

Systematisk usikkerhet i praktiske samfunnsøkonomiske analyser

Haakon Vennemo

Vista Analyse 11. november 2011

Dokumentdetaljer

Vista Analyse AS	Rapport nummer 2011/25
Rapporttittel	Systematisk usikkerhet i praktiske samfunnsøkonomiske analyser
ISBN	978-82-8126-039-9
Forfatter	Haakon Vennemo
Dato for ferdigstilling	11. november 2011
Prosjektleder	Haakon Vennemo
Kvalitetssikrer	Ingeborg Rasmussen
Oppdragsgiver	Conceptprogrammet, NTNU
Tilgjengelighet	Offentlig
Publisert	31. oktober 2011
Nøkkelord	Systematisk usikkerhet, nyttekostnadsanalyse

Forord

Concept-programmet har bedt Vista Analyse skrive et notat som oppsummerer “state-of-the-art” innenfor temaet “behandling av systematisk risiko i samfunnsøkonomiske prosjektanalyser”, og forklarer hvorfor temaet er viktig for Concept å forske på. Notatet skal også foreslå et hovedprosjekt innenfor temaet. Notatet som følger, prøver å besvare denne problemstillingen. Haakon Vennemo har vært hovedforfatter, og underveis diskutert problemstillingen med Ingeborg Rasmussen og Michael Hoel. Ingeborg Rasmussen har vært prosjektets kvalitetssikrer.

11 november 2011

Haakon Vennemo

Prosjektleder

Vista Analyse AS

Innhold

Forord	2
1 Hovedpunkter	4
2 Teori.....	6
3 Praksis.....	7
4 Prosjektet.....	10
5 Dokumentasjon av prosjektresultater.....	10
Referanser	11
Vedlegg.....	12
Modellen.....	12

1 Hovedpunkter

I samfunnsøkonomiske analyser av investeringsprosjekter kan en enten ta hensyn til usikkerhet "gjennom renta" eller "gjennom kalkulasjonsprisene". Enkelt sagt innebærer bruk av renta i praksis å bestemme én parameter (selv om det ikke trenger være slik). Bruk av sikkerhetsekvivalenter innebærer å bestemme mange parametere.

Tradisjonelt i norsk samfunnsøkonomi har usikkerhetsjusteringen foregått gjennom renta. Over tid vokste det imidlertid fram en bekymring for at dette ble for stivt og for omtrentlig. En periode prøvde man seg med å plassere prosjekter etter risikograd, for så å justere gjennom renta i henhold til risikograd. Men fra og med introduksjonen av KS1-regimet har anbefalingen vært å justere for usikkerhet ved hjelp av sikkerhetsekvivalenter, i hvert fall i store offentlige prosjekter.

Å bruke sikkerhetsekvivalenter til å justere for usikkerhet gir bedre muligheter for å fange prosjektusikkerhetens karakter, men den setter også større krav til brukeren. Den gir bedre mulighet for å gjøre rett, men også større risiko for å gjøre feil. Mye kan tyde på at ordningen så langt har økt feilprosenten. En undersøkelse Vista Analyse utførte i 2010 av KS1-praksis avdekket blant annet følgende problemer:

- Usikkerhet beregnet ved sikkerhetsekvivalenter blir ofte langt mindre enn usikkerhet beregnet ved rentepåslag. Det kan virke som miljøene ikke tør å "dra til" i bestemmelsen av sikkerhetsekvivalentene. Dette fører til at prosjekter slipper gjennom nytte-kostnadstesten selv om de kanskje ikke burde det.
- Prosjekter under 500 (750) millioner vil som regel usikkerhetsjusteres ved rentepåslag. Sammen med momentet vi nettopp påpekte, fører dette til at prosjekter under og over en tilfeldig grense, behandles ulikt.
- Kvalitetssikringsmiljøene tolker samme type usikkerhet, f.eks. systematisk usikkerhet om lønn, ulikt. Dette fører til at et prosjekt som slipper gjennom nytte-kostnadstesten hos ett miljø, vil stanses av nytte-kostnadstesten hos et annet miljø.
- Det er liten forståelse for at en sikkerhetsekvivalent kostnad vanligvis er lavere enn forventet kostnad. Ryggmargsrefleksen – også hos mange eksperter i prosjektvurdering – er å legge risikopåslag på kostnadene.
- Langt fra alle kan på stående fot si om skattefinansieringskostnaden av offentlige utgifter skal usikkerhetsjusteres.
- Sammenhengen mellom begrepene systematisk usikkerhet og realopsjoner er ikke klar for alle.
- Sammenhengen mellom systematisk usikkerhet og risikoaversjon er ikke klar for alle.
- Verktøyene som vanligvis brukes i usikkerhetsberegning legger til grunn at usikkerhetene er stokastisk uavhengige. Systematiske usikkerheter er per

definisjon ikke uavhengige, men stokastisk avhengige og korrelerte. Det kan være vanskelig å frigjøre seg fra det verktøyet man har, selv om verktøyet er feil.

