

Nytte-kostnadsanalyser: Hvor usikre er resultatene?



Forfattere:

Morten Welde, seniorforsker, forskningsprogrammet Concept, NTNU

Eivind Tveter, førsteamanuensis, Høgskolen i Molde

James Odeck, professor, NTNU/Statens vegvesen

Resultater fra nytte-kostnadsanalyser av vegprosjekter er langt mer usikre enn det som presenteres for beslutningstakere. Denne usikkerheten bør synliggjøres bedre.



INTRODUKSJON

I utredninger av potensielle vegprosjekter spiller nytte-kostnadsanalyser en viktig rolle. Samfunnsøkonomisk lønnsomhet uttrykkes ved lønnsomhetsmål som netto nåverdi og netto nåverdi per budsjettkrone. Hensikten er at beslutningstakere skal kunne fatte beslutninger på opplyst grunnlag.

Men hvor sikre er nytte-kostnadsanalysene? Gir resultatene kunnskap eller gir de bare illusjoner av kunnskap? Er det like sannsynlig at et prosjekt som er beregnet å være samfunnsøkonomisk lønnsomt, viser seg å være ulønnsomt når det er

gjennomført, eller motsatt? Dette så vi på i en studie gjennomført i regi av forskningsprogrammet Concept på NTNU (Tveter mfl., 2023).

Usikkerhet er en del av all prosjektplanlegging. Vi kan ikke vite utfallet av et vegprosjekt før det er åpnet og selv etter prosjektet er åpnet for trafikk vil det ta flere tiår før vi kan få oversikt over alle virkninger vegen har ført til.

For utbyggingskostnadene har vi for lengst erkjent at usikkerheten må tas hensyn til. Gjennom transportetatens arbeid og påfølgende ekstern kvalitetssikring estimeres usikkerheten til kostnadsanslagene. Denne usikkerheten

illustreres gjennom relativt standardavvik, persentiler mv. og synliggjøres for beslutningstakerne gjennom styrings- og kostnadsrammer. Et kostnadsanslag er med andre ord ikke punkttestimat, men et spenn av estimater med ulik sannsynlighet.

For nyttesiden derimot, finnes ingen omforent metode for å estimere eller synliggjøre usikkerhet. Det benyttes kun partielle følsomhetsanalyser som er basert på endring av en faktor om gangen og som ikke tallfester usikkerhet for utfall. Det er et paradoks siden nytten beregnes ut fra en rekke usikre parametere, enhetsverdier og anslag, i tillegg til at den beregnes flere tiår frem i tid.

I vår studie så vi derfor på usikkerheten i nytte-kostnadsanalyser, representert ved lønnsomhetsbegreper som netto nåverdi og netto nåverdi per budsjettkrone (NNK). Vi forsøkte å tallfeste usikkerheten med simuleringer av parameterne og anslag som inngår i nytte-kostnadsanalyser. I denne artikkelen presenterer vi de viktigste resultatene av studien.



NÆRMERE OM USIKKERHET

Diskusjonen om usikkerhet har en lang historie. De første skriftlige kildene dateres tilbake til de greske filosofene, men historien går trolig lenger tilbake. I et økonomisk perspektiv skiller vi normalt mellom risiko og usikkerhet. Risiko er den kalkulerbare delen av usikkerhet, mens resten er uberegnelig og ukontrollerbar.

