



Norwegian
Business School

Denne filen er hentet fra Handelshøyskolen BIs åpne institusjonelle arkiv BI Open <https://biopen.bi.no>.

Den inneholder akseptert og fagfellevurdert versjon av artikkelen sitert under. Den kan inneholde små forskjeller fra den originale pdf-versjonen publisert i tidsskriftet.

Seljom, L., Bygballe, L. E., Riis, C., Petkovic, G., & Berg, H. (2021). Klimatilpasning av vårt bygde miljø og utfordringer ved dagens kost-nytteanalyser. *Praktisk Økonomi & Finans*, 37(1), 63–82. idunn.no. <https://doi.org/10.18261/issn.1504-2871-2021-01-0>

Tidsskriftets forlag, Universitetsforlaget, tillater at siste forfatterversjon legges i åpent publiseringsarkiv ved den institusjon forfatteren tilhører. <https://www.idunn.no/info/forfatter?languageld=1>

Forlagets publikasjoner er tilgjengelige via www.idunn.no

Klimatilpasning av vårt bygde miljø og utfordringer ved dagens kost-nytteanalyser

Liselotte Seljom, Lena E. Bygballe, Christian Riis, Gordana Petkovic og Hallvard Berg

Liselotte Seljom, Vitenskapelig assistent, Handelshøyskolen BI

liselotte.seljom@bi.no

Lena E. Bygballe, Førsteamanuensis, Handelshøyskolen BI

lena.bygballe@bi.no

Christian Riis, Professor Handelshøyskolen BI

christian.riis@bi.no

Gordana Petkovic, Sjefingeniør, Statens Vegvesen

gordana.petkovic@vegvesen.no

Hallvard Berg, Seniorrådgiver, Norges vassdrags- og energidirektorat

hbe@nve.no

I løpet av dette århundret vil klimaet endre seg så betydelig i Norge at vi risikerer at vårt eksisterende bygde miljø ikke vil tåle endringene. Bygg og infrastruktur har et planlagt livsløp som strekker seg langt frem i tid, til et klima som er våtere, villere og varmere enn det vi har i dag. For å sikre at våre hjem, skoler, sykehus, arbeidsplasser, veier og annen infrastruktur er robuste på lengre sikt, må vi allerede i dag planlegge for det fremtidige klimaet.

All samfunnsplanlegging og investering skal være velbegrunnet og gjennomtenkt.

Samfunnsøkonomiske analyser er ofte et krav og en viktig del av beslutningsgrunnlaget til våre forvaltningsorgan. Men, dagens kost-nytteanalyser fanger verken opp kostnadene av klimaendringene godt nok eller nyttene ved ulike klimatilpasningstiltak. Kost-nytteanalyser generelt er heller ikke velegnet til å sikre helhetlig klimatilpasning og samordning på tvers av sektorer. Til dette trenger vi nye metoder og verktøy.

Nøkkelord

klimaendring, klimatilpasning, samfunnsøkonomisk analyse, kost-nytteanalyse, verktøy

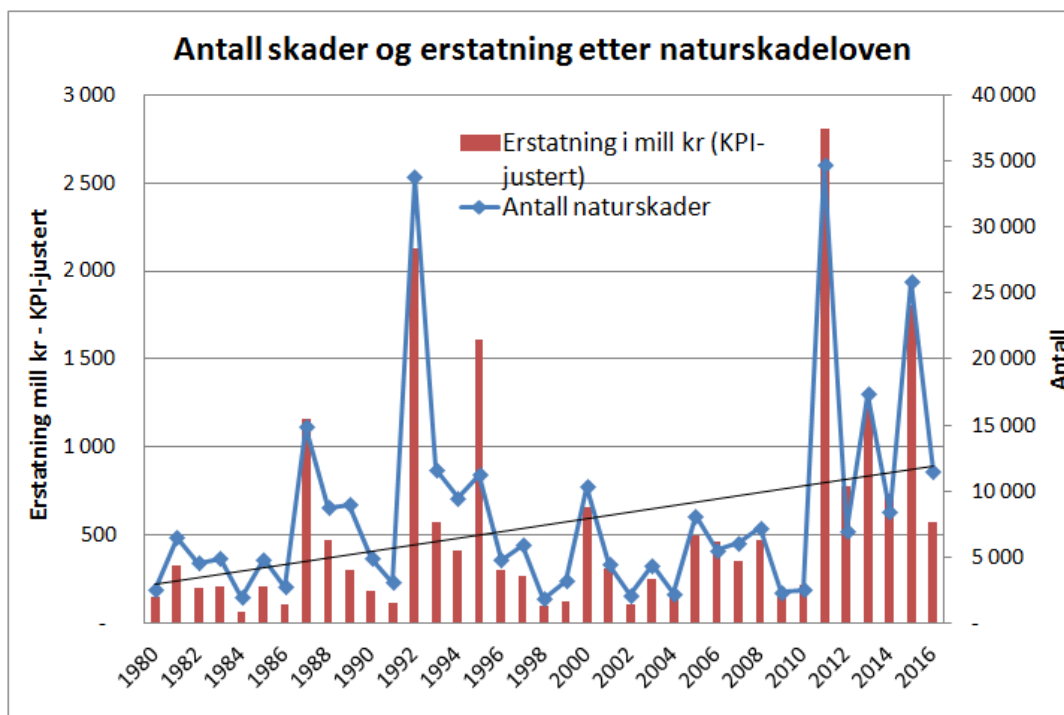
Introduksjon

Det at naturen og klimaet vi lever i og med byr på utfordringer er i seg selv ingen nyhet.

Skred, flom, kraftig vind og regnskyll, temperatursvingninger og periodevis tørke, er eksempler på utfordringer vi alltid har måttet forholde oss til i Norge, og disse har kostet samfunnet mye i form av økonomiske ressurser og tap av liv. Men klimaendringene vil gjøre disse utfordringene enda mer aktuelle og krevende. For å møte de voksende utfordringene best mulig, må vi tilpasse oss endringene i klimaet. For Norges forvaltningsetater, byggherrer og eiere av infrastruktur og av bebyggelse innebærer dette at verktøy og analyser som benyttes i planlegging-, prosjektering- og utviklingsfasen må ta hensyn til klimaendringene. De forventede påkjenningene og kostnadene må være synlige i de samfunnsøkonomiske analysene slik at beslutningene kan tilpasses i henhold til de endrede forutsetningene.

Allerede mot slutten av dette århundret vil vi i Norge oppleve et klima preget av en temperaturøkning på i gjennomsnitt 4,5° C, økt årsnedbør på ca. 18 %, kraftigere og hyppigere styrtregneepisoder og regnflommer, men også periodevis tørke samt at havnivået har

økt med mellom 15–55 cm avhengig av lokalitet¹ (Hanssen-Bauer mfl. 2015). Tall fra Finans Norge viser at forsikringsselskapene har utbetalt ca. 30 milliarder kroner i erstatning for klimarelaterte skader på bygninger og innbo i Norge siden 2010, og at det er en økende trend (Finans Norge 2020). I tillegg til de utbetalte 30 milliardene, kommer skader på andre eiendeler og infrastruktur som ikke kan forsikres gjennom privat forsikring. I Figur 1 viser skadestatistikk fra Finans Norge at det er en økende trend i antall skader og erstatning etter naturskadeloven, som er den statelige erstatningsordningen for naturskader.



