

RAPPORT

METODE FOR SAMFUNNSØKONOMISKE ANALYSER AV KLIMARISIKO

SLUTTRAPPORT ARBEIDSPAKKE 4 I INNOVASJONSPROSJEKTET KLIMAVEI



MENON-PUBLIKASJON NR. 3/2025

Av Peter Aalen, Annegrete Bruvoll, Unni Eidsvig, Matilde Avdem Frankmo, Kjersti Ginsås, Inger Nielsen Hole og Ståle Navrud



Forord

I innovasjonsprosjektet Klimatilpasning og veitransport (KlimaVei), finansiert av Norges Forskningsråd, har Menon i samarbeid med Vestlandsforskning, Norsk Geoteknisk Institutt (NGI), Statens vegvesen (SVV) og Nye Veier forbedret grunnlaget for å hensynta klimarisiko i transportsektoren. Målene for innovasjonsprosjektet har vært å forbedre eksisterende metodikk for analyse av klimarisiko, og å utvikle en metodikk for å analysere samfunnsøkonomisk kostnader av klimarisiko og samfunnsøkonomisk nytte av klimatilpasning i vegsektoren.

Denne rapporten dokumenterer den siste av prosjektets fire arbeidspakker. Arbeidspakken bygger på de øvrige tre øvrige arbeidspakkene, med innhentet informasjonsgrunnlag om klimapåvirkning, eksponering og klimarisiko i AP1, avdekking av barrierer mot å hensynta klimarisiko i AP2 og testing av den samfunnsøkonomiske beregningsmetodikken i AP3.

Arbeidspakken har vært ledet av Peter Aalen, med Inger Nielsen Hole, Matilde Avdem Frankmo, Øyvind Nystad Handberg (alle fra Menon), Unni Eidsvig og Kjersti Gisnås (fra NGI) som prosjektmedarbeidere. Annegrete Bruvoll (Menon) har vært prosjekteier og faglig ansvarlig. Ståle Navrud (NMBU/Menon) har bidratt til å kvalitetssikre vurderinger av velferdsgevinst ved skredsikring og Øyvind Nystad Handberg (Menon) har bidratt til idéutviklingen og i de foranliggende arbeidspakkene. Forfatterne står ansvarlig for alt innhold i rapporten.

Særlige takk rettes til Carlo Aall (Vestlandsforskning) som har koordinert og ledet det samlede KlimaVei-prosjektet, og til Gordana Petkovic (SVV) og Kim Øvland (Nye Veier), som har gitt innspill til rapporten.

Vi ønsker også å rette en takk til Jeanette Kvalvågnes, Njål Farestveit og Heidi Kristin Bjørdal fra enheten Klima og geofag i SVV, og Vidar Rugset i seksjon for utredning og transportanalyse. Deres innsikt i eksisterende metoder og data har vært sentralt i arbeidet med denne rapporten.

Vi takker også NFR for finansiering av et interessant og utfordrende oppdrag på et viktig samfunnsområde.

Januar 2025

Annegrete Bruvoll
Prosjektansvarlig
Menon Economics

Peter Aalen
Prosjektleder
Menon Economics

Innhold

SAMMENDRAG	4
1 BAKGRUNN	9
DEL I: DEN SAMFUNNSØKONOMISKE ANALYSEN	10
2 RELEVANTE NATURFARER	11
2.1 Skred	11
2.2 Flom	12
2.3 Snøfokk og styrtregn	13
3 DEN SAMFUNNSØKONOMISKE MODELLEN	14
3.1 Frekvenser, f	15
3.2 Investeringskostnader, I	15
3.3 Konsekvenser før og etter tiltak, K^0 og K^1	16
3.4 Andre hendelsesuavhengige virkninger, A	16
4 INPUT TIL SAMFUNNSØKONOMISKE BEREKNINGER	18
4.1 Frekvenser, f	18
4.2 Investeringskostnader, I	18
4.3 Drifts- og vedlikeholdskostnader, A	19
4.4 Reparasjonskostnader, K	19
4.5 Skattefinansieringskostnader, I , K , A	20
4.6 Velferdsgevinster av redusert skredfare, A	20
4.7 Trafikantnytte, K , A	21
4.8 Personskader, K	22
4.9 Natur- og miljøvirkninger, A , K	23
4.10 Samfunnssikkerhet, A	23
4.11 Eiendomsverdier, A	23
4.12 Andre klimapåvirkede virkninger	23
4.13 Kommentar til identifiserte svakheter	24
DEL II: FORSLAG TIL FORBEDRINGER	25
5 METODE FOR ANSLAG PÅ NATURFAREFREKVENSER	26
5.1 Datakilder for skredfrekvens	27
5.2 Anbefalinger for beregninger av dagens skredfrekvenser	30
5.3 Anbefalinger for anslag på andre naturfarefrekvenser	34
5.4 Framskrivinger av naturfarefrekvenser	34
5.5 Modellering av usikkerhet	41
6 METODE FOR ANALYSE AV VELFERDSGEVINST	42
6.1 Grunnlag for verdsetting av velferdsgevinst	42
6.2 Anbefalinger for bruk av verdsettingsfaktor for velferdsgevinst av skredsikring	43
7 VURDERINGER AV VIDERE ARBEID	47
7.1 Forbedring av skredstatistikken	47
7.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader	47

7.3	Velferdsgevinst av redusert naturfare	48
7.4	Reparasjonskostnader ved naturfarehendelser	49
7.5	Ventetid og omkjøring ved naturfarehendelser	49
7.6	Beregning av personskader	49
REFERANSELISTE		51
VEDLEGG: UTDYPINGER OM SKJEVHETER I SKREDSTATISTIKKEN		53

Sammendrag

Naturskader som følge av endret klima øker behovet for risikoreduserende tiltak. I ene ytterlighet kan myndighetene velge å ikke gjøre tiltak og i stedet møte skadekostnadene dersom skader oppstår, i andre ytterlighet kan risikoen elimineres. Mellom disse ytterpunktene finnes grader av tiltak. Beslutningen om risikoreduserende tiltak bygger på en avveining mellom nytte- og kostnadsvirkninger: dersom nytten ved å sikre en skredutsatt strekning er høyere enn kostnadene, er gjennomføring av tiltaket samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Denne rapporten gir grunnlag å vurdere tiltak. Rapporten beskriver den samfunnsøkonomiske modellen og hvilke variabler som skal inngå i den samfunnsøkonomiske analysen og tilgjengelige datakilder. Videre vurderes behov for forbedringer av datagrunnlaget og det modellverktøyet som benyttes i dag.