Welde og Odeck (2021) klassifiserte usikkerhet i nytte-kostnadsanalyser i transportsektoren i tre kategorier:

1. Usikkerhet i parametere og enhetsverdier
2. Usikkerhet i kostnadsestimater
3. Usikkerhet i trafikkprognoser

Den første kategorien dreier seg om hvordan en beregner virkninger i kroner. Det handler om hvilken verdi en setter på tid og distanseavhengige kjørekostnader, samt verdsetting av indirekte effekter som klimagassutslipp og ulykker. I tillegg kommer

beregningstekniske forutsetninger i nytte-kostnadsanalysen som kalkulasjonsrente, realprisjustering, beregningsperiode, levetid og vurdering av restverdi. Den andre kategorien er knyttet investeringskostnaden og dreier seg om usikkerhet rundt kostnadsanslaget. Den tredje kategorien dreier seg om forventet trafikkmengde, slik som forventet trafikkmengde i åpningsåret, forventet trafikkøkning som følge av prosjektrealisering (inkludert en mulig justeringsperiode) og årlig trafikkvekst i beregningsperioden.

Disse tre kategoriene er nyttige for å dele inn faktorene (drivkreftene) bak usikkerhet. Vi benytter en justert inndeling (se Tabell 1) hvor vi deler inn den første kategorien i to deler.

Tabell 1: Usikkerhetsfaktorer i transportprosjekter

Type usikkerhetsfaktor	Faktor
Parametere og enhetsverdier	Enhetsverdier: Tidsverdi, distansekostnad, verdi av statistisk liv og karbonpris
	Modellspesifikasjoner: Kalkulasjonsrente, beregningsperiode, realprisvekst, velferds-/fordelingsvekter, skattekostnad, restverdi mv.
Anslag trafikk	Nivå, engangsvekst, og årlig vekst
Anslag kostnadsestimater	Investering, drift og vedlikehold
Scenario	Konjunkturer; teknologi; demografi; næringsstruktur; klimaendringer; politisk og institusjonell risiko
Ukjent	Ukjent

Den øverste raden inkluderer usikkerhet i enhetsverdier slik som tidsverdi, distansekostnad, ulykkeskostnad, verdi av et statistisk liv og karbonpris. Den andre raden lister parametere som bestemmer modellspesifikasjonen, og inkluderer kalkulasjonsrente, beregningsperiode,

realprisvekst og sekkeposten 'andre forhold'. Den andre hovedtypen er anslagsusikkerhet som gjelder trafikk og kostnadsestimater. Den tredje typen er scenariusikkerhet. Med dette mener vi utviklingsbaner for økonomisk vekst, teknologi, klima (klimaendringer og karbonprisbaner) og politiske forhold, for å nevne noen. Disse forholdene kan påvirke både parametere og anslag samtidig. I lys av den generelle omtalen av usikkerhet inkluderer vi også usikkerhet i form av scenariusikkerhet og den ukjente usikkerheten. De to siste kategoriene kan ikke tallfestes, men vi inkluderer dem i listen for å fremheve at den samlede usikkerheten inkluderer elementer som vi ikke kan adressere i vår analyse.



METODE

Studiens forskningsspørsmål er som følger:

1. Hva er sannsynligheten for negativ netto nåverdi?
2. Hva er et rimelig intervall for netto nåverdi per budsjettkrone?
3. Hvilke parametere/enhetsverdier betyr mest for usikkerheten?

Vi brukte data fra tre norske vegprosjekter: E18 Lysaker-Strand, Rv4 Gjelleråsen-Mjøsbrua og E18 Lysaker-Ramstadsletta. Det første er estimert å være samfunnsøkonomisk ulønnsomt med en NNK på -2,5; det andre en lønnsomhet nær null (NNK 0,2); og det siste er estimert å være lønnsomt med en NNK på 0,8.

Vi reproduserte en forenklet nytte-kostnadsanalyse for hvert prosjekt før vi estimerte usikkerheten rundt netto nåverdi og netto nåverdi per budsjettkrone med programmet Stata. Vi benyttet statistiske fordelinger for de mest relevante usikkerhetsfaktorene i analysen basert på empiriske data fra tidligere studier (se Tveter, 2023). Deretter simulerte vi usikkerheten ved hjelp av Monte Carlo simulering.