Figur 1 Figuren viser en økende trend (sort strek) over antall skader og erstatninger utbetalt til ofre for naturskade gjennom naturskadeloven. Figuren er hentet fra Finans Norges hjemmeside under skadestatistikk (Finans Norge 2017).

I de mest utsatte områdene vil sikringstiltak som opprustning, tilpasninger, varsling og reparasjoner trolig ikke være nok. Enkelte områder som i dag er egnet for bosettinger, infrastruktur og menneskelig aktivitet vil med klimaendringene bli uegnet. Fordi skadene fra ekstremværhendelser vil føre til tap av liv, kostbare omlegginger av infrastruktur og næring i tillegg til tvangsflytting av bosettinger. Klimatilpasning handler derfor om å sikre oss mot slike ekstremværhendelser, men det handler også om å sikre oss mot slitasjen fra et varmere, villere og våtere «hverdagsvær». Et heftigere «hverdagsvær» vil øke klimapåkjenningen vår bygde kapital utsettes for, og medføre økt omfang av slitasje og skader som krever dyre reparasjoner og forbedringer av bygg og infrastruktur (DIBK 2016; Melvin mfl. 2017; Briun mfl. 2014; Aunaas mfl. 2016). Dette er utfordringer vi allerede forholder oss til, og vi drifter og vedlikeholder kapital og medregner forventede kostnader knyttet til dette i kostnøytteanalyser. Men det er flere problemstillinger knyttet til disse analysene.

En problemstilling er at de samfunnsøkonomiske analysene og modellene vi bruker i dag for å påse at samfunnets ressurser investeres fornuftig i for eksempel sikringstiltak og drifts- og vedlikeholdstiltak av bygg og infrastruktur, ikke fanger opp klimaendringene godt nok.

¹ Tallene er beregnet ut fra det høye utslippsscenarioet RCP 8.5 (St. Meld. nr. 33 (2012–2013) anbefaler at man legger RCP 8.5 til grunn for klimatilpasningsanalyser) og referanseperioden er 1971–2000.

Dette medfører at beslutningstakere ikke har mulighet til å analysere hvordan klimaendringene vil påvirke vår bygde kapital på sikt. Uten muligheten til å vurdere alternative investeringer i klimatilpasningstiltak opp mot den eventuelle nytten fra reduserte fremtidige ulemper og kostnader, risikerer vi å investere feil og utsette oss for fremtidige kostnader som kunne vært unngått. For at kostnaden av klimaendringene skal bli minst mulig, må samfunnet tilpasses og vi må gjøre det i en mye større skala enn det vi tidligere har gjort.

En annen viktig problemstilling knyttet til dagens kost-nytteanalyser og samfunnsplanlegging er mangelen på helhetlige analyser. Kost-nytteanalyser gjennomføres separat i ulike sektorer, og det mangler verktøy for tverrsektoriell samfunnsøkonomisk planlegging. Behovet for beregninger som kan sammenfatte de totale kostnadene og nyttene på tvers av sektorer blir mer akutt med klimaendringer ettersom utfordringene vil bli større og oppstå oftere. Konsekvensene av klimaendringene går på tvers av ansvarsområder, og vi trenger helhetlig planlegging som kan bidra til en hensiktsmessig tilpassing.

I denne artikkelen belyser vi disse problemstillingene, og setter spesielt søkelyset på i hvilken grad dagens kost-nytteanalyser evner å reflektere kostnadene av klimaendringer og nyttene av korresponderende klimatilpasningstiltak. Vi har gjort en kartlegging av kost-nytteanalysemodellene hos to fagetater, Statens Vegvesen (SVV) og Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), som begge har ansvar knyttet til det bygde miljø, om enn på litt ulike vis. Begge etatene har bred erfaring med vurdering av tiltak ved hjelp av kost-nytteanalyser og tilhørende verktøy for dette. Vi bruker resultatet fra kartleggingen til å identifisere og diskutere utfordringer ved dagens kost-nytteanalyser når det kommer til klimatilpasning av Norges bygde kapital. Videre diskuterer vi hvordan verktøyene for slike kost-nytteanalyser kan videreutvikles for bedre å favne klimautfordringene vi står overfor. Vi erkjenner og fremhever utfordringene med selve metodikken, kost-nytteanalyse, når det kommer til helhetlig og sektorovergripende klimatilpasning og hvordan dette er et område for videreutvikling. Det er samtidig viktig å påpeke at slike analyser og verktøy ikke på noen måte favner hele problemstillingen rundt beslutninger om klimatilpasningstiltak, og bedre verktøy er ikke ensbetydende med (bedre) beslutninger. Likevel representerer de en viktig del av den samfunnsøkonomiske vurderingen rundt klimatilpasningstiltak, som er det vi har valgt å adressere spesifikt i denne artikkelen.

Med dette som bakgrunn, ønsker vi i hovedsak å utforske to problemstillinger:

1. Hva skal til for å videreutvikle dagens kost-nytteverktøy til bedre å hensynta klimaendringene?
2. Er de verktøyene vi har tilgjengelig de riktige hjelpemidlene for å bidra til hensiktsmessig planlegging og klimatilpasning?

Metode

Datagrunnlag

Artikkelen er basert på en litteraturgjennomgang – fortrinnsvis rapporter, utredninger, stortingsmeldinger og publikasjoner basert på den norske settingen – og en kartlegging av SVVs og NVEs modeller og verktøy for kost-nytteanalyser: EFFEKT versjon 6.6 (SVV) og NKA versjon 132.b (NVE)². Vi valgte disse etatene og verktøyene på bakgrunn av etatenes

² Utgangspunktet for denne artikkelen er en studie gjennomført på temaet samfunnsøkonomiske analyser innenfor SFI Klima2050. Det vil bli publisert en Klima2050-rapport fra dette arbeidet, som dekker blant annet mer generelle innsikter vedrørende det å vurdere lønnsomhet av klimatilpasning, samt NKA-verktøyet til Jernbanedirektoratet, SAGA.

ansvar og aktualitet innen klimatilpasning samt erfaringer med og tilgjengelighet av verktøy og dokumentasjon. Begge verktøyene har allment tilgjengelig dokumentasjon og brukermanualer. Verktøyenes handlingsrom er kartlagt hovedsakelig ved testing av verktøyene og gjennomgang av dokumentasjonen. Ved gjennomgang av verktøyene har vi konsentrert oss om deres evne til å reflektere kostnadene av klimaendringer og nyttene av klimatilpasningstiltak.

Det har dessuten blitt gjennomført flere møter med representanter fra de to etatene utover forfatterne av denne artikkelen. Det ble blant annet gjennomført et arbeidsverksted i regi av SVV med gjennomgang av dagens bruk og mulig videreutvikling av EFFEKT, der en rekke representanter fra SVV og fra forsknings- og utdanningsinstitusjoner deltok. Det ble også gjennomført en temasamling i regi av forskningsprosjektet SFI Klima 2050 (klima2050.no), som både SVV og NVE samt Handelshøyskolen BI, og dermed forfatterne, er partnere i. På temasamlingen deltok mange aktører på feltet, foruten deltakere fra SVV og NVE. Temaet for samlingen var samfunnsøkonomiske betraktninger rundt klimatilpasning i tillegg til diskusjon om dagens modeller og verktøy for kost-nytteanalyser. Til sammen har de litterære kildene og møtene gitt verdifulle innspill til artikkelen, foruten de erfaringene forfatterne selv besitter.