Den samfunnsøkonomiske modellen

Summen av nytte- og kostnadsvirkninger, netto nytte NN , av risikoreduserende tiltak kan uttrykkes som:

$$NN = f^I K^I - f^0 K^0 + A - I$$

f^0 : fremtidig frekvens for hendelse uten tiltak

K^0 : kostnader av hendelse uten tiltak

f^I : fremtidig frekvens for hendelse med tiltak

K^I : kostnader av hendelse med tiltak

A : virkninger av tiltaket som er uavhengige av hendelse

I : investeringskostnad

Alle verdier summeres over tid og neddiskonteres til netto nåverdi.

Tiltakets *nytte* knyttet til reduserte skader og tap av liv uttrykkes som *reduksjonen i kostnader* (differansen mellom $f^I K^I$ og $f^0 K^0$). Dersom risikoen elimineres ($f^I=0$), utgjør denne delen av nettonytten leddet ($-f^0 K^0$), som er positivt, siden K^0 og $K^I < 0$. Det er også verdt å påpeke at alvorlighetsgraden av hendelser også kan reduseres (f.eks. skredvolum som kan treffe veien), som kan føre til at absoluttverdien av K^I kan være mindre enn K^0 .

Andre virkninger A , omfatter for eksempel økte eiendomsverdier og økt trygghetsfølelse for trafikanter, som følger av endringen i forventet frekvens (sannsynligheten) for hendelse og hendelsenes alvorlighetsgrad, men ikke av at hendelser skjer. A rommer også virkninger av tiltak som er uavhengige av både frekvens og at hendelser skjer. Dette kan være virkninger som spart reisetid som følge av ny og kortere vei.

Tiltakene kan være rettet både mot å redusere sannsynligheten for at hendelser skjer / frekvensene av hendelser som treffer infrastrukturen (f^I), og ved å redusere kostnadene dersom hendelser skjer (K^I).

Beslutningskriteriet for om tiltaket bør gjennomføres er om nettonytten er høyere enn null. Kriteriet kan ekvivalent defineres som at tiltakskostnadene må være mindre enn den forventede netto nytte av tiltaket, alle virkninger hensyntatt, $NN > 0$:

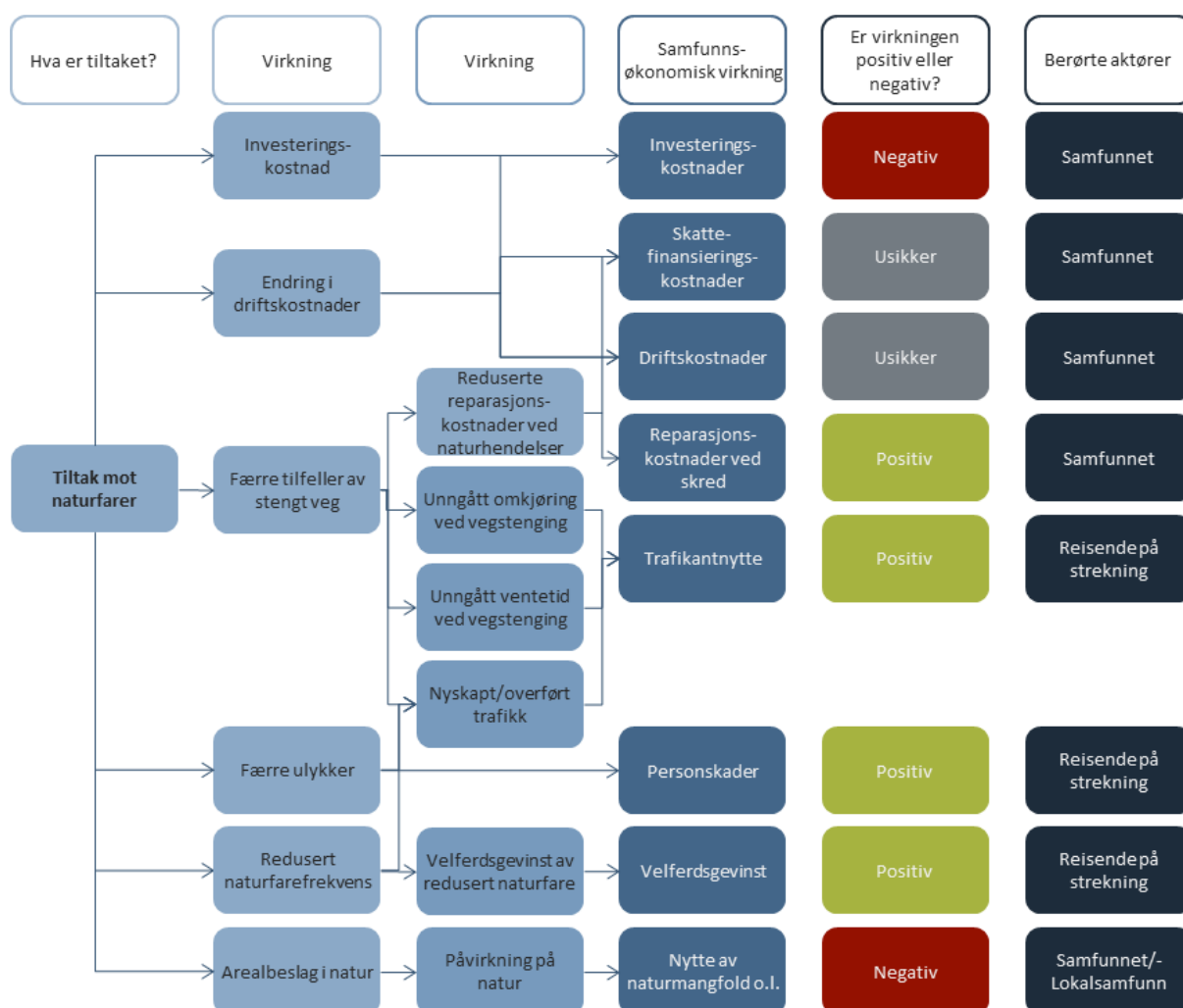
$$I < f^I K^I - f^0 K^0 + A$$

Relevante naturfarer og samfunnsøkonomiske virkninger av tiltak mot klimarisiko

Vi definerer relevante naturfarer som de som både er påvirket av klimaendringer, og har samfunnsøkonomiske virkninger som tiltak kan påvirke.