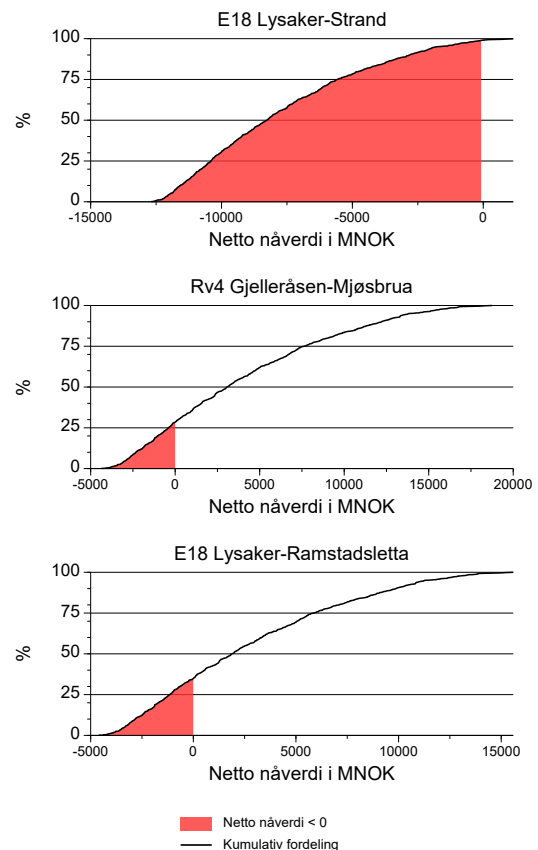


RESULTATER

Resultatene av studien var som følger.

Sannsynlighet for negativ netto nåverdi

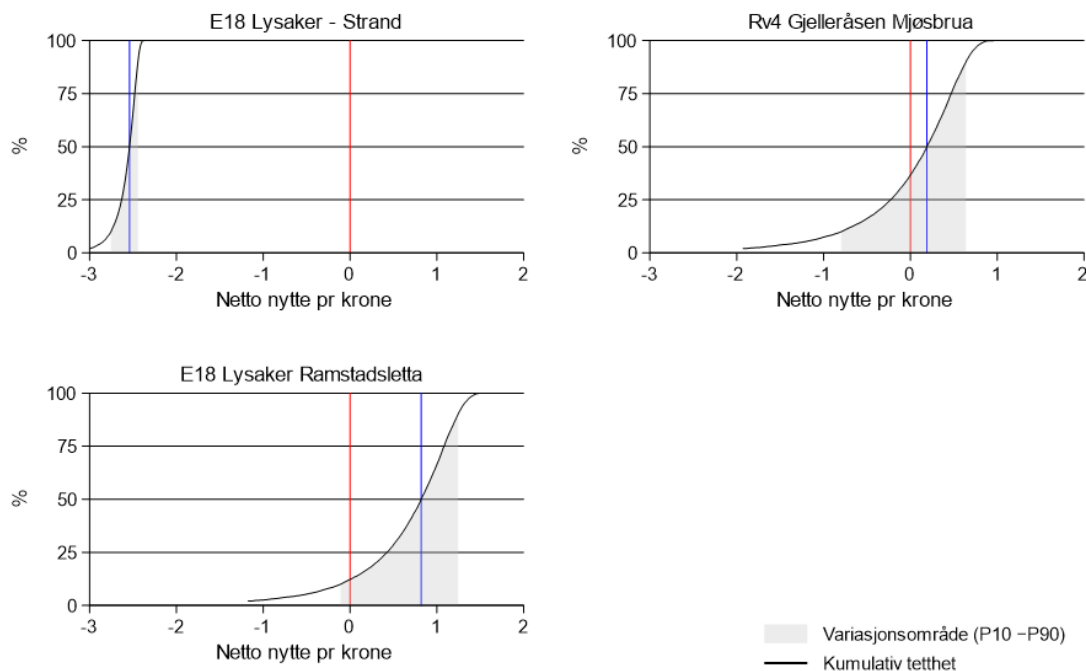
Figur 1 viser de simulerte fordelingene for de tre prosjektene – ett i hver lønnsomhetskategori.