- Det empiriske grunnlaget for å fastlegge sikkerhetsekvivalenter er mangelfullt.

Oppsummert: Sikkerhetsekvivalenter har mange teoretiske fordeler og gir stor frihet, men denne friheten kan også lede galt av sted. I så fall blir beslutningsgrunnlaget dårligere, ikke bedre, av å arbeide med sikkerhetsekvivalenter.

I denne situasjonen er det behov for retningslinjer slik at fastleggelsen av sikkerhetsekvivalenter kan komme på sikrere grunn. Et forslag til retningslinjer er gitt av Finansdepartementet (2008), men forslaget må karakteriseres som svært generelt og har satt få spor. Et offentlig utvalg som gjennomgår rammeverket for samfunnsøkonomiske analyser, skal blant annet "komme med en anbefaling om hvordan systematisk usikkerhet bør håndteres i offentlige investeringsanalyser" (Finansdepartementet, 2011). Utvalget har frist 1. juni 2012. Det er imidlertid liten grunn til å tro at siste ord dermed vil bli sagt.

I dette dokumentet foreslås et prosjekt som vil tjene som et underlag for den videre debatt om retningslinjer, og bidra til videre kunnskapsutvikling om hva systematisk risiko betyr for praktisk prosjektvurdering.

Sammen med andre bidrag vil prosjektet vi foreslår, forhåpentlig bidra til at retningslinjer for håndtering av systematisk usikkerhet blir omforent og får satt seg både i forvaltning, KVV-miljøer og KS-miljøene. Prosjektet kan også bidra til den internasjonale kunnskapsutviklingen, idet internasjonal praksis fortsatt er å usikkerhetsjustere gjennom renta.

Løsningen av oppgaven starter med følgende erkjennelse: For å beregne den systematiske risikoen ved viktige nytte (betalingsvillighet, inntekt) og kostnadsstrømmer (betalings(u)villighet, utgifter) i et prosjekt, trengs kunnskap om samvariasjonen mellom nytte- og kostnadsstrømmene på den ene side, og avkastningen av nasjonalformuen på den annen side. Kunnskap om denne samvariasjonen kan en få ved å foreta makroøkonomiske beregninger. Prosjektet går ut på å utvikle en liten (færre enn 20 likninger) stokastisk makroøkonomisk modell for Norge. Modellen vil spesifisere viktige eksogene usikkerhetsmomenter for landet, for eksempel oljeprisen, og demonstrere hvordan oljeprisen og andre eksogene usikkerhetsmomenter påvirker avkastningen på Norges nasjonalformue. Deretter vil modellen endogent beregne hvordan viktige kostnads- og nytteelementer i prosjektanalyser påvirkes av de samme eksogene usikkerhetsmomentene. Ved å sammenlikne påvirkningen av nasjonalformuen med påvirkningen av et kostnads/nytteelement, får en fram en størrelse som kan danne utgangspunkt for retningslinjer om sikkerhetsekvivalenten for vedkommende kostnads/nytteelement.

Ett eksempel er lønn. Lønn inngår direkte og indirekte som en utgiftspost i investeringer. Systematisk usikkerhet om lønnsutviklingen er knyttet til blant annet oljeprisen, idet en høy oljepris gjør det mulig med en god lønnsutvikling uten å ødelegge driftsbalansen med utlandet. Hva betyr dette? Det betyr at en eksogen faktor (oljeprisen) både påvirker utgiftsposten lønn, og den påvirker avkastningen av nasjonalformuen, hvori lønn for øvrig inngår. Med en modell for disse sammenhengene

vil en kunne spesifisere samvariasjonen mellom nasjonalformuen og lønn som følge av oljeprisvariasjon.

