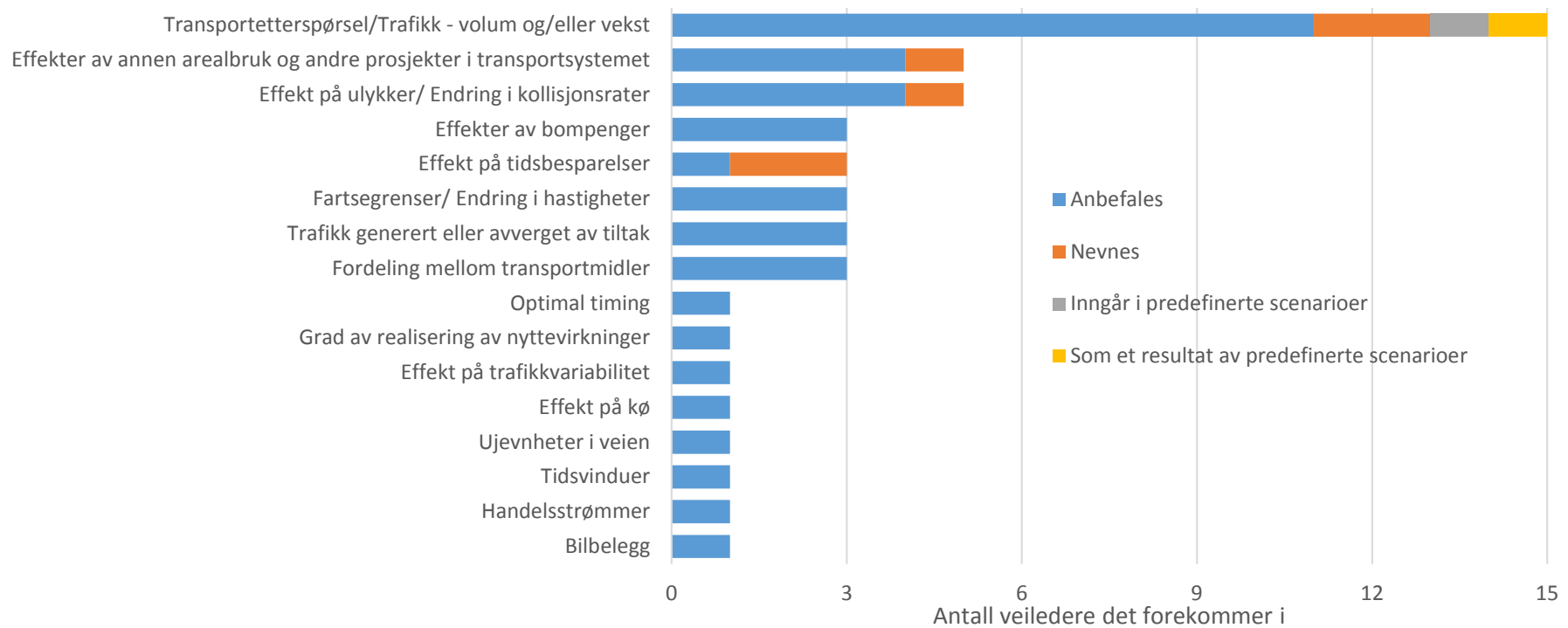
	Risikopåslag på renta	Følsomhetsanalyse, renta	BNP-vekst	Reallønnsvekst
Australia				
Belgia (Flandern)		Anbefales		
Canada (Nasjonalt)		Anbefales		
Canada (British Columbia)				
Danmark	Anbefales			
Finland	Anbefales			
Frankrike	Anbefales		Anbefales	
Irland				
Nederland	Anbefales	Anbefales	Inngår i predefinerte scenarier <sup>9</sup>	
New Zealand		Anbefales		
Spania				
Storbritannia			Anbefales	
Sveits		Anbefales		Anbefales
Sverige				
Tyskland		Anbefales	Anbefales	
USA (Nasjonalt)		Anbefales		
USA (Minnesota)				
USA (California)				
Østerrike		Anbefales		

### Prosjektspesifikk usikkerhet

I Figur 6 viser vi fordelingen mellom de ulike variablene som knyttes til prosjektspesifikk usikkerhet, fra høyest forekomst til lavest. Vi har fordelt variablene på 16 kategorier. Av de 16 landene i utvalget som har spesifisert noen variabler på dette området, er det vanligste å anbefale undersøkelse av usikkerheten i transportetterspørsel/trafikk, for trafikkvolumet i ferdigstillingsåret og/eller trafikkveksten. Dette anbefales/nevnes i 15 lands veiledere. Her vil vi presisere at trafikkens volum og vekst ikke bare er et spørsmål om usystematisk usikkerhet, men vil også være påvirket av systematiske usikkerhetsfaktorer, som f.eks. vekst i BNP eller reallønn.

Nest vanligst er å undersøke usikkerheten i effekter av annen arealbruk og andre prosjekter i transportsystemet, og effekt på ulykker/endringer i kollisjonsrater. Disse to aspektene er anbefalt/nevnt i hhv. fem veiledere hver.

<sup>9</sup> I Nederland er det obligatorisk å analysere utfra to ulike predefinerte framtidsscenarier, hvor disse scenarioene er gjeldende for alle sektorer, ikke bare transport. Scenarioene er utarbeidet sentralt av Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau og Ruimtelijk Planbureau (2006). Hovedscenarioene er ytterpunktene høyvekstscenariot Global Economy og lavvekstscenariot Regional Communities. I disse scenarioene er det beregnet ulike fremtider for 26 hovedvariabler innen økonomi og demografi, boligutvikling, arbeidsmarkedsutvikling, transport, landbruk, energi, miljø, natur og rekreasjon. De sentrale transportvariablene inkludert i scenarioene er personkilometer, tonnkilometer og timer i kø.



Figur 6: Ulike veileders spesifisering av variabler knyttet til prosjektspesifikk usikkerhet

Figuren over er basert på Tabell 11, som viser hvordan ulike lands veiledere spesifiserer de variablene de anser som viktige med tanke på å undersøke prosjektspesifikk usikkerhet.



Tabell 11: Spesifisering av variabler knyttet til prosjekt-spesifikke usikkerhet, fordelt på land

	Transport- etterspørsel/ Trafikk (volum og/eller vekst)	Fordeling mellom transport- midler	Bilbelegg	Trafikk generert eller avverget av tiltak	Handels- strømmer	Tids- vinduer	Ujevnheter i veien	Fartsgrenser/ Endring i hastigheter	Effekt på ulykker/ Endring i kollisjons- rater	Effekt på tids- besparelser	Effekt på kø	Effekt på trafikk- variabilitet	Effekter av annen arealbruk og andre prosjekter i systemet	Effekter av bom- penger	Grad av realisering av nytte- virkninger	Optimal timing
Australia	Anbefales	Anbefales	Anbefales	Anbefales				Anbefales	Anbefales							
Belgia (Flandern)																
Canada (Nasjonalt)	Anbefales	Anbefales			Anbefales	Anbefales									Anbefales	
Canada (British Columbia)	Anbefales															Anbefales
Danmark	Nevnes								Nevnes	Nevnes						
Finland	Anbefales	Anbefales		Anbefales				Anbefales	Anbefales	Anbefales	Anbefales	Anbefales	Anbefales			
Frankrike	Som et resultat av predefinerte scenarioer												Nevnes			
Irland	Anbefales													Anbefales		
Nederland	Inngår i predefinerte scenarioer												Anbefales	Anbefales		
New Zealand	Anbefales			Anbefales			Anbefales	Anbefales	Anbefales				Anbefales	Anbefales		
Spania	Nevnes															
Storbritannia	Anbefales												Anbefales			
Sveits	Anbefales								Anbefales							
Sverige	Anbefales															
Tyskland	Anbefales															
USA (Nasjonalt)																
USA (Minnesota)										Nevnes						
USA (California)																
Østerrike	Anbefales															

Tabell 11 er relativt omfattende, og ikke alle variabler eller kategoriseringer er selvforklarende, f.eks. «Som et resultat av predefinerte scenarioer<sup>10</sup>», «Tidsvinduer<sup>11</sup>», «Grad av realisering av nyttevirksomheter<sup>12</sup>» og «Optimal timing<sup>13</sup>». Flere av variablene er nærmere forklart i Vedlegg 1.

### **Ikke-systematisk, prosjektovergripende usikkerhet**

Denne kategorien omhandler variabler som er felles for alle analyserte prosjekter, for eksempel drivstoffpriser. I Figur 7 viser vi fordelingen mellom de ulike variablene vi har funnet i veilederne som knyttes til prosjektovergripende usikkerhet, fra høyest forekomst til lavest. Vi har fordelt variablene på 9 kategorier. Av de 12 landene i utvalget som har spesifisert noen variabler på dette området, er det fire variabelkategorier som peker seg ut som mest vanlig å anbefale/nevne med tanke på gjennomgang av usikkerhet. Disse er karbonpris og andre miljøverdier, oljepris/drivstoffpris, demografi/befolkningsvekst og verdsetting av liv og/eller ulykker. Her vil vi presisere at variabler som oljepris/drivstoffpris, verdsetting av liv og/eller ulykker og tidsverdier ikke bare er et spørsmål om usystematisk usikkerhet, men vil også være påvirket av systematiske usikkerhetsfaktorer, som f.eks. vekst i BNP eller reallønn.

Det er verdt å merke seg at selv de vanligste variablene å anbefale/nevne under kategorien prosjektovergripende usikkerhet, kun går igjen i 4 av 19 veiledere hver. Til sammenligning har begge kategoriene prosjektspesifikk usikkerhet og kostnadsusikkerhet tre variabler hver som anbefales like ofte eller oftere enn dette.

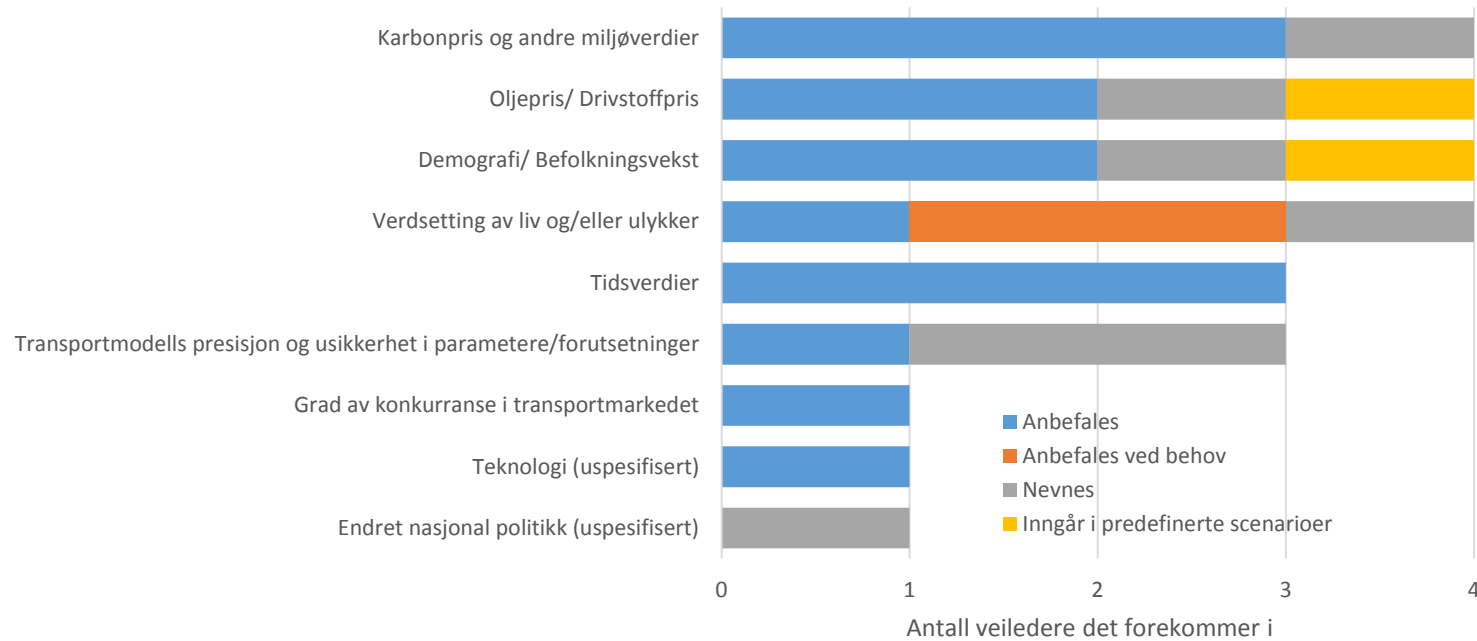
---

<sup>10</sup> I Frankrike skal NNV-resultatet stress-testes mot variasjoner i BNP-vekst. Man skal ta utgangspunkt i ulike scenarioer med ulik BNP-vekst (det gis anbefalinger på hvordan). Man beregner så hvordan endret BNP-vekst medfører endringer i trafikkveksten.

<sup>11</sup> I hvilke tidsrom i løpet av døgnet gods hentes og avleveres

<sup>12</sup> Aktørers adferd eller andre forhold kan medføre at ikke alle nyttevirksomheter blir realisert

<sup>13</sup> Hvilket år first-year-rate-of-return overstiger kalkulasjonsrenta



Figur 7: Ulike veiledere spesifiserer av variabler knyttet til prosjektovergrepene usikkerhet

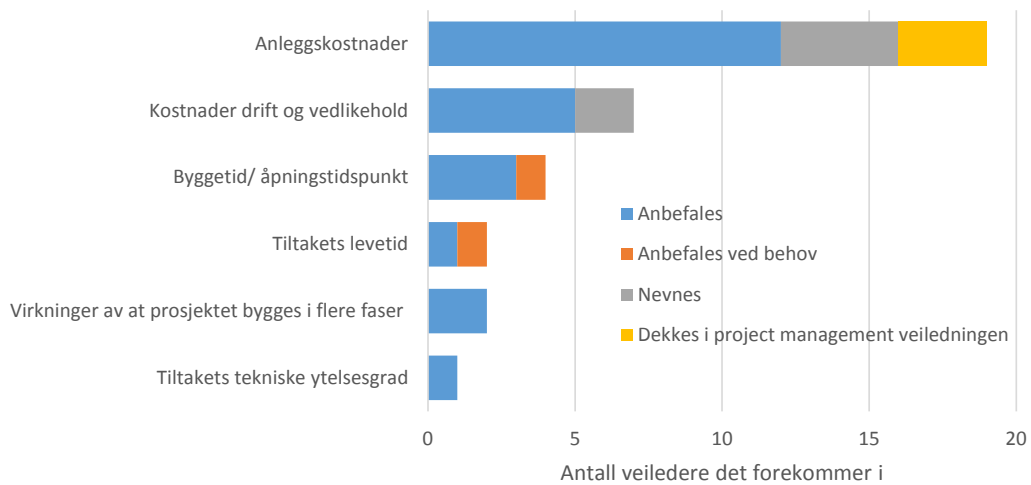
Figuren over er basert på Tabell 12, som viser hvordan ulike lands veiledere spesifiserer de variablene de anser som viktige med tanke på å undersøke prosjektovergrepene usikkerhet.