Figur 1: Simulert netto nåverdi

Den horisontale akse viser netto nåverdi mens linjen viser den kumulative tettheten. Det røde skraverte området viser andel av simuleringene som gir negativ netto nåverdi.

Figuren illustrer i tillegg hvor stor sannsynlighet det er for at prosjektet gir en negativ netto nåverdi. For det første prosjektet, det med klar beregnet negativ nytte ser vi at det røde skraverte området fyller hele den kumulative tetthetsfunksjonen. Det betyr at prosjektet er ulønnsomt i alle simuleringene og at sannsynligheten for at prosjektet er ulønnsomt er lik én. Figuren midt i viser prosjektet som var



Replikasjoner = 10000

Figur2: Netto nåverdi per budsjettkrone. Blå linje = median

beregnet som svakt lønnsomt. Sannsynligheten for at prosjektet likevel blir ulønnsomt er om lag 30 prosent (vi ser dette ved å lese av venstreaksen på punktet der det røde området slutter). Interessant nok ser vi at også prosjektet som er klart lønnsomt i beregningen har en sannsynlighet på over 30 prosent for at det blir ulønnsomt.

Intervall for netto nåverdi per budsjettkrone

Figur 2 viser simulert netto nåverdi per krone sammen med kumulativ tetthet, og et skravert område som viser intervallet mellom en P10 og P90 verdi.

For det første, ulønnsomme prosjektet ligger NNK mellom ca. -2,8 og -2,4. Prosjektet med positiv lønnsomhet, til høyre i figur 2, viser et stort sprik og har en variasjon av NNK mellom -0,9 og +0,8, altså en variasjon mellom å tape 0,9 kroner per budsjettkrone og en gevinst på 0,8 per budsjett krone. Med andre ord en betydelig usikkerhet. Det lønnsomme prosjektet varierer mellom en NNK på ca. -0,1 til +1,2.. Det er med andre ord liten sannsynlighet for at dette prosjektet er ulønnsomt.

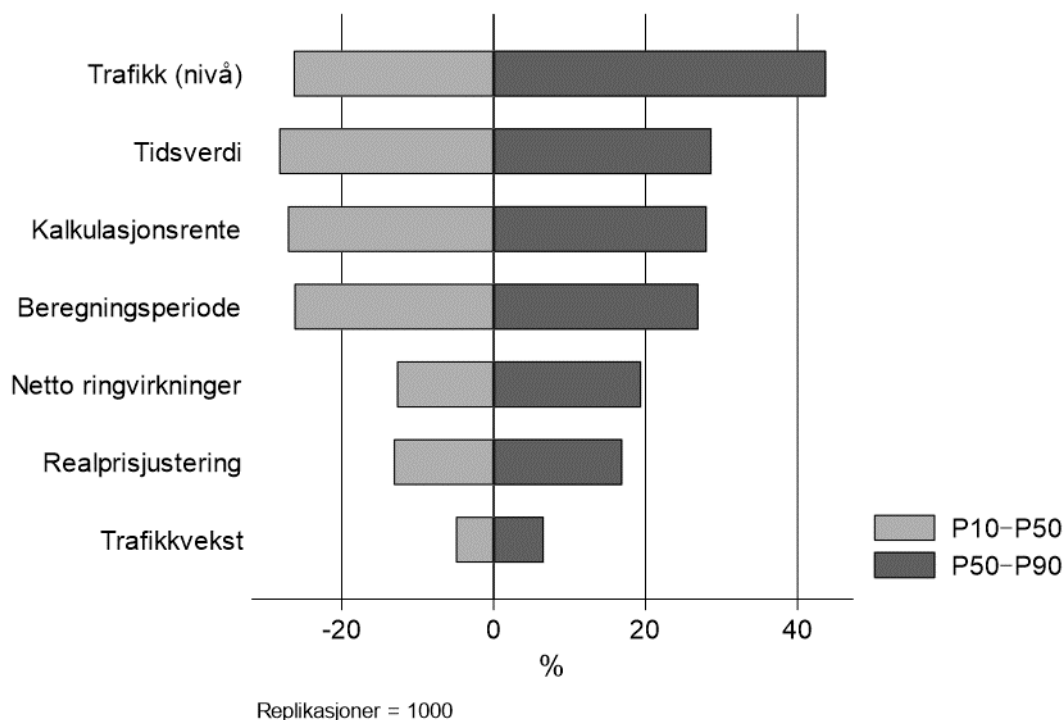
Hvilke parametere betyr mest for usikkerheten?