Oljeprisvariasjon er bare én type eksogen usikkerhet som den norske nasjonalformuen kan utsettes for. Vi vil også vurdere usikkerhetsfaktorer knyttet til teknologi, utenlandske konjunkturer, mv. Utvalget av faktorer vil være inspirert av moderne makroøkonomisk teori. Modelldata vil generelt være basert på kalibrerte sammenhenger hentet fra nasjonalregnskapet, annen statistikk, og faglitteraturen.

I alminnelighet vil den korrelasjonen mellom nasjonalformue og nytte/kostnadselement som en søker, være avhengig av hvilke eksogene usikkerhetsfaktorer som er etablert, og hvordan de kombineres. Et viktig spørsmål i enden av prosjektet vil være å diskutere hvor følsomme de beregnede korrelasjonene er for ulike kombinasjoner av eksogene usikkerhetsfaktorer.

Modellen vi ser for oss, vil være statisk. Et viktig spørsmål i praktiske prosjektanalyser er hvordan usikkerheten utvikler seg over tid. To ytterpunkter er eksponentiell usikkerhet, som følger hvis en antar risikojustering i renta, og milepælsrisiko, dvs ingen usikkerhet etter tidspunkt t . "Mean reversion" (en form for søken mot trend) er en annen prosess som i likhet med milepælsrisiko begrenser usikkerhetens utvikling over tid. Det er ikke plass i dette prosjektet til å drøfte ulike dynamiske sammenhenger i full detalj. Til det vil en trenge en dynamisk modell og lange tidsserier. Vi tar imidlertid sikte på å drøfte kort om de eksogene faktorene som er identifisert, tenderer mot eksponentiell utvikling (random walk) eller om andre forutsetninger, for eksempel mean reversion, synes mer passende.

Som en del av rapporten vil vi relatere vår drøfting til den litteraturen som foreligger når prosjektet ferdigstilles. Det gjelder ikke minst utvalgsinnstillingen som er varslet.

2 Teori

Det er vel kjent at en i samfunnsøkonomiske analyser bare skal ta hensyn til *systematisk* usikkerhet om nytte- og kostnadsstrømmer i et prosjekt. Systematisk usikkerhet er karakterisert ved at den ikke kan diversifiseres bort i samfunnets portefølje av investeringsprosjekter. Sagt på en annen måte er systematisk usikkerhet i et prosjekt slik usikkerhet som er korrelert med usikkerhet om nasjonalformuens avkastning.

Når det gjelder *hvordan* systematisk skal tas hensyn til i prosjektvurdering, er regelen i samfunnsøkonomisk teori å legge vekt på hvordan prosjektet endrer usikkerheten i nasjonalformuens avkastning. Prosjekter som øker usikkerheten i nasjonalformuens avkastning skal avkreves høyere forventet avkastning enn prosjekter som reduserer usikkerheten i nasjonalformuens avkastning. Likeens skal prosjekter som øker usikkerheten mye avkreves høyere avkastning enn prosjekter som øker usikkerheten litt.

I samfunnsøkonomisk vurdering er det vanlig å beskrive kravet til forventet prosjektavkastning i form av nåverdi vurdert til kalkulasjonspriser. For å påvirke avkastningskravet må en da endre kalkulasjonsprisene. Det er vel kjent at i det intertemporale prissystemet spiller det ingen rolle for kalkulasjonsprisen om en endrer teller eller nevner. Konvensjonelt reguleres telleren multiplikativt i form av *sikkerhetsekvivalenter*, mens nevneren reguleres additivt i form av *risikotillegg* i renta.

Med C som en forventet nytte/betalingsvillighet eller kostnad, r som renta, k som risikotillegg i renta og a som sikkerhetsekvivalent gjelder periodelikheten

$$\frac{aC}{1+r} = \frac{C}{1+r+k}$$
$$a = \frac{1+r}{1+r+k}$$

Til enhver a svarer det altså en k . For prosjekter i samme risikoklasse har rentetillegget k i mange sammenhenger blitt betraktet som en konstant i tid og rom. Når også renta r er konstant over tid gir dette en modell der forventet avkastning i hver periode neddiskonteres med én rentesats inklusive tillegg for usikkerhet. Dette er en så vidt vanlig modell at det er verdt å understreke at man kan om ønskelig variere k i tid og rom. Når k varieres i rom, altså mellom nytte- og utgiftskomponenter, kalles det delkontantstrømdiskontering. Når k varierer i tid får man variabelt risikotillegg (og dermed variabel rente inklusive risikotillegget).