Tabell 12: Spesifisering av variabler knyttet til prosjektovergrepene usikkerhet, fordelt på land

	Demografi/ Befolknings- vekst	Oljepris/ Drivstoffpris	Endret nasjonal politikk (uspesifisert)	Karbonpris og andre miljøverdier	Tidsverdier	Verdsetting av liv og/eller ulykker	Teknologi (uspesifisert)	Grad av konkurranse i transport- markedet	Transportmodellens presisjon og usikkerhet i parametere/ forutsetninger
Australia	Anbefales	Anbefales		Anbefales					
Belgia (Flandern)						Nevnes			
Canada (Nasjonalt)		Anbefales		Anbefales	Anbefales	Anbefales	Anbefales		
Canada (British Columbia)						Anbefales ved behov			
Danmark									
Finland									
Frankrike								Anbefales	Nevnes
Irland									
Nederland	Inngår i predefinerte scenarioer	Inngår i predefinerte scenarioer							
New Zealand									
Spania				Nevnes					Nevnes
Storbritannia	Nevnes	Nevnes	Nevnes						Anbefales
Sveits					Anbefales	Anbefales ved behov			
Sverige				Anbefales					
Tyskland	Anbefales				Anbefales				
USA (Nasjonalt)									
USA (Minnesota)									
USA (California)									
Østerrike									

## Kostnadsusikkerhet/Prosjektusikkerhet

I Figur 8 viser vi fordelingen mellom de ulike variablene vi har funnet i veilederne som knyttes til kostnadsusikkerhet/prosjektusikkerhet, fra høyest forekomst til lavest. Vi har fordelt variablene på 6 kategorier. Det mest iøynefallende er at samtlige land har en form for veiledning for å behandle usikkerheten i anleggskostnader. 16 av 19 land anbefaler eller nevner dette i veilederen til nyttekostnadsanalyse, og selv om de øvrige ikke dekker dette område i veilederen i nyttekostnadsanalyse dekkes usikkerhet i anleggskostnader i prosjektleder-veiledningen (project management veiledningen) deres. Av variabler på dette området som også forekommer ofte med tanke på gjennomgang av usikkerhet, er kostnader til drift og vedlikehold, og tiltakets byggetid og åpningstidspunkt.



Figur 8: Ulike veilederes spesifisering av variabler knyttet til kostnadsusikkerhet/prosjektusikkerhet

Figuren over er basert på Tabell 13, som viser hvordan ulike lands veiledere spesifiserer de variablene de anser som viktige med tanke på å undersøke Kostnadsusikkerhet/prosjektusikkerhet.

Tabell 13: Spesifisering av variabler knyttet til kostnadsusikkerhet/prosjektusikkerhet, fordelt på land

	Anleggskostnader	Kostnader drift og vedlikehold	Byggetid/ åpningstidspunkt	Virkninger av at prosjektet bygges i flere faser	Tiltakets tekniske ytelsesgrad <sup>14</sup>	Tiltakets levetid
Australia	Anbefales	Anbefales	Anbefales			
Belgia (Flandern)	Nevnes					
Canada (Nasjonalt)	Anbefales	Anbefales	Anbefales		Anbefales	
Canada (British Columbia)	Anbefales		Anbefales ved behov			Anbefales ved behov
Danmark	Nevnes					
Finland	Anbefales					
Frankrike	Nevnes					
Irland	Anbefales	Anbefales				
Nederland	Anbefales		Anbefales	Anbefales		
New Zealand	Anbefales	Anbefales				
Spania	Nevnes	Nevnes				
Storbritannia	Anbefales	Anbefales				
Sveits	Anbefales					
Sverige	Anbefales					
Tyskland	Anbefales					
USA (Nasjonalt)	Dekkes i project management veiledningen					
USA (Minnesota)	Dekkes i project management veiledningen	Nevnes				
USA (California)	Dekkes i project management veiledningen					
Østerrike	Anbefales					Anbefales

### 5.1.3 Anbefalt sammenstilling og endelig presentasjon av usikkerhet

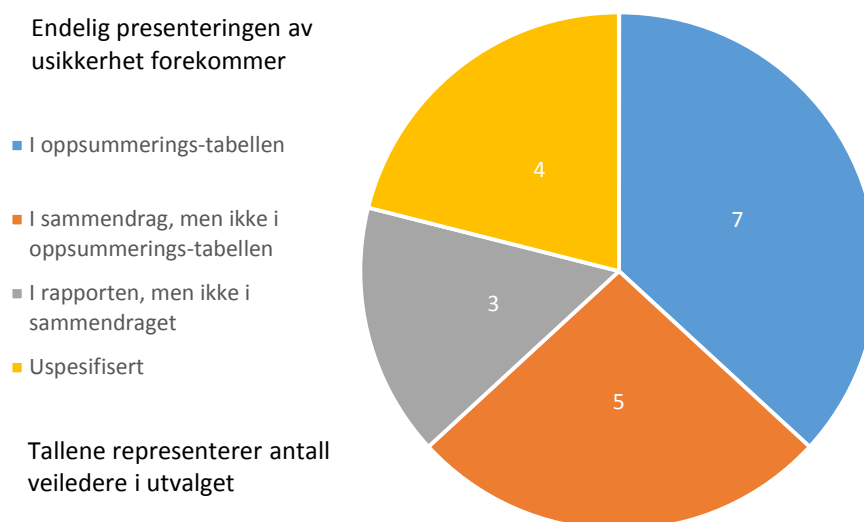
I litteraturstudien har vi gjennomgått i hvilken grad ulike veiledere vektlegger presentasjonen av usikkerhet til beslutningstager. Vi har kategorisert det etter grad, fra høyest til lavest:

- Usikkerheten presenteres i oppsummeringstabellen til nyttekostnadsanalysen
- Usikkerheten presenteres i sammendraget, men ikke i oppsummeringstabellen
- Usikkerheten presenteres i rapporten til nyttekostnadsanalysen, men ikke i sammendraget.
- Det gis ingen spesifisering på hvordan nyttekostnadsanalysen skal sammenstilles

Vi kan se i Figur 9 at det som forekommer oftest, i 7 av 19 land, er å presentere noen form for resultater fra usikkerhetsanalysen i oppsummeringstabellen for nyttekostnadsanalysen. Nest vanligst, i 5 av landene, anbefales det å presentere resultatene fra usikkerhetsanalysen allerede i sammendraget, om enn ikke i

<sup>14</sup> Hvordan bruk av ny eller avansert teknologi i tiltaket innebærer usikkerhet om kostnader og i hvilken grad tiltaket kan levere forventede nyttevirksomheter

oppsummeringstabellen. Det kan se ut som de fleste veiledere er utformet for å bevisst få fram usikkerheten i nyttekostnadsanalyser, siden 12 av 19 land har veiledning på at det skal presenteres enten i oppsummeringstabellen, eller i det minste i sammendraget.



Figur 9: Ulike veilederes anbefalte sammenstilling og endelig presentasjon av usikkerhet

Figuren over er basert på Tabell 14, hvor vi oppsummerer hva veilederne sier i hvert land, med tanke på sammenstilling og endelig presentasjon av usikkerhet i en nyttekostnadsanalyse. Vi har valgt å gjøre utdypninger spesielt der hvor veilederne anbefaler å presentere usikkerheten i nyttekostnadsanalysene oppsummeringstabell. Her er det ulik praksis, fra kvalitative vurderinger ved siden av tallene (f.eks. Australia), til presentasjon av utfallsrom for netto nåverdi, uten noe form for «mest sannsynlig punkttestimat» (f.eks. Nederland).

Tabell 14: Hvordan usikkerhet sammenstilles og endelig presenteres, fordelt på land

	Hvordan usikkerhet sammenstilles og endelig presenteres
Australia	I oppsummeringstabellen, men kun kvalitative vurderinger
Belgia (Flandern)	I sammendrag, men ikke i oppsummerings-tabellen
Canada (Nasjonalt)	Statistiske resultater fra usikkerhetsanalysen
Canada (British Columbia)	I rapporten, men ikke i sammendraget
Danmark	I sammendrag, men ikke i oppsummerings-tabellen
Finland	I sammendrag, men ikke i oppsummerings-tabellen
Frankrike	I oppsummeringstabellen: Redegjørelse for hvordan systematisk risiko er håndtert i beregning av NNV. I tillegg er oppsummering av analysene av usystematisk risiko, med håndteringsmuligheter, i sammendraget
Irland	I oppsummeringstabellen: Alle scenarioer (minst 3)
Nederland	I oppsummeringstabellen: To scenarioer (intet midtsenario)
New Zealand	I oppsummeringstabellen: Utfallsrom for NKB
Spania	I sammendrag, men ikke i oppsummerings-tabellen
Storbritannia	Uncertainty Log presenteres separat i rapporten, men ekstraordinære resultater fra usikkerhetsanalysen kan rapporteres kvalitativt i oppsummeringstabellen ( gjerne med konfidensintervall)
Sveits	I sammendrag, men ikke i oppsummerings-tabellen
Sverige	Kvalitativ vurdering av informasjonsverdien til NKB, samt NKB med P85 anleggskostnad
Tyskland	Uspesifisert hvordan det skal presenteres, men resultatene fra usikkerhetsanalysene er eksplisitt en del av prioriteringsgrunnlaget
USA (Nasjonalt)	Uspesifisert
USA (Minnesota)	I rapporten, men ikke i sammendraget
USA (California)	Uspesifisert
Østerrike	Uspesifisert

NNV = Netto nåverdi, NKB = Nyttekostnadsbrøk

## 5.2 Vurderinger av god praksis

Med god praksis mener vi hvorvidt veilederen gir gode beskrivelser på hvordan usikkerhet i nyttekostnadsanalyser skal sammenstilles og presenteres. Vi vil også trekke fram eksempler på veiledning som også eksplisitt tar for seg hvordan man bør håndtere usikkerheten som avdekkes.

### 5.2.1 God praksis for sammenstilling og presentasjon

Vi anser god praksis for å sammenstille og presentere usikkerhet i en nyttekostnadsanalyse å innebære at utfallsrommet for netto nytte (og/eller netto nytte per budsjettkrone) presenteres sammen med «mest sannsynlige punktestimater» i oppsummeringstabellen på samme rad i tabellen. Da blir beslutningstager stilt ovenfor både forventet resultat og usikkerheten i det. Man får dermed et bilde av utfallsrommet. Ytterpunktene av utfallsrommet sett i sammenheng med «mest sannsynlige punktestimater» gir også et bilde av eventuell venstre- eller høyreskjevhet.



Hvorvidt man vil inkludere utfallsrommet til flere av variablene i regnestykket (som f.eks. investeringskostnader og øvrige virkninger), blir en avveining av hvor mye detaljert informasjon oppsummeringstabellen skal inneholde.

Slik sammenstillingen av usikkerhet i oppsummeringstabellen sammenfaller i stor grad med konklusjonen fra ekspert-workshopen gjennomført i dette prosjektet, og anbefalinger fra Mouter mfl. (2015) og Salling og Banister (2009). Mouter mfl. (2015) drøfter psykologien knyttet til beslutningstagers vurdering av en nyttekostnadsanalyse. De anvender kognitiv teori på denne problemstillingen: Det er ønskelig at beslutningstager skal ta usikkerhet innover seg, men beslutningstager benytter kognitive snarveier (heuristikker) til å prosessere informasjon. I så fall burde usikkerhetsspennet gis en grundig presentasjon først. Etter at usikkerheten er presentert, kan det gis forsiktige indikasjoner på plausible punkttestimater. Men de presiserer at det kreves nærmere undersøkelser om det faktisk stemmer at beslutningstager bruker heuristikker til å prosessere nyttekostnadsanalyser.

De veilederne i utvalget som på noe vis viser utfallsrommet til nyttekostnadsanalysen i oppsummeringstabellen, er den nederlandske, irske og den new zealandske.

Den nederlandske veilederen (Ministerie van Infrastructuur en Milieu DG Ruimte en Water, 2012) er den som gir beslutningstager sterkest bilde av usikkerheten i nyttekostnadsanalysen. Deres mal for oppsummeringstabell (se Figur 10) viser resultater for hvert alternativ i to predefinerte scenarier. Legg merke til at det ikke presenteres noe «mest sannsynlig punkttestimat». Dermed blir beslutningstagerne først og fremst presentert for et utfallsrom, og ikke et punkttestimat. På den måten er beslutningstager nødt til å ta usikkerheten i nyttekostnadsanalysen innover seg. Her kan man se hvordan resultater presenteres for de to scenarioene, lavvekstscenariot Regional Communities og høyvekstscenariot Global Economy. For hvert scenario presenteres både prissatte (Effecten monetariseren) og ikke-prissatte virkninger (Effecten kwantitatief/kwalitatief), for både nyttevirkninger (baten) og kostnadsvirkninger (kosten). Til slutt presenteres netto nåverdi (Netto Constante Waarde), Nyttekostnadsbrøk (Baten/kostenverhouding) og internrente (Interne Rentevoet). Et annet positivt trekk med slike predefinerte scenarier, er at det øker sammenlignbarheten mellom prosjekter. Et høyvekstscenario for ett prosjekt er det samme for et annet, og vice versa for et lavvekstscenario. Noe slikt kan være verdt å vurdere i Norge i forbindelse med f.eks. en NTP-prosess.

Irlands veileder (National Roads Authority, 2011) anbefaler at oppsummeringstabellen skal inneholde nyttekostnadsberegningene for alle scenarier, og gir eksempler på oppsummeringstabeller med 6 scenarier med ulik variasjon av trafikkvekst og anleggskostnader.

New Zealands oppsummeringstabell (NZ Transport Agency, 2013) er i utgangspunktet beregnet med tanke på kun «mest sannsynlige punkttestimat», men det legges opp til å angi «utfallsrommet til NKB» i raden under «forventet NKB», helt nederst i tabellen.

Aspect	Netto contante waarde over de zichtperiode (100 jaar) Verskil met nulalternatief			
	Alternatief A		Alternatief B	
	Scenario RC	Scenario GE	Scenario RC	Scenario GE
<b>Bereikbaarheid</b>				
Reistijd wegverkeer	Effecten monetariseren			
Betrouwbaarheid wegverkeer	Effecten monetariseren			
Reiskosten wegverkeer	Effecten monetariseren			
Accijnsinkomsten	Effecten monetariseren			
Effecten tijdens bouwperiode	Effecten kwalitatief/kwantitatief			
<b>Veiligheid</b>				
Verkeersveiligheid wegverkeer	Effecten monetariseren			
Externe veiligheid	Effecten kwalitatief			
<b>Leefomgeving</b>				
Broeikasgassen	Effecten monetariseren			
Luchtkwaliteit	Effecten monetariseren			
Geluid	Effecten monetariseren			
Natuur en Milieu: afhankelijk van het project, maar te denken valt aan effecten op:				
- bodem	Effecten kwantitatief/kwalitatief			
- grond- en oppervlaktewater	Effecten kwantitatief/kwalitatief			
- natuur	Effecten kwantitatief/kwalitatief			
- landschap en erfgoed	Effecten kwantitatief/kwalitatief			
Inpassingsmaatregelen	Effecten kwantitatief/kwalitatief			
<b>Totaal baten</b>				
<b>Kosten</b>				
Investeringskosten	Effecten monetariseren			
Vermeden investeringen				
Beheer- en Onderhoudskosten				
<b>Totaal Kosten</b>				
<b>Uitkomst KBA</b>				
Netto Contante Waarde				
Baten/kostenverhouding				
Interne Rentevoet				

Figur 10: Mal for oppsummeringstabell for nyttekostnadsanalyse i nederlandske vegprosjekter. Kilde: Ministerie van Infrastructuur en Milieu DG Ruimte en Water (2012).

## 5.2.2 God praksis for håndtering av usikkerheten avdekket i analysene

En ting er å gi veiledning på hvordan å gjennomgå og synliggjøre usikkerheten i en nyttekostnadsanalyse, en annen ting er å gi veiledning på hvordan denne usikkerheten bør håndteres i prosjektet.

Her vil vi spesielt trekke fram veilederen til New Zealand (NZ Transport Agency, 2013). I denne anbefales det å følge en sjekklisterbasert risikoanalyse. Denne er strukturert etter 3 forhåndsdefinerte arbeidsbøker (worksheets). I det første skal usikkerhet innen 9 hovedkategorier gjennomgås punkt for punkt, og det skal avgjøres om hver variabel/parameter skal regnes som å inneha høy eller lav risiko. Den generelle regelen er at hvis det gjennom følsomhetsanalyse avdekkes at det er minst 5% sannsynlighet for at en variabel kan påvirke samlet prosjektnytte med mer enn +/- 10% eller samlet prosjektkostnad med mer enn +/- 5%, skal variabelen klassifiseres som en «høyrisiko». I appendikset til veilederen angis det også spesifikke retningslinjer for vurdering av hver enkelt variabel/parameter i analysen. Alle variabler som klassifiseres som høyrisiko skal behandles videre i den neste arbeidsboken. Her skal det legges til mer informasjon om omstendighetene rundt den identifiserte usikkerheten, og deres mulige konsekvenser for prosjektet (spesielt for valg av alternativer og for timing av prosjektet) skal beskrives. Her legges det opp til å foreslå strategier for risikohåndtering. Det gis et eksempel på en risikohåndteringstabell for de 9 hovedkategoriene i Figur 11. For mer utdypende momenter knyttet til håndtering av usikkerhet i New Zealands veileder henvises det til Vedlegg 2.

