



**KLIMA
2050**

RAPPORT

Nr. 22 – 2021

KOST-NYTTEANALYSE AV KLIMATILPASNINGSTILTAK

*Kartlegging av utvalgte
beregningsverktøy*

Liselotte Seljom





KLIMA 2050

Klima 2050 Report No 22

Liselotte Seljom

Kost-nytteanalyse av klimatilpasningstiltak. Kartlegging av utvalgte beregningsverktøy

Keywords: klimatilpasning, samfunnsøkonomi, kost-nytte analyser, infrastruktur

ISBN: 978-82-536-1688-9

Illustration front cover and page 3: NVE

Publisher: SINTEF Community, Høgskoleringen 7 b, PO Box 4760 Sluppen, N-7465 Trondheim

www.klima2050.no



Forord

Denne rapporten presenterer en oversikt over metoder og verktøy for kost-nytteanalyse og utfordringer med å analysere kostnad og nytte av klimatilpasning ved tre norske offentlige etater: Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens vegvesen (SVV) og Jernbanedirektoratet (JDIR). Rapporten tar sikte på å identifisere og undersøke spesifikke faktorer og utfordringer knyttet til videreutvikling av kost-nytteanalyser for tilpasning til klimaendringer. Studien er utført av Liselotte Seljom ved Handelshøyskolen BI som en del av *arbeidspakke 4 Beslutningsprosesser og påvirkning* i Klima 2050.

Klima 2050 – Reduksjon av samfunnsrisiko knyttet til klimaendringer på det bygde miljø er et senter for forskningsbasert innovasjon (SFI) finansiert av Norges forskningsråd og partnerne i konsortiet. SFI-statusen muliggjør langsiktig forskning i nært samarbeid med privat og offentlig sektor, samt med andre forskningspartnerne som har som mål å styrke Norges innovasjons- og konkurransevne innen klimatilpasning. Sammensetningen av konsortiet er viktig for å kunne redusere samfunnsrisikoen forbundet med klimaendringer.

Senteret vil styrke bedriftenes innovasjonskapasitet gjennom fokus på langsiktig forskning. Det er også et klart mål å legge til rette for tett samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og fremtredende forskningsgrupper. Det blir lagt vekt på utvikling av fuktbestandige bygninger, overvannshåndtering, blågrønne løsninger, tiltak for forebygging av vannutløste skjev, sosioøkonomiske insentiver og beslutningsprosesser. Både ekstremvær og gradvise endringer i klimaet blir adressert.

Vertsinstitusjonen for SFI Klima 2050 er SINTEF Community, og senteret ledes i samarbeid med NTNU. De andre forskningspartnerne er Handelshøyskolen BI, Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Meteorologisk institutt (MET Norge).

Industripartnerne representerer viktige deler av norsk byggenæring; rådgivere, entreprenører og produsenter av byggevarer og teknologi: Skanska Norge, Multiconsult AS, Mesterhus, Norgeshus AS, Leca Norge AS, Isola AS og Skjæveland Gruppen AS. Senteret inkluderer også viktige offentlige byggherrer og eiendomsutviklere: Statsbygg, Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet og Avinor AS. Sentrale aktører er også Trondheim kommune, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Finans Norge.

Forfatter er svært takknemlig for alle kommentarene, diskusjonene og tilbakemeldingene. Hun vil spesielt takke Professor Christan Riis, BI for å ha bidratt med gode ideer, veiledning og råd, og Førsteamanuensis Lena E. Bygballe for veiledning og kvalitetssikring samt nyttige råd og kommentarer. Stor takk rettes også til Gordana Petkovic, Vidar Rugset, Anne Kjerkereit, alle Statens vegvesen, Hallvard J. Berg, NVE, Unni Eidsvig, NGI og Jon-Kristian Hovland, Jernbanedirektoratet for deres verdifulle bidrag til tidligere utkast.

Trondheim, januar 2021

Berit Time
Senterleder
SINTEF Community

Sammendrag

Denne rapporten presenterer funn fra en kartlegging av kost-nytteanalyser knyttet til klimatilpasningstiltak og generelle innsikter rundt problemstillingen vedrørende å vurdere lønnsomhet av klimatilpasning. Kartleggingen er gjennomført ved Handelshøyskolen BI innenfor arbeidspakke fire (WP4) i SFI Klima 2050. Denne arbeidspakken fokuserer på beslutningsprosesser og virkemidler knyttet til implementering og gjennomføring av innovative klimatilpasningstiltak og tilhørende samfunnsmessige konsekvenser.

Rapporten tar utgangspunkt i en kartlegging av metoder og verktøy for kost-nytteanalyse av klimatilpasningstiltak hos de tre etatene, Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), Statens vegvesen (SVV) og Jernbanedirektoratet (JDIR). Disse etatene er valgt fordi klimaendringer vil påvirke deres ansvarsområder, og ettersom etatene har ansvar for fellesgoder samfunnet vårt er avhengig av, som trygg og pålitelig infrastruktur og bebyggelse, er deres rolle i klimatilpasningsarbeidet av stor betydning for samfunnet. Følgelig, har kunnskap om klimaendringer og klimatilpasning lenge vært viktige problemstillinger for disse etatene. Vi kartlegger hvordan verktøyene etatene bruker per i dag til å utføre kost-nytteanalyser bidrar, eller kan bidra, til å beregne kostnader knyttet til negative konsekvenser av klimaendring og nytter knyttet til tiltak som reduserer de negative konsekvensene, innen etatenes ansvarsområder. Videre, bruker vi denne kartleggingen til å identifisere mulige områder for videreutvikling av kost-nytteanalyser, som kan bidra ytterligere til etatenes arbeid med samfunnsøkonomisk effektiv klimatilpasning.

Kost-nytteverktøyene som er gjennomgått er EFFEKT versjon 6.6 (SVV), NKA versjon 1.32b (NVE) og SAGA V2 (JDIR). Analysen har spesielt fokusert på de to første, altså NVE og SVV sine verktøy da disse kan relateres mer konkret til sikrings- og klimatilpasningstiltak. Utover vurderingsverktøyene ser rapporten også på veiledere og instruksjoner publisert av de nevnte etatene og fra Direktoratet for Økonomistyring (DFØ) samt et utvalg av publiserte rapporter om klimatilpasning, klimaendring og håndtering av disse i beslutningsprosesser. Møter med etatene har vært en viktig del av prosessen med å skaffe en oversikt over metodiske problemstillinger knyttet til å vurdere lønnsomheten av klimatilpasningstiltak, og disse har bidratt til en bredere innsikt i mulighetene og hindringene gjeldene for kost-nytteanalyse av klimatilpasningstiltak.

Kartleggingen viser at kost-nytteverktøyene til NVE og SVV er egnet til å vurdere kost-nytte av sikringstiltak mot naturfarer som er kjennetegnet ved at de har store konsekvenser og skjer som regel på spesifikke, utsatte strekninger, slik som skred og flom. Verktøyene er derimot ikke egnet til å vurdere kostnaden av konsekvenser av klimaendringene som ikke betraktes som ekstremværhendelser. Resultatene fra kartleggingen viser at dagens kost-nytteanalyser ikke tar inn over seg de forventede trendene vi vil oppleve fra klimaendringene, som økt gjennomsnittstemperatur, økte mengder regn, økt omfang og frekvens av ekstremnedbør, havnivåstigning og økt vind. Dette er endringer som både hver for seg og sammen vil påvirke all vår bygde kapital. Det er behov for bedre analyser som kan hjelpe beslutningstakere å planlegge effektivt og langsiktig gitt de forventede klimaendringene. Kost-nytteanalyser må ta inn over seg disse trendene for å synliggjøre ulike utfall av dagens investeringer, og gi planleggere muligheten til å velge strategier som sikrer mindre ulempe på lang sikt. Disse analysene må derfor forbedres, men det er ulike barrierer som kompliserer utviklingen av kost-nytteanalyser som er egnet til å vurdere lønnsomhet av klimatilpasning. Blant disse er manglende datagrunnlag for sentral inndata, håndtering av økt usikkerhet, endring over tid og prissetting av goder som ikke omsettes i markeder.

Et annet viktig element knyttet til dagens kost-nytteanalyser og samfunnsplanlegging er mangelen på tverrsektorielle analyser. Kost-nytteanalyser analyserer et tiltak, prosjekt eller

endring gitt at de ikke direkte-påvirkningene og forutsetninger forblir de samme. Med klimaendringer vil det derimot skje mange ulike påvirkninger, på mange ulike steder, og dersom hver fagetat tilpasser seg optimalt til endringene innad sin sektor kan man gå glipp av lønnsomme og effektive synergier, som potensielt mer helhetlige analyser kunne oppdaget. I denne sammenhengen er det behov for nye verktøy og hjelpemidler som kan utføre beregninger som tar inn over seg en helhet som strekker seg på tvers av sektorer. Men det er også flere konkrete problemstillinger innen klimatilpasning som kan besvares innad i de ulike sektorene og hvor kost-nytteanalyser er egnede verktøy, og det er denne typen problemstillinger vi i hovedsak analyserer verktøyene i forhold til i denne rapporten.

Innhold

FORORD	5
SAMMENDRAG	7
1 INNLEDNING	10
2 METODE	11
2.1 SKILLET MELLOM DAGLIGDAGSE KLIMAHENDELSER OG EKSTREMVÆRHENDELSER	11
3 RELEVANT KILDER OM KLIMATILPASNING I NORGE	13
4 RESULTATER FRA KARTLEGGING AV ETATENES BRUK AV KOST-NYTTEANALYSER	16
4.1 NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIDIREKTORAT (NVE)	16
4.1.1 <i>NKA-Verktøyet til NVE</i>	17
4.1.2 <i>Klimaendringer og klimafaktor i NVEs NKA verktøy</i>	19
4.1.3 <i>Restrisiko</i>	19
4.1.4 <i>Håndtering av usikkerhet om framtidige hendelser</i>	20
4.2 STATENS VEGVESEN (SVV)	20
4.2.1 <i>EFFEKT 6.6</i>	21
4.2.2 <i>Skredmodul</i>	22
4.2.3 <i>Drift og vedlikeholdsmodul</i>	23
4.2.4 <i>Følsomhetsanalyse i EFFEKT</i>	24
4.2.5 <i>Andre aktuelle system/verktøy hos SVV</i>	24
4.3 JERNBANEDIREKTORATET (JDIR).....	25
4.3.1 <i>SAGA</i>	26
5 DISKUSJON AV FUNN	28
SKILLET MELLOM DAGLIGDAGSE KLIMAHENDELSER OG EKSTREMHENDELSER	28
KOST-NYTTEBEREGNING AV EKSTREMVÆRHENDELSER	28
KOST-NYTTEBEREGNING AV DAGLIGDAGSE HENDELSER.....	28
MANGLENDE KOBLINGER	29
MANGLENDE DATA	29
VANSKELIG Å MEDREGNE IKKE-PRISSATTE GODER.....	30
HVA DEFINERES SOM KLIMATILPASNINGSTILTAK.....	30
KAN MAN DIMENSJONERE BORT KLIMARISIKOEN?	31
BEHOVET FOR FØLSOMHETSANALYSER	31
KOST-NYTTEANALYSE AV IKKE-FYSISKE TILTAK	32
TRENGER VI NYE VERKTØY?	32
6 KONKLUSJON	33
7 REFERANSER	34

1 Innledning

Vårt bygde miljø utgjør store materielle verdier, og samfunnet er avhengig av fungerende infrastruktur og bebyggelse. All utendørs, fysisk kapital blir allerede utsatt for slitasje fra klimaet og med klimaendringene vil denne slitasjen øke (DIBK, 2016; RIF, 2019; Statens vegvesen, 2020). Hyppigere episoder med ekstremvær, mer regn, vind, tørke og høyere vannstand (Hanssen-Bauer et al., 2015)¹ vil føre til endrede og mer krevende forhold for vårt bygde miljø. Klimaendringene vil forsterke konsekvensene fra eksisterende sårbarheter og naturfarer (Miljødirektoratet, 2020b), men det vil også oppstå nye problemområder og stille nye krav til hva man skal planlegge for (Bane NOR, 2018; Grønsten et al., 2015; Statens vegvesen, 2020). Infrastruktur og bygninger som skal vare og fungere også om 50 til 100 år, må planlegges, plasseres og bygges på en slik måte at de tåler påkjenningsene fra et klima som vil være annerledes enn det vi har i dag. Mesteparten av den infrastrukturen og de bygningene vi skal bruke i fremtiden er allerede bygget. Denne bygde kapitalen vil bli utsatt for hardere klimapåkjenninger enn det de er bygget for å tåle (Aunaas et al., 2016; Briun, Goosen, Ierland, & Groeneveld, 2014; DIBK, 2016; Melvin et al., 2017).