I rammeavtalen for kvalitetssikring av store offentlige prosjekter av 4. mars 2011 anbefaler Finansdepartementet at samfunnsøkonomiske analyser skal bygge på "forventningsverdier fra usikkerhetsanalysen/-beregningene, samt den stokastiske spredning knyttet til de systematiske usikkerhetselementene...med en slik beregning av den systematiske usikkerhet bortfaller behovet for å vurdere plassering i risikoklasse ved fastsettelsen av diskonteringsrenten." Dette avsnittet er i kvalitetssikringsmiljøene blitt tolket som en oppfordring til å vurdere systematisk usikkerhet i hvert enkelt nytte- og kostnadselement for seg, og til å la vurderingen komme til uttrykk gjennom sikkerhetsekvivalenter.

3 Praksis

En intensjon om å la hensynet til usikkerhet komme til uttrykk gjennom bruk av sikkerhetsekvivalenter er vel og bra, men hvordan gjør man det i praksis? Dette avsnittet gir våre inntrykk av praksis på området. Vi støtter oss i hovedsak på en gjennomgang av KS1 i samferdselssektoren av Vista (Vista Analyse, 2010), og en gjennomgang av KVVU-er i samferdselssektoren av TØI (Minken m.fl., 2009). I følge Concepts prosjektdatabase står Samferdselsdepartementet for nesten halvparten av alle utførte KS1-prosjekter (12 av 25). I tillegg gjør vi bruk av vår egen erfaring fra KS1 prosjekter siden oppstarten på vegne av Kulturdepartementet, Justisdepartementet, Forsvarsdepartementet og Nærings- og Handelsdepartementet. Endelig har vi gjennom årene drøftet disse problemstillingene med andre kvalitetssikrere.

I Vista Analyse (2010) finnes en rekke kritiske utsagn til dagens håndtering av systematisk usikkerhet i samferdselssektoren. I sammendragsavsnittet slås det fast at

"Systematisk risiko (dvs. risiko som varierer med konjunktorene) behandles forskjellig av kvalitetssikringsmiljøene. Det er eksempler der systematisk risiko er behandlet gjennom justering av kalkulasjonsrenten, men de fleste analyser i tråd med anbefalingene for KVVU benytter en risikofri rente og justerer for systematisk risiko gjennom såkalte sikkerhetsekvivalenter. Hvorvidt sistnevnte er gjort, hvordan dette er gjort, og hvilke størrelser som eventuelt er lagt inn finner vi ikke dokumentert. Intervjuene viser også at det eksisterer ulike oppfattelser av hva systematisk risiko

Systematisk usikkerhet i praktiske samfunnsøkonomiske analyser

faktisk er. Behandlingen av systematisk risiko kan påvirke rangeringen mellom alternativene.” (Vista Analyse (2010) s. 9).

Vista bygger denne konklusjonen på intervjuer, som det står nevnt, og også på et tekststudium av de KS-rapportene i samferdselssektoren som forelå i 2010. På grunnlag av tekststudiet uttaler Vista:

”Behandlingen og forståelsen av systematisk risiko synes også å variere mellom kvalitetssikrerne. En av kvalitetssikrerne hevder at bruk av risikofri rente kombinert med justering for systematisk usikkerhet, fører til et vesentlig høyere samfunnsøkonomisk resultat enn det som ville være tilfelle ved en tradisjonell beregning med risikjustert rente på 4,5 %. Konklusjonen er basert på egne beregninger av historiske data der størrelsen på systematisk risiko er beregnet for de mest sentrale verdsatte kostnadene og nytteelementene. Ett av kvalitetssikringsmiljøene bruker konsekvent en risikjustert kalkulasjonsrente på 4,5% i sine beregninger, mens det siste miljøet bruker 2% i beregningene med en vurdering av nivået på den systematiske risikoen. Tilgjengelig dokumentasjon gir ikke grunnlag for å gå nærmere inn på hvordan systematisk risiko faktisk er beregnet i disse tilfellene. Vi registrerer derimot at det konkluderes med liten systematisk risiko knyttet til de ulike tiltakene som er vurdert. KS-miljøene bruker dermed ulike metoder og tilnærmeringer mht systematisk risiko. Dette gir variasjoner i nivået på den samfunnsøkonomiske lønnsomheten på tvers av KS-miljøene.” (Vista Analyse (2010), s. 56)