Avklarende terminologi

Klimaendringer har mange ulike konsekvenser og i denne artikkelen har vi funnet det hensiktsmessig å dele konsekvensene inn i to ulike kategorier ettersom ekstremværhendelser som skred og flom skiller seg fra hendelser som økt mengde regn og vind. «Gradvise endringer» har blitt benyttet for å beskrive endringer som økt havnivå, økt regn og fuktskade samt temperaturendringer (Aall mfl. 2018; Regjeringen 2008; Finans Norge 2020), men dette uttrykket kan være misvisende ettersom alle klimaendringer skjer gradvis, også økt hyppighet av skred og flom. I denne artikkelen skiller vi mellom klimaendringer som har ekstreme konsekvenser og dagligdagse konsekvenser hhv. ekstremværhendelser og dagligdagse værhendelser. Flom og skred er omtalt som ekstremværhendelser som gir ekstreme konsekvenser, og som videre krever sikringstiltak. Ekstremværhendelsers frekvens vil bli påvirket av klimaendringene og derfor må også sikringstiltak klimatilpasses. Hendelser som er knyttet til økte mengder av regn, vind, temperaturendringer, økt havnivå og snø er omtalt som dagligdagse værhendelser som gir mindre konsekvenser isolert sett. Men dette vil komme oftere, og som på grunn av det økende omfanget vil kreve klimatilpasningstiltak for å møte den økte påkjenningen.

Klimatilpasning og økonomiske analyser på agendaen

FNs klimapanel har i de senere årene satt klimatilpasning på agendaen i arbeidet med håndtering av klimaendringene (IPCC 2018), og de økonomiske aspektene ved slike tiltak får mye oppmerksomhet (Agrawala mfl. 2008; OECD/The World Bank/UN Environment 2018; IPCC 2014). Vi observerer en liknende trend i Norge.

I 2008 la Regjeringen de første rammene for klimatilpasning i utredningen «Klimatilpasning i Norge: Regjeringens arbeid med tilpasning til klimaendringene» (Regjeringen 2008). Senere er det satt ned flere utvalg for å vurdere problematikken rundt klimatilpasning. NOU «Tilpassing til eit klima i endring» (NOU 2010: 10) vektlegger at manglende vedlikehold og utbedringer av bygg og infrastruktur er en utfordring forsterket av klimaendringene, og at det er behov for planleggingsprosesser som vektlegger langsiktige konsekvenser. Klimarisikoutvalgets NOU «Klimarisiko og norsk økonomi» fra 2018 påpeker at bygg og infrastruktur er den delen av nasjonalformuen som trolig er mest utsatt for direkte, fysisk klimarisiko og at risikoen for naturskade vil øke vesentlig om ikke klimatilpasningstiltak blir iverksatt (NOU2018: 17). Vestlandsforskning konkluderer i sin

rapport fra 2015 at det er lønnsomt å forebygge mot klimakonsekvenser og indentifiserer manglende økonomiske bevilgninger som det største hinderet, sammen med kunnskapsmangel og mangelen på skadedata (Aall mfl. 2015). Det har også kommet flere meldinger til Stortinget, slik som Meld. St. nr. 15 (2011–2012) «Hvordan leve med farene – om skred og flom» og Meld. St. nr. 33 (2012–2013) «Klimatilpasning i Norge».

Oppmerksomheten rundt klimatilpasning har også bidratt til endrede praksiser. FoU-prosjektet «Klima og transport» i Statens Vegvesen (SVV) startet allerede i 2007, og har bidratt til at klimahensyn i større grad enn tidligere integreres i all planlegging og prosjektering av nye veier og i drift og vedlikehold av eksisterende veier i Norge (Petkovic 2013). Det fremheves i gjeldende Nasjonal Transportplan (NTP) 2018–2029 at transportinfrastrukturen må gjøres mer robust mot ekstremvær og klimatiske påkjenninger gjennom betydelig innsats på drift, vedlikehold og fornying, samt oppmerksomhet på infrastrukturens omgivelser (Meld. St. nr. 33 (2016–2017)). I statsbudsjettet for 2020 fikk NVE en rekordstor bevilgning på 665 millioner til flom- og skredsikring, der argumentet var at «Endringer i klimaet kan påvirke hvor og når store nedbørsmengder kommer. Tidlig forebygging og sikring i områder med fare for store skader fra flom eller skred er viktig og lønnsomt for samfunnet.»³

Økt oppmerksomhet, økte bevilgninger og endrede praksiser bidrar allerede i dag til å gjøre samfunnet mer forberedt på klimaendringer. Men for å sikre oss at tilpasningene vi gjør er effektive og lønnsomme, må de økonomiske analysene vi benytter som grunnlag i konsekvensutredninger ta tilstrekkelig hensyn til klimaendringer og videre forstå nytten av å tilpasse det bygde miljøet til disse endringene.

Eksempler på eksisterende verktøy for kost-nytteanalyser

I Norge ligger det overordnede ansvaret for klimatilpasning hos Miljødirektoratet, men alle nasjonale myndigheter har ansvar for å forebygge og håndtere konsekvenser av klimaendring innenfor sin sektor/sitt ansvarsområde. Fagetatene, herunder SVV og NVE, skal undersøke og formidle hvordan klimaendringer og tilknyttede effekter (nedbør, temperatur, vind, havnivåstigning, flom- og skredrisiko osv.) kan påvirke etatenes oppgaver og virksomhet (Miljødirektoratet 2020). Etatene skal videre utvikle retningslinjer og veiledningsmateriale som kan benyttes av private og offentlige beslutningstakere, som for eksempel fylkeskommuner og kommuner i deres arbeid med å sikre en god og langsiktig planlegging.⁴

SVV og NVE har lang erfaring med å bruke kost-nytteanalyser til prioritering og anbefaling av tiltak som omfatter henholdsvis veinett og bebyggelse. Til dette benytter SVV et kost-nytteverktøy kalt EFFEKT versjon 6.6 og NVE benytter et Excel-basert regneark NKA-verktøy (nytte-kostanalyse) versjon 1.32b. Beregningsprinsipper og metodikk i EFFEKT 6.6 er beskrevet i SVV Konsekvensanalyse Håndbok V712 (SVV 2018) og i «Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6» (Straume og Bertelsen 2015) og tilsvarende er beskrevet for NVEs nytte-kostverktøy NKA-2016 v. 1.32b i verktøyets brukerveiledning (NVE 2019). Begge verktøyene har mulighet til å vurdere kostnader av ekstremværhendelser som skred og flom innenfor sin sektor. Verktøyene tar i ulik grad inn over seg klimaendringer og har ulike forbedringspotensial tilknyttet både beregning av konsekvenser fra ekstremværhendelser og fra dagligdagse værhendelser.

³ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringen-styrker-flom--og-skredsikring/id2704504/>

⁴ For en mer utfyllende oversikt over ansvarsfordelingen, aktuelle lovverk og erstatningsordninger kan man se Klima 2050 rapporten «Naturskadeforsikrings- og erstatningsordninger i seks land» (Sandberg, Økland og Tyholt 2020).

NKA-verktøyet til NVE er utviklet for å prioritere sikringstiltak mot flom og skred for eksisterende bebyggelse. Sikringstiltakets lønnsomhet avdekkes ved å beregne kostnader ved ulike naturhendelser og tilsvarende den reduserte kostnaden sikringstiltaket kan medføre. Sikringstiltak er i denne sammenheng definert som fysiske tiltak som enten skal beskytte bebyggelse mot skredmasser og flomvann, hindre erosjon eller redusere sannsynligheten for at skred utløses. Prioritering av tiltak baseres etter faregrad og konsekvenser for skade på eksisterende bebyggelse samt fare for liv og helse. I tillegg der investering i sikring vil gi størst samfunnsøkonomisk nytte i forhold til kostnadene ved tiltaket. Hvor mange og hvilke sikringstiltak som kan gjennomføres, er avhengig av de årlige midlene som bevilges til dette over statsbudsjettet.

Analysene starter med et lokalisert område med naturfarerisiko hvor man legger inn antall bygg og areal som står i fare for å bli påvirket eller ødelagt. Figur 2 viser bygg som er antatt å være utsatt ved to ulike intervaller av skred i et boligfelt i Lom. Verktøyet til NVE ville i dette tilfellet beregnet skade på liv og materielle skader ut fra hvilken kategori av bebyggelse og areal som ble lagt inn for det utsatte området, gitt de ulike skredintervallene.



Figur 2 Faregrenser for boligfeltet Ulstad i Lom fra NGI-rapporten «Lom kommune, prioritering av sikringstiltak for eksisterende bebyggelse» (Breien og Kristensen 2010). De merkede bygningene ligger innenfor utslagssonen til skred med 333 års gjentaksintervall, mens den røde linjen angir 1000 års gjentaksintervall.

SVVs kost-nytteverktøy EFFEKT er i motsetning til NVEs NKA-verktøy ikke utviklet primært for å vurdere sikringstiltak for eksisterende bygg eller infrastruktur.⁵ EFFEKT er ment for å vurdere alternative trasévalg for nyinvesteringer innen veiprosjekter ved å beregne kostnader og nytter for ulike samfunnsgrupper (trafikanter- og transportbrukere, operatører, det offentlige og samfunnet for øvrig) og videre sammenligne med et null-alternativ (dagens

⁵ Vestlandsforskning kom nylig ut med en rapport hvor de tester to nye verktøy for Statens Vegvesen. Det ene heter «Quickscan» og vurderer klimarelatert risiko for veietater (tilsvarende det VegROS gjør i dag), det andre verktøyet er et kostnad-nytteverktøy «Detector» med en egen klimarisikomodul, men på grunn av verktøyets begrensninger og SVVs allerede tilgjengelige verktøy, vurderes ikke «Detector» som nyttig å ta i bruk for SVV per dags dato (Selseng mfl. 2019).

situasjon). I disse analysene tas det foreløpig ikke hensyn til at klimapåkjenningsene vil endre seg i løpet av levetiden til det vi bygger, verken i null-alternativet eller i tiltaksalternativene.

Det er mulig å benytte EFFEKT til å beregne kostnader ved skred eller andre hendelser som ødelegger og stenger en veitrasé. EFFEKT er et modulbasert verktøy med flere moduler med ulike beregningsprinsipp, blant annet «vegstengningsmodulen». I vegstengningsmodulen, eller skredmodulen som den også blir kalt, kan det beregnes kostnader ved veistengninger, både planlagte og ikke planlagte. Vegstengningsmodulen er i hovedsak utviklet med tanke på veistengninger som følge av ulike typer skred. Det er nærliggende å tro at veistengning som følge av for eksempel flom vil føre til lignende mekanismer som dermed også kan beregnes i EFFEKT. Figur 3 viser et utsnitt fra EFFEKT 6.6 vegstengningsmodul.

Uforberedte vegstengninger

Årsak	Beskrivelse	Antall		Gj.sn. berørt veglengde (m)	Veglengde i området (m)	Istandsetting Kr/stengning
		pr år	Timer (gj.snitt)			
Jord- / løsmassescred	Parti A	0,2	22,2	400	500	587466
Steinsprang/fjellscred	Parti A	1,9	1	200	500	11749

Preventive vegstengninger

Årsak	Beskrivelse	Antall		Istandsetting Kr/stengning
		pr år	Timer (gj.snitt)	
Jord- / løsmassescred	test	1,2	1,1	1175

Samlet årlig stengningstid: 7,5 timer
 Årlig kostnad til istandsetting: 141226 kr

Figur 3 Utsnitt fra EFFEKT 6.6 inndata-vindu til «vegstengningsmodulen». Det legges inn data for en veilenke utsatt for veistengning. Det kan være uforberedt veistengning eller preventiv veistengning. Det defineres et omkjøringsveinett for trafikantene og kombinasjonen av hvor lenge veilenken er stengt og hvor lang omkjøring dette medfører, samt hvor mange trafikanter som daglig benytter seg av den utsatte veien er med på å beregne kostnadene. Estimerte ulykker ved for eksempel skred eller ved at trafikanter må kjøre lenger enn vanlig pga. omkjøring blir også medregnet.

Veitransportens største kostnad ved naturfarer er ikke de fysiske ødeleggelsene av veien, men kostnadene ødeleggelsene påfører trafikale virkninger. EFFEKT kommuniserer med trafikkmodeller som kan modellere trafikkflyten i ulike regioner gitt veinett, trafikkmengde, hastighet osv. Ved veistengning defineres omkjøringsmuligheter for trafikantene. Veier med stor trafikk og få omkjøringsmuligheter vil gi større kostnader ved veistengning. Estimert responstid legges også inn i beregningen og er den tiden det tar å varsle trafikanter.

En kortere responstid gir mindre ulemper for trafikantene ettersom kortere responstid gjør at færre trafikanter blir utsatt for skredrisiko og gir dem mulighet til å planlegge kjøreruten med kunnskap om at en gitt veistrekning er stengt.⁶