I Frankrikes veileder (Ministère De L'écologie, Du Développement Durable Et De L'énergie, 2014b) trekkes også risikohåndtering som noe som allerede skal presenteres i sammendraget til nyttekostnadsanalysen. Beslutningstager blir dermed ikke bare tidlig og eksplisitt informert om usikkerheten i analysen, men blir også presentert for forslagene til å håndtere den. I Dahl m.fl. (2015) gis det en redegjøring av bakgrunnen for og arbeidet med risikoanalyse og risikohåndtering i forbindelse med oppdatering av den franske NKA-veilederen.

Risk management options example

Risk	Examples of alternative actions	No action, accept risk	Do more work on issue in:		Purpose of investment is to:		Defer
			this phase	later phase	quantify risk	reduce risk	
Base matrix	Short term emphasis on matrix estimation, validation and additional validation data collection	X	X	X	-	X	-
	Medium term model improvement/ updating	X	-	X	-	X	X
	Longer term data collection	X	-	-	-	-	X
Growth forecasts	Ensure that planning estimates are reliably based on best practice procedures	X	X	X	-	X	X
Assignment	Collect more validation data	X	X	X	X	-	-
	Improve model	X	X	X	-	X	X
Crashes	Collect more crash data	X	X	X	-	X	-
	Defer project until crash rates can be determined with greater confidence	X	-	-	-	X	X
Services	Surveys	X	X	X	X	X	-
	Relocation of services	X	-	X	-	X	-
	Alternative road design	X	X	-	-	X	X
Geotechnical	Surveys; increase sampling density	X	X	X	X	X	-
Environment and planning	Scheme selection	X	X	-	-	X	X
	Redesign/extend consultation procedure	X	X	X	-	X	-
	Natural hazard	X	X	X	X	X	-
Base engineering	Alternative design	X	X	-	-	X	X
	Can more be done to reduce complexity risks?	X	X	X	-	X	-
Land and property	Scheme selection	X	X	-	-	X	X
	Early acquisition	X	X	X	-	X	-

Figur 11: Eksempel på risikohåndteringstabell i veilederen til New Zealand

## 6 Supplerende litteratur og diskusjon

### 6.1 Helhetlig usikkerhetsanalyse

Hovedfokus i de foregående kapitlene har vært på hva utenlandske veiledere sier om hvordan usikkerheten i den prissatte delen av konsekvensanalysen skal analyseres og beskrives. På det grunnlaget har vi fremmet forslag til en presentasjon av hovedresultatene av analysen der usikkerheten får en mer framtrædende plass. Dette gir grunnlag for prioritering mellom alternativene eller prosjektene. Men før den endelige prioriteringen bør det gjøres tre vurderinger.

Den første er å vurdere muligheten for *risikoreducerende tiltak*. Er det noen av risikoelementene som vi har identifisert, som kan elimineres eller reduseres gjennom bevisst arbeid allerede når tiltaket blir utformet og planlagt? Kan for eksempel usikkerheten om etterspørselen møtes ved en trinnvis utbygging? Kan usikkerheten om byggekostnadene reduseres ved å øke omfanget av geologiske undersøkelser på forhånd? I hvert eneste prosjekt finnes det mange slike spørsmål. Hvis svaret på noen av dem er ja, kan det ha konsekvenser for utformingen av alternativene og for den endelige prioriteringen.<sup>15</sup>

En annen vurdering som bør gjøres, er om risikoen kan kontrolleres eller unngås ved å *utsette* tiltaket, for eksempel i påvente av mer pålitelig informasjon om behov, virkninger osv. En slik utsettelse er spesielt relevant når beslutningen som skal tas, er irreversibel, slik den som regel er når det gjelder infrastrukturinvesteringer. Teorien om dette kalles ofte «verdien av å vente», eller «verdien av realopsjoner». Den klassiske referansen er Dixit og Pindyck (1994). Den forrige offentlige utredningen om samfunnsøkonomisk analyse, NOU 1997:27, prøvde å innarbeide denne teorien i norsk praksis under betegnelsen «tapt opsjonsverdi» eller «tapt beslutningsfleksibilitet»<sup>16</sup>. Dette førte stort sett ikke til noe.<sup>17</sup> I den siste offentlige utredningen om dette, NOU 2012: 16, er derfor praktiske anvisninger på hvordan slike opsjoner kan beregnes, fjernet og erstattet med oppfordringer til å ta tappt beslutningsfleksibilitet i betraktning på en mer uformell måte.<sup>18</sup> I et seinere avsnitt skal vi imidlertid introdusere en forenklet metode for å beregne verdien av å vente. Den vil forhåpentligvis gjøre det mulig å sette tall på verdien av å utsette beslutninger om bygging, dersom bygget vanskelig seinere kan selges eller demonteres og usikkerheten i beslutningsunderlaget vil kunne bli mindre med tida.

<sup>15</sup> En kort beskrivelse av risikoreducerende aktiviteter er gitt i DFØ (2014), punkt 4.4.2. En langt mer uttømmende og interessant gjennomgang er gitt i den ikke lenger gjeldende veilederen DFØ (2006), kapittel 5.

<sup>16</sup> NOU 1997:27 avsnitt 9.5.2 og NOU 1998: 16 avsnitt 4.5. Forsøkene omfattet også den ikke lenger gjeldende DFØ (2006) og ulike retningslinjer for kvalitetssikring av store offentlige investeringer.

<sup>17</sup> Det er ikke i utgangspunkt NOU-ene og veilederne det er noe galt med, men den praksis som har oppstått på området har likevel store mangler.

<sup>18</sup> Se spesielt NOU-ens kapittel 8. Her kalles verdien av å vente på miljøområdet kalt en «kvasi-opsjonsverdi».

Endelig vil det også være viktig å identifisere *gjenværende risikofaktorer* som en må være særlig oppmerksom på i gjennomføringen av prosjektet. På det området er det mye å lære av retningslinjene for kvalitetssikring av store statlige prosjekter, og av praksis bygd på dem.

Vi har altså her tre slags aktiviteter som etter vårt syn hører med i en helhetlig behandling og framstilling av risikoen i den framtidige Håndbok V712. De tre aktivitetene er å vurdere muligheten for risikoreducerende tiltak, å vurdere muligheten og hensiktsmessigheten av å utsette gjennomføringen av prosjektet, og å identifisere gjenværende risikofaktorer som utbyggeren må arbeide videre med.

Vi har ikke studert veilederne i andre land systematisk når det gjelder hvordan disse aktivitetene er omtalt, men antar at mye stoff til handboka på dette området kan tas fra norske kilder. En spesielt verdifull kilde til framgangsmåter som kan inkluderes i Håndbok V712 er faktisk den ikke lenger gjeldende veilederen i behandling av usikkerhet, DFØ (2006).

## 6.2 Mer om risikoreduksjon

### 6.2.1 Kan systematisk risiko påvirkes?

Den systematiske risikoen i et prosjekt avhenger av kovariansen mellom prosjektavkastningen og samfunnets samlede inntektskilder. Det betyr at straks vi har besluttet et prosjekt, er den systematiske risikoen også egentlig gitt. Likevel finnes det en måte å påvirke den systematiske risikoen i den samlede porteføljen av samferdselsprosjekter på, og det er å velge de prosjektene som har minst kovarians med samfunnets samlede inntekt. For hvert prosjekt er den systematiske risikoen gitt og upåvirkelig, men for porteføljen av samferdselsprosjekter kan den påvirkes.

Dette er jo faktisk grunnlaget for å bruke en risikopremie i kalkulasjonsrenta. Vil man ha lav systematisk risiko i samfunnet, skal man velge prosjekter med lav beregnet risikopremie i kalkulasjonsrenta. Eller for å si det annerledes: Ved å bruke en risikopremie som avhenger av prosjektets systematiske risiko, og velge prosjekter etter netto nytte per budsjettkrone, vil vi automatisk gi de prosjektene som har lav systematisk risiko en viss prioritet framfor prosjektene med høy systematisk risiko.

I Hagenutvalgets innstilling (NOU 2012: 16) er beregningen av risikopremie forenklet til et punkt hvor alle offentlige prosjekter har samme rente. Dermed har vi mistet muligheten til å påvirke den systematiske risikoen i den samlede porteføljen av samferdselsprosjekter. Men vi har fremdeles muligheten som består i å velge færre eller flere prosjekter, alt etter hvor stor vekt vi legger på systematisk risiko. Hvis vi for eksempel ikke brydde oss om systematisk risiko overhode, ville vi godta alle prosjekter med positiv netto nytte ved rente lik den risikofri renta. Når vi tross alt bruker en kalkulasjonsrente med et risikopåslag, er det uttrykk for at vi vrir porteføljen av prosjekter innenfor et gitt budsjett noe i retning av prosjekter med lav systematisk risiko.

Hvis Hagenutvalgets sterke forenkling ikke virker rimelig på lengre sikt, vil det på nytt være aktuelt å estimere sektorspesifikke risikopremier som skiller mellom prosjekter i ulike sektorer, og eventuelt også i ulike deler av samferdselssektoren.

## 6.2.2 Er den usystematiske risikoen irrelevant?

Det sies ofte at det er den systematiske risikoen som er relevant når vi skal velge mellom prosjekter eller prosjekteralternativer, og at den usystematiske risikoen er irrelevant. Grunnen er at vi vurderer prosjektene fra samfunnets synspunkt. Samfunnet som helhet har mange prosjekter. I noen av prosjektene vil bygging og drift støte på uvanlig store problemer, i andre prosjekter vil bygging og drift gå uvanlig greit. Hvis vi da bruker forventningsverdier når vi beregner anleggskostnader, driftskostnader og nytte, vil den usystematiske risikoen knyttet til *prosjektporteføljen som helhet* forsvinne. Det er et tilfelle av de store talls lov. Men den systematiske risikoen forsvinner ikke – det er derfor den kalles systematisk.

Men hva om vi kan ta tiltak på prosjektnivå for å redusere risikoen for dårlige utfall? I så fall vil forventede kostnader i prosjektet bli mindre og forventet nytte større. Det er utvilsomt både relevant og viktig, og det har særlig stor betydning på konseptnivå. Mulighetene for å påvirke risiko og usikkerhet gjennom tiltak er størst på et tidlig stadium i prosjektet. Vi kan for eksempel velge et konsept som det knytter seg mindre usikkerhet til, vi kan fjerne risikopregede elementer i konseptet, eller vi kan foreta nærmere undersøkelser av det som virker mest usikkert. Alt dette vil gi mulighet til å redusere den usystematiske risikoen og gi en gevinst, ikke bare på prosjektnivå, men på samfunnsnivå.

Vi må derfor konkludere at den relevante risikoen i en analyse av et prosjekt (spesielt i en tidlig fase, altså konseptstadiet) er *systematisk risiko* pluss *påvirkbar usystematisk risiko* og *påvirkbar usikkerhet* generelt.

## 6.3 Forenklet realopsjonsberegning<sup>19</sup>

Hvis et tiltak gjør det enklere eller billigere å gjennomføre et annet tiltak seinere, dersom det skulle oppstå et behov eller et ønske om det andre tiltaket, sier vi at det første tiltaket gir deg en opsjon på å gjennomføre oppfølgingstiltaket. Opsjonen har en verdi som bør være med i den samfunnsøkonomiske vurderingen. Og ganske ofte ser vi at opsjoner blir trukket fram som argumenter for å gjennomføre et tiltak, spesielt hvis lønnsomheten ellers er litt tvilsom. Gjennom å bygge tunnel gjennom Gjevingsåsen kunne Jernbaneverket for eksempel frigjøre det gamle sporet, som gikk parallelt med riksvegen. Slik åpnet tunnelen for å bygge firefeltsveg om det skulle bli bruk for det.

Betydelig sjeldnere ser vi at noen legger vekt på at det å gjennomføre et tiltak nå, kan gjøre det umulig å gjennomføre et annet tiltak seinere, om det skulle bli bruk for det. I det tilfellet kan vi si at ved å gjennomføre tiltaket, avvikler (dreper) vi en opsjon som vi hadde på å gjennomføre det andre tiltaket. Det kan ha en kostnad. Kostnaden er det vi taper på å ikke kunne gjennomføre det andre tiltaket, dersom det skulle bli aktuelt. Mye av det vi gjør i livet, innebærer at vi velger bort andre ting vi kunne ha gjort. Noen ganger angret vi ikke – muligheten vi valgte bort, virker ikke lenger så forlokkende. Men andre ganger angret vi (f.eks. skulle jeg ha lært meg et instrument mens jeg var liten, eller tatt mer matematikk på universitet).

Hvilken verdi har det i en samfunnsøkonomisk analyse å unngå en forhastet beslutning nå, og vente og se til det er klarere hva vi vinner og hva vi taper på det? Den klassiske læreboka på området er Dixit og Pindyck (1994). Det viser seg at vi

<sup>19</sup> Dette avsnittet er identisk med avsnitt 5.9 i Minken (2013b).

skal skjerpe kravet til lønnsomhet for et prosjekt som vi vil gjennomføre nå, dersom det er sannsynlig at vi seinere vil få informasjon som gjør det enklere å ta valget da.

Hagenutvalget (NOU 2012:16, kapittel 7) har en utmerket gjennomgang av betydningen av å beholde handlefrihet og ikke innskrenke handlingsrommet i framtida før vi har nok informasjon.

En forenklet framgangsmåte som bygger videre på anbefalingene i kapittel 4 om gjennomføring av scenarioanalyse, for å vurdere hvor stor vekt vi skal legge på å bevare handlingsfriheten på, kan være følgende:

Anta at det finnes to muligheter: Enten er det riktig å gjennomføre prosjektet, og det vil i så fall gi gevinsten  $G$ . Eller så skulle vi heller ha gjort noe annet, og i så fall får vi et tap på  $T$ . Dette tapet oppstår enten fordi prosjektet vårt viser seg å være ulønnsomt, eller fordi det forhindrer oss i å gjennomføre et helt annet prosjekt. Det vil ta  $t$  år før vi kan si med sikkerhet hvilken av de to mulighetene som er tilfelle. Men det vi kan si (eller gjette på) er at sannsynligheten er  $p$  for at verden er slik at vi får gevinsten  $G$ , og  $1 - p$  for at vi får tapet  $T$ . Hvis vi slår til nå, har vi altså en forventet gevinst på  $pG + (1 - p) \cdot (-T)$ . Hvis vi venter, kan vi unngå tapet  $T$ , rett og slett ved å droppe hele prosjektet, eller ved å bygge noe annet og bedre (hvilket ikke ville være mulig om vi allerede hadde valgt å gjennomføre det opprinnelige prosjektet). Vi bruker en kalkulasjonsrente  $r$ . Mens den vanlige investeringsregelen ville vært å investere så snart  $G \geq 0$ , vil vilkåret nå være

$$pG + (1 - p)(-T) \geq (1 + r)^{-t} pG$$

På venstresida står her forventet utbytte ved å investere nå. På høyresida står forventet utbytte ved å vente i  $t$  år til vi veit om det er gevinst eller tap ved å investere. Fra vår synsvinkel i dag er det en sannsynlighet  $p$  for at vi da vil gjennomføre prosjektet, men om vi gjør det, er vi sikre på at det ikke blir tap.

Ordner vi denne ulikheten, finner vi

$$G \geq \frac{(1 - p)}{p} \cdot \frac{1}{1 - (1 + r)^{-t}} \cdot T \geq 0$$

Vi ser at vi skal stille større krav til gevinsten  $G$  enn vi ville gjort om vi var sikre på at det ikke ville oppstå tap, og om vi dessuten antar at det vil være mulig å bedømme det mer nøyaktig om vi venter på mer informasjon.

Vi ser også at om  $p$  vokser, nærmer dette investeringskravet seg til det vanlige  $G \geq 0$ . Og vi skal stille større krav til lønnsomhet for å investere straks, jo større tapet  $T$  er. Der er litt vanskeligere å se hvilken rolle  $t$  spiller, men ved å derivere uttrykket mellom ulikhetstegnene vil vi finne at jo lengre det varer før vi får pålitelig informasjon, jo mindre skal det til før vi investerer nå med det samme.