Videre konkluderes det som følger:

”Vi ser at beregninger og vurderinger av systematisk (og usystematisk) usikkerhet til en stor grad overlates til enkelte utreder. Dokumentasjonen tyder på ulik behandling av følgende forhold:

- fastsettelse av sikkerhetsekvivalenter – uklart om sikkerhetsekvivalenter er brukt der risikofri rente er lagt til grunn for N/K-beregningene.
- lite transparente forutsetninger om sannsynlighetsfordelinger og hvordan avhengighet mellom variable er behandlet
- uklart om verdien av fleksibilitet og realopsjoner er tatt med i vurderingen av systematiske usikkerheten, slik veileder nr. 4 antyder

Analysenes etterprøvbarehet og en vurdering av alle forutsetningene, valg av sannsynlighetsfordeling og de skjønsmessige vurderingene som ligger bak beregningene, er lite transparente. Etter vår vurdering er det en betydelig risiko for at samme type prosjekter ilegges ulike kostnader ved systematisk usikkerhet gjennom dagens praksis. Det er også en betydelig risiko for inkonsistens i lønnsomhetsvurderinger mellom offentlige investeringsprosjekter som ikke inngår i kvalitetssikringsregimet (under 500 millioner kroner) og investeringsprosjekter som skal kvalitetssikres. (...) Den ulike praksisen mht systematisk risiko avspeiler ulike oppfatninger av hva systematisk risiko faktisk er, og dermed av hvordan den skal behandles. Den ulike behandlingen gir store utslag på den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av prosjektene. Det bør derfor sikres klare og entydige retningslinjer for hvordan systematisk risiko skal behandles, slik at det sikres konsistens på tvers av prosjekter innenfor KS1-ordningen.” (Vista Analyse (2010), s 57-59)

Dette er utsagn som taler for seg selv. Det synes å være et klart behov for kunnskap om hvordan man bør behandle systematisk usikkerhet i praktiske samfunnsøkonomiske

analyser. Intervjuene Vista Analyse foretok i KS-miljøene og de sentrale etatene, bekrefter dette inntrykket. De oppsummeres slik:

”En observasjon fra intervjuene som er gjennomført er forbausende mange forestillinger om hva en samfunnsøkonomisk analyse egentlig er, og en manglende forståelse for at Finansdepartementets veileder er tydelig på at verdsatte så vel som ikke-verdsatte konsekvenser skal inkluderes i en samfunnsøkonomisk analyse. Vi registrerer også en manglende forståelse for hvordan systematisk risiko defineres av Finansdepartementet, og enda mindre forståelse for begreper som sikkerhetsekvivalenter, risikojustering av kalkulasjonsrente mv.” (Vista Analyse (2010) s. 86)

Så langt om rapporten til Vista Analyse. Rapporten til TØI ble utgitt året før Vista Analyse sin og viser at per 2009 var miljøene kommet enda kortere. TØI skriver at

”Ingen gjennomførte konseptvalgutredninger (KVU) har kommet så langt i den samfunnsøkonomiske analysen at de har angitt størrelsen på systematisk usikkerhet.(...) Fraværet av drøfting av usikkerhet knyttet til tiltaket og de ulike konseptene må betraktes som en avgjørende svakhet for de fleste av de KVU vi har sett til nå.” (Minken m.fl. (2009) s. 83)

TØI har i rapporten i beskjeden grad drøftet hvordan systematisk usikkerhet *bør* behandles. Man viser til Finansdepartementets veileder fra 2008 og leser den slik at systematisk usikkerhet kan presenteres som en egen indikator i prosjektanalysen:

”Det anbefales at Finansdepartementets veileder for systematisk usikkerhet legges til grunn, det vil si at det utarbeides samfunnsøkonomiske analyser ved bruk av risikofri rente og at systematisk risiko presenteres som en egen indikator. For beslutningstakerne vil dette gi et direkte bilde av lønnsomheten og usikkerheten ved de enkelte tiltak og alternativer.” (Minken m.fl. (2009) s. 82).