	SVV EFFEKT (vegstengningsmodulen)	NVE NKA
Kostnadskategorier (Inndata)	Istandsetting (pr. skred) Vedlikehold av skredinstallasjon Byggekostnader (inkl. planlegging)	Planleggings/prosjekteringskostnader Byggekostnader Årlige driftskostnader Forventet vedlikehold
Inndata om naturfarehendelsen/ veistengningen og konsekvensene/ skadeprofil	Skredtype Antall pr. år Beregningshorisont Responstid Alvorlighetsgrad ulykker Eventuelle naboskred Eventuelle preventive veistengninger Timer veien blir stengt (gj. snitt) Berørt veilengde Omkjøringsmulighetene (defineres) ÅDT ⁷	Naturfaretype Gjentaksintervall, år Treffsannsynlighet Referanseår for skadeprofil og begynnende skade Beregningshorisont Antall berørte bygg og type Avlingssskade og skade for landbruksareal Park (daa) Vei og jernbane (m) Parkeringsplasser (med estimert belegg) Bruddkostnader vei (stengningstid, omkjøring km, ÅDT) Rydekkostnad Husleie for midlertidig bolig
Inndata om sikringstiltak	Byggestart Ferdigstillelses år Levetid	Type tiltak Byggestart Ferdigstillelsesår Farenivå etter tiltak Husstander sikret av tiltaket
Verktøyene beregner	Antall timer med veistengning pr. år Trafikk på omkjøringsveinett	Antall personekvivalenter utsatt Skade på bygningsmasse Skade på liv Verdi av trygghet (trygghetspremie)
Verktøyene beregner kostnader som oppstår ved naturfarehendelser (ved å redusere disse negative postene oppstår nyttene)	Ulykkesrisiko Ulemper og kostnader ved å benytte omkjøringsrute Tap av etterspørsel (de generaliserte transportkostnadene øker)	Kapitalisert skade med og uten tiltak Restskade
Ikke-prissatte konsekvenser (vurderes kvalitativt)	Landskapsbilde/bybilde Nærmiljø og friluftsliv Naturmiljø Kulturmiljø Naturressurser	Landskapsbilde Friluftsliv Kulturmiljø Næringsliv og lokalsamfunn Naturmangfold Annet

⁶ En grundigere innføring i hvordan kost-nytteverktøyene beregner kostnader ved skred og naturfarehendelser kan man finne i Klima2050-rapport 13 «Håndtering av skredrisiko» (Eidsvig 2019) og i etatenes brukerveiledninger SVV rapport nr. 358 «Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6» og i NVEs «Nytte/kost-verktøy NKA-2016 v 1.32b».

⁷ ÅDT: Årsdøgntrafikk, gjennomsnittstall for daglig trafikkmengde. Skiller gjerne mellom ÅDT personbil og ÅDT lastebil/buss.

Statisk/dynamisk	Anslag for trafikktutvikling inngår Ingen dynamiske klimavariabler eller muligheter for dynamiske skredfrekvenser	Klimafaktor med mulighet for prosentvis påslag (eller reduksjon) av hendelsesfrekvens ıla beregningsperioden Resten av sannsynlighetene er konstante
Tverrsektorielle konsekvenser	Nei	Tillater en forenklet kostnadsanalyse for vei og jernbane
Håndtering av usikkerhet	Gjennom kalkulasjonsrenten Følsomhetsanalyse av årlig trafikkvekst og byggekostnader	Gjennom kalkulasjonsrenten. Forenklet følsomhetsanalyse: endring i sannsynlighet for scenariene med 50 % og 100 %

Tabell 1 Oversikt over hva som inngår i kost-nytteanalysene av skred- og flomhendelser. Inndataene må beregnes utenfor verktøyene og legges inn. Verktøyene sammenstiller informasjonen som er gitt og oppgir nytte og kostnad neddiskontert med kalkulasjonsrenten til nåverdi.

NVEs og SVVs verktøy er utviklet for å vurdere og sammenstille kostnader ved ulike hendelser, også ekstremværhendelser som flom og skred. Ved økt nedbør, temperatur, vind og havnivåstigning vil flom- og skredrisikoen øke. Den økte risikoen vil forsterke behov for sikring og tilpasning. Men økt nedbør (spesielt økt kraft og hyppighet av styrtregneepisoder), temperatur, vind og havnivå vil ha konsekvenser for vår bygde kapital utover økt flom- og skredrisiko. Klimaendringene vil medføre større press og slitasje på våre veier og bygg. Dette vil resultere i flere skader, økte drifts- og vedlikeholdskostnader, økte brukskostnader og effektivitetstap. Som vi skal se under, er det utfordringer knyttet til hvordan man skal medregne disse konsekvensene i tillegg til utfordringene med å planlegge tverrsektorielt.

Utfordringer med dagens kost-nytteanalyser og verktøy

En sentral utfordring med dagens kost-nytteanalyser er at helhetstenkningen innen samfunnsplanlegging og klimatilpasning ikke blir ivaretatt. Kost-nytteanalyser gjennomføres separat innad i de ulike sektorene og er begrenset til å beregne kostnad og nytte som er relevant innenfor gitt sektors ansvarsområde. Det er partielle analyser, dvs. de vurderer isolerte tiltak gitt at alle andre forutsetninger er like. Med tanke på klimaendringenes natur vil det imidlertid skje mange ulike endringer samtidig, ikke minst strukturelle samfunnsendringer som følge av at vi omstiller oss til et samfunn med lavere utslipp (NOU 2018: 17). Kost-nytteanalyser som gjennomføres innenfor en begrenset sektor vil ikke kunne ta hensyn til helheten, og vi kan ende opp med å prioritere sub-optimale løsninger. For eksempel å bygge dyre flomsikringer for vei som kunne vært løst rimeligere ved at det ble gjort tiltak lengre oppstrøms der vannproblemet starter, men som samtidig er utenfor veisektorens ansvarsområde (Aall mfl. 2015). Slike problemstillinger er grunnleggende for klimatilpasning, men faller samtidig utenfor fagetatenes oppdrag og ansvar per i dag (Handberg mfl. 2020). Planretningslinjene for klimatilpasning legger opp til at klimatilpasningen må løses sektorovergripende. Men situasjoner der en sektors nytte blir en annen sektors kostnad fanges ikke opp i form av økonomiske analyser, og potensielle lønnsomme synergier blir ikke identifisert, noe som igjen kan medføre at de ikke blir gjennomført dersom de ikke er lønnsomme nok innenfor en sektor alene.

Samtidig finnes det konkrete problemstillinger innen klimatilpasning som kan besvares innad i de ulike sektorene og hvor kost-nytteanalyser er egnede verktøy. Men for å gjøre dette, må dagens kost-nytteverktøy i større grad ta hensyn til klimaendringene. I kost-nytteanalysemetodikken generelt finnes det muligheter for å håndtere deler av utfordringene som klimaendringene medfører, for eksempel økt usikkerhet og endring over tid. Våre tilgjengelige verktøy kan dermed videreutvikles til bedre å håndtere klimaendringene. Ettersom en sentral utfordring med å vurdere lønnsomhet av klimatilpasningstiltak er den

store usikkerheten som klimaendringene og klimaendringenes konsekvenser⁸ innebærer (Hallegatte 2009; Aall mfl. 2018), må analysene som gjøres kunne håndtere usikkerhet.

Det er naturligvis alltid usikkerhet knyttet til hvordan samfunnet ser ut i fremtiden, og i den tradisjonelle tilnærmingen til kost-nytteanalyser finnes det flere muligheter for å beregne lønnsomhet under usikkerhet. Fortrinnsvis blir alle estimerte kostnader og nytter i en kost-nytteanalyse neddiskontert til en nåverdi, dette bidrar til å vekte nytter og kostnader som er estimert langt frem i tid mindre enn «sikrere» kostnader og nytter som opptrer i nær fremtid.⁹ I dagens praksis benyttes en synkende diskonteringsrate ved at man benytter 4 % de første 40 årene, 3 % de neste 35 årene og deretter 2 % resten av prosjektets levetid (Direktoratet for forvaltning og økonomistyring 2018). Neddiskonteringen av fremtiden gjør at *når* en ekstremværhendelse inntreffer, påvirkes lønnsomheten av et sikringstiltak. Dersom det beregnes at hendelsen inntreffer lang tid etter at sikringstiltaket ble oppført, vil nytten bli neddiskontert i større grad enn dersom den inntreffer kort tid etter.