For å holde kostnadene fra klimaendringene så lave som mulig må vi utrede hvilke hendelser som koster samfunnet penger, hvor mye hendelsene koster og hvor mye vi bør investere for å unngå dem. Det stilles krav til all offentlig utredning, blant annet i utredningsinstruksen og i finansdepartementets rundskriv R-109, og ofte vil en tilfredsstillende utredning kreve at tiltakets lønnsomhet er vurdert og er en del av beslutningsgrunnlaget. For å fremme en effektiv og fornuftig bruk av samfunnets fellesressurser i møte med klimaendringene må de økonomiske analysene være i stand til å vurdere lønnsomhet av ulike klimatilpasningstiltak.

Denne rapporten har som målsetning å bidra til et grunnlag for videreutvikling av kost-nytteanalysenes evne til å vurdere økonomiske virkninger av klimaendringer og av klimatilpasningstiltak. Det er kartlagt hvordan kost-nytteanalyser av sikringstiltak mot naturfare og/eller eventuelle klimatilpasningstiltak gjennomføres i de tre etatene Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), Statens vegvesen (SVV) og Jernbanedirektoratet (JDIR). NVE, SVV og JDIR er alle sentrale aktører i det nasjonale arbeidet med forebygging av flom og skred gjennom kartlegging, planlegging og forebygging. Hvordan det er gått fram i denne informasjonsinnhenting og systematiseringen blir nærmere beskrevet i kapittel 2. Relevante eksterne rapporter og nettsider for denne rapportens problemstilling blir presentert i kapittel 3, mens kapittel 4 gir en oversikt over dagens verktøy som beregner prissatte konsekvenser hos SVV, NVE og JDIR og hvorvidt de har mulighet til å beregne klimatilpasningstiltak.

Ut fra gjennomgangen av kost-nytteverktøyene, rapporter, veiledere og møter med de ulike etatene er det identifisert noen av de mest aktuelle spørsmålene/problemstillingene knyttet til kost-nyttevurdering av klimatilpasningstiltak på mer generell basis. Disse diskuteres i kapittel 5, og det er særlig fire aspekter ved vurdering av klimatilpasning som utpeker seg som ekstra krevende for kost-nytteverktøyene: manglende inndata, håndtering av usikkerhet, endring over tid og verdsetting av goder som ikke omsettes i markeder.

Rapporten avsluttes med en kort konklusjon i kapittel 6, der funnene dras sammen, og veien videre drøftes. Beslutningsprosesser som gjelder klimatilpasningstiltak vil bli fulgt opp videre av Klima 2050 de neste årene og denne rapporten kan brukes som et grunnlag i den videre utviklingen av verktøyene/beslutningsprosessene knyttet til klimatilpasning.

¹ Estimatene er beregnet gitt et høyutslippsscenario (RCP 8.5), ofte kalt «business as usual»-scenario, som er det utslippsscenarioet som skal legges til grunn i arbeidet med klimatilpasning ifølge Miljødirektoratet¹.

2 Metode

En kartlegging av beregningsverktøyene til de tre etatene (NVE, SVV, JDIR) er rapportens primærkilder, sammen med etatenes egne instruksjoner og veiledere til samfunnsøkonomiske analyser og dokumentasjon av beregningsmetoder som kost-nytteverktøyene benytter. Det har vært tilgang til NVEs verktøy NKA versjon 1.20, senere oppdatert til versjon 1.32b (oppdatert i desember 2019), hvor det har vært mulig å teste verktøyet. Dette har vært mulig ettersom dette er et åpent verktøy som er bygget i Excel og inndata legges inn manuelt. Det samme gjelder JDIR sitt kost-nytteanalyseverktøy, SAGA V2, som det også har vært tilgang på. SVV sitt verktøy EFFEKT 6.6 har det ikke vært tilgang på, men det har heller ikke vært ansett som nødvendig ettersom det har vært tett dialog med systemeier av EFFEKT 6.6. Det har vært naturlig å sette søkelyset på verktøyene til NVE og SVV, ettersom verktøyet til JDIR benytter til å beregne prissatte konsekvenser er et mer overordnet verktøy, uten mulighet til å beregne klimatilpasningstiltak eller sikringstiltak per nå².

Det har vært flere møter med representanter fra de tre etatene hvor det er diskutert problemstillinger knyttet til vurdering av kostnad og nytte i forbindelse med klimaendringer og klimatilpasning. I desember 2019 arrangerte vi et arbeidsverksted hos SVV der det ble utforsket fire problemstillinger knyttet til kost-nytteanalyse av klimaendring og klimatilpasning, som har kommet fram gjennom arbeidet med denne rapporten. Systemeier deltok på arbeidsverkstedet sammen med en konsulent fra SINTEF, som har utviklet EFFEKT 6.6 på oppdrag fra SVV. Det ble også arrangert en temasamling i regi Klima 2050, som tok for seg de samfunnsøkonomiske aspektene ved klimatilpasning, og som ga innspill til kartleggingen³.

I tillegg til primærkildene, er det hentet informasjon i form av rapporter, offentlige utredninger og statistikk, og veiledere fra ulike sekundærkilder, både vitenskapelig artikler og såkalt «grå litteratur», som har gitt et mer helhetlig bilde av problemstillingen. Dette har ikke vært basert på en systematisk og altomfattende litteraturstudie, men et utvalg av sentrale kilder som anses som relevante basert på egne søk og tips fra fagfolk i etatene. Tipsene fra etatene om rapporter og andre kilder tilknyttet problemstillingen har vært svært verdifullt ettersom en viktig del av dette kartleggingsarbeidet også ha dreiet seg om å få mest mulig oversikt over hva etatene oppfatter som sentrale elementer tilknyttet vurdering av klimatilpasningstiltak. Dette er på ingen måte en fullstendig liste over alt som er skrevet om slike analyser, men dekker sentrale problemstillinger og viser et overordnet bilde.

Oppsummert, er resultatene som presenteres i denne rapporten basert på en sammenfatning og analyse av den informasjonen som har vært hentet inn, refleksjoner av denne og forfatterens egne tolkninger. Deler av rapportens innhold har også motivert til en kommende artikkel i Praktisk Økonomi og Finans, nr. 1/2021.

2.1 Skillet mellom dagligdage klimahendelser og ekstremværhendelser

I denne rapporten har vi funnet det nødvendig å dele konsekvensene fra klimaendringer for vårt bygde miljø i to ulike kategorier. Ekstremværhendelser som skred og flom skiller seg fra de mer dagligdage hendelsene som regn og vind. «Gradvise konsekvenser» blir ofte benyttet for å beskrive konsekvenser som økt havnivå, økt fuktskade og temperaturendringer

² I forbindelse med ferdigstillingen av denne rapporten ble det etterspurt oppdateringer på ev. verktøy med analyse av klimatilpasningstiltak, og det ble informert om et kartleggingsverktøy til nytte-kostnadsvurdering for skred-sikring i Bane NOR. Verktøyet ble bygget for å gjøre kost-nytteanalyser for vurdering av skredfaren i tunneler og skjæringer. Metodikken ble revidert i 2012 og er senere blitt benyttet for vurdering av alle skredtyper (SWECO, 2012). Rapporten har ikke kartlagt eller gjennomgått dette verktøyet.

³ På arbeidsverkstedet ble det identifisert noen «lavhengende frukter» innen videreutvikling av EFFEKTs skredmodul, blant annet til å kunne analysere for eksempel vegstenginger forårsaket av flom og framskrive flomfrekvensene. Som et resultat av dette, er SINTEF nå i gang med å utvikle en testversjon av en flommodul for SVV.

(Handberg, Selseng, Aall, & Bruvoll, 2020; Aall et al., 2018), men dette uttrykket er ikke tilfredsstillende ettersom alle klimaendringer skjer gradvis, også økt hyppighet av skred og flom. I denne rapporten benytter vi oss av skillet mellom ekstreme konsekvenser og dagligdagse konsekvenser⁴. 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 regn, vind, temperatur, havnivå og snø er omtalt som dagligdagse klimahendelser, som gir dagligdagse konsekvenser og som på grunn av det økende omfanget klimaendringene påfører vil kreve klimatilpasningstiltak.

⁴ Denne inndelingen benytter vi også i kommende artikkel i Praktisk Økonomi og Finans, nr. 1/2021 skrevet i forbindelse med arbeidet i WP4 Klima 2050 (Seljom, Bygballe, Riis, Petkovic, & Berg, 2020).

3 Relevante kilder om klimatilpasning i Norge

I dette kapitlet gis det en oversikt over sentrale kilder som belyser problemstillingene rapporten adresserer, og som gir viktig innsikt til videreutviklingen av dagens kost-nytteanalyser med tanke på vurdering av klimaendringer og klimatilpasningstiltak i en norsk setting.

De nasjonale hovedprinsippene rundt kost-nytteanalyser er fastsatt av Direktoratet for Økonomistyring (DFØ) og Finansdepartementet. Kravene og instruksene omfatter hvordan, og når, man skal utføre utredninger og samfunnsøkonomiske analyser av offentlige tiltak i Norge generelt. Fagetatens egne veiledere (henvist til i tabell 4) er i stor grad basert på DFØ sin veileder i hvordan man skal gjennomføre konsekvensutredninger og samfunnsøkonomiske analyser i sin sektor.

Tabell 1 Krav og instruks for utredning av offentlige tiltak

Direktoratet for økonomistyring	2018	Veileder i samfunnsøkonomisk analyse	Sektorovergrepene veileder som gir anbefalinger til hvordan samfunnsøkonomiske analyser bør gjennomføres i samsvar med kravene som stilles i Finansdepartementets rundskriv R-109/2014.
Finansdepartementet	2014	R-109/14	Rundskriv som fastsetter prinsipper og krav som skal følges ved gjennomføring av samfunnsøkonomiske analyser, og andre økonomiske utredninger av statelig tiltak.
Finansdepartementet	2016	Utredningsinstruksen	Felles instruks for alle virksomhetene i statsforvaltningen, som stiller krav til når en utredning skal foretas og hva en tilfredsstillende utredning skal svare på.

Ansvar og roller i håndtering av naturfarer på nasjonalt nivå er fordelt på flere aktører. Miljødirektoratet har det overordnede ansvaret for klimatilpasning, samtidig pålegger ansvarsprinsippet alle nasjonale organer et selvstendig ansvar for å fremme klimatilpasning innen sin sektor. De nasjonale fagetatene, herunder SVV, NVE og JDIR skal undersøke og formidle hvordan klimaendringer og tilknyttede effekter (nedbør, temperatur, vind, havnivåstigning, flom- og skredrisiko osv.) kan påvirke organets oppgaver og virksomhet (Miljødirektoratet, 2020a). 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 planlegging⁵.

⁵ For en mer utfyllende oversikt over ansvarsfordelingen, aktuelle lovverk og erstatningsordninger kan man se Klima 2050 rapport «Naturskadeforsikrings- og erstatningsordninger i seks land» (Sandberg, Økland, & Tyholt, 2020)

Tabell 2 Lovgivning og ressurser relevant for sikringstiltak og/eller klimatilpasningstiltak av bygg og infrastruktur

Direktoratet for Byggkvalitet	2017	Byggteknisk forskrift (TEK 17), Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger	Omfatter krav og regler for sikkerhetsnivå ved regulering og bygging (også i fareområder)
Statens vegvesen	2018	Håndbok N200 Vegbygging	Grunnleggende tekniske standarder for vegbygging i Norge, for eksempel dimensjonering av veg med klimafaktor
Norsk Klima-servicesenter	2015	Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning	For offisielle klimafremskrivninger henviser etatene som benytter seg av dette (SVV og NVE) til Norsk Klimaservicesenter (KSS) som er et samarbeid mellom Meteorologisk institutt, NVE og NORCE.
NVE-rapport (Lawrence, Deborah)	2016	Klimaendring og framtidige flommer i Norge	Modellering og flomfrekvensanalyse med klimaframskrivninger. Grunnlaget for NVEs NKAs klimafaktor for flom.

Det er flere rapporter som har bidratt til å gi en mer helhetlig forståelse av hvilke utfordringer beslutningsprosessene rundt klimatilpasning må forholde seg til. Disse viser hvordan og hvorfor klimatilpasning og kost-nytteanalyse av klimatilpasningstiltak er et viktig element i kampen mot klimaendringene. Et utvalg av relevante rapporter er presentert i tabellen under.