Det kan nevnes at Vista Analyse er kritiske til å presenteres systematisk risiko i form av en egen indikator. Vista skriver ”Systematisk risiko kan i prinsippet framstilles som en egen indikator slik det blant annet er gjort KS-rapporten for E39 Lavik – Skei. Uten kvantifisering er det imidlertid vanskelig å se hvilken beslutningsstøtte denne tilnærmingen gir i en analyse der de fleste andre effekter er kvantifisert.” (Vista Analyse (2010) s 58). Å presentere systematisk usikkerhet i form av en indikator er også i motstrid til den tilnærmingen som ble presentert over i teoriavsnittet. Etter vårt syn er økonomisk teori klar på at sikkerhetsjustering bør gjøres via modifikasjon av kalkulasjonsprisene.

Mange konsepter som kvalitetssikres i KS1 har det til felles at det ikke er meningsfylt å verdsette hele eller viktige deler av nytten. Hovedvekten legges dermed på kostnadssiden. Når kostnadssiden av et prosjekt skal justeres for usikkerhet, oppstår det paradoksale at de sikkerhetskorrigerede kostnadene justeres ned, og ikke opp. Dette ses enklest ved å sammenlikne kostnader neddiskontert til for eksempel fire prosent med kostnader neddiskontert til to prosent. Kostnader neddiskontert til fire prosent er selvfølgelig lavere. Den grunnleggende årsaken til å sikkerhetsjustere kostnader ned, er at høye kostnader betyr lav avkastning. Slik bidrar kostnader isolert sett til at et prosjekts avkastning svinger i motfase med avkastningen til nasjonalformuen.

Det er ikke uten videre enkelt å få formidlet at sikkerhetsjusterte periodekostnader er lavere enn forventede periodekostnader. I prosjektstyringsmiljøer, blant utbyggere og blant folk flest er det vanlige svaret på usikkerhet om kostnader at man eksplisitt eller

implisitt bygger inn et kostnadspåslag for å ta høyde for usikkerheten. En slik tanke gir høyere kostnader i lys av usikkerhet, ikke lavere, men i en samfunnsøkonomisk analyse er det å møte kostnadsusikkerhet med økte kostnader, grunnleggende feil.

På grunnlag av de kildene vi her har trukket fram – Vista Analyse (2010), Minken m.fl. (2009) og egne erfaringer – er det liten tvil om at praksis i mange samfunnsøkonomiske analyser avviker betydelig fra beste praksis på området systematisk risiko. De mulighetene som sikkerhetsekvivalenter gir, blir ikke brukt optimalt. Etter vårt skjønn er det sannsynlig at dagens bruk av sikkerhetsekvivalenter ofte fører til dårligere prosjektanalyser enn tidligere. I denne situasjonen bør retningslinjene for bruk av sikkerhetsekvivalenter utdypes, forankres og forsterkes.

4 Prosjektet

Prosjektet vil ha fire hoveddeler, hvorav tre vil være modellbasert. De fire hoveddelene er

1. Teori og formulering av modell. Vi tar sikte på å få fram en "versjon 1.0" av modellen. Den vil være enkel og sentrale parametre vil være hentet fra litteraturen, men vi mener at det innen budsjettet er mulig å lage noe som er informativt. Se Vedlegg for en skisse av det vi har i tankene.
2. Modellparametrisering. Modellparametriseringen vil bygge på tilgjengelig faglitteratur og statistiske kilder. Det finnes en stor internasjonal litteratur om såkalte Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) modeller, som inneholder parametriseringer av viktige stokastiske variable (teknologisjokk, råvareprissjokk) og andre sentrale parametere som også er relevant for statisk modellering. I Norge er Norges Banks modell NEMO av DSGE-typen. Det foregår også viktig forskning om konjunktorene i SSB og universitetene, og vi vil trekke på dette.
3. Monte Carlo-simuleringer. En viktig del her vil være å teste sikkerhetsekvivalentenes robusthet overfor ulike forutsetninger om de marginale fordelingene til de eksogene stokastiske variablene. De eksogene variablene er i utgangspunktet laget slik at de er stokastisk uavhengige, men det kan også være aktuelt å studere effekten av korrelasjon mellom dem.
4. Sikkerhetsekvivalenters dynamiske forløp. Her vil vi skissere hvilke alternativer til eksponentielt økende usikkerhet man kan tenke seg. Vi vil særlig utforske alternativet mean reversion, som er et aktuelt alternativ med tanke på likevektsskapende mekanismer i økonomien.