Generelt vil et sikringstiltaks nytte avhenge av hvilken, når og hvor ofte naturhendelser faktisk inntreffer i etterkant av innføring av tiltaket. Men sannsynligheten for at en hendelse inntreffer, når hendelsen inntreffer og hvor ofte, er forbundet med betydelig usikkerhet. For å kunne gjennomføre analyser må vi gjøre en hel del antakelser og forutsetninger, og de mest sentrale forutsetningene kan man videre utforske ved hjelp av følsomhetsanalyser. For eksempel kan man i NVEs verktøy gjøre en forenklet følsomhetsanalyse hvor man enten kan øke sannsynligheten for naturfare med 100 % eller redusere den med 50 %. Det er derimot ikke mulig i SVVs verktøy EFFEKT å gjøre følsomhetsanalyser på sannsynligheten for skred eller andre tilknyttede variabler.

Tidligere har man basert seg på historiske data for å beregne fremtidig hyppighet av hendelser. Gitt klimaendringene, vil de historiske intervallene underestimere fremtidig frekvens av en rekke ulike ekstremværhendelser som flom og ulike typer skred. I NVEs verktøy er dette tatt hensyn til ved at man kan legge inn en klimafaktor som øker frekvensen på de ulike flomintervallene. Foreløpig blir denne klimafaktoren kun benyttet ved flomtiltak, ettersom de nødvendige inndataene er tilgjengelige for flom: fremskrivninger av flomintervaller i Norge basert på ulike nedbørsfelt (Lawrence 2016). SVVs verktøy har ingen mulighet til å øke frekvensen for ulike hendelser i løpet av beregningsperioden.

I begge verktøyene mangler det informasjon om klimavariabler som regn, vind, havnivåstigning og temperatur. Ettersom det verken finnes tall på hva slitasten fra for eksempel den ekstra nedbøren koster eller hva som kan spares ved å bygge annerledes og mer robust (Aall mfl. 2018), inngår det heller ikke i analysene. Dermed er det naturligvis heller ikke mulighet for å fremskrive disse variablene med den forventede utviklingen eller teste resultatenes sensitivitet overfor slike faktorer ved hjelp av følsomhetsanalyser.

Dette er et problem ettersom dagens bevisstgjøring av vedlikehold allerede er for lavt (Oslo Economics 2017; RIF 2019; Nordhus mfl. 2015). Vi pådrar oss årlig et større vedlikeholdsetterslep og dette etterslepet forverres av klimaendringene og reflekteres ikke i kost-nytteanalysene. Den dagligdagse klimaslitasten vil isolert sett føre til begrensede kostnader og effektivitetstap, men akkumulert over lengre tid eller større områder vil en nedbrutt realkapital medføre store kostnader. Det at drift og vedlikehold av bygg og

⁸ Slike usikkerheter er knyttet til menneskers evne til å begrense utslipp, naturlige klimavariasjoner og modellens evne til å fremskrive klima, samt til samfunnsmessige effekter av dagens og fremtidens klimapolitikk.

⁹ Klimaendringen og dens konsekvenser må derimot sees i et langsiktig perspektiv, noe som gjør neddiskontering av fremtiden problematisk. Dette er mye omtalt og debattert i litteraturen knyttet til økonomiske analyser av klimautslipp og klimatilpasning, se for eksempel NOU 2018: 17 vedlegg 2, Nordhaus 2008 eller Dasgupta 2008.

infrastruktur vil koste mer i fremtiden må synliggjøres allerede ved planlegging av bygg og vei ettersom plassering, utforming og materialvalg kan ha store virkninger på prosjektets lønnsomhet på lang sikt. Økonomiske analyser må bidra til å identifisere og rettferdiggjøre investeringer i byggefasen som kan gi besparelser i drift og vedlikehold gjennom hele prosjektets livsløp.

Klimarisikoutvalget (NOU 2018: 17) har laget en oversikt over mulige virkninger klimaendringer kan ha på realkapitalen, denne oversikten er gjengitt i Tabell 2.

Negative virkninger	Positive virkninger
<ul style="list-style-type: none"> - Økt vedlikeholdsbehov av private og offentlige bygg - Økt drifts- og vedlikeholdskostnader knyttet til transportinfrastruktur (veier, jernbane, havner og flyplasser) - Økt fare for skader etter flom og skred på veier, jernbane, bygninger mv. - Økt havnivå vil kunne medføre kostnader knyttet til å sanere eller flytte bygninger - Økte skader på kraftlinjer som følge av hyppigere lynnedslag, mer ising, kraftigere snøfall og trevekst - Økt press på avløpsnett - Økt avkjølingsbehov i bygg - Fare for skader på bygg og infrastruktur som følge av ekstremvær 	<ul style="list-style-type: none"> - Redusert behov for oppvarming av bygg - Redusert behov for brøyting og salting av veier - Økte verdier av eksisterende vannkraftanlegg

Tabell 2 Virkninger av klimaendringer. Kilde: Klimarisikoutvalget (NOU 2018: 17)

Virkningene oppsummert i Tabell 2 er direkte, fysiske, negative og positive virkninger på den bygde kapitalen. Fra den internasjonale litteraturen finnes det grove estimater på kostnader og nytter av klimatilpasning, for eksempel estimerer Bapna mfl. (2019) at klimatilpasning av ny infrastruktur vil ha en kost-nytterate på 1:5 som betyr at for hver krone man investerer i klimatilpasning, vil man generere nytte verdt fem kroner. Ved å estimere og reflektere slike virkninger i våre modeller kan vi tilpasse oss på en økonomisk effektiv måte til det endrede klimaet og påse at vi gjør investeringer som kan spare oss for kostnader og/eller sikre oss gevinster.

Det er likevel ikke bare direkte og fysisk skade på bygg og infrastruktur som vil koste oss dyrt. Våre bygg og veier er en innsatsfaktor i nær sagt alt vi produserer og foretar oss i et moderne samfunn. Næringsbygg, kritiske samfunnsbygg, infrastruktur og husholdninger vil risikere å oppleve store produksjonstap dersom de blir rammet av naturfarer og/eller klimaslitasje. Denne kostnaden blir ikke fanget opp i disse kost-nytteanalysene. Et eksempel hvor dette kan være svært uheldig er ved klimautsatte bedrifter med vesentlig betydning for lokalsamfunnet. Dersom slike «hjørnesteinsbedrifter» blir utsatt for gjentatt skade, kan det medføre at bedriften velger å flytte virksomheten til et annet sted i landet, ev. ut av landet. Kostnaden av å miste den fysiske bygningen kan beregnes i kost-nytteanalyser, samt eventuelle forventede ulykker på liv og skade på omliggende områder. Men den «ikke-fysiske» verdien eller ringvirkningene av at bedriften må flytte, kan være vel så viktig i den totale vurdering. Vi mangler metoder for å beregne disse indirekte konsekvensene. Dette kan igjen medføre at dataene over direkte skade på bygg og infrastruktur får forholdsvis stor plass i analysene ettersom det finnes anslag og tall over disse kostnadene og er sånn sett «enklere» å medregne.