Tabell 3 Utvalg av relevante rapporter om klimatilpasning i Norge

Miljødirektoratet	u.å.	Nettsted: Klimatilpasning.no	Ressursside for klimatilpasning på vegne av alle direktorater i Norge.
Miljødirektoratet	2018	Klimatilpasning 2018-2022 strategi og handlingsplan for Miljødirektoratet	Beskriver kort Miljødirektoratets rolle innen koordinering av nasjonale myndigheters klimatilpasningsarbeid.
Meld. St. 33 (2016-2017)	2017	Gjeldende Nasjonal transportplan 2018–2029	Det er nødvendig å gjøre infrastrukturen mer robust for klimaendringer og at dette krever økt forebyggende innsats i all planlegging, utbygging, drift og vedlikehold av infrastruktur.
Meld. St. 33 (2012-2013)	2013	Klimatilpasning i Norge	Fremhever tverrsektoriell planlegging samtidig som det påpekes at alle sektorene må ta ansvar for klimatilpasning innen sitt ansvarsområde. Anbefaler høyutslippsscenarioet RCP8.5 i all klimatilpasning.
Meld. St. 15 (2011-2012)	2012	Hvordan leve med farene – om flom og skred	Synliggjør hvilken risiko flom og skred utgjør for mennesker, miljø og materielle verdier i Norge og hvordan dette møtes med tiltak

NOU2010:10	2010	Tilpassing til eit klima i endring: samfunnet si sårbarheit og behov for tilpassing til konsekvensar av klimaendringane	Påpeker at behovet for bedre planleggingsprosesser ved hjelp av NKA er stort.
NOU2018:17	2018	Klimarisiko og norsk økonomi	Hvordan man kan forholde seg til en usikkerhet og risiko best mulig er noe av det NOU 2018:17 drøfter og det er aktuelt for etatene SVV, NVE og JDIR i klimatilpasningsarbeidet.
Vestlandsforskning	2019	Morgondagens klimarisiko og kost-nyttevurderingar for veg – testing av to verktøy for Statens vegvesen	Tester ut QuickScan (kartleggingsverktøy) og Detector (kostnadsnytteverktøy)
Menon & Vestlandsforskning	2020	Kunnskap og kunnskapshull for å vurdere lønnsomhet av klimatilpasningstiltak i vegsektoren	Notat som drøfter hvilke kunnskaper SVV har, og hvilken kunnskap som mangler for å vurdere samfunnsøkonomisk lønnsomhet under klimarisiko.
Naturfareforum		Et samarbeid mellom samfunnsaktører med ansvar og fokus på naturfarer i Norge. Både NVE og SVV er med i nettverket.	Naturfareforum er etablert for å styrke samarbeidet mellom nasjonale, regionale og lokale aktører for å redusere vår sårbarhet for uønskede naturhendelser, ved å identifisere mangler eller forbedringspotensial i samfunnets forebygging og håndtering av naturfarer og foreslå tiltak for å møte dette, særlig på områder hvor det er sektorovergrepene utfordringer.
Vestlandsforskning (Aall m. fl.)	2014	Føre-var, etter-snar eller på stedet hvil	Rapporten konkluderer med at det er lønnsomt å tilpasse til økt robusthet i forkant av en værhendelse fremfor å gjenoppbygge fysisk infrastruktur som blir utsatt for klimarelaterte utfordringer.
NGI Klima 2050- rapport (Eidsvig)	2018	Håndtering av skredrisiko	Ser på de samme kost-nytteanalyseverktøyene som denne rapporten i tillegg til noen andre verktøy. Konkluderer med at NVEs og SVVs verktøy kan benyttes for å vurdere lønnsomhet av sikringstiltak og rangere skredsikringsbehov. Innovasjoner bør derfor implementeres inn i, eksisterende verktøy. Identifiserte forbedringspotensial omhandler restrisiko, håndtering av usikkerheter og endringer over tid.

Den økte oppmerksomheten og endrede praksisene bidrar allerede i dag til å gjøre samfunnet mer forberedt på klimaendringer generelt. Kost-nytteanalyser av klimatilpasningstiltak vil bidra til at tilpasningene som prioriteres også er de mest effektive og lønnsomme for samfunnet på lang sikt.

4 Resultater fra kartlegging av etatenes bruk av kost-nytteanalyser

I dette kapittelet presenteres resultatene fra kartleggingen av etatenes kost-nytteverktøys evne til å vurdere sikringstiltak og/eller klimatilpasningstiltak. Fagetatenes ulike roller og ansvarsområder medfører ulike behov innen kost-nytteanalyser av klimaendringer og klimatilpasning. Hvilken rolle de aktuelle fagetatene har i arbeidet med klimatilpasning er derfor med i vurdering om hvorvidt verktøyene de bruker er tilfredsstillende.

Analyseverktøyene som etatene bruker til å beregne kost-nytte-forhold og deres tilhørende brukermanualer og dokumentasjoner er som sagt denne rapportens primærkilde.

Tabell 4 Oversikt over etatenes kost-nytteverktøy og tilhørende veileder/dokumentasjon. Dette er rapportens primærkilder.

Etat		Veileder	Beregningsverktøy
Norges Vassdrag- og Energidirektorat (NVE)	2019	Nytte/kost-verktøy NKA-2016 v 1.32b Brukerveiledning	NKA v 1.32b (Excel-basert)
Statens vegvesen (SVV)	2018 2015	• Håndbok V712 Konsekvensanalyser • Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6	EFFEKT 6.6
Jernbanedirektoratet (JDIR)	2018	Veileder i samfunnsøkonomiske analyser i jernbanesektoren	SAGA (Excel-basert)

Resultatene fra kartlegging gjennomgås for hver av fagetatene før det i kapittel 5 blir presentert generelle funn fra studiet av kost-nytteanalyser av klimatilpasningstiltak.

4.1 Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE)

NVE har det overordnede ansvaret for statlige forvaltningsoppgaver innen forebygging av flom- og skredulykker. Dette ansvaret innebærer å hjelpe kommuner og samfunnet ellers med kompetanse og ressurser til kartlegging, arealplanlegging, sikring, overvåkning, varsling og beredskap samt gi bistand til kommunenes arbeid med utredning, planlegging og gjennomføring av sikringstiltak for å sikre eksisterende bosetninger mot skade fra flom, erosjon og skred. NVE gir ikke bistand til fareutredninger eller sikringstiltak som er nødvendige for å legge til rette for ny bebyggelse, det er det kommunene og utbyggere som har ansvaret for selv. NVE har innsigelseskompetanse i plansaker etter plan- og bygningsloven innen skred-, vassdrags- grunnvanns- og energispørsmål og bidrar dermed til at hensynet til flom og skredfare blir tilstrekkelig vurdert i kommunalt planarbeid. Prioriteringen NVE foretar av tiltak baseres etter risiko, dvs. faregrad og konsekvenser for skade på eksisterende bebyggelse og fare for liv og helse, og der investering i sikring vil gi størst samfunnsøkonomisk nytte i forhold til kostnadene ved tiltaket.

Hvor mange og hvilke tiltak som kan gjennomføres er avhengig av de årlige midlene som bevilges til dette over statsbudsjettet. I 2020 vedtok Stortinget ekstrabevilgning på 100 millioner kroner til NVE øremerket tiltak mot flomskader, kvikkleireskred og jordskred (NVE, 2020). Men i Statsbudsjettet for 2021 reduserer Regjeringen bevilgningen til NVE som skal forebygge flom- og skred med 15 millioner kroner (Finans Norge, 2020a). Avgjørelsen blir kritisert i et fellesbrev undertegnet av blant annet Finans Norge, KS, Naturviterne og RIF hvor det tas til orde for en økt bevilgning i Statsbudsjettet for 2021 på 200 millioner kroner til flom- og skredsikring (Finans Norge, 2020a; RIF, 2020). Den pågående kartlegging av flom- og skredfare NVE utfører viser behov for nærmere 4 milliarder kroner til tiltak mot flom og skred.

Direktør for skred og vassdrag i NVE presiserer at dette er et beskjedent anslag og at klimaendringene øker behovet for sikring (Aftenposten, 2019).

4.1.1 NKA-Verktøyet til NVE

NVEs verktøy, NKA - versjon 1.32b, brukes til å beregne kost-nytteanalyser for prioritering av fysiske tiltak mot naturfare. Verktøyet er utviklet på oppdrag av og i samarbeid med skred- og vassdragsavdelingen i NVE høsten 2015. Det er beregnet for internt bruk i NVE, til prioritering av fysiske tiltak mot ulike typer flom og skred, og til kontroll av tiltakenes samfunnsøkonomiske lønnsomhet (NVE, 2019). Verktøyet er primært bygd for vurdering av prissatte konsekvenser, men støtter poenggiving av ikke-prissatte konsekvenser som er en deskriptiv måte å vurdere denne typen konsekvenser på. Verktøyet sammenstiller heller ikke de de prissatte og de ikke-prissatte konsekvensene.

Verktøyet dekker følgende hendelsestyper:

- Flom
- Flomskred
- Steinsprang
- Stein- og jordskred
- Leirskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Erosjon

Tiltakene som kan spesifiseres i verktøyet er:

- Erosjonssikring
- Flomverk
- Ledevoll/fangvoll
- Terrengjustering
- Grunnforsterkning
- Snøskjerm
- Støtteforbygning
- Dreneringstiltak
- Motfylling
- Bolting/nett
- Fanggjerd
- Skredoverbygg
- Masselagringsbasseng
- Kanalisering
- Tunnel

Elementer som inngår i nytteberegningene er reduserte tap forårsaket av:

- Skade på bygninger
- Sannsynlighet for tap av liv
- Avlingsskade for landbruksareal
- Totalskade på landbruksareal
- Skade på parker
- Skade på infrastruktur; veier, jernbane og distribusjonsnett for strøm
- Omkjøringer ved veistenging
- Skade mot parkerte biler
- Mobilisering og skaderedusering (fast prosentsats)
- Rydding av totalskadet bygning (fast sats)
- Husleie i renovering- og nybyggingsperiode

NVE bruker beregningene i en helhetlig konsekvensvurdering av risikoreduserende tiltak. Verdsetting av skade, og dermed nytte, er i størst mulig grad basert på enhetspriser og standardverdier. Nyttan fra innførte tiltak kommer fra reduksjon av konsekvensene. Prinsippet er gjennomgående:

1. Det er estimert en gjenanskaffelsesverdi per objekttype – denne prisreguleres automatisk. Eksempler på objekttyper er enebolig, sykehus, idrettsbane, eng, vei osv. antall berørte bygninger legges inn manuelt. Verktøyet inneholder standardverdier for boliger når det gjelder areal, oppholdstid og antall personer.
2. Det er estimert en skade/sårbarhetsfaktor for de forskjellige hendelsestypene på skalaen 0-1, der 0 innebærer ingen skade og 1 innebærer totalskade, ev. sikker død. Hvilken hendelse som velges i inndata kan dermed ha mye å si for resultatene.
3. For noen hendelsestyper, for eksempel steinsprang, er det aktuelt å angi en treffsannsynlighet, på skalaen 0-1. Dette må gis som inngangsdata.

Konsekvensen av at hendelse x inntreffer blir beregnet som produktet av gjenanskaffelsesverdi, sårbarhetsfaktor og treffsannsynlighet.

Foreløpig er det bare erosjonssikring og støtteforbygning som valg av sikringstiltak som har direkte innflytelse på beregningene. Ikke-fysiske tiltak som for eksempel varsling, er ikke inkludert annet enn indirekte, ved at det implisitt regnes med at varslingsmulighetene for enkelte hendelsestyper, som flom, fører til redusert sårbarhet.

Kostnaden fra «skade på bygninger» blir estimert ut fra en gjenskaffelsesverdi av den fysiske kapitalen. Dersom det går et skred i et tettbebyggt område så vil det gi en større negativ konsekvens ettersom det er flere hus og potensielt mennesker som vil bli rammet. Nyttan oppstår når størrelsen av en negativ konsekvens blir redusert. Det mangler en metode for å medregne kostnader som er ikke-fysiske. Med det menes for eksempel avbrudd i næring. Dersom en bedrift blir flom- eller skredskadet vil det oppstå et produktivitetstap. Denne kostnaden er ikke medregnet. Det samme vil gjelde ved naturskade som rammer private hjem. Her vil det også oppstå et effektivitetstap. Andre verdier som sentimentale verdier, kulturminner og friluftsliv mangler også i analysene.

Følgende elementer er ikke inkludert:

- Skade på private hager og utomhusarealer
- Skade på skogsarealer
- Avbrudd i næring
- Avbrudd i infrastruktur (som jernbaneforbindelser og annen transport)
- Avbrudd i strømforsyning
- Alle ikke-prissatte konsekvenser (særlig miljø, kulturminner, friluftsliv)
- Tap av menneskeliv utenfor bygninger (for eksempel under friluftsliv, i transport)

Kostnadene knyttet til selve tiltaket som er identifisert i verktøyet er:

- Planleggingskostnader
- Byggekostnader
- Driftskostnader (pr år)
- Vedlikeholdskostnader (pr år)

De to siste er antatt jevnt fordelt over beregningsperioden, og kapitalisert til nåverdi med kalkulasjonsrente i henhold til veiledningene fra finansdepartementet. Mens de to første naturligvis er engangskostnader som påløper i byggeprosessen av tiltaket.