5 Dokumentasjon av prosjektresultater

Vi planlegger å dokumentere prosjektresultater i form av en rapport ved utgangen av 2012. Kommentarer til anbefalingene til ekspertutvalget som gjennomgår rammeverket for samfunnsøkonomiske analyser, vil skrives inn rapporten.

En tentativ disposisjon av rapporten er som følger:

1. Innledning

2. Teori og modell for beregning av systematisk usikkerhet
3. Monte Carlo simuleringer og beregning av sentrale kovarianser og sikkerhetsekvivalenter
4. Sikkerhetsekvivalenterens dynamiske forløp
5. Operative konklusjoner

Referanser

Breeden, D.T. (1979), "An intertemporal asset pricing model with stochastic consumption and investment opportunities". *Journal of Financial Economics* 7, 265--296.

Fama, E.F and K.R. French (2004): "The Capital Asset Pricing Model: Theory and evidence", *Journal of Economic Perspectives*, 18, 3, 25-46.

Finansdepartementet (2008): Systematisk usikkerhet. Veileder nr 4 til Kvalitetssikring av konseptvalg, samt styringsunderlag og kostnadsoverslag for valgt prosjektalternativ. Versjon 1.0.

http://www.concept.ntnu.no/Publikasjoner/Veileder/Veileder_nr4_systematisk_usikkerhet.pdf

Finansdepartementet (2011): Mandat for ekspertutvalget som skal gjennomgå rammeverket for samfunnsøkonomiske analyser.

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/fin/pressemeldinger/2011/ekspertutvalg-skal-gjennomga-rammeverket/Mandat-for-ekspertutvalget-som-skal-gjennomga-rammeverket-for-samfunnsokonomiske-analyser.html?id=633879>

Minken, Harald; Odd I Larsen, John Håvard Braute, Stein Berntsen og Thorleif Sunde (2009): "Konseptvalgutredninger og samfunnsøkonomiske analyser", *TØI-rapport 1011-2009*.

Perold, A.F. (2004): "The Capital Asset Pricing Model", *Journal of Economic Perspectives*, 18, 3, 3-24.

Vista Analyse (2010): "På vei til kvalitet? Evaluering av KS1 i transportsektoren." *Vista Analyse rapport nr 2010-11*. Ingeborg Rasmussen, Tor Homleid, Nic Heldal, Karin Ibenholt, John Magne Skjelvik og Haakon Vennemo.

Vedlegg

Vi vender tilbake til likningen

$$a = \frac{1+r}{1+r+k}$$

Det er velkjent at k i denne likningen kan bestemmes ved CAPM-formelen

$$r+k = r + \beta(r_m - r)$$

$$k = \beta(r_m - r)$$

$$a = \frac{1+r}{1+r+\beta(r_m - r)}$$

Merk at vi tenker her på CAPM-formelen som en periode- og komponentspesifikk formel i tråd med delkontantstrømsdiskontering under variabel rente. I samfunnsøkonomiske anvendelse er r_m avkastningen på nasjonalformuen. Vi ser at $\beta=1$ fører til $k=r_m-r$ (og $r+k=r_m$). Når $\beta=1$ skal altså prosjektkomponenten vi ser på, sikkerhetsjusteres som om diskonteringsrenten for vedkommende komponent (i vedkommende periode) er lik avkastningen på nasjonalformuen.

Merk at forskjellen mellom r_m og r avspeiler samfunnets risikoaversjon. I formelen for a ligger altså svaret på spørsmålet om sammenhengen mellom systematisk risiko og risikoaversjon.

Hva er så β ? Vanligvis defineres $\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_{mm}}$, der σ_{im} er kovariansen mellom

nytte/kostnadsstrøm nr i (regnet på avkastningsform) og nasjonalformuens avkastning. σ_{mm} er nasjonalavkastningens varians.¹ Det er nå lett å se at den eneste størrelsen som varierer mellom nytte/kostnadsstrømmer på et gitt tidspunkt, er σ_{im} . (Mellom perioder kan også andre størrelser variere). Størrelsen σ_{im} indikerer i hvilken grad pådraget fra nytte/kostnadskomponenten vi ser på, endrer nasjonalavkastningens varians.

Det finnes allerede en retningslinje for avkastning på sikre objekter r (2%) og det finnes flere anslag for r_m (6-8%). Det som trengs for å komme videre i prosjektvurdering, er anslag for σ_{im} og σ_{mm} . Vi ønsker å eksperimentere med å skape slike anslag gjennom å formulere en modell og en underliggende stokastisk prosess.