I for eksempel E39-prosjektene er det mange ting vi skulle ønske å vite mer om. De langsiktige vekstratene for trafikken er én ting, de tekniske kravene som vil bli stilt er en annen ting, og den beste tekniske løsningen på lange fjordkryssinger med store dyp er en tredje. Mye av det som planlegges på kyststamvegen, er jo uprøvd og utenfor alt som det finnes dimensjoneringsregler for. Ikke minst er det usikkert hvor stor mernytte som vi kan vente oss. Alt dette kan ventes å bli klarere seinere. I denne situasjonen er det mot både sunn fornuft og god vitenskap å kaste seg på den første og beste løsningen og sørge for å få den gjennomført så fort som mulig.



Ved gjennomføring av scenarioanalyse kan G netto nytte i «Mest sannsynlig case», mens T representerer netto nytte i «Worst case». Ved å gjøre anslag på sannsynligheten for å ende opp i hhv. «Mest sannsynlige case» og «Worst case» og hvor mange år det vil ta før vi med sikkerhet vet hvilket case prosjektet havner i, kan vi anslå hvorvidt det er samfunnsøkonomisk fordelaktig å vente. Det er også mulig å følsomhetsteste denne opsjons-vurderingen ved å variere på sannsynligheter for de ulike casene, og antall år til man har full informasjon.

Et eksempel på hvordan denne formelen er anvendt gis i Minken (2013b) i opsjonsvurderinger av bygging av Hordfast:

*Om vi for eksempel antar at det er 50 prosent sjanse for at trafikkveksten blir 2 prosent, og femti prosent for at den blir 0,7, og at denne langsiktige veksttendensen ikke vil bli klar før om ti år, kan vi bruke formelen i avsnitt 5.9<sup>20</sup> for å beregne hvilket krav til lønnsomhet vi bør stille for å sette i gang nå med det samme. Vi finner at G – netto nytte ved høy vekst – bør være tre ganger så stor som T, tallverdien av netto nytte ved lav vekst. Det er ikke tilfelle her. Høy vekst gir netto nytte 842, mens lav vekst gir 394. Vi bør altså vente til bildet blir klarere.*

Om man ikke lar seg overbevise av dette, finnes det et enda enklere argument. Et hvert prosjekt konkurrerer egentlig mot seg sjøl, i den forstand at vi kan gjennomføre det nå eller vente til seinere. Anta at trafikken nå er for liten til at prosjektet viser lønnsomhet allerede første år det åpner (vi har regnet om investeringskostnaden til en annuitet, dvs. en utbetaling som er like stor i hvert år i hele prosjektets levetid.) Ved å vente til trafikken har vokst, kan vi unngå dette tapet, og vi kan i tillegg ha nytte av prosjektet i noen år etter at levetida ville vært utløpt om vi investerte straks. Vi skal altså alltid vente til førsteårs avkastning er positiv. Dette ”førsteårskriteriet” var hovedgrunnlaget for at kvalitetssikrerne av Rogfast anbefalte å vente og se, i alle fall til en tredje ferje var full.

Sunn fornuft og vitenskap tilsier altså at når det finnes gode muligheter for at beslutningsgrunnlaget vil bli bedre med tida, bør vi være helt sikre på at prosjektet er godt lønnsomt før vi går i gang og bygger. Uansett må vi se til at prosjektet tilfredsstiller førsteårskriteriet.

---

<sup>20</sup> I Minken (2013b)

## 7 Konklusjon

I denne studien har vi 1) redegjort for problemet med usikkerhet i samfunnsøkonomisk analyse, 2) redegjort for usikre elementer i analysene, 3) gitt anbefalinger på hvordan usikkerhet bør sammenstilles i en samfunnsøkonomisk analyse, og 4) gjort en litteraturgjennomgang av hvordan andre land behandler usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser.

### Usikre elementer i analysen

Alle ledd i den samfunnsøkonomisk analyse er beheftet med usikkerhet, både på nyttesiden og kostnadssiden. Vi har i denne rapporten skilt mellom følgende typer av usikkerhet i det samfunnsøkonomiske regnestykket:

1. Konjunkturusikkerhet, eller systematisk usikkerhet
2. Teknologiusikkerhet
3. Demografisk usikkerhet
4. Usikkerhet om observerbare priser (relative priser)
5. Politisk usikkerhet, nasjonalt
6. Politisk usikkerhet, lokalt
7. Næringsusikkerhet
8. Usikkerhet i restverdien til anlegget
9. Modellusikkerhet
10. Usikkerhet i modeller for bilhold og førerkortinnhav
11. Parameterusikkerhet
12. Kostnadsusikkerhet

Usikkerhetstype 1 representerer det vi kaller **systematisk usikkerhet**, eller konjunkturusikkerhet. De øvrige ti er **usystematisk usikkerhet**. Disse kan deles inn på ulike måter. Noen av usikkerhetene er prosjekt-spesifikke, dvs. spesifikke for prosjektet som analyseres. Dette gjelder punkter 6, 7, 8 og 12. Noen av usikkerhetene er prosjektovergripende, dvs. at de samme usikkerhetene vil kunne være gjeldende for mange uavhengige vegprosjekter. Dette gjelder punkter 2-5 og 9-11.

De ulike usikkerhetstypene kan også deles etter scenariosikkerhet og metodeusikkerhet. De seks første (2-8) vil vi samlet kalle *scenariosikkerhet*. De tre neste (9-11) vil vi kalle *metodeusikkerhet*. Usikkerhetstype 12 inneholder både scenariosikkerhet og metodeusikkerhet.

Den relative viktigheten av disse typene usikkerhet vil variere fra prosjekt til prosjekt. På kostnadssiden vil selvfølgelig kostnadsusikkerheten være viktig. For nytteberegninger vil prediksjonene av fremtidig trafikk være fundamentalt ettersom det vil påvirke brukernytte, operatørnytte og eksterne kostnader. I denne usikkerheten ligger både metodeusikkerhet og scenariosikkerhet.

## Utenlandsk praksis knyttet til vurdering av usikkerhet

Vi har gjennomgått veiledere i nyttekostnadsanalyse for transportprosjekter fra 19 land/delstater. Sentrale funn er:

- I 18 av disse har de anbefalt minst en metode for å analysere usikkerheten i nyttekostnadsanalysen. Følsomhetsanalyse er anbefalt i samtlige av disse 18 landene. Enkel og/eller simuleringsbasert scenarioanalyse er ofte også anbefalt i tillegg.
- Samtlige av landene i utvalget har anbefalinger knyttet til å gjennomgå usikkerhet i anleggskostnadene. Ikke alle av dem har det i veilederen til nyttekostnadsanalyse, men de har det i veilederen for prosjektledelse.
- Variabelen utenom anleggskostnader som anbefales oftest for en gjennomgang i usikkerhetsanalyse er predikert trafikk, som er anbefalt/nevnt i 15 av 19 veiledere.
- Den vanligste måten å gjennomgå systematisk usikkerhet på er følsomhetsanalyse på kalkulasjonsrenta. Dette anbefales i 8 av veilederne.
- Av de 19 veilederne vi har gjennomgått, anbefales det at usikkerheten (i ulike former i ulike veiledere) presenteres i oppsummeringstabellen til nyttekostnadsanalysen i 7 av dem.

## Hvordan usikkerhet bør sammenstilles

I det videre arbeidet med å minimere usikkerhet i analysene anser det som viktigst å regelmessig forbedre, validere og kvalitetssikre transportmodellene og analyseverktøyene slik at modellusikkerheten er så liten som mulig. På sikt, hvis modellteknisk mulig, vil det være ønskelig å inkorporere usikkerhetsaspektet direkte inn i modellverktøyet slik at det kan gjøres simuleringer som tillater å presentere resultatene ved hjelp av sannsynlighetsfordelinger og ikke bare punktestimater. Før den tid anbefales det å gjøre følsomhets- og scenarioanalyser, hvor utfallsrommet for nyttekostnadsanalysen (best case og worst case scenario) til hvert alternativ presenteres i oppsummeringstabellen. Dette innebærer at de sentrale usikre variablene testes en og en i en følsomhetsanalyse for hvert alternativ, og endres samtidig i en scenarioanalyse. Se kapittel 4.1.2 for nærmere utdypning av slik scenarioanalyse. Følsomhetsanalysen gjøres for å se hva som gir størst utslag på prosjektets lønnsomhet, noe som vil gi en pekepinn på hvor risikohåndteringsinnsatsen bør ligge. Scenarioanalysen gjøres for å kunne presentere utfallsrommet til nyttekostnadsanalysen for beslutningstager i oppsummeringstabellen.

Basert på en relativt entydig konklusjon fra ekspert-workshopen gjennomført i prosjektet og anbefalinger fra Mouter mfl. (2015) og Salling og Banister (2009), anbefaler vi at det i oppsummeringstabellen presenteres resultater fra Best Case og Worst Case i tillegg til dagens «mest sannsynlige punkt estimat». Vi anbefaler i tillegg at oppsummeringstabellen skiller mellom investeringskostnadene og de øvrige virkningene. Ekspert-workshopens hovedbegrunnelse for hvorfor dette er foretrukket framfor dagens praksis og øvrige alternativer til sammenstilling er:

- Det gir en god illustrasjon av utfallsrommet/usikkerheten for hvert alternativ.
- Det kan være med på å illustrere skjevhet, dvs. om det kan være noen lange haler i fordelingen mot enten best case eller worst case.
- Inkludering av kostnadsestimater i oppsummeringstabellen er erfaringsmessig etterspurt av beslutningstagerne – de vil ofte se kostnadene isolert, ikke bare netto nytte.

På bakgrunn av disse anbefalingene har vi laget et forslag til ny oppsummeringstabell for nyttekostnadsanalyser som kan vurderes i forbindelse med revisjonen av Håndbok V172. Dette tabellforslaget gis i Tabell 15.

En minimumsløsning vil være å gjennomføre en enkel scenarioanalyse basert på de samme variablene som er anbefalt for følsomhetsanalyse i dag, i tillegg til de som er spesifisert i Retningslinje 2 for planarbeidet med Nasjonal Transportplan 2018-2029 (Samferdselsdepartementet, 2015). Disse er:

- Investeringskostnader, gjerne i form av prosentkvantilene P15, P50 og P85. Vi anbefaler også å inkludere drifts- og vedlikeholdskostnader for å få med usikkerheten i livssyklusen.
- Trafikkvekst - som igjen påvirker endringer i brukernytte, operatørnytte og samfunnet for øvrig.
- Tiltakets trafiksikkerhetseffekt.
- Karbonprisbanen.

Flere variabler kan være inkludert i scenarioanalysen. Hvis antall variabler er gjenstand for prioritering foreslår vi noen generelle retningslinjer for en slik prioritering:

- Endringer i variablene må være tilstrekkelig utslagsgivende.
- Variabler som har en verdi som kan observeres på et senere tidspunkt (f.eks. minutter spart og antall personer eksponert for støy og lokal forurensing), bør prioriteres over variabler som ikke kan observeres (f.eks. tidsverdier, verdien av statistisk liv).

En slik minimumsløsning er ikke vesentlig mer ressurskrevende enn dagens løsning med følsomhetsanalyser, men vi mener at den vil gi grunnlag for å presentere usikkerheten i analysen for beslutningstager på en mer meningsfull og effektiv måte.

### Supplerende diskusjon

Å identifisere usikkerhetsaspektene og å presentere usikkerhetsbildet for beslutningstagerne er nødvendige skritt for å håndtere usikkerheten i det analyserte prosjektet. Vi skisserer i kapittel 6 tre aktiviteter som etter vårt syn hører med i en helhetlig behandling og framstilling av usikkerhet i den framtidige Håndbok V712. De tre aktivitetene er 1) å vurdere muligheten for risikoreduserende tiltak, 2) å vurdere muligheten og hensiktsmessigheten av å utsette gjennomføringen av prosjektet (verdien av realopsjoner), og 3) å identifisere gjenværende risikofaktorer som utbyggeren må arbeide videre med. For punkt 2 har vi skissert hvordan forenklede realopsjonsberegninger kan gjennomføres. Dette kan styrke vurderingene av hvorvidt utsettelse kan være en samfunnsøkonomisk fornuftig måte å håndtere usikkerheten på.

Av øvrige kilder å trekke inspirasjon fra på området håndtering av usikkerhet i det videre arbeidet med Håndbok V712, vil vi spesielt nevne DFØ (2006) og retningslinjene for kvalitetssikring av store statlige prosjekter.

Tabell 15: Forslag til ny oppsummeringstabell for nyttekostnadsanalyser

	Alt. 0	Alt. A			Alt. B			Alt. C		
<b>Prissatte virkninger</b>										
		P85	P50	P15	P85	P50	P15	P85	P50	P15
<b>Investeringskostnader</b>										
		WC	MSC	BC	WC	MSC	BC	WC	MSC	BC
<b>Netto nytte, eks. investeringskostnader</b>										
		WC	MSC	BC	WC	MSC	BC	WC	MSC	BC
<b>Netto nytte</b>										
<b>Netto nytte per budsjettkrone</b>										
<b>I. Rangering prissatte virkninger mellom alternativer per scenario</b>										
<b>Ikke-prissatte virkninger</b>										
<b>Samlet vurdering</b>										
<b>II. Rangering ikke-prissatte virkninger</b>										
<b>Samfunnsøkonomisk vurdering</b>										
<b>III. Samlet samfunnsøkonomisk rangering</b>										

WC = Worst Case, MSC = Mest sannsynlig case, BC = Best case

## Referanser

- Australian Transport Council (2006) National Guidelines for Transport System Management (NGTSM) in Australia
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg., 2014). Grundkonzeption für den Bundesverkehrswegeplan 2015
- California DOT (1999) California Life-Cycle/Benefit-Cost Analysis Model. Technical Supplement to User's Guide
- California DOT (2012) California Life-Cycle/Benefit-Cost Analysis Model. Technical Supplement to User's Guide. Volume 3
- Caltrans (2012) Project Risk Management Handbook: A Scalable Approach
- Campos og Exposito (2009) Caso de estudio 2: Evaluación socioeconómica de la inversión en carreteras: actuaciones en la autovía Mudéjar
- Cappelen, Å, Eika, T. og J.B. Prestmo (2013) Petroleumsvirksomhetens virkning på norsk økonomi og lønnsdannelse. Framtidig nedbygging og følsomhet for oljeprissjokk. Rapport 59/2013. Statistisk Sentralbyrå, Oslo
- Central Expenditure Evaluation Unit (2012) Guide to economic appraisal: carrying out a cost benefit analysis
- Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau og Ruimtelijk Planbureau (2006). Welvaart en Leefomgeving - een scenariostudie voor Nederland in 2040
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)/ Ministerio de Fomento (2010) Economic evaluation of transport projects
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (2010) Caso De Estudio 7.D: Evaluación socioeconómica de inversión en carreteras. La implantación de carriles-bus en la autovía A-42
- Commonwealth of Australia (2006) Handbook of cost benefit analysis
- Department of Infrastructure and Regional Development (2014) Overview of project appraisal
- Department of Transport (2014) Tag unit A1.1, Cost Benefit Analysis
- Department of Transport (2014) Tag unit M4, Forecasting and Uncertainty
- Department of Transport (2014) TAG data book, November 2014
- Dixit, A. and R.S. Pindyck (1994) Investment under uncertainty. Princeton University Press.
- DFØ (2006). Veileder: Behandling av usikkerhet i samfunnsøkonomiske analyser.
- DFØ (2014). *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*, Fagbokforlaget Vigmostad og Bjørke, Oslo: Direktoratet for økonomistyring
- Econ Pöyry (2009) IKT og klimagassutslipp. Rapport 2009-082