Det skilles mellom «engangshendelser», «gjentatte engangshendelser» og «gjentatte hendelser» og avhengig av hvilken gjentakelsesprofil man velger skal man enten fylle ut én eller to skadeprofiler. Skadeprofil beskriver hvilken skader som er forventet for et spesifisert gjentakintervall for en hendelse. Figuren under er hentet fra verktøyets brukerveiledning og

illustrerer hvilke bygninger som vil bli rammet ved to ulike skadeprofiler. Rød strek viser omfanget ved en hendelse med 1000-års gjentaksintervall, mens bygningene merket med sort prikk er de som er estimert til å bli rammet av en hendelse med 333-års gjentaksintervall.



Figur 1 Faregrenser for boligfeltet Ulstad i Lom, fra NGI-rapporten "Lom kommune, prioritering av sikringstiltak for eksisterende bebyggelse. Rød linje angir 1000 års gjentaksintervall, merkede bygninger ligger innenfor 333 års gjentaksintervall. Kilde: Nytte/kost-verktøy NKA-2016 v 1.32b (NVE, 2019)

4.1.2 Klimaendringer og klimafaktor i NVEs NKA verktøy

En konsekvens man forventer seg fra klimaendringene er at flommer vil øke i volum, eller at flommer som man før så med for eksempel 200-års mellomrom nå vil opptre hyppigere (Hanssen-Bauer et al., 2015; Lawrence, 2016). Fra versjon 1.30 er det mulig å legge inn en klimafaktor i NVEs NKA-verktøy dersom området vil bli tilstrekkelig preget av kraftigere flommer i løpet av tiltakets levetid (som regel 80 år). Klimafaktor er kun tilgjengelig for «gjentatte hendelser» og brukes normalt bare for flom, og da basert på tallene fra rapporten «Klimaendringer og framtidige flommer i Norge» (Lawrence, 2016). Standarden er klimafaktoren 1.0 og gir stasjonære forhold, det vil si ingen økning i flomforhold. Men man kan endre denne til å være større enn 1 og dermed fange opp at flommene vil øke i størrelse som en konsekvens av klimaendring. En kraftigere flom vil kunne gjøre større skade og dermed isolert sett så vil en klimafaktorverdi større enn 1 gjøre sikringstiltak mer nyttige ettersom alternativet er større skade.

4.1.3 Restrisiko

De færreste sikringstiltak gir 100% sikkerhet og opprinnelig beregnes det en restrisiko ved at det antas at tiltaket sikrer 100% opp til dimensjonerende nivå og 0 % sikring for hendelser større en det dimensjonerte nivået, med en slik spesifisering vil det gi ingen avbøtende effekt av å ha et underdimensjonert sikringstiltak. Verktøyet har også mulighet til å beregne restskade med en alternativ skadefunksjon hvor tiltaket beskytter mot all skade opp til det dimensjonerende nivået, men skadene fra naturhendelser av større dimensjoner blir også redusert av tiltaket slik at man vil medregne en avbøtende effekt av naturhendelser større enn sikringstiltakets dimensjonering. For eksempel så vil en flomvoll ha en avbøtende effekt på flomskadene selv om dimensjonen av flommen overstiger dimensjonen av flomvollen. For en grundigere innføring i verktøyets evne til å håndtere restrisiko, se rapporten «Håndtering av skredrisiko» (Eidsvig, 2019).

4.1.4 Håndtering av usikkerhet om framtidige hendelser

Hvorvidt et tiltak er nyttig avhenger av hvilken naturhendelse som faktisk inntreffer i etterkant av innføring av tiltaket. Både sannsynligheten for at en hendelse inntreffer, og sårbarhet og skadeomfang når hendelsen inntreffer, er forbundet med betydelig usikkerhet.

En måte dette er tatt høyde for i verktøyet er at det er lagt inn en følsomhetsanalyse for avvik i hendessannsynligheten, for to alternativer:

- Sannsynligheten for hendelsen er gjennomgående overvurdert 100%. Det vil si at det som er antatt å være for eksempel en 200-års hendelse (årlig sannsynlighet $1/200=0.005$) i virkeligheten er en 400-års hendelse (årlig sannsynlighet $1/400=0.0025$).
- Sannsynligheten for hendelsen er gjennomgående undervurdert med 50%. Det vil si at det som er antatt å være en 200-års hendelse (årlig sannsynlighet $1/200=0.005$) i virkeligheten er en 100-års hendelse (årlig sannsynlighet $1/100=0.01$).

4.2 Statens vegvesen (SVV)

Statens vegvesen er den største aktøren innen vegtransport i Norge og har ansvar for blant annet riks- og europavegene som til sammen utgjør to tredjedeler av trafikken på norske vegnett. Som vegmyndighet for riksvegene og har vegvesenet ansvar for å forvalte, utrede, planlegge, bygge, drifte og vedlikeholde riksveger. Herunder ansvaret for at vegnettet tilpasses i møte med klimaendringene og gir faglige råd til politikere om hvilke riks- og hovedveger som bør tas vare eller bygges på nytt. SVV har sektoransvar for å følge opp nasjonale oppgaver for hele vegtransportsystemet og utvikle regelverk og standarder for vegbygging som gjelder for alle riks-, fylkes- og kommunale veger i Norge. Vegvesenet utøver sitt samfunnsoppdrag gjennom tre roller: som byggherre, som myndighetsorgan og som fagorgan.

Regjeringen og Stortinget legger de nasjonale målene for transportpolitikken i Norge gjennom Nasjonal transportplan. Nasjonal transportplan prioriterer hvilke innsatsområder transportpolitikken i Norge skal konsentrere seg om de kommende tolv år. Det fremheves i gjeldende 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. 33 (2016–2017)). NTP har ingen øremerkede midler til klimatilpasningstiltak til tross for at dette er et av tre særskilte prioriteringsområder⁶.

Klimatilpasning av vegnettet startet i vegvesenet allerede i 2007 med prosjektet «klima og transport», sluttrapporten fra dette prosjektet kom i 2013 (Petkovic, 2013) og siden den gang har det vært flere oppdateringer av prosedyrer og standarder som skal bidra til å styrke vegnettet i møte med klimaendringene. Blant annet konkluderte rapporten med krav til klimahensyn skal være med i alle planprosesser, i ROS-analyser for utbyggings- og fornyingsprosjekter og at hensynet integreres i alt planlagt vedlikehold (Petkovic, 2013). Det finnes en rekke krav til prosjektering og dimensjonering av vegkonstruksjoner. Slike krav kan for eksempel være krav til flomsikker høyde, krav til erosjonssikring, krav til inspeksjonsintervaller eller krav til registrering av sårbarhet i kartleggingssystemer som VegROS og Brutus. Mange av disse kravene er endret/tilpasset et klima i endring. For eksempel har standarden for dimensjonering av flomutsatte veger økt fra å bruke 100-års flom til grunnlag for dimensjonering til å bruke 200-års flom som grunnlag (Statens vegvesen, 2018a). Hvorvidt det i det hele tatt er mulig å dimensjonere seg bort fra klimarisiko ved hjelp av oppdaterte krav og rutiner er noe vi diskuterer videre i kapittel 5.

⁶ De to andre prioriteringsområdene er informasjons- og IKT-sikkerhet og sikring av kritiske objekter, systemer og funksjoner.

Noen av de viktigste utfordringene på vegnettet er (liste hentet fra SVV sin nettside (Statens vegvesen, 2020)):

- Økt risiko for flom og erosjon
- Økt risiko for skred, og skred på nye steder
- Utilstrekkelig drencapasitet
- Behov for bedre vedlikehold
- Utfordringer knyttet til vinterdrift
- Større krav til beredskap

Dette er utfordringer som alene kan ende opp med å påføre samfunnet store kostnader og i verste fall immobilisere deler av infrastrukturen. Sammen vil de forsterke hverandre og gjøre utfordringene enda større. Velfungerende infrastruktur er essensielt for at et moderne samfunn skal kunne opprettholde sin produktivitet og sikkerhet. Ettersom det verken vil være mulig eller gunstig å bygge opp et vegnett som tåler alt, over alt, må vi prioritere å styrke de strekningene der det er viktigst først. Kost-nytteanalyser kan hjelpe vegmyndighetene å indentifisere behov og passende tiltak. Men foreløpig er verken klimaendringer eller klimatilpasningstiltak noe som inngår i økonomiske analyser hos SVV.

SVV har lang tradisjon i å utføre kost-nytteanalyser i forbindelse med veg og transportprosjekter. Hovedverktøyet for utførelse av slike analyser er EFFEKT 6.6. Her er det kartlagt hvorvidt EFFEKT 6.6 har mulighet til å beregne den prissatte konsekvensen av klimatilpasningstiltak eller om det finnes naturlige videreutviklinger slik at EFFEKT 6.6 vil kunne brukes til slike beregninger etter hvert.

4.2.1 EFFEKT 6.6

I EFFEKT blir de prissatte konsekvensene av et veg- eller trafikktiltak beregnet og sammenstilt. EFFEKT er bygget opp av en grunnleggende prioriteringsmodellen som suppleres av en rekke moduler som blant annet moduler som beregner kjørefart, drivstofforbruk, ulykker, vedlikehold, fergebehov, miljøkonsekvenser og konsekvenser ved stengning av veg utsatt for skred, også kalt «skredmodulen» (Straume & Bertelsen, 2015). Både drift og vedlikeholdsmodulen og skredmodulen blir gjennomgått i denne rapporten⁷ ettersom de er ansett som de mest aktuelle modulene knyttet til klimaendringer. EFFEKT 6.6 beregner nytter og kostnader over vegprosjektets levetid. I forbindelse med arbeid med NTP 2022-2033, ble levetiden endret til 75 år for nye infrastrukturprosjekter innenfor vegtypene H1, H2 og H5 (Statens vegvesen, 2019), i motsetning til 40 år som den tidligere har vært for alle vegtyper.

EFFEKT 6.6 henter inndata fra blant annet Nasjonal vegdatabank (NVDB) som er en database med informasjon om vegnettets geometri, topografi, ulykker, trafikkmengder, oversikt over utstyr, drenering, støyforhold og forurensing. EFFEKT 6.6 bruker data fra NVDB med informasjon om vegnettet som inndata mens trafikkstrømningene som oftest blir modellert i trafikkmodeller. Grunnforholdene rundt vegen, for eksempel om vegen ligger nær en elv, eller i et skredutsatt område er ikke inndata i EFFEKT. Det vil si at risikoen av å legge en veg i et flomutsatt område ikke vil slå ut i EFFEKT-beregningen. Heller ikke om vegen har vært oversvømt tidligere eller andre naturrelaterte hendelser blir automatisk registrert på strekningen i EFFEKT 6.6 via NVDB og er ikke inndata i EFFEKT.

⁷ Det finnes også en modul for miljøkonsekvenser som beskriver hvordan EFFEKT 6.6 beregner energiforbruk og klimagassutslipp tilknyttet de ulike vegprosjektene, men denne dekker ikke klimatilpasning.

Det at en planlagt veg er flomutsatt skal derimot fanges opp via ROS-analyser og dimensjoneres deretter. Hvert vegprosjekt er tilknyttet en estimert byggekostnad som blir lagt inn som inndata i EFFEKT. Man kan tenke seg at dersom en veg blir planlagt liggende nær en flomutsatt elv så må denne vegen også være dimensjonert for å ligge der og dermed så vil byggekostnaden reflektere dette. Når vegtraséene skal vurderes i EFFEKT er altså eventuell klimarisiko i teorien være «dimensjonert bort» og kostnaden av dette er allerede reflektert i byggekostnaden. Hvorvidt det i det hele tatt er mulig å dimensjonere bort «klimatrusselfen» som det endrede klimaet påfører vegnettet er et spørsmål som man kan stille seg og som vi stiller i kapittel 5.

4.2.2 Skredmodul

Det er flere skredutsatte strekninger på vegnettet i Norge og mange av disse er identifisert og kartlagt. Man kan beregne de prissatte ulemper ved en vegstengning på en gitt strekning i EFFEKT. Dette gjøres ved hjelp av skredmodulen/vegstengningsmodulen. Skredmodulen egner seg best til å beregne prissatte konsekvenser av skred på én vegstrekning eller på enkle vegnett (prosjekttype 1)⁸. Dersom man skal vurdere et større område og trafikksystem som inneholder en eller flere skredutsatte vegstrekninger så vil det kreve en del jobb å beregne det i EFFEKT 6.6 per dags dato.