De overordnede kategoriene naturfarer som er relevante er skred (steinsprang, snøskred, jord- og sørpeskred, flomskred, andre skred), flom, snøfokk og styrtregn. Årsaks- virkningsdiagrammet i Figur S.1 oppsummerer relevante virkninger av tiltak mot naturfarer.

Figur S.1: Årsaks- virkningsdiagram for tiltak mot naturfarer. Kilde: Menon Economics



Merk tiltak som har andre formål enn å redusere klimapåvirkede naturfarer også kan påvirke ha vil påvirke risikoen for hendelser. Disse vil ha et betydelig innslag av nyttevirkninger som ikke er vist i dette diagrammet, men bør beregnes når de er relevante.

Anbefalinger til forbedringer av dagens metodikk

Vi påpeker muligheter for å forbedre kunnskapsgrunnlaget:

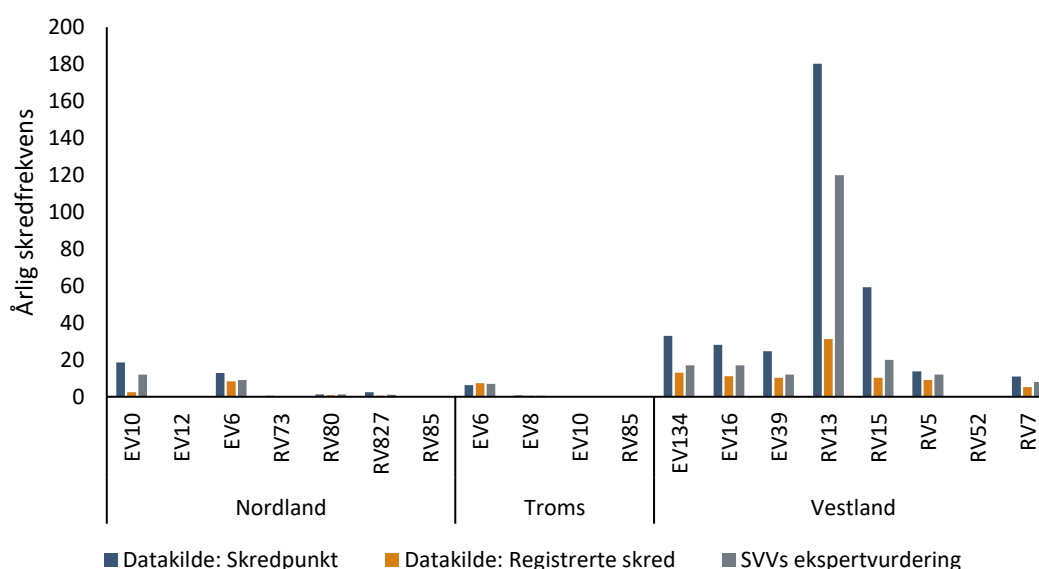
Korrigere skjevheter i skredstatistikken

Nesten alle nyttevirkningene av tiltak mot naturfarer avhenger direkte av sannsynligheten, uttrykt som *frekvensen*, f , for at naturfarehendelser inntreffer. Det er derfor sentralt at estimert frekvens er forventningsrett og av høy faglig kvalitet.

Vi finner at de to datakildene for skredfrekvenser på vei i Norsk vegdatabank gir svært forskjellige svar, til tross for at de i prinsippet burde gi tilnærmet like anslag. Den ene kilden er basert på historiske *skredregistreringer*, og den andre forventet skredfrekvens i identifiserte *skredpunkter* anslått av geologer. Kartlegging skredstatistikken for 19 skredutsatte riks- og europaveistreknings viser generelt stor diskrepans, der skredfrekvensen er vesentlig lavere ihht datakilden *registrerte skred* enn datakilden *skredpunkter*, se Figur S.2. SVVs skredgruppe har vurdert frekvensen på de 19 strekningene. De vurderer gjennomgående frekvensen å ligge mellom de to kildene, noe som samsvarer med NGIs vurderinger i Arbeidspakke 3 i Klimavei-prosjektet.

Vi anbefaler konkrete korreksjoner av dagens datakilder kombinert med ytterligere justeringer i samråd med lokal fagkompetanse for å etablere forventingsrette frekvenser for ulike prosjekter og naturfarer. For skredfrekvens anbefaler vi å bruke gjennomsnittet av *registrerte skred* og skredfrekvenser hentet fra *skredpunktstatistikken* i kombinert med konsultasjoner med fagfolk med lokalkompetanse. Vi anbefaler at eksisterende data i større grad benyttes uten justeringer for øvrige naturfarer, men med konsultasjoner med fagfolk med lokalkunnskap for å redusere usikkerheten.

Figur S.2: Årlig skredfrekvens ut ifra skredpunkter og registrerte skred (årlig gjennomsnitt 2009-2023), for de mest skredutsatte strekningene i vårt utvalg. Kilde: SVVs Vegkart og ekspertvurderinger fra SVVs skredgruppe.



Ta hensyn til endringer i framtidig klimarisiko

Det finnes ikke omforente anbefalinger for justering av fremtidige frekvenser for naturfarer mht. forventede klimaendringer. Caseberegningene i Arbeidspakke 3 viser at frekvenser for naturfarer påvirkes ulikt etter geografi og hendelse. I veisektorens verktøy for samfunnsøkonomiske analyser av skredtiltak (EFFEKTS stengings-/skredmodul) kan ikke skredfrekvensene endres framover i tid, og det finnes heller ikke anslag på endringer i frekvenser som følge av klimaendringer etter geografiske områder og skredtyper. For flom har imidlertid Klimaservicesenteret utarbeidet klimapåslag ved flomhendelser som kan benyttes i stengingsmodulen. Vi gir anbefalinger for framskrivninger av naturfarefrekvenser, som bygger på kunnskaper i prosjektet om forventede endringer i ulike typer nedbør og naturfarer framover i tid og etter geografi.