Forslag til videreutvikling

SVV og NVE har ulike ansvarsområder med ulike oppdrag og behov. Under diskuterer vi noen forslag til mulig videreutvikling innenfor hver av verktøyene vi har sett på over, og ønsker med dette å eksemplifisere problemstillingen. Vi konsentrerer oss her på det vi mener er mest aktuelt for de respektive sektorene når det kommer til videreutvikling av kost-nytteanalyse av klimatilpasningstiltak.

SVVs EFFEKT

For SVV vil klimaendringenes dagligdagse påkjenninger som økt styrtregn, temperaturendringer og vind, bryte ned veikonstruksjoner raskere og veiene vil kreve mer vedlikehold og driftsmidler for å opprettholdes. Dersom veiene ikke opprettholdes til en god nok standard, vil trafikantenes brukskostnader øke, og for å påse at det prioriteres nok midler til å bygge robust og opprettholde veiens funksjonalitet og kvalitet kan kost-nytteanalyser være nyttige verktøy. Ekstremværhendelser vil også prege SVVs ansvarsområde og bør derfor også inkluderes i analyser for de veilenkene der det er aktuelt.

1. Klimaendringene vil innebære mer regn, vind, temperatur og økt havnivå blant annet. Denne informasjonen er ikke lagt inn i kost-nytteanalysene. Kost-nytteanalyser må ta hensyn til den økte klimapåkjenningen og den forventede, økende utviklingen av sentrale variabler som regn, vind, temperatur og havnivå over hele perioden det utredes for.
2. De økte påkjenningene vil føre til raskere nedbrytning av infrastrukturen. Klimavariablene i punkt 1 må kobles til kostnader. Dersom klimaslitasjen ikke blir kompensert for ved for eksempel økt vedlikehold eller andre tiltak, vil kostnaden overføres til transportbrukerne i form av økte brukerkostnader og effektivitetstap.
3. EFFEKTs vegstengningsmodul bør videreutvikles til å omfatte flere naturfarehendelser enn skred. For eksempel flom og overvann. Dette punktet ble også identifisert som «en lavhengende frukt» på arbeidsverkstedet med blant andre SVV og utviklerne av EFFEKT.
4. Man må gå bort fra dagens metodikk hvor det legges inn en konstant frekvens for ekstremværhendelser. Frekvensen må kunne fremskrives for å reflektere den forventede utviklingen.

Punkt 1 og 2 handler om å fange opp kostnadene de dagligdagse konsekvensene av klimaendringene vil påføre hele veisektoren. Dersom disse kostnadene ikke fanges opp, vil ikke investering i klimatilpasning bli reflektert som en kostnadsbesparelse i analysen. Nyttene vil oppstå av å investere i tiltak som reduserer disse kostnadene. Punkt 3 og 4 handler om å fange opp kostnadene av ekstremværhendelser som skred og flom og deres fremtidige utvikling.

NVEs NKA-verktøy

For NVE vil det primært være kostnadene knyttet til ekstremværhendelser og utvikling av disse som vil være de viktigste faktorene å fange opp i kost-nytteanalysene. De dagligdagse klimaendringene vil påvirke flom- og skredfrekvens og går sånn sett indirekte inn i NVEs ansvarsområde, men denne utviklingen kan trolig bli tilfredsstillende reflektert i økte skredfrekvenser og gjentakintervaller.

Forbedringspotensialer i NVEs analyser vil være følgende:

1. NVEs verktøy beregner kostnader i hovedsak basert på gjenskaffelseverdi av bygd kapital. Men den «ikke-fysiske» verdien til et bygg blir ikke inkludert. Det beregnes heller ikke produksjonstap ved ekstremværhendelser. Dette blir også identifisert som et viktig forbedringspunkt i samtale med NVE.

2. Utvikle klimafaktorer som alle aktuelle ekstremværhendelser. Foreløpig er den forventede utviklingen kun etablert for flomintervaller. Resten av hendelsene benytter en konstant frekvens.

Selv om disse anbefalingene retter seg konkret mot SVVs og NVEs verktøy, er det viktig å påpeke at dette bare er to av mange aktører og sektorer hvor klimaendringene vil ha stor påvirkning på deres samfunnsoppdrag. Den generelle anbefalingen og oppfordringen vil derfor gjelde alle beslutningstakere med myndighets- og/eller sektoransvar, private virksomheter og enkeltpersoner: klimaendringene vil påvirke vår bygde kapital og modellene vi bruker i dag for planlegging og investering må fange opp konsekvensene og kostnadene som endringene vil medføre for den sektoren det planlegges for.

Konklusjon

Hovedbudskapet i denne artikkelen er at de vurderingene som gjøres av tiltak fremover må ta hensyn til de klimaendringene som forventes, og bidra til at vi velger de beste løsningene totalt sett ved å sammenligne nytte og kostnad over tid, under usikkerhet og med endret klimarisiko. Vi mener at dagens kost-nytteanalyser er bare delvis egnet til å gjøre dette. Samtidig vil det i enhver sektor, i hvert fall på kort sikt, være fordeler ved å tilpasse eksisterende metoder og verktøy dersom dette lar seg gjøre, fremfor å introdusere nye tilnærminger eller metoder.

Vi har i denne artikkelen adressert en rekke problemstillinger knyttet til kost-nytteanalyser av klimatilpasningstiltak, og sett spesielt på eksisterende verktøy for å gjennomføre slike analyser. Vår konklusjon er at dagens kost-nytteanalyser kan videreutvikles for bedre å reflektere klimaendringenes konsekvenser. Et egnet kost-nytteverktøy må ha et oppdatert, dynamisk klimagrunnlag for de relevante klimavariablene som for eksempel regn, vind, temperatur, havstigningsnivå og skred- og flomintervaller.

Imidlertid vil ikke partielle kost-nytteanalyser løse behovet for sektorovergrepene løsninger. Klimaendringene er komplekse og altomfattende og vil ramme flere ulike sektorer samtidig. Problemer og løsninger vil være korrelerte på tvers av sektorer, og det vil kreve tverrsektorielle økonomiske analyser for å finne de mest effektive løsningene for samfunnet som helhet. Til denne oppgaven må vi tenke nytt. Trolig vil teknologi og digitalisering gi innovative muligheter innen planlegging av samfunnet, både innad i sektorer, men forhåpentligvis også på tvers. Det er her de største fremskrittene innen klimarobust samfunnsplanlegging kan skje. Sektorovergrepene analysemodeller må utvikles.

Samtidig er det viktig å minne om at kost-nytteanalyser og verktøy for disse bare er én del av den store problemstillingen rundt klimatilpasning. Det er mye som allerede gjøres i form av kartlegging, planlegging, endring av standarder og tiltak for å bygge infrastruktur og gjøre bebyggelse bedre rustet til å møte fremtidens klima. Men de samfunnsøkonomiske analysene representerer viktige bidrag til beslutningsgrunnlag, og vi har gjennom denne artikkelen ønsket å skape en større oppmerksomhet rundt slike analyser og bidra med innsikt som kan gi et grunnlag for videreutvikling og forbedring.