Skredmodulen beregner kostnadene knyttet til:

- Mulig ulykkeskostnad
- Kostnader knyttet til ulemper, omkjøring og innstilt trafikk
- Istandsettingskostnad

Ulykkesrisiko blir bestemt av sannsynligheten for at et tilfeldig kjøretøy skal bli tatt av et skred, og konsekvensene dersom dette skjer. Ulemper trafikantene opplever ved uforberedte vegstengninger kan være ventetid, omkjøring, reisebehov som ikke blir tilfredsstillt og under drift og vedlikehold legger man inn tall for både istandsetting etter et skred og kostnaden per år for skredinstallasjoner på den aktuelle lenken. Noen av utfordringene med å beregne konsekvensene av skred er tilgangen på nødvendig inndataen. For å beregne kostnader ved vegstengninger trenger man inndata for blant annet skredfrekvens (antall skred per år), stengningstid (timer), berørt veglengde i meter, eventuelle naboskredgruppe og veglengde og istandsetting (kr) og kvaliteten på resultatet fra beregningen er direkte avhengig av kvaliteten på den gitte inndataen. Det er ikke mulig å framskrive noen av disse inndataene, for eksempel estimert skredfrekvens.

⁸ Ved behov for å analysere flere skred i en vegnett samtidig som man ser på hvordan trafikken blir påvirket (ved bruk av transportmodeller) så kan man få det til i EFFEKT ved å bruke vegstengningsmodulen separat for de aktuelle skredutsatte strekningene i tillegg til en full prosjekttype 3 med transportmodell.

Vegstengning

Tilbake

Prosjekt 1 Test | Vegnett | 0 0-alternativet

skredlenke | Fra knute 1 G | Til knute 234 X | Veg E V | Fra hp / m 3 7000 | Til hp / m 7700 | Prisnivå 2013

Uforberedte vegstengninger

Årsak	Beskrivelse	Antall pr år	Stengningstid Timer (gj. snitt)	Gj.sn. berørt veglengde (m)	Gruppe	i området (m)	Istandsetting Kr/stengning
Jord- / løsmasseskred	Parti A	0,2	22,2	400	1	500	587466
Steinsprang/fjellskred	Parti A	1,9	1	200	1	500	11749
* Iskred							
* Snøskred/sørpeskred							
* Steinsprang/fjellskred							
* Jord- / løsmasseskred							
* Annen årsak							

Responsid 2 timer

Alvorlighetsgrad ulykker (gj.sn. ulykkeskostnad 3 mill kr, prisnivå 2016) 1

Primærskred: Ulykkeskostnad for ett kjøretøy (stopplengde 75 m) 3,52 kr/tur

Naboskred: Ulykkeskostnad for ett kjøretøy 75,00 kr/tur

Preventive vegstengninger

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

Samlet årlig stengningstid 7,5 timer

Årlig kostnad til istandsetting 141226 kr

Definer / se på omkjøringsvegnett | Priselastisiteter

Figur 2 Skjermdump av Vegstengningsmodulen hentet fra EKKEFT 6.6. De hvite cellene angir felt for inndata, mens de grå feltet angir felt EFFEKT 6.6 regner ut gitt inndataene den har fått.

«Skredmodulen» blir også kalt «vegstengningsmodulen» og man kan i teorien benytte skredmodulen til å beregne konsekvensene av vegstengning generelt. Dersom det skal inngå som en fast oppgave til skredmodulen å beregne vegstengningskostnader generelt så bør det først være en grundig vurdering av modulens overførbarhet til andre typer vegstengninger enn skred, for eksempel vegstengninger forårsaket av flom⁹.

4.2.3 Drift og vedlikeholdsmodul

Beregningene av drifts og vedlikeholdskostnader i EFFEKT er først og fremst knyttet opp mot hvor mye areal veg som vil kreve vedlikehold i de ulike alternativene. Det er dyrere å vedlikeholde en 4 felts vegen en 2 felts veg og det er dyrere å vedlikeholde to veger (for eksempel dersom man prosjekterer en ny veg, men beholder den gamle i tillegg) enn det er å bare vedlikeholde én veg. Man benytter meteorologistasjoner i dagens metodikk for å skille på hvor værutsatte ulike fylker og byer er. EFFEKT henter ut informasjon om klimavariabler fra SVVs modell MOTIV (beskrevet i 4.2.2.2). Meteorologistasjon legges inn under generelle data, hvor blant annet variablene temperatur, snønedbør, vind og vinterlengde påvirker drift og vedlikeholdskostnader som kantslått, brøyting, salting, grøntarealer, siktrydding i kryss, sand (kjøp, lager og utstrøing) og beredskap. Meteorologistasjonen som velges gjelder for hele prosjektet og for alle alternativer.

Variablene i modulen er lagt inn blant annet for skille ut veglenker med ekstra stort behov for drift og vedlikehold. Det er i et historisk perspektiv, eller kostnader vi har vært vant med uten klimaendringer. Modulen er ikke tilpasset klimaendringer per dags dato. Datagrunnlaget til klimavariablene som per dags dato er med i EFFEKT beregningene er fra trettiårs perioden 1961-1990 og variablene blir behandlet som konstante gjennom hele prosjektets levetid.

⁹ Utvikling av en testversjon med flommodul ble indentifisert som en aktuell videreutvikling av dagens EFFEKT på arbeidsverkstedet i desember 2019 og nå er denne utviklingen i gang hos SINTEF på bestilling fra SVV.

Tabell 5 Klimavariabler som er koblet til kostnader innen drift og vedlikehold i EFFEKT 6.6.

Klimavariabel i EFFEKT	Kostnader de er koblet til
Temperatur	Kantslått, grøntarealer brøyting, salting og sand (kjøp, lager, strøing)
Snønedbør	Brøyting, salting, siktrydding i kryss, sand (kjøp, lager, strøing)
Vind	Brøyting
Vinterlengde	Beredskap

Det er mange klimavariabler som mangler, for eksempel regnedbør, og mange av klimavariablene som er med er ikke koblet til alle relevante kostnader i et perspektiv med klimaendringer. Dersom man framskriver de klimavariablene som faktisk ligger i EFFEKT per nå, oppgitt i Tabell 5, vil det gi en reduksjon i fremtidige drifts- og vedlikeholdskostnader, ettersom global oppvarming vil bidra til lavere brøytekostnader (Evensen, Holen, Mahle, Østmoen, & Aas-Jakobsen, 2013). Dette er derimot ikke den utviklingen av drifts- og vedlikeholdskostnader som helhet Statens vegvesen forventer seg, ettersom de påpeker både økt behov for bedre vedlikehold og utfordringer knyttet til vinterdrift som noen av de viktigste utfordringene for vegnettet knyttet klimaendringer (Statens vegvesen, 2020). Hovedutfordringene for vegnettet vil også innebære utilstrekkelig drencapasitet og større krav til beredskap (Statens vegvesen, 2020) samt økt risiko for flom, erosjon og skred, men disse bør bli behandlet i skredmodulen fremfor i drifts- og vedlikeholdsmodulen.

Mange av de forventede utfordringene er ikke gjenspeilet i kost-nytteanalysene per dags dato, og det vil kreve data som viser koblingen mellom for eksempel regnmengde og drifts- og vedlikeholdskostnader, for å kunne ta inn slike variabler i en prissatt kost-nytteanalyse. Dataene som trengs er ikke tilgjengelig og problemet med manglende data og manglende koblinger blir videre diskutert i kapittel 5.

4.2.4 Følsomhetsanalyse i EFFEKT

Det er etablert en beregningsgang i EFFEKT 6.6 for å gjennomføre en følsomhetsanalyse på kostnadsoverslaget på anlegget og den årlige trafikkveksten. Da beregner man gjerne 10% avvik i det gitte anslaget på investeringskostnadene og/eller årlig trafikkvekst. Det er ikke mulighet til å utføre følsomhetsanalyser på klimafaktorer i EFFEKT 6.6. Inntrykket er at det svært sjeldent utføres følsomhetsanalyser av trafikkvekst og investeringer også selv om det er mulighet for det i verktøyet.

4.2.5 Andre aktuelle system/verktøy hos SVV

4.2.5.1 VegROS

VegROS er et kartleggingssystem som SVV benytter som utfører kontinuerlig risiko- og sårbarhetsanalyser av eksisterende vegnett. Veger som er utsatt for flom, overvannregn, skred eller andre klimautfordringer skal merkes i VegROS. Målet er at VegROS skal gi en oversikt over problemene og en gradering av alvorlighetsgraden. Når et problem krever tiltak skal konsekvensanalyser danne grunnlag for å anbefale valg av løsning, ved at de skal tydeliggjøre prosjektenes relevante konsekvenser og vurdere ulike løsningsalternativer opp mot hverandre (Statens vegvesen, 2018b). VegROS er et kartleggingssystem som er ment for å kartlegge dagens risiko- og sårbarhetssituasjon på vegnettet og ikke fremtidig situasjon. Datagrunnlaget som blir opparbeidet ved gjennomføring av Ros-analyser ser ut til å bli brukt til risiko-vurderinger og fareidentifisering. Det er derimot ingen kost-nyttevurderinger knyttet til funn i VegROS eller i VegROS selv.

4.2.5.2 MOTIV – Modell for tildeling av vedlikeholdsmidler

MOTIV er SVV egenutviklede kostnadsmodell som brukes til å beregne kostnadene knyttet til drift og vedlikehold for riks- og fylkesveger. Resultatene fra MOTIV bidrar til å fordele drifts- og vedlikeholdsmidler til de ulike regionene/fylkene og som grunnlag for den årlige

tildelingen av drifts- og vedlikeholdsmidler til vegsektoren fra Stortinget og Regjeringen. (Iversen, 2016). Kostnadene som beregnes i MOTIV blir beregnet ut fra prinsippet om at vegnettet skal holde den standarden den har på registreringstidspunktet. Det vil si at ved beregning av midler til de ulike driftskontraktene ligger det eventuelle registrerte etterslep og forfall på objekter, i begynnelsen av en kontraktperiode, og at dette skal være likt registrert etterslep og forfall på slutten av kontraktperioden (Iversen, 2016). MOTIV beregner altså hvor mye midler som trengs for å holde forfallet «i sjakk». Oppgradering eller fjerning av etterslep og forfall gjøres ved tilleggs-bestillinger fra Statens vegvesen til entreprenøren (Iversen, 2016). Standard og krav til drift og vedlikehold av vegnettet er beskrevet i Håndbok R610 (Vegdirektoratet, 2014).

Klima er en faktor i kostnadsberegningene og representert ved ulike klimavariabler i MOTIV, men inndata for klima er fra perioden 1961-1990 og fremskrives ikke over driftskontraktens levetid. Klimavariabler som regnedbør blir ikke medregnet i noen form i kostnadsberegningene, men for eksempel snønedbør er representert i kostnadsligningene. MOTIV henter inndata fra blant annet NVDB, hvor skred blir registrert og antall skred påvirker kostnadene som beregnes i MOTIV. Flom blir ikke registrert i NVDB og MOTIV medregner heller ikke kostnadene knyttet til flom eller regn i drifts- og vedlikeholdskostnadene av veg. Dersom det mangler registreringer i NVDB vil man bli tildelt for små budsjettrammer til drift og vedlikehold (Iversen, 2016).

4.2.5.3 DeTECToR

«Decision support tools for embedding climate change thinking on roads (DeTECToR)» er et beslutningsverktøy med målsetting om å hjelpe beslutningstakere å implementere den nyeste klimaforskningen. DeTECToR er utviklet i forbindelse med forskningsprosjektet “Call 2015 Climate Change” som ble initiert av det internasjonale forskningsmiljøet «Conference of European Directors of Roads» (CEDR). Norge har sammen med Tyskland, Irland, Nederland, Sverige og Østerrike vært med i finansieringen av programmet via CEDR-samarbeidet.

DeTECToR består både av et beregningsverktøy og veiledning til å bidra med i evaluering av klimatilpasning i vegprosjekter. Det er et interessant verktøy som SVV er forpliktet til å teste ut, og det er gjort av Menon og Vestlandsforskning (Selseng, Handberg, Hveem, Bruvoll, & Aall, 2019). Konklusjonen fra testingen av DeTECToR er at det er begrenset hvor mye nytte SVV vil ha av verktøyet, ettersom det vil være vanskelig, tidkrevende og dyrt å tilpasse verktøyet til SVVs bruk uten at det nødvendigvis vil bidra til bedre eller lettere beregninger.