- ECOPLAN (2010) Handbuch e-NISTRA. Schlussbericht.
- FHWA (2003). Economic Analysis Primer
- Figenbaum, E., Eskeland, G.S., Leonardsen, J. og R. Hagman (2013) 85g CO<sub>2</sub> per kilometer i 2020. Er det mulig? TØI rapport 1264/2013. Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Finansdepartementet (2014) Rundskriv R-109. Finansdepartementet, Oslo
- Flyvbjerg, B. (2004). Procedures for Dealing with Optimism Bias in Transport Planning. On behalf of The British Department for Transport.
- Fridstrøm, L. og Alfsen K.H. (2014) Vegene mot klimavennlig transport. *TØI rapport 1321/2014*, Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Gollier, C. (2012) Evaluation of long-dated investments under uncertain growth trend, volatility and catastrophes. CESifo Working paper: Industrial organization no. 4052
- Gühnemann, A. (2013). International Comparison of Transport Appraisal Practice Annex 2 Germany Country Report
- Hagman, R. Gjerstad, K.I. og A.H. Amundsen (2011) NO<sub>2</sub>-utslipp fra kjøretøyparken i norske storbyer. Utfordringer og muligheter frem mot 2025. TØI rapport 1168/2011, Transportøkonomisk institutt, Oslo
- HM Treasury (2011) The Green Book – Appraisal and Evaluation in Central Government
- Huo, H. og M. Wang (2012). Modelling future vehicle sales and stock in China. *Energy Policy*, 43: 17-29
- Infrastructure Australia (2012) Reform and Investment Framework
- Intraplan et al (2015) Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung
- Liikennevirasto (2013) Tiehankkeiden arviointiohje. Liikenneviraston ohjeita 13/2013
- Liikennevirasto (2011) Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. Liikenneviraston ohjeita 14/2011
- Litman, T.A. (2015). Land use impacts on transport. How land use factors affect travel behavior. Report, Victoria Transport Policy Institute
- Madslie, A. Rekdal, J. og Larsen, O.I. (2005). Utvikling av regionale modeller for persontransport i Norge. Tøi-rapport 766/2005.
- Miller, M. og Szimba, E. (2015). How to avoid unrealistic appraisal results? A concept to reflect occurrence of risk in the appraisal of transport infrastructure projects. *Research in Transportation Economics*. 49: 65-75.
- Ministry of Transportation and Infrastructure (2014a) Guidelines for the Benefit Cost Analysis Of Highway Improvement Projects In British Columbia
- Ministère De L'écologie, Du Développement Durable Et De L'énergie (2014b) Prise en compte des risques dans l'analyse monétarisée - Version du 7 octobre 2014
- Ministère De L'écologie, Du Développement Durable Et De L'énergie (2014) Présentation de la synthèse de l'évaluation - Version du 1er octobre 2014

- Ministerie van Infrastructuur en Milieu DG Ruimte en Water (2012). KBA bij MIRT-Verkenningen
- Minken, H. (2005) Nyttetekostnadsanalyse i samferdselssektoren: Risikotillegget i kalkulasjonsrenta, TØI-rapport 796/2005.
- Minken, H. (2011) Problemer i usikkerhetsanalyse av samfunnsøkonomiske beregninger av samferdselsprosjekter. Upublisert arbeidsnotat knyttet til Strategisk Institutsatsing 3375: Tid og usikkerhet.
- Minken, H. (2013a) Oppfølging av Hagenutvalget: Forslag til implementering i 2014- og 2017-versjonene av vegvesenets Håndbok 140. TØI-Arbeidsdokument 50487
- Minken, H. (2013b) Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av ferjeavløsningsprosjektene på E39 mellom Stavanger og Trondheim. TØI-rapport 1272/2013.
- Minnesota DOT (2012) Benefit Cost Analysis for Transportation Projects
- Mouter, N., Holleman, M., Calvert, S. og Annema, J.A. (2015). Towards improved handling of uncertainty in cost-benefit analysis: addressing the 'price-quality' and 'communication' dilemmas. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. Issue 15(3), 2015. pp. 341-361. ISSN: 1567-7141
- National Cooperative Highway Research Program (2010) Guidebook on Risk Analysis Tools and Management Practices to Control Transportation Project Costs. NCHRP REPORT 658
- National Roads Authority (2011a) Project Appraisal Guidelines. Unit 6.1. Guidance on conducting CBA
- National Roads Authority (2011b) Project Appraisal Guidelines. Unit 6.12. CBA report
- National Roads Authority (2011c) Project Appraisal Guidelines. Unit 20.6. Sample COBA report.
- National Roads Authority (2011d) Project Appraisal Guidelines. Unit 6.11. National Parameter Values Sheet
- Norsk senter for prosjektledelse (2007)  
<http://www.nsp.ntnu.no/index.php?pageId=430>
- NZ Transport Agency (2013) Economic evaluation manual
- Odeck, J. (2014) Do reforms reduce the magnitudes of cost overruns in road projects? Statistical evidence from Norway.
- Paulley, N., Balcombe, R. Mackett, R., Titheridge, H., Preston, J, Wardman, M, Shires, J. og P. White (2006) The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport Policy* 13: 295–306
- Rødseth, K.L. og M. Killi (2014) Marginale eksterne kostnader for godstransport på sjø og jernbane – en forstudie. TØI rapport 1313/2014. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Salling, K.B., Banister, D. (2009). Assessment of large transport infrastructure projects: the CBA-DK model. *Transportation Research Part A*, 43, 800-813.
- Samstad, H., Ramjerdi, F., Veisten, K., Navrud, S., Magnussen, K., Flügel, S., Killi, M., Halse, A.H., Elvik, R., og O. San Martin (2010) Den norske verdsettingsstudien: sammendragsrapport, TØI rapport 1053/2010. Transportøkonomisk institutt, Oslo.



- SIKA (2008) Samhällseconomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 4
- Statistisk Sentralbyrå (2014) Konjunkturutviklingen i Norge. Økonomiske Analyser 1/2014
- Statens vegvesen (2014). Håndbok V712 – Konsekvensanalyser
- Statens vegvesen (2014b) Håndbok R764 - Anslagsmetoden
- Thune-Larsen, H., Veisten, K., Rødseth, K.L, and R. Klæboe (2014) ”Marginale eksterne kostnader ved vegtrafikk”, TØI report 1307/2014. Transportøkonomisk institutt, Oslo
- Trafikverket (2015) Samhällseconomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2. Kapittel 5 Känslighetsanalyser
- Trafikverket (2015) Samhällseconomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2. Kapittel 3 Kalkylprinciper och generella kalkylvärden
- Trafikverket (2015) Enkel-SEB med samhällsøkonomisk kalkyl
- Transport Canada (1994) Guide to benefit-cost analysis in Transport Canada
- Transportministeriet (2015). Manual for samfunnsøkonomisk analyse på transportområdet – Anvendt metode og praksis i Transportministeriet.
- Treasury Board of Canada (2007) Canadian Cost Benefit Analysis Guide
- US DOT (2012). TIGER Grant Program: Benefit-Cost Analysis Resource Guide
- Vlaamse Overheid-Departement Mobiliteit en Openbare Werken/ RebelGroup Advisory Belgium nv (2013): Standaardmethodiek voor MKBA van transportinfrastructuur-projecten: Algemene leidraad
- Vlaamse Overheid-Departement Mobiliteit en Openbare Werken/ RebelGroup Advisory Belgium nv (2013): Standaardmethodiek voor MKBA van transportinfrastructuur-projecten: Kengetallenboek
- Wangsness, P.B., Rødseth, K.L., Hansen, W. (2014) 22 lands retningslinjer for behandling av netto ringvirkninger i konsekvensutredninger: En litteraturstudie. TØI rapport 1382/2014.
- Wardman, M. (1988) A comparison of revealed preference and stated preference models of travel behaviour. *Journal of Transport Economics and Policy* 22, 71-91.
- Welde, M. og Odeck, J. (2011). Do Planners Get it Right? The Accuracy of Travel Demand Forecasting in Norway. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*. Issue 11 (1). pp. 80-95. Delft University of Technology.
- Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse – Schiene – Verkehr m.fl (2010) Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen. RVS 02-01-22

# Vedlegg 1: Detaljert skjematisk oversikt av veiledning i 19 land/delstater

I dette vedlegget foreligger en oppsummeringstabell av hvordan veiledere i hvert land/delstat i utvalget anbefaler håndtering og sammenstilling av usikkerhet i nyttekostnadsanalysen. Hver tabell er på ca. en side, og gjennomgår følgende aspekter knyttet til håndtering og sammenstilling:

- Anbefalte metoder
- Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet
- Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet
- Sammenstilling
- Annet
- Kilder

Landene gjennomgås i følgende rekkefølge:

1. Australia
2. Belgia
3. Canada (nasjonalt)
4. Canada (British Columbia)
5. Danmark
6. Finland
7. Frankrike
8. Irland
9. Nederland
10. New Zealand
11. Spania
12. Storbritannia
13. Sveits
14. Sverige
15. Tyskland
16. USA (nasjonalt)
17. USA (Minnesota)
18. USA (California)
19. Østerrike

Australia
Anbefalte metoder: Følsomhetsanalyse: Kilde 1, 2, 3 og 4 Scenarioanalyse: Både enkel og simuleringsbasert. Enkel (kilde 1 og 3): Kilde 1 anbefaler varianten state contingent analyse: Identifiser hvilke variabler som er usikre, og hvilke utfallsrom disse kan forventes å ha. Deretter tillegges sannsynligheter til de ulike utfallene, normalt basert på subjektive vurderinger. Videre må man vurdere alle kombinasjoner av utfall i de ulike usikre variablene som kan tenkes å inntreffe (for hvert tilstand). Til slutt kalkuleres nyttekostnadsanalysen for hvert enkelt tilstand, og multipliser nåverdien med sannsynligheten for at tilstanden skal inntreffe for å beregne prosjektets forventningsverdi. For mer omfattende analyser anbefales simuleringsbasert analyse (Kilde 1, 2 og 4).

<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Kilde 2: Følsomhetsanalyse på kalkulasjonsrente, 4 % og 7 %.</p> <p>Kilde 3: Følsomhetsanalyse på kalkulasjonsrente, 4 %, 7 % og 10 %.</p> <p>Det <i>frarådes</i> å legge risikopremie på kalkulasjonsrenten</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Kilde 1: Trafikkvolum, Tungbilandel, Bilbelegg, Trafikkvekst, Trafikk generert av spesifikke (uvisse) utviklinger, Trafikk generert eller avverget av tiltak, Endring i hastigheter, Endring i kollisjonsrater, Anleggskostnader, Kostnader drift og vedlikehold. Minimums- og maksimumsverdier er foreslått.</p> <p>Kilde 3: i) kapitalkostnad, ii) byggetid/åpningtidspunktet, iii) drift og vedlikeholdskostnader, iv) transporttettersspørsel, v) oljepris, vi) karbonpriser og vii) befolkningsvekst</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Australias veileder (kilde 1) spesifiserer ulike sammenstillinger for rapid BCA og utvidet analyse. For mindre prosjekter benyttes «rapid CBA», og her skal sensitivitetsanalysen presenteres sammen med svarene på i) hva som ansees å være de mest usikre faktorene, ii) for hvilken tidslinje forventes det løsninger på problemer som med stor sannsynlighet oppstår før påbegynnelsen av byggingen, iii) hvilke typer usikkerhet som er mest kritisk for prosjektets suksess på nytte- og kostnadssiden og iv) hvilke tiltak som kan virke risikodempende. For større prosjekter presenteres en tilstandsbetinget analyse. Omfattende BCAer sammenstilles ved Appraisal Summary Table, som ble utviklet i England (Kilde 1). Her har Australia lagt til en egen rad, hvor analytikeren skal beskrive hvor sikker analysen er (er dataene gode osv.) på en femdelte skala. I begge tilfellene skal usikkerhetsanalysen presenteres om et tillegg, og inngår ikke i hovedoppsummeringen av prosjektet, f.eks. Appraisal Summary Table. Veilederen påpeker at detaljgraden i sammenstillingen vil avhenge av prosjektstørrelse og at detaljnivået skal diskuteres med transportmyndighetene fra prosjekt til prosjekt. Det bes om at man i oppfølgingen skal vurdere verdien av risikodempende strategier ved bruk av tilstandsbetinget metode.</p>
<p>Annet: Kilde 1 presiserer at det skal skilles mellom nedsiderisiko og ren risiko (pure risk). Kilde 4 tar opp opsjonsverdier, men det gis ingen spesifikke retningslinjer for bruken av denne teorien. Kilde 2 spesifiserer at alle prosjekter over 25 mill. dollar skal inkludere en probabilistisk beregning av anleggskostnader, som rapporteres på P50 og P90 nivået.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Australian Transport Council (2006) National Guidelines for Transport System Management (NGTSM) in Australia (4 sider) (fortsatt gjeldende per 2015, men vil bli oppdatert ved neste revideringsrunde av veiledningsmaterialet til NGTSM)</li> <li>2. Department of Infrastructure and Regional Development (2014) Overview of project appraisal (3 sider) (henviser til NGTSM)</li> <li>3. Infrastructure Australia (2012) Reform and Investment Framework (1 side)</li> <li>4. Commonwealth of Australia (2006) Handbook of cost benefit analysis (12 sider) (NB: Tas kun med som supplement til denne litteraturstudien)</li> </ol>

<p>Belgia</p> <p>Anbefalte metoder:</p> <p>Sensitivitetsanalyse: To mulige måter; enten ved å vurdere ekstremverdiene (min-/max-verdier) til en parameter eller ved å vurdere en prosentvis endring. Det påpekes at analysen kan gjennomføres ved å samvarierte korrelerte variabler.</p> <p>Scenarioanalyse, enkel: 4 trinn; i) å identifisere usikre variabler, ii) å dele variablene inn i 4 grupper, klassifisert med bakgrunn i graden av usikkerhet (liten/stor) og påvirkning på prosjektets utfall (liten/stor), iii) å kartlegge korrelasjonen mellom de relevante variablene og korrelerte variabler blir «clustret» før man til slutt iv) definerer scenariene.</p> <p>Scenarioanalyse: Simuleringsbasert (Monte Carlo): Ansees som den foretrukne metoden fordi denne er den eneste metoden som kan gi innsikt i den kombinerte effekten av alle usikre parametere. Håndboken påpeker at ulempen med metoden er at sannsynlighetsfordelingene til de usikre parametere må være kjent. Tre trinn; i) å identifisere usikre variabler, ii) å bestemme sannsynlighetsfordelingen til de usikre variablene og iii) gjennomføringen av simuleringen.</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Kalkulasjonsrente: Utgangspunkt i 4 %, med følsomhetsanalyse på 2,5 %, og 5,5 %.</p> <p>Veilederen <i>fraråder</i> at en generell risikopremie legges på renten, eller at det gjøres korreksjoner i NNV (diskontert med risikofri kalkulasjonsrente) basert på prissatt risiko.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Ingen spesifisert anbefaling av variabler. Verdsetting av statistisk liv nevnes som aktuell for følsomhetsanalyse i vedlegget for nøkkeltall.</p> <p>Det nevnes også at hensyn til risiko må bygges inn i kostnadsestimatet for både investeringskostnader og kostnader til drift og vedlikehold.</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Veilederen gir ingen spesifikke retningslinjer for hvordan sammenstillingen av resultatene av usikkerhetsanalysen skal gjøres, men de skal være en del av sammendraget, dog ikke i noen oppsummeringstabell.</p> <p>Generelt skal resultatene av prosjektevaluering sammenstilles i en teknisk rapport og en oppsummering til politikerne. Rapporten til politikerne skal inneholde et eget kapittel om usikre elementer og hvordan de påvirker nyttekostnadsanalysen.</p>
<p>Annet:</p> <p>Vi bemerker at veilederen kun foreligger på flamsk, så vi tar forbehold om at det kan foreligge feil i oversettingen.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <p>Vlaamse Overheid-Departement Mobiliteit en Openbare Werken/ RebelGroup Advisory Belgium nv (2013): Standaardmethodiek voor MKBA van transportinfrastructuur-projecten: Algemene leidraad (2013) (9 sider); Kengetallenboek» (2013)</p>