Modellen

NB: Dette er bare en skisse. Den konkrete spesifikasjonen av modellen tilhører forskningsarbeidet. Anta et antall eksogene stokastiske faktorer $f_1 \dots f_n$ som påvirker samfunnsøkonomien. Vi vil finne β_i som funksjon av de stokastiske faktorene. Vi må da

¹ Det finnes ulike CAPM-modeller. I samfunnsøkonomisk sammenheng kan det være mest hensiktsmessig å brukes en såkalt Consumption CAPM-modell, se Breeden (1979) og Sandsmark&Vennemo (2007). I Consumption CAPM for en periode er det korrelasjon med konsum og ikke inntekt/formuesavkastning som er viktig. Det bør også nevnes at hele CAPM-rammeverket jevnlig kritiseres for å passe dårlig med data, skjønt den har også sine forsvarene, se diskusjonen mellom Fama&French (2004) og Perold (2004).

Systematisk usikkerhet i praktiske samfunnsøkonomiske analyser

spesifisere hvordan nasjonalformuens avkastning avhenger av de stokastiske faktorene og dernest hvordan nytte/kostnadsstrøm nr i er knyttet til nasjonalformuens avkastning. Modellspesifikasjonen må ha et relativt kortsiktig, konjunkturtelt preg.

Det kan vises at nasjonalformuens avkastning er lik med nasjonalinntekten. Norges nasjonalinntekt BNI kan f.eks. beskrives på følgende måte (på endringsform)

$$bni = \alpha bnp_{fast} + \beta \text{oljepris} + \gamma \text{fondsrente}$$

Variable med små bokstaver betyr endring. Likningen sier at endring i BNI stammer fra bnp i fastlandsøkonomien (med koeffisient α) eller oljeprisen (koeffisient β) eller rente på petroleumsfondet (koeffisient γ). Til hver av determinantene hører det eksogene stokastiske faktorer. Oljeprisen påvirkes for eksempel av stokastikk på tilbudssiden av oljemarkedet. Fastlands-bnp påvirkes for eksempel av innenlandske (teknologi)sjokk. Disse stokastiske faktorene gir opphav til stokastikk i BNI.

For en liten åpen økonomi som den norske er det videre naturlig å trekke inn utenlandsk etterspørsel. Både fastlands-bnp og oljeprisen vil avhenge av utenlandsk etterspørsel, som har et konjunkturtelt og stokastisk element.

Via resonnementer som dette kan en sette opp et simultant likningssystem som beskriver variansen i BNI som en implisitt funksjon av eksogene stokastiske faktorer. Neste skritt er å koble dette til et aktuelt prosjekt. Betrakt et generisk prosjekt bestående av nytte målt ved betalingsvillighet og variable kostnader i form av arbeidskraft. På et tidspunkt t vil vi ha

$$\text{Prosjektoverskudd i periode } t = Px - Wl$$

Her er P betalingsvillighet, x kvantum, W gjennomsnittlig lønnsats per time og l antall timer. Betrakt W . Fra definisjonen av bni har vi at

$$bni = w\lambda + r(1 - \lambda)$$

w er endring i W . λ er lønnssummen. Definisjonen av bni forteller at endring i BNI forplanter seg til endring i lønnsinntekt og kapitalinntekt. Hvilken av w og r som endrer seg mest når BNI forandrer seg, er et emne for egne studier – gjerne ved hjelp av spesifiserte likninger i det simultane likningssystemet. Vår intuisjon går i retning av at r vanligvis endrer seg mer enn w . Uansett, svaret på spørsmålet om hvilken av w og r som endrer seg mest, er avgjørende for å besvare hvor stor σ_{lm} er (der l står for lønn). Samtidig gir variasjonen i bni grunnlaget for et estimat for σ_{mm} .

En annen komponent i prosjektoverskuddet for dette prosjektet, er P . Det er etter hvert blitt større og større aksept for at P for tid, miljø, helse osv er en funksjon av blant annet BNI. Vi kan skrive

$$P = f(BNI; \text{annet})$$

Hvis vi et øyeblikk glemmer andre faktorer, som uansett ikke er viktige her, får vi

$$P = g(BNI)$$

Systematisk usikkerhet i praktiske samfunnsøkonomiske analyser

En slik funksjon danner utgangspunkt for beregning av kovarians mellom P og BNI, evt p og BNI.