4.3 Jernbanedirektoratet (JDIR)

Etter Jernbanereformen 2017 ble Jernbaneverket oppsplittet i Bane Nor SF og Jernbanedirektoratet (JDIR). Jernbanedirektoratet har det overordnede ansvaret for togtilbudet og for strategisk planlegging, utvikling av infrastruktur, og helhetlig koordinering av sektoren. Statsforetaket Bane NOR har det operative ansvaret for trafikkstyring, drift, vedlikehold og utbygging av jernbanen og togstasjonene. Jernbanedirektoratet er partnere i Klima 2050 og det er i hovedsak dem det har vært kontakt med i forbindelse med denne kartleggingen.

JDIR er et forvaltningsorgan underlagt Samferdselsdepartementet med oppdrag om å utvikle jernbanen som en del av det samlede transportsystemet. Direktoratet har også den koordinerende rollen i jernbanesektoren, og skal sørge for et godt samspill mellom de ulike aktørene i sektoren. Strategiske utredninger, deriblant KVUer, gjennomføres av JDIR, mens Bane NOR utreder og planlegger de konkrete løsningene etter avtale med direktoratet. Det er Bane Nor som har ansvaret for den daglige driften av jernbanenettverket og dermed også sikkerhetsrutinene med tanke på strekninger utsatt for naturfarer. Klimahendelser påvirker jernbanesikkerheten og opptid, Bane NOR arbeider systematisk og målrettet for å håndtere kommende klimaendringer, blant annet med overvåking og forebyggende tiltak (Bane NOR, 2018), men dette er mer innenfor den ordinære opprustningen enn spesielle initiativer initiert

av behovet for klimatilpasning. Etter kontakt med Bane NOR kommer det frem at det ikke er noen fagmiljøer som jobber spesifikt med klimatilpasningstiltak og det beskrives et generelt behov for mer kost-nytteberegninger knyttet til sikkerhetstiltak, og at dette er noe de skal jobbe med. Foreløpig er det de overordnede analysene som JDIR utfører i SAGA som brukes i konsekvensanalyser for å beregne de prissatte konsekvensene av tiltak.

JDIR har utviklet kost-nytteverktøyet SAGA basert på regneark i Excel. Verktøyet, sammen med «Veileder i samfunnsøkonomiske analyser i jernbanesektoren» (Jernbanedirektoratet, 2018), erstatter Merklin og Metodehåndboken (også kjent som JD205) som tidligere ble benyttet i Jernbaneverket (Jernbaneverket, 2011).

4.3.1 SAGA

SAGA er jernbanedirektoratets kost-nytteanalyseverktøy. Det er overordnet analyseverktøy over prissatte konsekvenser. Det er et regnearkbasert verktøy og en av målsetningene er at det også skal fungere som et oppslagsverk for forutsetninger, standardsatser og vanlige antakelser i samfunnsøkonomiske analyser av jernbaneprosjekter. SAGA har en veileder basert på metodikken/oppbyggingen i DFØ sin veileder for samfunnsøkonomiske analyser. SAGA beregner nåverdier av nytte og kostnader basert på resultater fra bl.a. transportmodeller. Det er utformet slik at man på en enkel måte skal kunne tallfeste nytte- og kostnadseffekter av tiltak på jernbanen. SAGA er primært et verktøy for å sammenstille resultater fra transportmodeller, og er designet for å kunne motta resultater fra alle relevante modeller som benyttes til analyse av jernbanetiltak. SAGA kan også gjøre analyser uten input fra transportmodeller, hvor man kan fylle in tall for trafikk- og transport arbeid i persontransport og godstransport manuelt basert på egne antakelser.

Brukeren av SAGA legger først inn informasjon om tiltaket på nivå 1. Dersom forutsetninger endres fra det som står som standard skal dette begrunnes i analysen. Det ligger standarder i verktøyet, for eksempel «vekstprognose» som beregner årlig volumvekst basert på forventet vekst i antall reiser og befolkningsutvikling. Brukeren har mulighet til å velge «lineær trend», men dette skal i så fall begrunnes.

Hovedtabell, Nyttekostnadsanalyse av tiltak		
Nåverdi	Mill. 2018-kroner i 2022	
Trafikanter	Endring/Effekt	Forklaring
Trafikantnytte, Referanse	↑	1 059
Trafikantnytte, Overført og nyskapt	↑	240
Andre transportmidler (bil, buss, fly)	↑	126
Godskunder	⇒	0
Helsevirkninger for gående og syklende, overført fra bil	↑	227
Endring for Trafikanter	↑	1 652
Operatører		
Markedsinntekter, persontog	↑	890
Offentlig kjøp av persontransport på tog	↑	801
Endring i drift, persontog	↓	-1 691
Endring i drift, andre operatører	⇒	0
Endring for Operatører	⇒	0
Det offentlige		
Endring i avgifter	↓	-161
Endring i vedlikehold av infrastruktur	↓	-837
Offentlig kjøp av persontransport på tog og buss	↓	-778
Investering	↓	-10 025
Endring for Det offentlige	↓	-11 801
Samfunnet for øvrig		
Endring i Ulykker	↑	21
Endring i Støy	↓	-44
Endring i Lokale utslipp	↑	141
Endring i Globale utslipp - CO2	↑	78
Endring for Samfunnet for øvrig	↑	196
Restverdi av tiltak	↓	-192
Endring i skattefinansiering	↓	-2 360
Samfunnsøkonomisk brutto nåverdi	↓	-420
Samfunnsøkonomisk netto nåverdi (NNV)	↓	-12 505
Netto nåverdi per budsjettkrone (NNB)	↓	-1.06
Netto nåverdi per investerte krone	↓	-1.25

Figur 3 Effekter av tiltaket hentet fra resultatarket i SAGA. Grønn pil betyr en positiv verdi for samfunnet, rød pil betyr en kostnad for samfunnet. Gul pil er ingen endring. Nederst i figuren ser man den estimerte NNV og NNB, sammenlagt for alle samfunnsgruppene i analysen, som i dette eksempelet er negative.

Tiltak som vil være aktuelle for SAGA er for eksempel de samfunnsøkonomiske konsekvensene av å bygge/legge ned, utvide/ redusere eller for eksempel oppgradere spor på en jernbanestrekning og verktøyet sammenstiller kostnader knyttet til blant annet billett-kostnader, tidskostnader for reisende, køkostnader, avgifter til staten, vedlikeholds-kostnader og driftskostnader gitt ulike forutsetninger. Ut fra dette beregnes endringer i kostnader og nytter for ulike samfunnsgrupper, herunder trafikanter, operatører, det offentlige og samfunnet for øvrig.

5 Diskusjon av funn

Dette kapittelet oppsummerer hovedfunnene fra kartleggingen, både fra gjennomgangen av verktøyene og fra selve arbeidet med problemstillingen rundt kost-nytteanalyse av klimatilpasningstiltak. Kapittelet er inndelt i overskrifter som presenterer funnene samt en kort tekst som utdyper og/eller forklarer hvorfor dette er et relevant aspekt for forståelsen av kost-nytteanalyser og verktøy for slike beregninger. Funnene er både av typen utfordringer og mer generelle observasjoner som studiet har indentifisert, og som bør vurderes videre i forbindelse med videreutvikling av kost-nytteanalyser av klimatilpasningstiltak.

Skillet mellom dagligdagse klimahendelser og ekstremhendelser

For å kunne vurdere kost-nytteanalysenes evne til å vurdere klimatilpasningstiltak er det nødvendig å skille mellom det denne rapporten har valgt å kalle dagligdagse klimahendelser og ekstremhendelser som flom- og skred. Klimaendringene vil gradvis føre til større påkjenninger innenfor begge disse hendelseskategoriene og det er dermed aktuelt å snakke om klimatilpasningstiltak både for å redusere risikoen for negative konsekvenser fra dagligdagse klimahendelser og fra ekstremhendelser.

Kost-nytteberegning av ekstremværhendelser

Både verktøyet til NVE og SVV har mulighet til å beregne konsekvensen fra ulike ekstremhendelser. NVE beregner kostnaden ved å estimere antall skadede bygg, areal og annet tilknyttet kapital samt skade på liv. SVV beregner kostnaden ved å estimere stengningstid av vei, tapt kapital og skade på liv. På grunn av klimaendringene vil omfanget, lokasjon og frekvensen av ulike ekstremhendelser endre seg. Ekstremhendelser knyttet til regn av typen flom, flomskred og kvikkleireskred vil det trolig bli mer av ettersom det er estimert økt årsnedbør på ca. 18% og kraftigere styrtregneepisoder.

NVEs NKA-verktøy har mulighet til å legge inne en klimafaktor som tillater økt frekvens av de ulike flomkategoriene i løpet av beregningsperioden. SVVs verktøy EFFEKT, har ikke mulighet til å endre frekvens og/eller omfang for estimerte ekstremhendelser.

Kost-nytteberegning av dagligdagse hendelser

Konsekvensene fra de gradvise endringene ved temperaturstigning, økt nedbør, vind og havnivåstigning kaller vi denne rapporten for dagligdagse klimahendelser. Slike hendelser vil skille seg fra ekstremværhendelser med tanke på sannsynlighet og konsekvens. For eksempel så vil hendelsen økt nedbør være noe vi vil oppleve hyppig og i store deler av landet. De negative konsekvensene av en gjennomsnittshendelse med økt nedbør vil derimot være begrenset. Likevel, økt nedbør vil legge større press på våre bygningers og infrastrukturens evne til å håndtere regnet. De dagligdagse klimahendelsene vil bidra til et økt behov for drift og vedlikehold, drenering, beredskap og andre fysiske tiltak på de mest utsatte stedene. Hvor mye dette behovet øker vil avhenge av hvor robust vår bebyggelse og infrastruktur er mot klimaslitasten.

Disse konsekvensene av klimaendring fanges ikke opp av kost-nytteverktøyene som er kartlagt her. Framskrivninger for aktuelle klimafaktorer som nedbør, temperatur, vind og havnivå er ikke en del av analysegrunnlaget i noen av modellene. Ettersom selve problemet ikke fanges opp i modellene vil heller ikke et responderende tiltak få noe nytteuttelling, for eksempel så vil det å bygge en mer robust vei resultere i økte kostnader fra selve byggingen uten å gi noen besparelser i løpet av veiens livsløp for eksempel fra redusert mengde overvannsproblemer.

Manglende koblinger

Det er svært få klimafaktorer som er knyttet til for eksempel drift og vedlikehold. I SVVs EFFEKT 6.6 finnes det koblinger mellom for eksempel snø og kostnader for drift via snøbrøyting. I områder med mer snø beregnes det en større kostnad i form av drift og vedlikehold. Slike koblinger, altså mellom klima og drift og vedlikehold er derimot svært begrenset i SVVs EFFEKT 6.6 og ikke tilstede hos verken NVEs NKA verktøy eller i JDIRs SAGA.

I den grad klima er en input faktor i kost-nytteanalysene i det hele tatt, blir det ofte brukt historiske tall, gjerne fra 1961-1990 (som i EFFEKT 6.6). Disse tallene blir ikke korrigeret for at de er 30 år gamle og det blir heller ikke lagt inn noen vekstfaktor i løpet av tiltakets estimerte levetid. Isolert sett fører dette til en underestimert av alle kostnadene som er positivt korrelert med klimaendring og en overestimert av alle kostnadene som er negativt korrelert med klimaendring.

Infrastruktur og bebyggelse levetid varierer mellom 40 år - 80 år i analysene, noe som vil si at fremtidige prosjekter vil strekke seg inn i neste århundre hvor det er forventet betydelige endringer i historisk stabile klimavariabler. Klimaendringer bør være en del av grunnprognosene i analyseprogrammene ettersom påkjenningene vil øke kostnaden av å drifte, bygge og ferdes på vei, bane og/eller å bo i værutsatte områder mm.

Men sammenheng mellom klimaendring og for eksempel drift/vedlikeholdskostnad er ikke tilstrekkelig dokumentert og kvantifisert. For å utforske dette videre ble det arrangert et arbeidsverksted med EFFEKT-teamet 5. desember 2019. Deltakerne på arbeidsverstedet hadde delt oppfatning om hvorvidt det var en viktig videreutvikling av kost-nytteanalysene å legge inn klimaendringene i prognosene til analyseprogrammet. Det ble blant annet nevnt at det trolig ville ha en svært liten effekt på analysene og at man ikke vet hva de gradvise klimaendringene koster for veier.

I NVE og JDIR kost-nytteverktøy er det ingen direkte koblinger mellom dagligdagse klimahendelser og løpende utgifter som drift og vedlikehold. Hvor aktuelt dette vil være i NVEs tilfelle er usikkert gitt deres ansvar i hovedsak dekker konsekvenser knyttet til ekstremværhendelser.