Ta hensyn til nyskapt og overført trafikk

Nåværende metodikk fokuserer på å beregne virkninger av naturfarepunkter der frekvensen reduseres (eller elimineres som følge av tiltak. Vi anbefaler å i tillegg beregne virkninger for naturfarepunkter der tiltak endrer (eller eliminerer) trafikkvolumet forbi punktet, også dersom naturfarefrekvensen ikke påvirkes av tiltaket. Dersom dette medfører at man må vurdere et høyt antall naturfarepunkter, kan det gjøres forenklede forutsetninger.

Hensynta velferdsgevinsten av redusert skredfare

Nyere forskning viser at trafikantene har en «restbetalingsvillighet» for å unngå skredfare – i tillegg til betalingsvilligheten for å unngå selve kostnader ved faktiske skredhendelser. Caseberegningene i Arbeidspakke 3 viste at dette kan være den største nyttevirkingen av skreddtiltak. Verdsettingsstudien benytter samme metodikk som for å fastsette veletablerte faktorer for verdsetting av tid og statistisk liv. Virkningen er enda ikke innarbeidet som standard i samfunnsøkonomiske analyser.

Vi anbefaler virkningen beregnes for alle tiltak som reduserer risiko ved skredfare og for skredpunkter som omfattes av kriteriene over. Vi anbefaler at beregningene av velferdsgevinsten inkluderer hensyn til betalingsvilligheten for unngå skredfare, forventet skredfrekvens, ulike skredtyper, bredde på skredene og omfanget av transporten for virkningen, med modell og detaljerte anbefalinger, se kapittel 6.

Basere prioriteringsverktøyet på samfunnsøkonomiske analyser

Skredfaktormodellen tar inn over seg mye av de samme som samfunnsøkonomiske analyser, men med en ad hoc vektning av faktorenes viktighet og uten å prissette gevinster og kostnader. Gitt at våre øvrige anbefalinger følges vil grunnlaget vil de to største svakhetene ved samfunnsøkonomiske analyser av skredtiltak være løst. For det første vil anslag på skredfrekvens, f , være forventningsrette og fri for skjevheter. For det andre vil alle større nyttevirkinger være talt med, inkludert befolkningens betalingsvillighet for å unngå skredfare. På bakgrunn av dette er vår vurdering at samfunnsøkonomiske analyser bør erstatte nåværende skredfaktormodellen som prioriteringsverktøy for hvilke skredpunkter som bør prioriteres sikret. Å benytte samfunnsøkonomiske analyser vil gi bedre vurderinger av hvilke skredpunkter som bør prioriteres sikret og i hvilken grad skredtiltak bør prioriteres sett opp mot andre tiltak.

Andre anbefalinger til videre arbeid

Prosjektet har videre avdekket ytterligere potensialer for forbedringer av samfunnsøkonomiske analyser av tiltak for å redusere naturrisiko, se kapittel 7. Disse inkluderer blant annet:

- Utbedre av **skredstatistikken** med sikte på å redusere systematiske skjevheter.
- Sikre at **drifts- og vedlikeholdskostnader** beregnes basert på oppdaterte værdata og framskrivninger av klimaendringer. Undersøke om flere om flere klimarelaterte variabler bør inkluderes i dagens modeller.
- **Velferdsgevinst** av redusert naturfare – undersøke betalingsvillighet for automatisk skredvarsling og for andre naturfarer, om betalingsvilligheten først slår inn om skredfaren er over gitte terskler og om betalingsvilligheten avhenger av type skred.
- Innhente og systematisere statistikk over **reparasjonskostnader**, etter type naturfarehendelse og vei
- Forbedret **brukervennlighet i EFFEKTs stengingsmodul**, inkludert å forenkle prosess for å legge inn omkjøringsveinett.
- **Personskader** - Implementere verdsettingsfaktor som hensyntar skredbredde for ulykkeskostnad ved skredhendelser.

1 Bakgrunn

Et klima i endring påvirker de optimale valgene for investering i og drift og vedlikehold av fysisk infrastruktur. I dag tas det i svært begrenset grad hensyn til klimarisiko i de samfunnsøkonomiske analysene som ligger til grunn for beslutningene. Mens plan- og bygningsloven stiller krav til vurderinger av naturfare og klimaendringer, stilles ikke tilsvarende krav til de samfunnsøkonomiske analysene som danner beslutningsgrunnlaget i vegsektoren.

En planlegging og forvaltning av fysisk infrastruktur som tar mer hensyn til konsekvenser av et klima og samfunn i endring kan gi store framtidige kostnadsbesparelser.

I innovasjonsprosjektet *Klimatilpasning og veitransport* (KlimaVei) har vi utviklet en metodikk for bedre å ivareta klimarisiko i samfunnsøkonomiske analyser. Formålet med prosjektet har vært å styrke vurderingsgrunnlaget for analyse av klimarisiko, og å forbedre metoder for samfunnsøkonomiske analyser knyttet til klimatilpasningstiltak innen vegsektoren. Verktøyet og erfaringene fra prosjektet er overførbart til andre sektorer.

Denne rapporten omhandler den fjerde og siste arbeidspakken i prosjektet, se Tekstboks 1.1.