Vi vil få takke en anonym fagfelle for nyttige kommentarer og forslag til forbedringer gitt til en tidligere versjon av denne artikkelen.

Referanser

- Agrawala, Shardul, Florence Crick, Samuel Frankhauser, David Hanrahan, Simon Jetté-Nantel, Gregory Pope, Jerry Skees, Chris Stephens, Alina Tepes og Shamima Yasmine. 2008. *Economics Aspects of Adaptation to Climate Change*. OECD.
- Aunaas, K., B. K. Dolva, T. Humstad, S. Myrabø, G. Petkovic, V. Thakur, M. Viklund, K. Øvrelid og E. K. Øydvin. 2016. *NIFS - sluttrappport FoU-programmet Naturfare, infrastruktur, flom og skred (2012–2015)*. Norges Vassdrags- og Energidirektorat.
- Bapna, Manish, Carter Brandon, Christina Chan, Anand Patwardhan og Barney Dickson. 2019. *Adapt Now: A Global Call For Leadership On Climate Resilience*. Global Center on Adaptation: World Resources Institute.
- Breien, Hedda og Krister Kristensen. 2010. *Prioritering av sikringstiltak for eksisterende bebyggelse*. (NGI).
- Briun, Karianne de, Hasse Goosen, Ekko C. van Ierland og Rolf A. Groeneveld. 2014. «Costs and benefits of adapting spatial planning to climate change: lessons learned from a large-scale urban development project in the Netherlands.» *Regional Environmental Change* 14 (3): 1009–1020. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0447-1>
- Dasgupta, Partha. 2008. «Discounting climate change.» *Journal of Risk and Uncertainty* 37 (2): 141–169. <https://doi.org/10.1007/s11166-008-9049-6>
- DIBK. 2016. Klimaendringer stiller byggsektoren overfor store utfordringer. Direktoratet for Byggkvalitet.
- Direktoratet for forvaltning og økonomistyring. 2018. *Veileder i samfunnsøkonomisk analyse*. Oslo: DFØ.
- Eidsvig, Unni. 2019. *Håndtering av skredrisiko*. (Klima 2050 Report No 13). ISBN: 978-82-536-1609-4
- Finans Norge. 2020. *Klimarapport Finans Norge 2020*. Finans Norge. Hentet fra: [finans-norges-klimarapport-2020.pdf](#)
- Hallegatte, Stéphane. 2009. «Strategies to adapt to an uncertain climate change.» *Global Environmental Change* 19 (2): 240–247.
- Handberg, Øyvind Nystad, Torbjørn Selseng, Carlo Aall og Annegrete Bruvoll. 2020. *Kunnskap og kunnskapshull for å vurdere lønnsomheten av klimatilpasningstiltak i veisektoren*. Menon Economics
- Hanssen-Bauer, Inger, EJ Førland, I Haddeland, H Hisdal, S Mayer, A Nesje, JEØ Nilsen, S Sandven, AB Sandø, and A Sorteberg. 2015. *Klima i Norge 2100 Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015*. Norsk Klimaservicesenter.
- IPCC. 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC Geneva, Switzerland.
- IPCC. 2018. *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Geneva, Switzerland.
- Lawrence, Deborah. 2016. *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. Oslo: Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Meld. St. nr. 15 (2011–2012). *Hvordan leve med farene - om flom og skred*. Olje- og Energidepartementet.
- Meld. St. nr. 33 (2012–2013). *Klimatilpasning i Norge*. Klima- og Miljødepartementet.
- Meld. St. nr. 33 (2016–2017). *Nasjonal transportplan 2018–2029*. Samferdselsdepartementet.
- Melvin, A. M., P. Larsen, B. Boehlert, J. E. Neumann, P. Chinowsky, X. Espinet, J. Martinich, M. S. Baumann, L. Rennels, A. Bothner, D. J. Nicolsky og S. S.

- Marchenko. 2017. «Climate change damages to Alaska public infrastructure and the economics of proactive adaptation.» *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114 (2): 122–131.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1611056113>
- Miljødirektoratet. 2020. *Hvordan ta hensyn til klimaendringer i plan?* Miljødirektoratet.
- Nordhaus, William D. 2008. *A question of balance: Weighing the options on global warming policies.* Yale University Press.
- Nordhus, Maren Louise, Anders Wittrup, Christian Listerud, Elisabeth Schjølberg, Henrik Berg og Siri Holmboe Høibo. 2015. *Vedlikeholdsetterslepet langs kommunale veier – hva vil det koste å fjerne forfallet?* KS FoU.
- NOU 2018: 17. 2018. *Klimarisiko og norsk økonomi.* Finansdepartementet.
- NOU 2010: 10. 2010. *Tilpassing til eit klima i endring.* Klima og Miljødepartementet.
- NVE. 2019. Nytte/kost-verktøy NKA-2016 v 1.32b. I *Bruerveiledning*. NVE: Norges Vassdrags- og Energidirektorat.
- OECD/The World Bank/UN Environment. 2018. *Financing Climate Futures: Rethinking Infrastructure.* Paris: OECD Publishing.
- Oslo Economics. 2017. *Vedlikeholdsetterslep på fylkesveinettet – hva koster det samfunnet å skyve regningen frem i tid?* Oslo Economics.
- Petkovic, Gordana. 2013. *Klima og transport: Sluttrapport for FoU prosjektet.* Statens Vegvesen.
- Regjeringen. 2008. *Klimatilpasning i Norge – Regjeringens arbeid med tilpasning til klimaendringene.* Regjeringen.
- RIF. 2019. *State of the Nation – Norges tilstand.* Rådgivende Ingeniørs Forening.
- Sandberg, Eli, Andreas Økland og Inger Lise Tyholt. 2020. *Naturskadeforsikrings- og erstatningsordninger i seks land.* (Klima 2050 Report No 21). ISBN: 978-82-536-1660-5.
- Selseng, Torbjørn, Øyvind Nystad Handberg, Ellen Balke Hveem, Annegrete Bruvoll og Carlo Aall. 2019. *Morgondagens klimarisiko og kost-nyttevurdering på veg – testing av to verktøy for Statens vegvesen.* Vestlandsforskning.
- Statens vegvesen. 2018. *Konsekvensanalyser Håndbok V712.* Statens Vegvesen.
- Straume, Anders og Dag Bertelsen. 2015. *Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6.* Vegdirektoratet.
- Aall, Carlo, Marta Baltruszcwicz, Kyrre Groven, Anders-Johan Almås og Frode Vagstad. 2015. *Føre-var, etter-snar eller på-stedet-hvil? Hvordan vurdere kostnader ved forebygging opp mot gjenoppbygging av fysisk infrastruktur ved naturskade og klimaendringer?* Vestlandsforskning.
- Aall, Carlo, Borgar Aamaas, Asbjørn Aaheim, Kristina Alnes, Bob van Oort, Halvor Dannevig og Torunn Hønsi. 2018. *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge.* CICERO og Vestlandsforskning.