Canada (nasjonalt)
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse (Kilde 1 og 2)</p> <p>Scenarioanalyse, enkel (Kilde 2): Variere parametere i følsomhetsanalysen samtidig</p> <p>Scenarioanalyse, simuleringsbasert (Kilde 1 og 2). Kilde 1 anbefaler denne utført så langt det er mulig</p> <p>Break-even analyse (Kilde 2): Vurdere variasjonen i en variabel eller parameter som kreves for at et prosjektalternativ skal foretrekkes over et annet.</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Kalkulasjonsrente: Utgangspunkt i 10 %, med følsomhetsanalyse på 7,5 %, og 12,5 % (Kilde 2, 1994)</p> <p>Kilde 1 <i>fraråder</i> å bruke en risikopremie på kalkulasjonsrenten til å justere for systematisk sikkerhet. Det argumenteres for at usikkerheten i hovedsak knytter seg til analysens input variabler og at man derfor bør anvende Monte Carlo usikkerhetsanalyse i stedet.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Kilde 2: Trafikkvolum, drivstoffpriser, teknologi (både transport- og informasjonsteknologi), logistikk (endringer i handelsstrømmer, trafikkvekst, tidsvinduer, fordeling mellom transportmidler), tiltakets tekniske ytelsesgrad (hvordan bruk av ny eller avansert teknologi i tiltaket innebærer usikkerhet i kostnader og i hvilken grad tiltaket kan levere forventede nyttevirksomheter), kostnadsestimater, standardverdier (ulykkeskostnader, tidsverdier, miljøverdier), byggetid/åpningstidspunktet, grad av realisering av nyttevirksomheter (aktørers adferd eller andre forhold kan medføre at ikke alle nyttevirksomheter blir realisert).</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Kilde 1 anbefaler at en serie av statistiske utfall, slik som forventningsverdier og utfallsvariansen, skal presenteres i oppsummeringstabellen</p>
<p>Annet:</p> <p>Kilde 2 er relativt gammel, men var fortsatt gjeldende i 2011 (<a href="http://data.tc.gc.ca/archive/eng/corporate-services/finance-bca-101.htm">http://data.tc.gc.ca/archive/eng/corporate-services/finance-bca-101.htm</a>). Fra denne siden til Transport Canada henvises det også til Kilde 1.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Treasury Board of Canada (2007) Canadian Cost Benefit Analysis Guide (2 sider)</li> <li>2. Transport Canada (1994) Guide to benefit-cost analysis in Transport Canada (4 sider)</li> </ol>

Canada (British Columbia)
Anbefalte metoder: Følsomhetsanalyse: Vil normalt påkreves Scenarioanalyse, enkel: Nevnes, men utdypes ikke Scenarioanalyse, simuleringsbasert: En slik analyse normalt ikke vil kreves
Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet: Kalkulasjonsrente: Følsomhetsanalyse på +/-2%
Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet: Obligatorisk: Optimal timing (hvilket år first-year-rate-of-return overstiger kalkulasjonsrente), anleggskostnader, trafikkvolum, trafikkvekst I tillegg skal verdien av enhver parameter hvis estimer er usikre vurderes ved hjelp av følsomhetsanalyse. Kan vurderes: Ulykkeskostnader (erstatte anbefalte skadekostnader med forsikringskostnader), Byggetid/åpningtidspunktet og Tiltakets levetid
Sammenstilling: Resultatene fra sensitivitetsanalysen bes presenteres i en enkel tabell som identifiserer sensitivitene og de korresponderende nåverdier og nyttekostbrøker. Resultatene fra sensitivitetsanalysen skal presenteres som et supplement til nyttekostnadsanalysen, men ikke i oppsummeringstabellen eller i sammendraget.
Annet: Det presiseres at følsomhetsanalyser kun skal gjennomføres for foretrukket prosjekalternativ Veilederen er svært kortfattet, og vi finner ingen drøfting om risikopåslag på renten. Derimot behandles renten i sensitivitetsanalyser.
Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet): Ministry of Transportation and Infrastructure (2014) Guidelines for the Benefit Cost Analysis Of Highway Improvement Projects In British Columbia (2 sider)

Danmark
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse: Endring av en parameter om gangen for å se den isolerte effekten</p> <p>Scenarioanalyse, enkel. Beskriver ”best” og ”worst” case scenario, hvor analysen inneholder beste og verste tenkelige verdier for parameterne og forutsetningene.</p> <p>Break-even-analyse: Belyse hvilke endringer i parametere som må til for å få en NNV lik null</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Risikotillegg: 1 % mellom år 1 og år 35 (risikofri realrente 3 %)</p> <p>Risikotillegg: 0,5 % mellom år 36 og år 70 (risikofri realrente 2,5 %)</p> <p>Risikotillegg: 0 % fra år 71 og fremover (risikofri realrente 2 %)</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Veilederen er forholdsvis generell, og beskriver at en fullstendig samfunnsøkonomisk analyse bør inneholde et avsnitt om usikkerhetslementer, som bør inneholde beskrivelse av vesentligste usikkerhetsfaktorer i analysen og vesentligste forutsetninger som kan påvirke resultatet. Til slutt bør det gis en samlet vurdering av analysens robusthet. Av variabler som hvor usikkerheten bør vurderes, gis det eksempler på trafikkprognoser, trafikkvekst, ulykkeseffekt, tidsgevinster og anleggskostnader</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Det gis et eksempel på en oppstilt følsomhetsanalyse (s 114).</p> <p>Prosjektet sammenstilles i fem tabeller. I Tabell 3 skal det gis en oppsummert robusthetsvurdering av de ulike alternativene, f.eks. hvorvidt alternativene er robuste overfor endringer i sentrale beregningsforutsetninger, f.eks. trafikkvekst. Tabell 2 fungerer som oppsummeringstabellen for prissatte virkninger i den samfunnsøkonomiske analysen.</p>
<p>Annet:</p> <p>Påpeker nyttighet med å skille mellom <i>egentlige usikkerhetslementer</i>, som kan verifiseres i ettertid (f.eks. trafikkprognoser og anleggskostnader), og <i>forutsetninger</i> som ikke kan etterprøves med vesentlig høyere sikkerhet enn ved analysetidspunktet (f.eks. verdsetting av tid og miljø).</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <p>Transportministeriet (2015). Manual for samfunnsøkonomisk analyse på transportområdet – Anvendt metode og praksis i Transportministeriet.</p>

Finland
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse. Det anbefales i de fleste prosjekter å gjøre følsomhetsanalyse på 2-4 av de viktigste faktorene i analysen</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>En risikofri rente på 2 % og risikopremie på 2% gir en kalkulasjonsrente på 4 %.</p> <p>I versjonen fra 2013 oppgis kun kalkulasjonsrente på 4 %, uten at risikopremie nevnes, men i versjonen fra 2011 begrunnes kalkulasjonsrenta på 4 % utfra risikofri rente og risikopremie.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Investeringskostnad, trafikkprognose, prosjektets påvirkning (flytting/generering) av trafikk, tidsbesparelser, fartsgrenser, sammensetning i kjøretøyparken, prosjektets effekt på ulykker, kø og trafikkvariabilitet, samt forutsetning om arealbruk og utviklingen i resten av transportsystemet (eks. utbygging av andre prosjekter). Faktorene som velges ut må begrunnes.</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Sammenstilling av resultater fra usikkerhetsanalysen: De viktigste resultatene fra følsomhetsanalysen skal presenteres i sammendraget, etter tabellen som oppsummerer de samfunnsøkonomiske lønnsomhetsberegningene.</p> <p>Usikkerhetsanalysen i rapporten: Veilederen spesifiserer en tabell hvor man setter opp de ulike parameterne som skal testes, spesifiserer hvilke endringer man legger inn for deretter å gi en beskrivelse av årsaken til utvelgelsen/den angitte endringen i parameteren. Selve analysen følger deretter i et stolpediagram (horisontale stolper), hvor hver stolpe viser mulige variasjoner i nyttekostnadsbrøken ved variasjoner for en gitt variabel.</p>
<p>Annet:</p> <p>Vi bemerker at veilederen kun foreligger på finsk, så vi tar forbehold om at det kan foreligge feil i oversettingen.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <p>Liikennevirasto (2013) Tiehankkeiden arviointiohje. Liikenneviraston ohjeita 13/2013 (6 sider)</p> <p>Liikennevirasto (2011) Liikenneväylien hankearvioinnin yleisohje. Liikenneviraston ohjeita 14/2011 (2 sider)</p>



Frankrike
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse</p> <p>Scenarioanalyse, enkel</p> <p>Scenarioanalyse, simuleringsbasert</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Scenarier for BNP-stresstesting.</p> <p>NNV beregnes med utgangspunkt i trend-BNP (1,5% årlig vekst) og diskontering med 4 %. Så beregnes scenarioet med stresset BNP (0 % årlig vekst). Hvis prosjektet i stresset scenario har en 20 % lavere NNV enn i trend-alternativet, vurderes prosjektet å ha betydelig systemrisiko, og videre systemrisikoanalyse må gjøres.</p> <p>Hvis betydelig systemrisiko: NNV beregnes med utgangspunkt i trend-BNP med en diskontering på 4,5 %. Stresstesting kan foregå på to måter: 1) Beregne NNV i 3-5 ulike BNP-scenarier (som gjerne kan inkludere variasjon i andre systemiske variabler som energipriser). 2) Ta kun utgangspunkt i trend BNP-scenarioet, men diskontere med: <math>i = \text{risikofri rente (2,5\%)} + \text{prosjektspesifikt risikopåslag (risikopremie: 2\%)*beta}</math>, dvs. produktet av risikopremien og korrelasjonen mellom prosjektnytte og konjunkturer, dvs beta-koeffisienten). I Quinet mfl. (2014) finnes anbefalte beta-koeffisienter per type transportprosjekt (vei, bane etc.)</p> <p>Det eksisterer veiledning på hvordan BNP-scenariene kan utformes.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Analytikeren kan velge mellom følsomhetsanalyse og både enkel og simuleringsbasert scenarioanalyse (hvor NNVs konfidensintervall) på usystematisk risiko, og kan selv velge omfanget av variabler å teste. Av elementer knyttet til usikkerhetsanalyse nevnes OD-data, transportmodellpresisjon, anleggskostnader og lokalisering av transportgenererende aktiviteter. Det anbefales også å gjøre følsomhetsanalyse på graden av konkurranse i transportmarkedet.</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>I oppsummeringstabellen for nyttekostnadsanalysen, med sammenligning av alternativer, skal det redegjøres for hvilken metode for systemrisikoanalyse som er blitt brukt i beregningen av NNV. To tabeller senere i sammendraget presenteres oppsummeringen av analysen av usystematisk risiko. Her er det åpent for å enten 1) vise resultatene fra følsomhetsanalysene/scenarioanalysene, eller 2) en kvalitativ presentasjon av viktigste usystematiske risikoaspekter. For usystematisk risiko er det anbefalt å presentere hvilke aktører som har mulighet til å kontrollere disse risikoene, og hvilke strategier og verktøy de har for det (Kilde 2)</p>
<p>Annet:</p> <p>Veilederen foreligger kun på fransk, og vi tar derfor forbehold med hensyn til oversettelsen.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ministère De L'écologie, Du Développement Durable Et De L'énergie (2014) <i>Prise en compte des risques dans l'analyse monétarisée - Version du 7 octobre 2014</i> (15 sider)</li> <li>2. Ministère De L'écologie, Du Développement Durable Et De L'énergie (2014) <i>Présentation de la synthèse de l'évaluation - Version du 1er octobre 2014</i> (1 side)</li> </ol>

<p>Irland</p>
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>I transport-spesifikk veileder (som tas med i aggregeringen i kapittel 5):</p> <p>Følsomhetsanalyse (Kilde 1)</p> <p>Scenarioanalyse, enkel (Kilde 1)</p> <p>I den generelle veileder for NKA (Kilde 5) åpnes det for ulike metoder for å analysere usikkerhet, både følsomhetsanalyse, scenarioanalyse (enkel), scenarioanalyse (simuleringsbasert), break-even analyse (switching values) og kvantifisert optimisme bias. Kilde 5 tas ikke med i aggregering av funnene i kapittel 5, da dette er en generell veileder, som ikke har som mål å overstyre de sektorspesifikke veilederne</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Kilde 4 angir en diskonteringsrente på 4 %. Det sies ingenting i teksten om hvorvidt renten på 4 % inneholder en risikopremie.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Kilde 1: Det skal gjøres scenarioanalyse med lavt, middels og høy-trafikkvekstscenario, sammen med følsomhetsanalyser for sentrale parametere som vurderes nødvendige for slik testing. I forprosjektfasen presiseres det at det skal i tillegg gjøres scenarioanalyse med anleggskostnader target cost og budget cost (tilsvarende grunnkalkyle og P50), og hvis relevant, konsekvenser tollfinansiering.</p> <p>I den generelle veilederen (Kilde 5) slås det fast at det ikke er tilstrekkelig å kun teste variablene som forventes å være forbundet med usikkerhet, men at samtlige variabler i analysen skal testes. Det skal også testes for store endringer (f.eks. +/- 10-20%).</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Nyttekostnadsanalysen alltid skal presenteres i en oppsummeringstabell med utfallet av tre scenarioer – lav, middels og høy vekst i trafikkarbeidet. I tillegg skal sammenstillingen presentere og begrunne eventuelle andre sensitivitetstester som er gjennomført (Kilde 2)</p> <p>I kilde 3 viser de et eksempel hvor de presenterer resultatene med 6 scenarioer, hvor de tre trafikkvekstscenarioene varierer med anleggskostnader target cost og budget cost (tilsvarende grunnkalkyle og P50)</p> <p>Den generelle veilederen (kilde 5) presiserer også at det ikke er ønskelig med kun punktestimater for NNV, men at det ønskes at utfallsrommet for verdiene presenteres.</p>
<p>Annet:</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. National Roads Authority (2011) Project Appraisal Guidelines. Unit 6.1. Guidance on conducting CBA (1 side) <a href="http://www.tii.ie/tii-library/strategic-planning/">http://www.tii.ie/tii-library/strategic-planning/</a></li> <li>2. National Roads Authority (2011) Project Appraisal Guidelines. Unit 6.12. CBA report</li> <li>3. National Roads Authority (2011) Project Appraisal Guidelines. Unit 20.6. Sample COBA report.</li> <li>4. National Roads Authority (2011) Project Appraisal Guidelines. Unit 6.11. National Parameter Values Sheet</li> </ol> <p>Generell NKA-veileder i Irland</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Central Expenditure Evaluation Unit (2012) Guide to economic appraisal: carrying out a cost benefit analysis (4 sider)</li> </ol>

Nederland
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse.</p> <p>Scenarioanalyse, enkel. Obligatorisk å analysere utfra to ulike predefinerte framtidsscenarioer, hvor disse scenarioene er gjeldende for alle sektorer, ikke bare transport. Scenarioene er utarbeidet sentralt av Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau og Ruimtelijk Planbureau (2006). Hovedscenarioene er ytterpunktene høyvekstscenarioet Global Economy og lavvekstscenarioet Regional Communities. I disse scenarioene er det beregnet ulike fremtider for 26 hovedvariabler innen økonomi og demografi, boligutvikling, arbeidsmarkedsutvikling, transport, landbruk, energi, miljø, natur og rekreasjon. De sentrale transport variablene inkludert i scenarioene er personkilometer, tonnkilometer og timer i kø.</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Risikopremie på renten på 3% (risikofri rente er 2,5%). Den skal gjelde generelt for alle prosjekter, men kan reduseres til 1,5% i tilfeller hvor i) negative eksterne effekter ved prosjektet er tatt hensyn til i prosjektberegningene og ii) nytten av prosjektet forventes fortsette langt utover dets analyseperiode (i teksten: levetid). Det anbefales å gjøre en sensitivitetsanalyse av renten. I tillegg inngår BNP-vekst inn i de predefinerte scenarioene.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>De eksplisitt anbefalte variablene er anleggskostnader, byggetid/ åpningstidspunkt, virkningen av at prosjektet bygges i flere faser og effekter av annen arealbruk og andre prosjekter i transportsystemet. I tillegg nevnes følsomhetsanalyse på effekter av bompenger, dersom det er usikkerhet rundt dette. Det presiseres at listen ikke er uttømmende og at følsomhetsanalyse på alle de store nytte- og kostnadspostene er anbefalt. Følsomhetsanalysen kommer i tillegg til beregninger i to ulike scenarioer (høyvekstscenarioet Global Economy og lavvekstscenarioet Regional Communities). Det presiseres at man ikke må dobbeltelle usikkerhet ved å ta med økonomiske og demografiske utviklinger som allerede er dekket i scenarioene.</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Nederlands veileder slår fast at det er viktig at usikkerhet belyses ved presentasjon av nyttekostnadsanalysens resultater. Oppsummeringstabellen inneholder resultater fra alle scenarier for alle alternativer.</p>
<p>Annet:</p> <p>Veilederen foreligger kun på nederlandsk, så vi tar et forbehold hva gjelder oversettingen.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <p>Ministerie van Infrastructuur en Milieu DG Ruimte en Water (2012). KBA bij MIRT-Verkenning (2 sider)</p> <p>Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau og Ruimtelijk Planbureau (2006) Welvaart en Leefomgeving - een scenario studie voor Nederland in 2040 (grunnlaget for predefinerte scenarioer – 240 sider)</p>