Tekstboks 1.1: Om innovasjonsprosjektet *Klimatilpasning og veitransport* - *Klimavei*

Innovasjonsprosjektet tar utgangspunkt følgende kunnskapsutfordringer i vegsektoren:

- Mangelfullt vurderingsgrunnlag for analyse av klimarisiko
- Mangelfullt metodegrunnlag for samfunnsøkonomiske analyser av klimarisiko og klimatilpasningstiltak
- Mangelfullt kunnskapsgrunnlag om utslippsreducerende tiltaks påvirkning av behov og innretning av klimatilpasningstiltak

Prosjektet består av fire arbeidspakker:

Arbeidspakke 1: Kunnskapsstatus om klimarisiko, herunder

- i: Klimapåvirkning (referanse: [Skrede mfl. 2022](#))
- ii: Eksponering, sårbarhet, klimarisiko (referanse: [Holm og Aall 2022](#))
- iv: Prising av klimarisiko (referanse: [Handberg mfl. 2023](#))

Arbeidspakke 2: Identifisere barrierer mot at klimarisikohensyn (referanse: [Holm 2023](#))

Arbeidspakke 3: Teste og evaluere verktøy i case-studier (referanse: [Eidsvig mfl. 2025](#))

Arbeidspakke 4: Utvikling av samfunnsøkonomiske verktøy (referanse: denne rapporten)

Rapporten består av to deler: Del I med problembeskrivelse, samfunnsøkonomisk modell og data, og Del II med beskrivelser og forslag til forbedringer av datagrunnlaget, her under metodeutvikling.

I kapittel 2 drøftes naturfarer som påvirkes av klimaendringer i Norge, og som berører infrastrukturen, mens kapittel 3 presenterer modellen for vurderinger av tiltak for å redusere konsekvensene av naturfarer i samfunnsøkonomiske analyser. Kapittel 4 beskriver input som er nødvendig til analysene. I kapittel 5 og 6 beskrives svakheter og forbedringsmuligheter for anslag på hhv naturfarefrekvenser og velferdsgevinsten, mens i kapittel 7 vurderes og foreslås videre arbeid med datagrunnlaget til den samfunnsøkonomiske modellen.

DEL I: DEN SAMFUNNSØKONOMISKE ANALYSEN

2 Relevante naturfarer

Her drøftes hvilke *naturfarer* som er relevante i forbindelse med klimatilpasning av infrastrukturen. Dette er naturfarer som både er påvirket av klimaendringer, og har samfunnsøkonomiske virkninger som tiltak kan påvirke. Vi har basert oss på Arbeidspakke 1 i KlimaVei-prosjektet angående hvordan klimaendringer vil påvirke naturfarer.¹ Hendelser som i liten grad kan adresseres av infrastruktur-tiltak, som for eksempel hetebølger, er utelatt.

Temperaturendringer påvirker regn, snø, vind, og flom- og skredfare. Som følge av økte temperaturer vil en større andel av nedbøren om vinteren falle som regn, og snøsesongen vil reduseres i hele Norge, spesielt i lavlandet. Det forventes økning i både årsnedbør, antall dager med kraftig nedbør, og intensiteten av slike hendelser. Årsnedbøren er ventet å øke med 18 prosent mot slutten av dette århundret, og intens nedbør kan øke med opptil 30 prosent for kortere varigheter enn ett døgn. Ekstreme nedbørhendelser kan bli nærmest doblet i hyppighet. Selv om det er estimert en økning i avrenning om vinteren, kan en viss reduksjon forekomme om sommeren. Smelteflommen blir dempet på grunn av mindre snømengder, men mer vinterregn kan føre til hyppigere flomhendelser i vintermånedene. Snøperioden vil generelt reduseres i hele Norge, med størst reduksjon i lavlandet. Snøsesongen blir kortere ettersom høyere temperaturer gir en senere start på snøleggingen og tidligere start på snøsmeltingen. Høyreliggende områder på Vestlandet, Nordland, og kysten av Troms og Finnmark vil oppleve størst reduksjon i maksimal snømengde, mens enkelte høyfjellsområder kan få mer snø. Snø og is fungerer som sterke regulatorer av jordas albedo² og bakkens temperatur.

Endringer i temperatur, nedbør og snø vil ha implikasjoner for utforming og dimensjonering av veiltak og kan påvirke kostnader ved drift og vedlikehold av eksisterende veier. Økt erosjon kan øke vedlikeholdskostnadene, og investeringskostnadene dersom veien må bygges mer robust. Sterkere temperatursvingninger kan påvirke vedlikeholdskostnadene dersom flere fryse-tine sykluser fører til økt frostsprengning i veibanen. Større eller mindre snømengder vil direkte påvirke driftskostnadene knyttet til snørydding og brøyting.

2.1 Skred

Skred oppstår når masser i form av stein, jord eller snø brått beveger seg nedover en skråning. Slike hendelser kan føre til stengning av veier, ødeleggelse av infrastruktur, og i verste fall treffe mennesker. Det finnes flere typer skred, blant annet snøskred, jordskred, steinsprang, flomskred, sørpeskred og kvikkleireskred. Hver type skred har ulike konsekvenser og varierer i hyppighet avhengig av geografiske og klimatiske forhold i området.

I Arbeidspakke 1 fant NGI at snømengdene og antall dager med snø forventes å reduseres betydelig i lavereliggende og kystnære områder fremover. Dette skyldes en vesentlig reduksjon i snøhøyde og lengden på vinteren, noe som igjen vil redusere faren for snøskred i disse områdene. Høyreliggende områder kan imidlertid oppleve økende snømengder mot midten av århundret. I kontinentale områder (Innlandet) forventes kortere vintre, men frekvensen av skredfare kan øke. En overgang fra tørre snøskred til våte skred forventes på grunn av høyere temperaturer, samt en økning i antall sørpeskred. For å ytterligere komplisere bildet har våte snøskred høyere massetetthet og stopper derfor raskere opp enn tørre snøskred. Dermed har våte snøskred lavere sannsynlighet for å treffe veibanen, men høyere skadepotensial dersom det treffer veibanen. Snøskred inntreffer

¹ Se [Skrede mfl. 2022](#) for en detaljert kartlegging og ytterligere referanser.

² Albedo er et mål på hvor mye sollys (kortbølget stråling) som reflekteres tilbake fra jordoverflaten ut i verdensrommet.

typisk med ujevne mellomrom på samme geografiske lokasjon, noe som gjør at fysisk sikring av konkrete lokasjoner er egnet for å redusere risikoen.