Manglende data

For at det skal være mulig å beregne kostnadene fra de dagligdagse klimahendelsene må vi ha kunnskap om hva disse hendelsene faktisk koster. Per dags dato vet vi ikke hva, for eksempel, slitasjen fra den ekstra regnedbøren koster, verken for vei eller for bebyggelse, og dermed er det vanskelig å beregne hvor mye kostnadene vil øke. Men det er grunn til å tro at økt nedbør og hyppigere episoder med ekstremnedbør stiller høyere krav til daglig drift og dermed krever høyere driftskostnader i forbindelse med vanlig driftskontrakt-festet vedlikehold. Det vil trolig være nødvendig med flere kontroller, mer forberedende arbeid før varslet uvær, og generelt mer årvåkenhet. SVV beregner i dag fremtidige drifts- og vedlikeholdskostnader med utgangspunkt i de faktiske registrerte kostnadene, disse kostnadene blir antatt å være statiske over perioden det beregnes for.

Det er vanskelig å skaffe erfaringsdata fra, for eksempel hva regnet påfører av skade innen drifts og vedlikeholdskategorien, ettersom en eventuell delsum fra regnhåndteringen kan være «skjult» i en totalsum, for eksempel i en driftskontrakt. Ettersom vi ikke vet hva konkrete klimahendelser koster er det vanskelig å vite hva vi bør investere for å unngå dem. Dette gjør det igjen vanskelig å skille ut skaden som klimaendringer påfører eller nytten som klimatilpasningstiltak medfører. Mangel på sårbarhetskartlegging og behov for et nasjonalt

skadedataregister som vil styrke presisering og kvalitet på forebyggingstiltak utpekes også fra rapporten til vestlandsforskning (Aall, Baltruszewicz, Groven, Almås, & Vagstad, 2015).

Verktøyene begrenses av tilgangen på relevant informasjon. Det gjelder særlig sannsynlighet for at hendelser skal skje og utbredelse av hendelser. Vi har sannsynligheter over hvordan de dagligdagse klimahendelsene vil endre seg frem til år 2100 (Hanssen-Bauer et al., 2015), men vi har ikke mulighet til å beregne konsekvensene fra dette per dags dato. Vi har mulighet til å beregne konsekvensene fra ekstremværhendelser, men her mangler vi i stor grad estimerte utviklinger som er detaljerte nok til å kunne brukes til å beregne utviklingen av en spesifikk ekstremværhendelse. Unntaket er for flom-utviklinger, hvor man har beregninger for utviklinger gitt ulike nedbørsfelt (Lawrence, 2016) og som NVE benytter seg av i sine analyser til framskriving av flom-frekvens.

Vanskelig å medregne ikke-prissatte goder

Det er utfordring generelt for kvantitative analyser at det er vanskelig å vurdere ikke-prissatte konsekvenser. Goder som mangler markedspriser blir som regel vurdert på et mer kvalitativt grunnlag. Men det er mangel på gode metoder som sammenstiller de ikke-prissatte og de prissatte konsekvensene.

Dette kan imidlertid føre til at de ikke-prissatte konsekvensene i stor grad bli utelatt. NVE beregner for eksempel verdien til en bygning på bakgrunn av den estimerte gjennomsnittlige gjenskaffelsesverdien. Man kan legge inn et prosentvis påslag for materielle skader som er indirekte. Dette påslaget legges ikke på kostnaden knyttet til tap av liv og er mest aktuelt for store prosjekter som beskytter samfunnsmessig viktige funksjoner (NVE, 2019). Det vil bety at dersom man vet det er store kostnader som ikke blir dekket av verktøyets standardmetode så kan man manuelt korrigere for dette. Dersom man benytter seg av et prosentvis påslag som man bestemmer manuelt så må man begrunne dette valget.

Men et annet element som ikke er direkte knyttet til byggets materielle verdi, men som NVE har uttrykt ønske om å kunne medregne oppstår for eksempel ved bedriftslokaler som er utsatt for naturfare. Dersom en bedrifts lokasjon blir betraktet som svært viktig for et lokalsamfunn, og flom- og skredfare gjør at bedriften blir skadet eller må flytte, til et annet sted i Norge, eller ut av landet, vil ringvirkningene av å miste en hjørnesteinsbedrift medføre tap og omlegginger for det berørte lokalsamfunnet. Hva denne kostnaden er har man ikke tall eller beregninger på og de blir dermed ikke medregnet i kost-nytteanalyser.

Hva defineres som klimatilpasningstiltak

Det er utfordrende å skille på hva som er variasjoner og hva som er systematiske endringer når det kommer til klima. Etersom Norge har «mye vær» og store naturlige variasjoner i klima vil klimarelaterte kostnader som for eksempel drift og vedlikehold naturlig variere fra år til år. Men når blir et område utsatt for uvanlig mye klima som følge av klimaendringer og dermed bør vurdere klimatilpasningstiltak som skiller seg fra vanlig drift og vedlikeholdstiltak?

Det er vanskelig å vite når man bør kalle et tiltak for klimatilpasningstiltak og når man bør kalle et tiltak for «vanlig drift og vedlikehold». Det bør derimot skilles ettersom nullalternativet, altså sammenligningsgrunnlaget, til de økonomiske analysene må kunne medregne drift og vedlikeholdskostnaden som vil påløpe uten klimatilpasningstiltak og tiltaksalternativet må kunne medregne drift og vedlikeholdskostnaden som vil påløpe med klimatilpasningstiltak. Hvorvidt denne kostnaden endres er en del av beslutningen for om man skal velge nullalternativet eller et annet.

For eksempel: selv om etatene bygger seg mer motstandsdyktig eller oppgraderer prosjekter med hensyn til klimaaspektet så kalles det ikke for klimatilpasningstiltak. Det er heller ikke noe standard som sier når noe er klimatilpasset. Det er dermed vanskelig å få frem eventuelle besparende effekter fra mer motstandsdyktige eller oppgraderte prosjekter ettersom slike tiltak ikke blir registrert eksplisitt som en innsatsfaktor i generering av for eksempel drifts og vedlikeholdskostnaden.

Kan man dimensjonere bort klimarisikoen?

SVV oppdaterer regelverk og krav ved revidering av håndbøkene som en del av en generell opprustning i møte med klimaendringene. Det er likevel hensiktsmessig å tillate faglig skjønn i vurderinger av krav og regelverk ettersom ingen veiprojekt er like og det er dermed vanskelig å lage krav og regler som ikke tillater noe rom for tolking. På den andre siden er det en fare for at man, innenfor dette spillerommet, leter etter besparelser og tar sjanser på at enten klimahendelser ikke skjer, eller satser på å håndtere eventuelle klimahendelser når de skjer, i stedet for å investere i lavere risiko ved å forebygge/begrense dem. Det betyr ikke at det blir bygget uforsvarlig underdimensjonert, men den «føre var» marginen som er lagt på for sikkerhetsskyld i håndbøkene blir ikke nødvendigvis utført slik som det er tenkt. Entreprenørene får oppdrag ved å vinne anbudet hvor pris er det viktigste kriteriet så lenge pålagt krav og regler er fulgt. Det vil dermed være flere insentiver til å spare på kostnadene enn det vil være å finne klimarobusteløsninger ettersom dette ikke bli belønnet med større sannsynlighet for å vinne oppdraget. Det er heller ikke de samme firmaene som er ansvarlige for byggingen av veien som er ansvarlige for forvaltning, drift og vedlikehold etter veien er bygget og dermed forsvinner en viktig motivator for å tenke langsiktig. Dersom man ved besparelser i byggefasen risikerer en dyrere driftsfase og medfører sammenlagt økte kostnader for å holde veien til ønsket standard så bør man ta det inn over seg så tidlig som mulig for eksempel ved hjelp av kost-nytteanalyser.

Det eksisterende veinettet må også følge oppdaterte vegnormaler når det kommer til reparasjon/fornyning/tiltak. Etter ødeleggende værhendelser kan det oppstå situasjoner hvor man velger mellom å reparere veien til opprinnelig tilstand eller å fornye veien med en opprustning (Aall et al., 2015). Ideelt sett skulle det her foregått en utredning og regulering angående hvorvidt en eksisterende vei, utsatt for en værhendelse, bør repareres til sin opprinnelige tilstand eller til en mer robust tilstand. Hvorvidt det lønner seg å oppdimensjonere eller å tilpasse seg på andre måter vil trolig avhenge av sannsynligheten for at en værhendelse inntreffer igjen og hvor kostbart det er å forbedre veien i forkant av denne eventuelle hendelsen i forhold til hvor kostbart det vil være å reparere veien i etterkant (Aall et al., 2015). Ved utskiftning av veiutstyr som for eksempel stikkrenner er denne praksisen utforsket og det viser seg at dersom det aktuelle stikkrennen som skal skiftes ut ikke har vært opplevd som underdimensjonert tidligere så skiftes den som oftest ut med en ny i samme dimensjon, i stedet for å dimensjonere opp som vegnormalen anbefaler (Evensen et al., 2013).

Behovet for følsomhetsanalyser

Klimaframskrivninger er usikre av flere årsaker. Det er usikkerhet knyttet til: framtidige menneskeskapt utslipp, naturlige klimavariasjoner og klimamodellene (Hanssen-Bauer et al., 2015). NOU2018:17 beskriver også usikkerheter knyttet til overgangsrisiko som er risiko knyttet til konsekvensene av klimapolitikken og den teknologiske utviklingen ved overgang til et lavutslippssamfunn (NOU2018:17, 2018). Høy grad av usikkerhet gjør det vanskeligere å estimere framtidige kostnader og nytter. I økonomiske analyser er det vanlig å håndtere usikkerhet ved for eksempel følsomhetsanalyser og/eller scenarioanalyser.

Følsomhetsanalyser (sensitivitetsanalyser) består i å variere verdien på sentrale faktorer, for å se hvordan lønnsomheten av et prosjekt eller tiltak blir påvirket. Bakgrunnen bør være en

vurdering av hva som er de sentrale usikkerhetsfaktorene. «En starter med å gjøre en vurdering av hva som er en realistisk variasjonsbredde rundt de forventningsverdiene som er lagt til grunn ved nåverdiberegningen. En grei regel kan være å sette opp et pessimistisk alternativ og et optimistisk alternativ som henholdsvis nedre og øvre grense av en rimelig variasjonsbredde.» (DFØ, 2018). Alle av etatenes verktøy har mulighet for å utføre følsomhetsanalyser på enkelte variabler i beregningene. I NVEs NKA verktøy kan man også gjøre dette i forbindelse med sikringstiltak, man kan estimere at sannsynligheten for naturfare er 100% underestimert, eller 50% overestimert.

NOU 2018:17 retter særlig oppmerksomhet mot verktøy som scenarioer og vurderinger av sårbarhet og robusthet eller såkalt «stresstesting». Scenarioanalyser blir også omtalt i DFØs veileder i samfunnsøkonomisk analyse og i etatenes egne veiledere i forbindelse med håndtering av usikkerhet i konsekvensanalyse. Men som også NOU2018:17 påpeker så er beskrivelsen av scenarioanalyser i DFØs veiledning knapp ettersom «Scenarioanalyser er imidlertid ressurskrevende, og vil dermed være forbeholdt store prosjekter. (Det gis ingen nærmere veiledning om bruk av scenarioanalyser.)» (NOU2018:17, 2018) og videre: «Monte Carlo-simuleringer, som er en følsomhetsanalyse av alle usikre faktorer på én gang, er også nevnt som en mulighet – uten at DFØ egentlig anbefaler denne metoden» (NOU2018:17, 2018). Å utføre scenarioanalyser eller simuleringer virker mer som en teoretisk mulighet enn en praktisert praksis og dette er også inntrykket fra kartleggingen av kost-nytteanalyse-verktøyene.

Kost-nytteanalyse av ikke-fysiske tiltak

Beregningsverktøyene er bygget for å beregne nytte og kostnad av fysiske tiltak. Klimatilpasning kan derimot også gjelde andre typer tiltak som ikke nødvendigvis innebærer å endre vår fysiske kapital. For eksempel så kan ordninger for informasjon og varslingsystemer være eksempler på dette. Teknologiske innovasjoner vil forhåpentligvis gjøre slike system bedre og gjøre det mulig å få verdifull informasjon ut til mange bruker raskt. Noe som igjen kanskje vil kunne redusere ulykkesrisikoen knyttet til et skredutsatt område, hjelpe trafikantene ta optimale trasevalg ved uforutsette hendelser og andre tilpasninger som kan spare samfunnet for store kostnader.

Trenger vi nye verktøy?