<p>New Zealand</p> <p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse: Øvre og nedre verdi på viktige variabler i analysen skal testes en for en, med resulterende NKB for øvre og nedre verdi</p> <p>Sjekkliste for gjennomgang av risikoelementer på både nytte og kostnadssiden, kombinert med scenarioanalyse for risikoelementer som vurderes som «middels» eller «høye».</p> <p>Veilederen beskriver i utgangspunktet enkle scenarioanalyser, men opplyser om at simuleringsbasert scenarioanalyse er hensiktsmessig i analyser hvor det er mange usikre variabler og mange interaksjoner mellom dem.</p> <p>Den sjekklisterbaserte risikoanalysen struktureres etter 3 forhåndsdefinerte arbeidsbøker (worksheets). I det første skal usikkerhet knyttes til nytte og kostnader innen 9 hovedkategorier gjennomgå punkt for punkt, og det skal avgjøres om hver variabel/parameter skal regnes som å inneha høy eller lav risiko. For eksempel, hvis det er minst 5% sannsynlighet for at en variabel kan påvirke samlet prosjektnytte med mer enn +/- 10% eller samlet prosjektkostnad med mer enn +/- 5%, skal variabelen klassifiseres som en «høyrisiko». I appendikset angis det også spesifikke retningslinjer for hver enkelt variabel/parameter i analysen. Alle variabler som klassifiseres som høyrisiko skal behandles videre i den neste arbeidsboken. Her legges det til mer informasjon om omstendighetene rundt usikkerheten som ble identifisert i det første steget og beskriver deres mulige konsekvenser for prosjektet (spesielt for valg av alternativer og for timing av prosjektet). Dersom det er mulig skal det også foreslås strategier for risikohåndtering. Den tredje arbeidsboken tar for seg uforutsette hendelser eller udefinerbar risiko, og åpner for et kostnadstillegg (cost contingencies – gjerne basert på historiske data) for å redusere sannsynligheten for kostnadsoverskridelser.</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Kalkulasjonsrente på 6%, men ber om en sensitivitetsanalyse hvor renten settes til hhv. 4% og 8%.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Veilederen lister følgende variabler som viktige for følsomhetsanalyse: Drift- og vedlikeholdskostnader, trafikkvolum, trafikkvekst, trafikk generert eller avverget av tiltak, etterspørsel etter transporttjenester, hastigheter, ujevnheter i veien, effekt på ulykker. Det er også spesifiseringer i hvilke variabler å følsomhetsteste i prosjekter rettet mot transportetterspørselsstyring (Transport Demand Management), transporttjenester, gå- og sykkeltiltak, opplysningsiltak, samt privatsektor-finansiering og bompenger.</p> <p>I den sjekklisterbaserte risikoanalysen er hovedkategoriene trafikkvolum, trafikkvekst, trafikale effekter fra andre prosjekter i nettverket, ulykkesfrekvens og ulykkeskostnad, samt anleggskostnader (som omfatter 5 av 9 hovedkategorier)</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>I oppsummeringstabellen (arkfanen Worksheet 1 – Evaluation Summary and TIO Upload) skal først NNV, NKB og First year rate of return (FYRR) oppgis, og deretter utfallsrommet for NKB gis helt til slutt i tabellen (lavt/høyt).</p>
<p>Annet:</p> <p>Veilederen skiller mellom forenklet og fullstendig samfunnsøkonomisk analyse. Forenklet analyse gjennomføres for prosjekter med lave kostnader og usikkerhet, og det gis spesifikke retningslinjer for når et prosjekt tillates forenklet analyse (i hovedsak basert på forventede anleggskostnader). Veilederen anbefaler den sjekklisterbaserte risikoanalysen (med scenarioanalyse) i tilfeller hvor kostnadene overstiger 5 millioner australske dollar.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <p>NZ Transport Agency (2013) Economic evaluation manual (24 sider totalt)</p>

Spania
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse. Denne sees som en «foreløpig» metode, og veileder favoriserer å integrere usikkerhet i NKA.</p> <p>Scenarioanalyse, enkel: Nevnes kort</p> <p>Scenarioanalyse, simuleringsbasert. Ved risikoaversjon kan man for eksempel definere en kritisk verdi for sannsynligheten for negativ netto nåverdi, som benyttes som et beslutningskriterium.</p> <p>Kvantifisert optimisme bias (Reference class forecasting): I veilederen er denne metoden kun skissert for anleggskostnader. Først samles informasjon om tidligere realisererte prosjekter med samme karakteristika som prosjektet under evaluering. Deretter beregnes anleggskostnadens sannsynlighetsfordeling på bakgrunn av utvalget. Til slutt evalueres prosjektet med bakgrunn i sannsynlighetsfordelingen. Dette kan gi indikasjoner på en oppskalering av kapitalkostnader med en gitt prosent relativt til tidligere anslag, for å justere for optimisme-feil. Problemer knyttet til optimisme bias nevnes også for modellestimer av transporttettersspørsel, men kvantifisert optimisme bias nevnes ikke som en metode for å håndtere problemet.</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Diskonteringsrente bestemmes av Finansdepartementet, men henvises til at Storbritannia, som ikke bruker en risikopremie, er god praksis. Det antydes generelt at dette ikke er nødvendig med en risikopremie for offentlig finansierte prosjekter.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Veilederen sier at steg en i usikkerhetsanalysen er at analytikeren skal identifisere variabler som er beheftet med usikkerhet. Denne listen kan bli svært omfattende.</p> <p>Etterspørselsendring, kostnader og modellparametere (og karbonprisbaner) nevnes som eksempler.</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Vi finner ingen oppsummeringstabell i veileder. Men i case studiene som ble gjort i forbindelse med utarbeidingen av veilederen (kilde 2 og 3), blir figurer av sannsynlighetsfordelingen (som et resultat av en simuleringsbasert scenarioanalyse) til NNV presentert i sammendraget, etter oppsummeringstabellen.</p> <p>Veilederen regner usikkerhet som et nøkkelement i beslutningstakingen, og drøfter dette i kapittel 3.3. Et nøkkelement her er at det skal utledes en sannsynlighetsfordeling for NNV, og at man kun skal akseptere prosjekter hvor sannsynligheten for at prosjektet er ulønnsomt er lavere enn en forhåndsbestemt kritisk verdi.</p>
<p>Annet: Veilederen (s. 4) påpeker at den regner usikkerhet som et nøkkelement i beslutningsanalysen. Behandling av usikkerhet skal foregå i fire steg i) identifisere variabler beheftet med usikkerhet; ii) bestemme ekstremverdier og korrelasjon mellom usikre variabler, iii) kalkuler sannsynlighetsfordeling for NNV; iv) ta beslutning på bakgrunn av denne.</p> <p>Veilederen diskuterer risikopremie på renten. Den sier at den generelle oppfatningen er at offentlig sektor skal opptre som en risikonøytral agent, fordi den finansielle byrden deles mellom millioner av skattebetalere.</p> <p>I forbindelse med usikkerhet knyttet til transporttettersspørsel basert på modellberegninger diskuterer veilederen muligheten for å bruke stokastiske simuleringsteknikker, blant annet bootstrapping-metoder, til å oppnå en sannsynlighetsfordeling for etterspørselen.</p> <p>Timing av prosjektet og opsjonsverdier drøftes også.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p>

1. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)/ Ministerio de Fomento (2010) Economic evaluation of transport projects (14 sider, spredt)
2. Campos og Exposito (2009) Caso de estudio 2: Evaluación socioeconómica de la inversión en carreteras: actuaciones en la autovía Mudéjar
3. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (2010) Caso De Estudio 7.D: Evaluación socioeconómica de inversión en carreteras. La implantación de carriles-bus en la autovía A-42

Storbritannia
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse</p> <p>Scenarioanalyse, enkel. Det skal gjøres en fullverdig analyse av alle scenarioer; et kjernesenario («core scenario»), høy- og lavvekstscenarioer, og evt. andre scenarioer dersom det eksisterer vesentlige kilder til lokal usikkerhet</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>BNP per capita-vekst i «core scenario» og høy- og lavvekstscenarioer</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Fem hovedkategorier: 1) Feil i modellparametrene, 2) Usikkerhet i transporttetter spørsel, nasjonalt nivå (demografisk utvikling og reisende preferanser/adferd nevnes), 3) Usikkerhet i transportkostnader, nasjonalt nivå (drivstoffpriser og nasjonal politikk nevnes), 4) Usikkerhet i transporttetter spørsel, lokalt nivå (bolig- og næringsseidomsutvikling nevnes), og 5) Usikkerhet transporttilbud og transportkostnader, lokalt nivå (kollektivtilbud, bompenger og billettpriser nevnes).</p> <p>Variabler som anbefales eller vises eksplisitt i eksempler for variasjoner mellom kjernescaenariet og høy- og lavvekstscenarioer og mulige øvrige alternative scenarioer: Vekst i transporttetter spørsel, priselastisitet for kjøretøyvalg, effekter av annen arealbruk og andre prosjekter i transportsystemet (boligprosjekter, næringsseidomsprosjekter, endret jernbanekapasitet, introduksjon av veiprisingsystemer)</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Oppsummeringstabellen Appraisal Summary Table viser kun resultater fra kjerne-scenarioet. Eksepsjonelle resultater fra de øvrige scenarioene kan rapporteres her i kolonnen for kvalitativ vurdering (med kvantifiserte forskjeller mellom kjernescaenariet og alternative scenarioer hvis mulig). De øvrige scenarioene skal beregnes fullt ut og rapporteres, men ikke i oppsummeringstabellen</p> <p>Alle kjente usikkerhetslementer i modellering og prediksjoner skal oppsummeres i et usikkerhetsskjema (uncertainty log). Her skal de sentrale forutsetningene for «core scenario» beskrives, sammen med usikkerheten rundt disse forutsetningene. Dette danner dermed basis for de alternative scenarioene. Usikkerheten skal beskrives ut fra en etablert kvalitativt skala, og hvis mulig, usikkerhetsspennet for forutsetningene (f.eks. 95 % konfidensintervall).</p>
<p>Annet:</p> <p>For estimering av tiltakskostnader (kilde 4) anbefales en 4-trinns Quantified Risk Assessment hvor det anbefales simuleringsbasert scenarioanalyse for å gi sannsynlighetsfordelingen til kostnadene. I tillegg anbefales det, gitt tilgjengelig data, å analysere kvantitativ optimisme bias, med følsomhetsanalyse for påslagene for optimisme bias.</p> <p>Veilederen anbefaler en fallende kalkulasjonsrente (kilde 3). Dette baserer seg på anbefalingene fra The Green Book (kilde 5). Renta skal representere «Social Time Preference Rate». I denne er det et delelement som igjen er brutt ned i «pure time preference» og «katastroferisiko».</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Department of Transport (2014) Tag unit A1.1, Cost Benefit Analysis (1)</li> <li>2. Department of Transport (2014) Tag unit M4, Forecasting and Uncertainty (34)</li> <li>3. Department of Transport (2014) TAG data book, November 2014</li> </ol>

Sveits
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse. Det databaserte verktøyet for nyttekostnadsberegninger og vurdering av ikke prissatte konsekvenser, e-NISTRA, har stort sett forhåndsprogrammerte satser som skal brukes til følsomhetsanalysen.</p> <p>Kvantifisert optimisme bias for anleggskostnader</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Det skal gjøres følsomhetsanalyse på kalkulasjonsrenten og reallønnsvekst (del av «grunnnormen» for NKA)</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Følsomhetsanalyse skal gjennomføres på variablene Trafikkvekst, Byggekostnad og tomteverdi, Tidsverdi (for både person- og godstransport)</p> <p>Dersom ulykkeskostnadene er av en slik størrelse at de kan påvirke resultatet, skal det også gjøres følsomhetsanalyse på ulykkeskostnaden og antall ulykker.</p> <p>Følsomhetsanalysen av byggekostnadene foregår slik: Allerede i grunntilfellet er det lagt inn en <b>reserve</b> på byggekostnadene. Den er 3 eller 6 prosent dersom byggekostnadene allerede har vært gjenstand for en <b>risikoanalyse</b>, og 20 og 40 prosent dersom risikoanalyse ikke er gjennomført. Det lave tallet (hhv. 3 og 20) gjelder veier, og det høye tallet (6 og 40) gjelder tunneler og bruer (selv om ordet ikke brukes i veilederen, tolker Miller og Szimba (2015) dette som bruk av metoden kvantifisert optimisme bias). I tillegg til dette skal det gjøres et påslag for unøyaktigheten i anslaget. Påslaget overføres til følsomhetsanalysen. (Se kapittel 4, side 76.).</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Alle variabler som testes i følsomhetsanalysen en og en blir listet opp i en tabell, hvor resultatet av endringene i forutsetningene gir for indikatorene Nytte, Kostnad, Netto nytte, Nyttekostnadsbrøk, Netto nytte per budsjettkrone. Tabellen gir grunnlag for et søylediagram for å visualisere følsomhetsanalysen.</p> <p>Tabellen og figuren for følsomhetsanalysen blir presentert separat fra oppsummeringstabellen. Vi tolker veilederen som at det presenteres i sammendraget, etter oppsummeringstabellen for nyttekostnadsanalysen.</p>
<p>Annet:</p> <p>Ved store prosjekter skal det gjøres nye trafikkmodellberegninger for de alternative verdiene for reallønnsvekst, trafikkvekst og tidsverdier.</p> <p>I tillegg til påslag på byggekostnader, opererer de med påslag på byggetiden hvis prosjektet viker fra «normal konstruksjon». Påslaget er 20 % på vei og 25 % på tunneler og bru.</p> <p>Dessuten finnes det også en ikke prissatt indikator for byggerisiko (side 106). Den består i en verbal beskrivelse av risiki som ikke gjelder byggekostnaden i snever forstand, men derimot påvirkninger på miljø og sikkerhet, og gjennomførbarheten av prosjektet i en større sammenheng.</p> <p>Vi bemerker at veilederen kun foreligger på tysk, så vi tar forbehold om at det kan foreligge feil i oversettingen.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <p>ECOPLAN (2010) Handbuch e-NISTRA. Schlussbericht.</p>