Steinsprang omfatter utfall av enkeltblokker, og større hendelser blir betegnet som steinskred eller fjellskred. Utløsningsmekanismer inkluderer vanntrykk, frostsprengning, rotsprengning, kjemisk forvitring, erosjon og jordskjelv. Klimaendringene forventes ikke å medføre sterkt økt frekvens av steinsprang, men kan potensielt bidra til *noe* høyere frekvens, blant annet grunnet av økt nedbør og lengre vekstsesonger som kan øke rotsprengning. Steinsprang inntreffer typisk med ujevne mellomrom på samme geografiske lokasjon, noe som gjør at fysisk sikring av konkrete lokasjoner er egnet for å redusere risikoen.

Jordskred er usorterte løsmasser som sklir, faller eller ruller ned skråninger. Disse utløses ofte av intensive nedbørepisoder, snøsmelting, eller en kombinasjon av disse faktorene. Kraftige regnfall gjør massene mer ustabile og øker risikoen for jordskred. Med økte nedbørmengder og hyppigere kraftige regnbyger i fremtiden forventes forekomsten av jordskred å øke betydelig. Det er vanskelig å forutse nøyaktig hvor jordskred vil inntreffe, og jordskred inntreffer i liten grad på samme lokasjon gang på gang, noe som gjør det vanskeligere å sikre seg mot.

Sørpeskred utløses når snødekker blir vannmettet på grunn av intens snøsmelting eller kombinasjon med kraftig regn. Antall sørpeskred forventes å øke som følge av klimaendringer som økt nedbørintensitet og hyppigere perioder med intens snøsmelting. Sørpeskred kan forekomme i slakere terreng enn snøskred, spesielt langs bekkeløp. Det er derfor vanskeligere å forutse hvor sørpeskred vil inntreffe enn snøskred, men noe lettere å forutse enn jordskred.

Flomskred er løsmasseskred med høyt vanninnhold som fører til at massene begynner å flyte. Disse skredene utløses oftest av kraftig nedbør eller snøsmelting, og følger vanligvis bekkeløp eller markerte forsenkninger i terrenget. Med mer kraftig og hyppig nedbør i fremtiden kan forekomsten av flomskred forventes å øke.

Kvikkleireskred oppstår når leire med lav skjærfasthet blir forstyrret og mister sin styrke. Utløsningsmekanismer kan være både naturlige, som erosjon og økt poretrykk, og menneskeskapte, som anleggsvirksomhet. Klimaendringer kan potensielt øke fare for erosjon langs vannveier, men dagens forskning viser at de fleste nyere kvikkleireskred skyldes menneskelig aktivitet. Det er derfor usikkert om klimaendringer vil påvirke forekomsten av kvikkleireskred betydelig.

Den endrede skredfaren vil være særlig relevant i vurderinger av som tunneler og skredsikringstiltak.

2.2 Flom

Flom opptrer når vannføringen i elver når ekstreme nivåer. I Norge forekommer vårfloam ofte på grunn av snøsmelting, som kan vare i 2-3 uker eller mer, og er vanligst i innlandsområder. Snøsmeltingsflommer har typisk en døgnvariasjon relatert til lufttemperaturen, og regn under snøsmeltingen kan forverre situasjonen ved å øke det totale vannvolumet som må ledes bort. Mange store flommer i Norge er imidlertid rene regnflommer, som kan ha kort varighet, men svært intense vannmengder grunnet kraftig bygenedbør. I noen områder kan nedbøren være så høy som 100-200 millimeter på ett døgn, i motsetning til snøsmelting som vanligvis bidrar med 10-25 millimeter per døgn over større områder.

Klimaendringer forventes å påvirke flomregimet i Norge direkte gjennom økt årsnedbør. Det forventes generell økning i avrenningen om vinteren, samtidig som den kan reduseres noe om sommeren. Smelteflommen vil trolig dempes grunnet mindre snømengder, men økt vinterregn kan medføre flere flomhendelser i vinterhalvåret.

Generelt vil flomstørrelsene øke med økt nedbør, men det er også forventet en reduksjon i noen innlandsområder. Prognosen for 200-års flom innen år 2100 viser en variabel utvikling, med endringer fra -40 prosent til +40 prosent i flomstørrelse. Dette innebærer kraftig økning på Vestlandet, i Sør-Norge og Nordland, og en reduksjon i nordlige deler av Innlandet og indre deler av Finnmark.

Endret flomfare kan for eksempel være relevant i forbindelse med tiltak som heving av eksisterende vei, eller ved valg av ny trasé og høyde i terrenget for ny veibane.

2.3 Snøfokk og styrtregn

I tillegg til skred og flom er det også andre klimarelaterte hendelser som kan føre til stengte veier og skape utrygghet langs veien. Slike hendelser inkluderer blant annet snøfokk og styrtregn.

Snøfokk oppstår når snø virvles opp fra bakken og hindrer sikten for trafikantene, noe som kan føre til veistengninger, spesielt ved fjelloverganger, og økt risiko for ulykker. Antallet hendelser med snøfokk forventes å reduseres fremover, og antall kilometer med utsatte veistrekninger vil trolig også reduseres. Enkelte høyfjellsveier kan imidlertid bli mer utsatte. Denne utviklingen kan for eksempel være med på å påvirke om det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å bygge tunnel gjennom fjellet til erstatning for en værutsatt fjellovergang.

Styrtregn refererer til plutselige og kraftige regnskyll som kan føre til problemer med drenering og vann i veibanen, øke risikoen for ulykker og føre til stengte veier. Frekvensen av styrtregn forventes å øke over tid, og disse hendelsene er generelt lite forutsigbare når det gjelder geografisk utbredelse. Økt hyppighet av styrtregn vil ha betydelige konsekvenser for dreneringssystemer, og krever dimensjonering av vanntransportsystemer for å håndtere økte vannmengder. Tiltak kan inkludere forbedringer i dreneringsinfrastrukturen for å sikre veiens funksjonalitet og sikkerhet.

3 Den samfunnsøkonomiske modellen

Veimyndighetene står i valget mellom grader av risikoreduserende tiltak. Utbygger kan i den ene ytterlighet velge å ikke gjøre risikoreduserende tiltak (og i stedet møte skadekostnadene om skaden oppstår), og på den andre ytterlighet forsøke å eliminere all risiko. Mellom disse ytterpunktene finnes grader av tiltak.