Figur 3 viser bidrag til avvik i trafikantnytte for de tre prosjektene. Figuren viser at engangsøkningen i trafikk er faktoren som har mest å si for usikkerheten i trafikantnytte. Trafikkanslaget kan redusere trafikantnyttens med 20 prosent, men i beste fall også øke den med nesten 50 prosent. Deretter kommer tidsverdi og kalkulasjonsrente, tett fulgt av beregningsperioden. Bidraget fra netto ringvirkninger og realprisjustering er ganske likt.



KONKLUSJON

I denne artikkelen har vi presentert resultatene fra en studie av usikkerhet i nytte-kostnadsanalyser av vegprosjekter. I transportsektoren har slike analyser blitt utført i flere tiår og følger et standardisert opplegg med kontinuerlige justeringer i tråd med hva som oppfattes som beste praksis. Bruken av analysene i



Figur 3: Tornadodiagram trafikantnytte. Avvik fra P50 i prosent

prosjektprioritering har imidlertid vært begrenset. En måte å forbedre analysene på, som kanskje kan gjøre at de vektlegges mer, kan være å bedre illustrere usikkerheten i analysene, og forklare årsakene til denne. Slik det gjøres i dag fremlegges det ikke noe om størrelsen på usikkerhet i analysene. En av grunnene til det, er at det ikke foreligger noen metodikk for hvordan en kan fremlegge slik usikkerhet.

Våre simuleringer viser at analyseresultatene er til dels svært usikre. For eksempel tyder simuleringene på at til tross for at et prosjekt er beregnet til å være lønnsomt kan det være en sannsynlighet på over 30 prosent for at prosjektet likevel vil være ulønnsomt. Resultatene viser også at usikkerheten ikke er symmetrisk, altså at faren for at trafikantnyttan blir lavere er høyere enn den mulige oppsiden.

Analysene våre viser også hvilke forhold som bidrar mest til usikkerhet. Den aller viktigste er størrelsen på trafikken. Her inkluderes både nivåforskjellen og økningen som følger av prosjektet. De nest viktigste er tidsverdien og kalkulasjonsrenten, etterfulgt av lengden på analyseperioden.

Våre resultater viser at usikkerheten i nytte-kostnadsanalyser er for stor til at det er rimelig å fremstille tallene som punktestimater. Mulig ekstra informasjon kan være å også inkludere sannsynligheten for at lønnsomheten endres (enten ved at prosjektet går fra å ha en negativ netto nåverdi til en positiv netto nåverdi, eller omvendt). En annen mulighet er å presentere intervallene for netto nåverdi og netto nåverdi per budsjettkrone – enten istedenfor punktestimatet eller som tilleggsinfo.



KILDER

Tveter, E., Welde, M. og Odeck, J. (2023). *Usikkerhet i nytte-kostnadsanalyser*. Concept arbeidsrapport 2023-2. Trondheim: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet.

Welde, M. og Odeck, J. 2021. The Robustness of Cost-Benefit Analyses. I: Vickerman, R., Noland, R. B. og Ettema, D. (red.) *International Encyclopedia of Transportation*, Elsevier Science, 249-255.