Sverige
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse (kilde 1 og 2): Det skal gjøres følsomhetsanalyser på alle prosjekter med en anleggskostnad på 200 mill. SEK eller mer.</p> <p>Veilederen nevner også scenarioanalyse (enkel) og break-even-analyse, men disse er ikke eksplisitt anbefalt</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>ASEK (2015) anbefaler en kalkulasjonsrente på 3,5 % og inneholder ingen eksplisitt risikopremie.</p> <p>I lang tid var Sveriges kalkulasjonsrente 4%, som var antatt å være den risikofrie renten. Denne ble etter hvert antatt å være for høy, og at risikofri rente burde være 3,5 %.</p> <p>Allikevel ble 4%-renten beholdt, og man argumenterte med at renten inneholdt en risikopremie (skillet mellom ren tidspreferanse og katastroferisikoparameteren i tidspreferanse-elementet i Ramsey-likningen). I senere tid ble renten satt til 3,5% ut fra nye diskusjoner om at renten bør være fallende på lang sikt, ettersom fremtiden er usikker. Det påpekes at Sveriges nyttekostnadsverktøy ikke tillater en varierende rente, og man velger derfor å sette en noe lavere kalkulasjonsrente.</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Vurdering av CO<sub>2</sub>-utslipp med enhetspris 3,50 kr/kg (i 2010 priser)</p> <p>Investeringskostnader tilsvarende 85% nivået beregnes med «successiva kalkylmetoden» (hvor 50%-nivået tilsvarende grunnkalkylen), eller eventuelt ved et sjablongmessig påslag på 30% på investeringskostnadene</p> <p>Null prosent trafikkvekst fra basisåret for trafikkprognosen</p> <p>En tilvekst 50 prosent høyere enn hovedkalkylen, regnet fra trafikkprognosens basisår</p> <p>En følsomhetsanalyse med hensyn til Trafikverkets nåværende klimascenario, dvs. antakelsen om at personbiltrafikken i 2030 er 12% lavere enn i dag (2010) mens godsbilenes trafikkarbeid er uforandret.</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Følsomhetsanalysen sammenfattes i en predifinert tabell som presenteres i nyttekostnadsanalyserapporten. I oppsummeringstabellen i sammendraget presenteres nyttekostnadsanalysen i en oppsummeringstabell. Her presenteres ikke resultater fra følsomhetsanalysen, med unntak av NKB med P85 anleggskostnader. I tillegg gis en vurdering av grad av informasjonsverdien (Høy, Middels, Lav) til NKB for å bedømme samfunnsøkonomisk lønnsomhet</p>
<p>Annet:</p> <p>Veilederen påpeker at jo mer følsomhetstesting som gjøres, jo bedre, men at transportmodellene setter vesentlige begrensninger. Den viktigste veien framover er å videreutvikle modellsystemet til å lettere kunne gjøre følsomhetsanalyser.</p> <p>Den tidligere veilederen (kilde 3), som også henvises til i ASEK (2015), påpeker følgende:</p> <p>Med tanke på de praktiske begrensningene for utføringen av følsomhetsanalyser, anbefaler SIKA (2008, s 62) at følsomhetsanalyser i første rekke utføres for store og strategisk viktige virkemidler eller virkemiddelpakker, og at de skal fokusere på trafikkutvikling og miljøkostnader og i noen tilfeller investeringskostnader.</p> <p>Kostnader ved avbrutte eller kraftig forsinkede prosjekter skal også beregnes for store vei- og jernbaneprosjekter av strategisk betydning. I den strategiske retningsplanleggingen bør scenarioanalyser gjøres i form av max-min-kalkyler med hensyn til virkemidlene eller virkemiddelpakkene som analyseres.</p>

Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):

1. Trafikverket (2015) Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2. Kapittel 5 Känslighetsanalyser
2. Trafikverket (2015) Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 5.2. Kapittel 3 Kalkylprinciper och generella kalkylvärden
3. SIKÅ (2008) Samhällsekonomiska principer och kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 4
4. Trafikverket (2015) Enkel-SEB med samhällsøkonomisk kalkyl

Tyskland
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse</p> <p>Scenarioanalyse, ved behov</p> <p>Plausibilitetsjekk på investeringskostnader, som inkluderer en form for kvantifisert optimisme bias</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Følsomhetsanalyse på kalkulasjonsrenten</p> <p>Følsomhetsanalyse på underliggende økonomisk vekst for å gjøre scenarioanalyse i trafikkprognoser</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Scenarioanalyse på trafikkprognoser (basert på høyere og lavere verdier for økonomisk og demografisk utvikling) (gjøres om NKB er «så vidt» over 1)</p> <p>Følsomhetsanalyse på demografisk utvikling i strukturelt svake områder, med tanke på lokal trafikkutvikling (gjøres hvis slike områder berøres)</p> <p>Følsomhetsanalyse på verdien av små tidsbesparelser (der det er relevant og praktisk gjennomførbar/hensiktsmessig)</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Det er ikke spesifisert noen oppsummeringstabell</p> <p>Resultatene fra følsomhetsanalysene er imidlertid med i vurderingen av hvordan ulike prosjekter skal prioriteres. Det beskrives eksplisitt at for at et prosjekt skal kunne havne i kategorien første prioritet pluss (som rangerer over førsteprioritet og andreprioritet), må prosjektet bl.a. ha en høy NKB, og under følsomhetsanalysen må NKB fortsatt være større enn 1.</p>
<p>Annet:</p> <p>Metoden for plausibilitetsjekken for investeringskostnader gjør at dette ikke anses som behov for å inkludere investeringskostnader i følsomhetsanalysen.</p> <p>Vi bemerker at veilederen kun foreligger på tysk, så vi tar forbehold om at det kan foreligge feil i oversettingen.</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg., 2014). Grundkonzeption für den Bundesverkehrswegeplan 2015</li> <li>2. Intraplan et al (2015) Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung (supplerende rapport)</li> <li>3. Gühnemann, A (2013) International Comparison of Transport Appraisal Practice Annex 2 Germany Country Report (supplerende rapport)</li> </ol>

USA (nasjonalt)
Anbefalte metoder: Følsomhetsanalyser (kilde 1 og 2) Scenarioanalyser, simuleringsbaserte (kilde 1)
Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet: Kilde 2: Nyttekostnadsanalysen skal bruke en kalkulasjonsrente på 7 %, men skal gjøre en følsomhetsanalyse med en kalkulasjonsrente på 3 %
Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet: Ikke spesifisert i nyttekostnadsveilederen Usikkerhet knyttet til anleggskostnader og selve gjennomføringen av infrastrukturprosjekter er dekket i egne nasjonale veiledere (kilde 3)
Sammenstilling: Ikke spesifisert
Annet: Kilde 1 supplerer teksten med følgende illustrative figur for hvorfor simuleringsbasert scenarioanalyse kan gi verdifull informasjon til beslutningstager:
<b>FIGURE 2. Probabilistic Outcome Distributions</b>
Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet): 1. FHWA (2003). Economic Analysis Primer (2 sider) 2. US DOT (2012). TIGER Grant Program: Benefit-Cost Analysis Resource Guide (0 sider) 3. National Cooperative Highway Research Program (2010) Guidebook on Risk Analysis Tools and Management Practices to Control Transportation Project Costs. NCHRP REPORT 658

USA (Minnesota)
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Følsomhetsanalyse nevnes som en måte å imøtekomme problemer med usikre data, slik at man kan teste hvor robust NKB er.</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Anvendt kalkulasjonsrenta reflekter renta på statsobligasjoner og har ingen risikopremie. Ellers ingenting spesifisert</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>I forbindelse med beskrivelser av usikre data og hvordan det kan innebærebehov for følsomhetsanalyse, nevnes usikker data på variabler som reisetider og driftskostnader.</p> <p>Usikkerhet i anleggskostnader dekkes ikke i veilederen for nyttekostnadsanalyser, men i en egen nettside for Project Management Guidance  <a href="http://www.dot.state.mn.us/pm/guidance.html">http://www.dot.state.mn.us/pm/guidance.html</a></p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Resultater fra følsomhetsanalyser inngår ikke i oppsummeringstabellen for nyttekostnadsanalysen. Vår tolkning er at følsomhetsanalyser er noe som gjennomføres etter behov, og normalt presenteres i rapporten, men ikke i sammendraget.</p>
<p>Annet:</p> <p>Det tas i liten grad opp usikkerhet, men manglende eller dårlige data for analysen beskrives. Det sies at dersom et prosjekt mangler presise data så kan en sensitivitetsanalyse vurderes. Figuren under illustrerer:</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <p>Minnesota DOT (2012) Benefit Cost Analysis for Transportation Projects (0 sider)</p>

USA (California)
<p>Anbefalte metoder:</p> <p>Nyttekostnadsveilederen og verktøyet i California gir ingen spesifikk veiledning på hvordan usikkerhet bør analyseres i forbindelse med nyttekostnadsanalyse.</p>
<p>Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet:</p> <p>Kilde 2: Det oppgis det at frem til 1993 var det normalt å operere med risikopremie på renten som lå opp mot risikopåslag i privat sektor. I 1993 ble oppfatningen endret til at kun en liten risikopremie behøvdes. I 2012 opererer California med en reell kalkulasjonsrente, som inneholder en liten risikopremie som har omtrent samme størrelse som inflasjonsraten (kilde 1). Kalkulasjonsrenta var på 4 % i 2012 (kilde 2).</p>
<p>Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet:</p> <p>Det gis ingen spesifikk veiledning på hvordan usikkerhet bør analyseres i forbindelse med nyttekostnadsanalyse, eller hvilke variabler som må analyseres. Det nevnes at det eksisterer usikkerhet i inputdataen, og at analytikeren bør tilstrebe å få til bedre data eller supplerende data for å gjøre en triangulering av verdier. Her nevnes ulykkeskostnader, verdsetting av lokal forurensing og tidsverdier.</p> <p>Usikkerhet i tiltakskostnader dekkes ikke i veilederen for nyttekostnadsanalyser, men i en egen håndbok (kilde 3)</p>
<p>Sammenstilling:</p> <p>Oppsummeringstabellen inneholder ingen aspekter ved usikkerhet, og det er heller ikke spesifisert noe for resten av kostnytterapporteringen.</p>
<p>Annet:</p>
<p>Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet):</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. California DOT (1999) California Life-Cycle/Benefit-Cost Analysis Model. Technical Supplement to User's Guide (1 side)</li><li>2. California DOT (2012) California Life-Cycle/Benefit-Cost Analysis Model. Technical Supplement to User's Guide. Volume 3 (2 sider)</li><li>3. Caltrans (2012) Project Risk Management Handbook: A Scalable Approach (53 sider)</li></ol>

Østerrike
Anbefalte metoder: Følsomhetsanalyse. Kvantifisert optimisme bias for anleggskostnader
Anbefalte variabler, systematisk usikkerhet: Følsomhetsanalyse på kalkulasjonsrenta
Anbefalte variabler, usystematisk usikkerhet: Følsomhetsanalysen på trafikkprognosen, prosjektets levetid og andre inngangsdata Det anbefales også en egen risikoanalysen for investeringskostnadene (side 20). Den skal resultere i et risikopåslag for kvantifisert optimisme bias på investeringskostnaden. Hvis det er gjennomført en slik risikoanalyse, skal påslaget være 3 prosent for veg og 6 prosent for bru eller tunnel. Men hvis det ikke er gjennomført noen risikoanalyse, skal påslaget være 20 prosent for veg og 40 prosent for bru eller tunnel. Som en ser er dette det samme som i Sveits.
Sammenstilling: Ingen spesifisering
Annet: Vi bemerker at veilederen kun foreligger på tysk, så vi tar forbehold om at det kan foreligge feil i oversettingen.
Kilder (med tilhørende sider viet til usikkerhet): Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse – Schiene – Verkehr m.fl (2010) Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Verkehrswesen. RVS 02-01-22 (2 sider)

## Vedlegg 2: Momenter fra New Zealands veileder

New Zealands gir en svært omfattende beskrivelse av usikkerhetsanalysen i et appendiks (A13.1-A13.12) til sin veileder, og vi henviser til dette appendikset for detaljer. Vi ser det kun hensiktsmessig å gi en kort oppsummering av usikkerhetsanalysens hovedtrekk her.

Usikkerhetsanalysen er ment å være en kontinuerlig prosess, og skal gjentas på ulike stadier av planleggingen. Et hovedformål er å kartlegge usikre elementer, for så å utvikle og implementere strategier for aktivt å håndtere elementene i hver enkelt fase av planleggingen. Veilederen trekker frem tre hovedprosjektfaser: «rough order cost», «preliminary assessed costs» og «final estimate of cost» (merk at dette er en noe misledende terminologi, ettersom veilederen også tar for seg usikkerhet på nyttesiden).

Usikkerhetsanalysen oppsummeres i tre forhåndsdefinerte regneark:

**Regneark A13.1:** Brukes til en forkortet oppsummering av alle usikre elementer som er vurdert i den initiale «rough order cost» fasen, samt en inngående beskrivelse av usikre elementer for prosjekter som har passert denne fasen

**Regneark A13.2:** Gir tilleggsinformasjon om de usikre elementene i A13.1 som er vurdert som svært usikre (høyrisiko), samt en indikasjon av et prosjekts usikkerhet relativt til et «typisk prosjekt»

**Regneark A13.3:** Gir et sammendrag av uforutsette hendelser med tanke på prosjektkostnadene (cost contingencies)

De tre regnearkene har som formål å identifisere områder med spesielt liten eller stor usikkerhet. Dette gjøres med bakgrunn i instruksjonene i regnearkene, som gir veiledning om hvordan stor eller lav usikkerhet kan skilles fra normal (medium) usikkerhet. Kun usikre elementer som kan forventes å ha stor betydning for prosjektutfallet skal rapporteres i detalj, men mindre viktige elementer skal også dokumenteres. Man skal beskrive hvorfor det forventes at elementene er av mindre betydning for prosjektet.

Regneark A13.1 skal benyttes til å oppsummere områder med liten eller stor prosjektusikkerhet. Regnearket er delt inn i ni kategorier av usikkerhet, hver med en rekke underkategorier. Analytikeren skal ta for seg hvert element i regnearket og vurdere usikkerheten relativt til de oppgitte kriteriene, for på denne bakgrunnen å beskrive om elementet er forbundet med liten eller stor usikkerhet. Kriteriene er basert på erfaringer fra tidligere prosjekter. I tilfeller hvor det ikke er etablerte erfaringstall, er den generelle regelen at elementet skal klassifiseres som svært usikkert dersom det er minst 5% sannsynlighet for at det kan påvirke samlet prosjekt nytte med mer enn +/- 10% eller samlet prosjektkostnad med mer enn +/- 5%. Tabellen nedenfor gir et (av mange) eksempel på de mange kriteriene som analytikeren skal gjennomgå:



<b>Benefit risks – growth forecasts</b>	<b>2</b>	<b>Growth forecasts</b>	The sensitivity tests proposed below may be varied if alternative ranges can be justified.	
	2.1	High city population	Low risk:	Projected growth less than 0.5% per annum growth.
			High risk:	Projected growth greater than 1.5% per annum. In this case the analyst should conduct sensitivity tests allowing for the growth rate to vary by $\pm 50\%$ . If project benefits are affected by more than 10%, classify as high risk, otherwise classify as medium risk.
	2.2	Development-related traffic as proportion of scheme traffic	Low risk:	Development-related traffic is less than 5% of traffic using the project.
		High risk:	Development-related traffic is greater than 15% of traffic using the project. In this case the analyst should conduct sensitivity tests allowing for the development size to vary by $\pm 50\%$ . If project benefits affected by more than 10%, classify as high risk, otherwise classify as medium risk.	
	2.3	Time series projection (for a model based on counts alone)	Low risk:	Analysis based on more than 10 years count data.
			High risk:	Analysis based on less than five years data, or on less than 10 years data where the historic trend is irregular, such that the annual average growth rate cannot be established within a 95% confidence limit of $\pm 1\%$ per annum.

Elementer som identifiseres som svært usikre skal behandles videre i regnearkene A13.2a og A13.2b. I A13.2a skal man legge til informasjon om de usikre elementene innenfor 5 kategorier: type usikkerhet; beskrivelse av usikkerheten; betydning for prosjektkostnader og/eller nytte, betydning for valg av alternativ og timing av prosjektet; anbefalt risikohåndtering og dets kostnader (hvis relevant).

Regneark A13.2 skal også gi en sammenstilling av betydningen av elementene som er identifisert som svært usikre for prosjektets nytte og kostnader. Usikkerheten skal beskrives relativt til «vanlig usikkerhet» for den typen prosjekter som analyseres.

Til slutt tar regneark A13.3 for seg uforutsette hendelser tilknyttet prosjektkostnadene (cost contingencies). Dette er elementer eller hendelser som i liten grad kan reduseres gjennom risikodempende tiltak. A13.3 brukes til å spesifisere identifiserbare spesifikke uforutsette hendelser mot de svært usikre elementene som ble identifisert i regnearket A13.1.

## Transportøkonomisk institutt (TØI)

### Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning

TØI er et anvendt forskningsinstitutt, som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 70 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet utgir tidsskriftet Samferdsel med 10 nummer i året og driver også forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside [www.toi.no](http://www.toi.no).

TØI er partner i CIENS Forskningscenter for miljø og samfunn, lokalisert i Forskningsparken nær Universitetet i Oslo (se [www.ciens.no](http://www.ciens.no)). Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forsknings-samarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transport og generell transportøkonomi.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeider og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

#### Besøks- og postadresse:

Transportøkonomisk institutt  
Gautstadalléen 21  
NO-0349 Oslo

22 57 38 00  
[toi@toi.no](mailto:toi@toi.no)  
[www.toi.no](http://www.toi.no)