Beslutningen bygger på en avveining mellom nytte- og kostnadsvirkninger: dersom nytten ved å sikre en skredutsatt strekning (i form av redusert forventet skade på mennesker og bygninger, kostnader ved opplevd utryggighet, reparasjonskostnader, andre samfunnskostnader ved stenging m.m.) er høyere enn kostnadene (tiltakskostnaden, eventuelle miljøkostnader m.m.), er gjennomføring av tiltaket samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Generell framstilling av netto nytte NN , av risikoreduserende tiltak:

$$(1) \quad NN = f^1 K^1 - f^0 K^0 + A - I$$

f^0 : fremtidig frekvens for hendelse uten tiltak

K^0 : kostnader av hendelse uten tiltak

f^1 : fremtidig frekvens for hendelse med tiltak

K^1 : kostnader av hendelse med tiltak

A : virkninger av tiltaket som er uavhengige av hendelse

I : investeringskostnad

Beslutningskriteriet er at tiltaket skal gjennomføres dersom nettonytten er høyere enn null:³

$$(2) \quad NN > 0$$

Det vi si når tiltakskostnadene er mindre enn den forventede netto nytte av tiltaket, alle virkninger hensyntatt:

$$(3) \quad I < f^1 K^1 - f^0 K^0 + A$$

Alle verdier summeres over tid og neddiskonteres til netto nåverdi.⁴

Tiltak som kan redusere kostnadene fra naturfarehendelser kan enten redusere *frekvensen*, (f), av hendelser og/eller redusere de negative *konsekvensene* (kostnaden K) av hendelsene som inntreffer, eventuelt øke hendelsesuavhengige nyttevirksomheter (A).

Nytten knyttet til reduserte skader og tap av liv uttrykkes som *reduksjonen i kostnader* ved at tiltaket iverksettes (differansen mellom $f^1 K^1$ og $f^0 K^0$). Dersom risikoen elimineres ($f^1=0$), utgjør denne delen av nettonytten leddet ($-f^0 K^0$), som er positivt da K^0 og $K^1 < 0$. I tillegg kommer andre virkninger A , som økte eiendomsverdier og økt trygghetsfølelse for trafikanter.

Figur 3.1 illustrerer årsak-virkning-sammenhengene mellom tiltak og samfunnsøkonomiske virkninger av tiltakene.

³ Med gitt budsjett bør de offentlige midlene prioriteres slik at netto nytte blir høyest mulig. Det innebærer at finansiering av klimatilpasning skal vurderes opp mot nettonytten per budsjettkrone for andre offentlige budsjettposter.

⁴ Vi benytter frekvens heller enn sannsynlighet i ligningen, ettersom modellen da blir mer generell. Leddene $f^1 K^1 - f^0 K^0$ i ligningen fanger opp unngåtte hendelser og deres kostnader over tid.

Om risiko:

Med **risiko** mener vi sannsynligheten og konsekvensene knyttet til en hendelse, oftest brukt om negative og uønskede hendelser.⁵

I praktisk modellering av risiko vil *forventede frekvenser* for hendelser operasjonalisere sannsynligheten. «Klimarisikoen» er dermed representert med leddet $f^0 K^0$ ovenfor. Restrisikoen er uttrykt ved $f^1 K^1$. Tiltaket vil redusere, eller helst eliminere ($f^1 K^1=0$) restrisikoen.

Merk at både sannsynligheter/forventede frekvenser f og konsekvenser K vil være usikre. Generelt er sannsynligheten mer usikker lenger fram i tid. For å forstå hva vi mener med usikker sannsynlighet, er det nyttig å tenke på teningskast, der sannsynligheten for ethvert utfall alltid vil være 1/6. Sannsynlighetsverdiene må settes ut fra empiriske data, modeller eller skjønn, og analysene må suppleres med følsomhetsanalyser når usikkerheten tilsier dette. Konsekvensene vil også være usikre. Det er altså usikkerhet både knyttet til om en hendelse skjer, et skred eller en flom som skader infrastrukturen, og hvor store skader hendelsen medfører.⁶

3.1 Frekvenser, f

f^0 er frekvensen en klimarelatert hendelse vil inntreffe skjer, dersom en ikke gjør tiltak. Tiltaket vil da redusere frekvensen eller ta den helt ned til null. Dersom sannsynligheten for hendelse ikke er eliminert etter tiltaket, vil det gjenstå en positiv restfrekvens, f^1 .

For naturfarer som flom kan en se hvor ofte gitte forhold inntreffer, og anslå et gjentakintervall for en flom av en gitt størrelse. Det kan suppleres med kunnskap om det spesifikke området og hydrologi. For eksempel kan vurderingen endres fra at en flom av en viss størrelse statistisk vil ramme et område hvert 20 år til at det etter sikring vil ramme et område hvert 200 år. For et tiltak med en gitt levetid kan man da beregne den akkumulerte endringen i sannsynlighet for en flom over den levetiden. Disse gjentakintervallene for flom før og etter tiltaket kan inngå som frekvensene f^0 og f^1 .

Informasjon om faresoner, klimaframskrivninger, klimaprofiler og lokal kunnskap være viktig for å beregne frekvenser/sannsynligheter for hendelser, både før og etter gjennomføring av tiltak.

3.2 Investeringskostnader, I

Tiltaket (med investeringskostnad I) kan være rettet mot å redusere risikobildet (redusere f^0 til f^1), eller mot å redusere skadeomfanget ved eventuell hendelse (fra K^0 til K^1), eller begge deler. Informasjon om anslåtte tiltakskostnader knyttet til ulike typer klimatilpasningstiltak vil kunne bygge på erfaringer fra tradisjonelle sikringstiltak.

⁵ Matematisk kan risiko defineres som produktet av sannsynligheten for at hendelsen skjer og konsekvensen av hendelsen: risikoen (for hendelse x) = sannsynligheten (for hendelse x) · konsekvensen (av hendelse x). Mer generelt kan risikoen uttrykkes som summen av produktene over for hver delrisiko.