Hva klimaendringer vil påvirke og hvordan det vil påvirkes i store trekk har man gode prediksjoner på, men hva de spesifikke konsekvensene vil være er til en viss grad umulig å si på forhånd. Likevel vil metoder og verktøy som tillater oss å ta inn over oss den pålitelige informasjonen som finnes, for eksempel trendene innen klima, hjelpe oss å planlegge helhetlig til en endret fremtid. Om et slikt verktøy er kost-nytteverktøyene som man har tilgjengelig den dag i dag, eller om det kreves et nytt verktøy er det ulike meninger om. Tydeligere ansvarsområder til de verktøyene man har tilgjengelig vil være en nyttig klarering og gjøre det enklere å oppdage eventuelle forbedringspotensial i metodikken og/eller behov for andre verktøy.

6 Konklusjon

All vår utendørs, fysiske kapital blir påvirket av klima. Når klimaet endrer seg, endres også påvirkningen. Samfunnsøkonomiske analyser av prosjekt og tiltak som tar inn over seg de klimaendringene som forventes fremover, kan bidra til at vi velger de beste løsningene totalt sett, på lang sikt, ved å sammenligne nytte og kostnad over tid, under usikkerhet og med endret klimarisiko.

Men, dagens kost-nytteanalyser fanger verken opp kostnadene av klimaendringene godt nok eller de mulige nyttene ved ulike klimatilpasningstiltak. 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 å kartlegge verktøyenes evne til å utføre kost-nytteanalyser av klimatilpasningstiltak har vi delt konsekvensene av klimaendringene inn i to kategorier, ekstremværhendelser som krever klimatilpassede sikringstiltak og dagligdagse klimahendelser som krever klimatilpasningstiltak, i form av drifts- og vedlikeholdstiltak eller andre tiltak. Så lenge man har tilgjengelig inndata over de relevante faktorene så kan verktøyene til NVE og SVV beregne konsekvensene av en ekstremværhendelse innenfor sitt ansvarsområde. Det er likevel forbedringspotensialer knyttet til dette: SVV skred og vegstengningsmodulen i EFFEKT 6.6 er foreløpig ikke beregnet til bruk på andre naturfarer enn skred og det er ikke mulig å framskrive den estimerte sannsynligheten til naturfare. NVEs NKA verktøy kan framskrive frekvensen tilknyttet naturfarer i sine analyser. Dette gjøres foreløpig bare på flomanalyser ettersom det finnes estimerte framskrivninger av flom i motsetning til andre naturfarehendelser. NVEs NKA verktøy beregner kostnader tilknyttet gjenskaffelsesverdien av elementene som antas berørt av en gitt ekstremværhendelse samt skade på liv. Kostnader som følge av for eksempel avbrudd i næring, transport og strømforsyning, skade på liv utenfor bygninger (transport og friluftsliv) og tap av skogsareal blir ikke medregnet.

De dagligdagse klimahendelsene vil påføre bygg og infrastruktur mindre ulemper isolert sett i forhold til ekstremværhendelser, men de vil opptre hyppigere og de vil påvirke tilnærmet all vår infrastruktur og bebyggelse. Det trengs estimeringer over hva de dagligdagse klimahendelsene vil medføre i form av økte kostnader for vei, jernbane og bebyggelse. Mye av den eksisterende bebyggelsen og infrastrukturen vil bli utsatt for mer uvær enn de er planlagt for å tåle (DIBK, 2016; Finans Norge, 2020b; RIF, 2019). Det vil kreve kostbare tiltak dersom man skal opprettholde dagens standard innen bygg og infrastruktur gitt de estimerte klimaendringene. Klimatilpasningstiltak kan bidra til å holde denne kostnadsøkning så lav som mulig på lang sikt, men i verktøyene per dags dato så er det stort sett ikke lagt inn noe klimaendring og derav ingen kostnadsøkning.

Andre utfordringer vi har diskutert i denne rapporten er verdsetting av goder som ikke omsettes i marked, mangel på skadedata, utfordringer knyttet til økt usikkerhet, helhetlig samfunnsplanlegging og endring over tid. Dette samsvarer med tidligere arbeid i Klima 2050, som har avdekket forbedringspotensialer i forbindelse med disse analysene, blant annet når det kommer til rest-risiko, endring over tid og håndtering av usikkerhet (Eidsvig, 2019).

Økonomiske vurderinger av infrastrukturens og bygningers plassering, dimensjonering og utforming må ta inn over seg klimaendringene, både med tanke på ekstremværhendelser, men også med tanke på dagligdagse klimahendelser. Kost-nytteanalyser som gjøres før store investeringer i nye bygg og nye infrastrukturprosjekter og til investeringer i drift, vedlikehold, forvaltning og utbedring av eksisterende bygg og infrastruktur fanger ikke opp konsekvensene av klimaendring godt nok.

7 Referanser

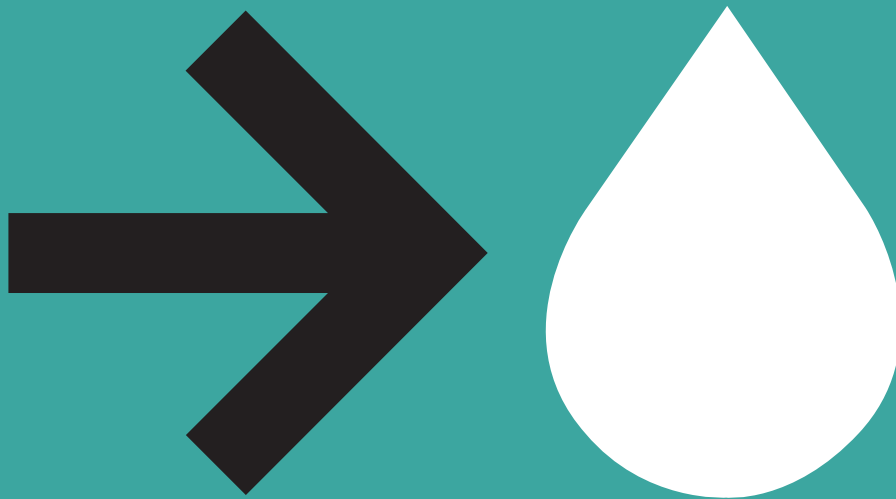
Primære kilder

- Jernbanedirektoratet. (2018). *Veileder i samfunnsøkonomisk analyse i jernbanesektoren*. Oslo. Jernbanedirektoratet.
- NVE. (2019). Nytte/kost-verktøy NKA-2016 v 1.32b. In *Brukerveiledning*. NVE: Norges Vassdrags- og Energidirektorat.
- Statens vegvesen. (2018b). *Konsekvensanalyser Håndbok V712* Statens Vegvesen.
- Straume, A., & Bertelsen, D. (2015). *Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6* Vegdirektoratet.

Sekundære kilder

- Aftenposten. (2019). NVE: Behov for 4 milliarder kroner til flom- og skredsikring. *Aftenposten*.
- Aunaas, K., Dolva, B. K., Humstad, T., Myrabø, S., Petkovic, G., Thakur, V., . . . Øydvin, E. K. (2016). *NIFS - sluttrapport FoU-programmet Naturfare, infrastruktur, flom og skred (2012-2015)* (43-2016) Norges Vassdrags- og Energidirektorat.
- Bane NOR. (2018). Klimatilpasning. Retrieved from <https://www.banenor.no/Om-oss/Miljo/Klimatilpasning/>
- Briun, K. d., Goosen, H., Ierland, E. C. v., & Groeneveld, R. A. (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. doi:10.1007/s10113-013-0447-1
- DFØ. (2018). *Veileder i samfunnsøkonomisk analyse*. Oslo. Direktoratet for økonomistyring.
- DIBK. *Byggteknisk forskrift (TEK17)* Direktoratet for byggkvalitet.
- DIBK. (2016). *Klimaendringer stiller byggsektoren overfor store utfordringer*. Direktoratet for Byggkvalitet
- Eidsvig, U. (2019). *Håndtering av skredrisiko* ISBN: 978-82-536-1609-4
- Evensen, R., Holen, Å., Mahle, A., Østmoen, T., & Aas-Jakobsen, D. I. A. (2013). *Kostnader av klimaendringer; Behov for tilpasning og foreslåtte tiltak*. Vegdirektoratet.
- Finans Norge. (2020a). I et fellesbrev ber Finans Norge om 200 millioner til flom- og skredsikring.
- Finans Norge. (2020b). *Klimarapport Finans Norge 2020* Finans Norge.
- Grønsten, H. A., Halmrast, K., Hisdal, H., Jensen, T., Melvold, K., Magnussen, I., . . . Sommer-Erichson, P. (2015). *NVEs Klimatilpasningsstrategi 2015-2019*
- Handberg, Ø. N., Selseng, T., Aall, C., & Bruvoll, A. (2020). *Kunnskap og kunnskapshull for å vurdere lønnsomheten av klimatilpasningstiltak i veisektoren (36/2020)* Menon Economics.
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., . . . Sorteberg, A. (2015). *Klima i Norge 2100 Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015* Norsk Klimaservicesenter.
- Iversen, A. (2016). *Datasystemer for styring og oppfølging av drifts- og vedlikeholdskontrakter*. NTNU, Trondheim.
- Jernbaneverket. (2011). *Metodehåndbok JD 205 samfunnsøkonomiske analyser for jernbanen*
- Lawrence, D. (2016). *Klimaendring og framtidige flommer i Norge*. Oslo. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- Meld. St. 33 (2016–2017). (2017). *Nasjonal transportplan 2018–2029* Samferdselsdepartementet.
- Melvin, A. M., Larsen, P., Boehlert, B., Neumann, J. E., Chinowsky, P., Espinet, X., . . . Marchenko, S. S. (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.
doi:10.1073/pnas.1611056113
- Miljødirektoratet. (2018). *Klimatilpasning 2018-2022. Strategi og handlingsplan for Miljødirektoratet*. Miljødirektoratet
- Miljødirektoratet. (2020a). *Hvordan ta hensyn til klimaendringer i plan?* Miljødirektoratet.
- Miljødirektoratet. (2020b). Kutt av klimagassutslipp og klimatilpasning.
- NOU2018:17. (2018). *Klimarisiko og norsk økonomi* Finansdepartementet.
- NOU 2010:10. (2010). *Tilpassing til eit klima i endring* Klima og Miljødepartementet.
- NVE. (2020). Ekstra bevilgning til NVEs flom- og skredsikringstiltak [Press release].NVE.no.NVE
- Petkovic, G. (2013). *Klima og transport Sluttrapport for FoU prosjektet* (Nr. 210) Statens Vegvesen.
- RIF. (2019). *State of the Nation – Norges tilstand* Rådgivende Ingeniørs Forening.
- RIF. (2020). Krever 200 millioner mer til flom- og skredsikring.
- Sandberg, E., Økland, A., & Tyholt, I. L. (2020). *Naturskadeforsikrings- og erstatningsordninger i seks land* ISBN: 978-82-536-1660-5
- Seljom, L., Bygballe, L. E., Riis, C., Petkovic, G., & Berg, H. (2020). *Klimatilpasning av vårt bygde miljø og utfordringer ved dagens kost-nytteanalyser*.
- Selseng, T., Handberg, Ø. N., Hveem, E. B., Bruvoll, A., & Aall, C. (2019). *Morgondagens klimarisiko og kost-nyttevurdering på veg - testing av to verktøy for Statens vegvesen* Vestlandsforskning.
- Statens vegvesen. (2018a). Håndbok N200 Vegbygging.
- Statens vegvesen. (2019). Notat: Analyseverktøy og forutsetninger for samfunnsøkonomiske analyser. In: Nasjonal transportplan 2020-2033.
- Statens vegvesen. (2020). Klimatilpasning. Retrieved from <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo+og+omgivelser/klima/klimatilpasning>
- SWECO. (2012). *Veileder til verktøy for skredfarekartlegging*
- Vegdirektoratet. (2014). *Håndbok R610 Standard for drift og vedlikehold av riksveger*
- Aall, C., Baltruszewicz, M., Groven, K., Almås, A.-J., & Vagstad, F. (2015). *Føre-var, etter-snar eller på-stedet-hvil? Hvordan vurdere kostnader ved forebygging opp mot gjenoppbygging av fysisk infrastruktur ved naturskade og klimaendringer?* (4/2015)
- Aall, C., Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., Oort, B. v., Dannevig, H., & Hønsi, T. (2018). *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge* (14)



CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS

Multiconsult

Finans Norge

SKJÆVELAND
GRUPPEN

NORGESHUS

Leca

isola

Public sector



Statens vegvesen



Noregs
vassdrags- og
energidirektorat

AVINOR



Jernbane-
direktoratet



STATSBYGG



TRONDHEIM KOMMUNE

Research & education

SINTEF

BI

NTNU

Meteorologisk
institutt

NGI