⁶ Se diskusjon rundt risiko, usikkerhet i samfunnsøkonomisk analyse og beslutningsgrunnlag i vedlegg 1 av NOU (2018:17) og i NOU (2022:3).

Typiske tiltak kan inkludere skredsikring, heving av veibanen for å redusere konsekvensene av flom, eller tilpasning av veiens utforming for å redusere risikoen og konsekvensene av snøfokk eller styrtregn.

3.3 Konsekvenser før og etter tiltak, K^0 og K^1

Nytte-kostnadsanalyser skal omfatte alle virkninger, både de som kan verdsettes gjennom markedspriser eller i egne verdsettingsanalyser, og ikke-prissatte virkninger. Kostnader ved materielle skader er typisk mulige å anslå, mens konsekvenser for liv og helse og tidskostnader ved transport bygger på verdsettingsstudier. I den samfunnsøkonomiske analysen skal verdier som ikke prissettes beskrives og vurderes kvalitativt, på linje med de prissette virkningene. Som illustrert i Figur 3.1 og omtalt i kapittel 4 påvirkes potensielt blant annet av hendelser:

- personskader
- fysisk infrastruktur, bygninger - reparasjonskostnader
- trafikanthytte
- skattefinansieringskostnader
- natur- og miljøvirkninger

3.4 Andre hendelsesuavhengige virkninger, A

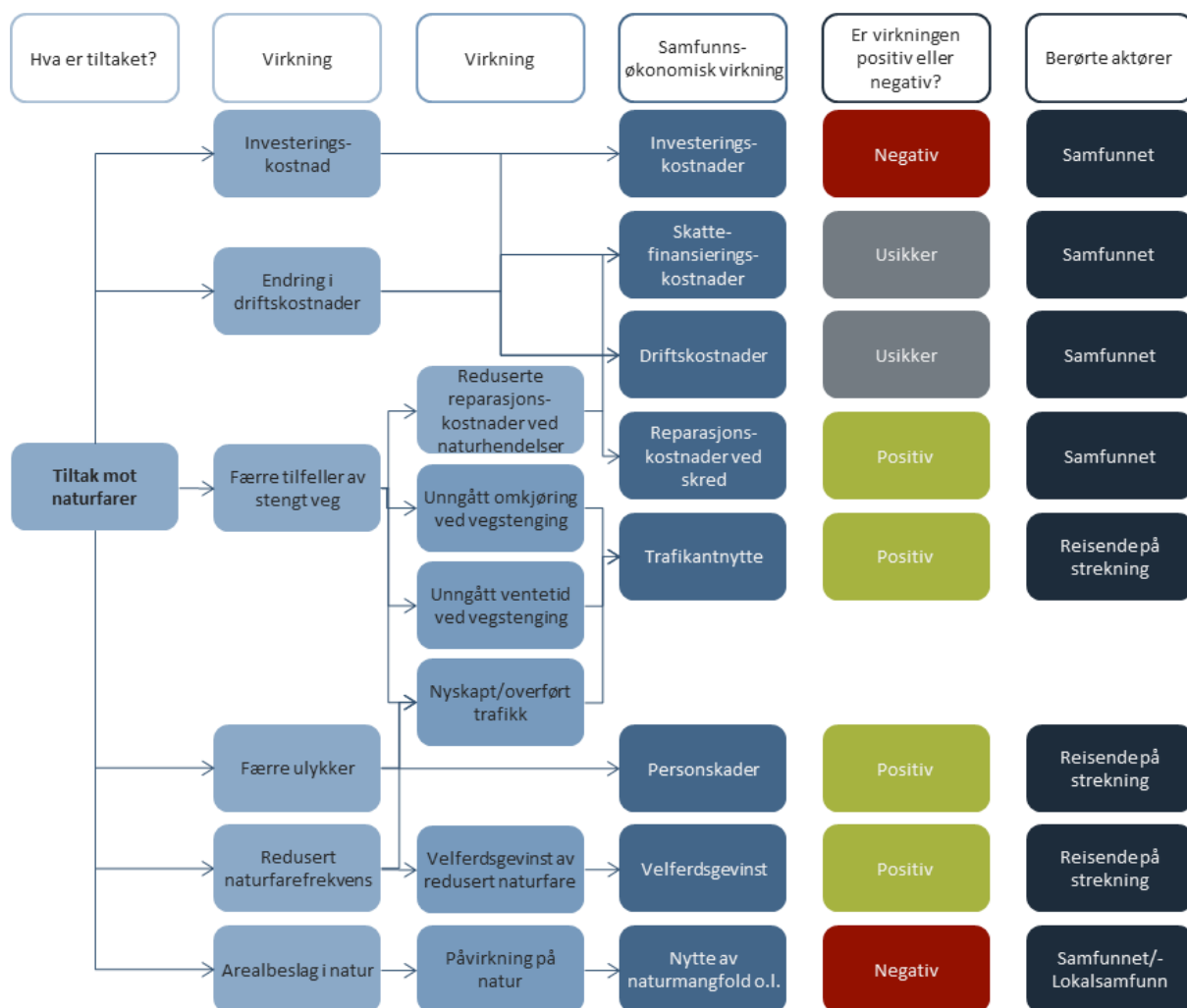
Andre virkninger, A , rommer virkninger av tiltak som er uavhengige av om hendelser skjer som kommer i tillegg til investerings/tiltakskostnadene. Disse virkningene er et resultat av endringen i forventet frekvens (sannsynligheten) for hendelse, men ikke av at selve hendelsen utløses. Tiltak som reduserer sannsynligheten for naturskader eller konsekvensene av naturskader vil gi en gevinst i form av økt markedsverdi for eiendommer som nyter godt av sikrere infrastruktur. Fysiske sikringstiltak kan på den andre siden kunne påvirke landskapsbilde og gi reduserte eiendomsverdier negativt. Spart tid i normalvirkedøgn og er også spesielt relevant for tiltak som i tillegg til å redusere risiko for naturfare også utløser andre gevinster.

Som illustrert i Figur 3.1 og omtalt i kapittel 4 påvirkes potensielt følgende virkninger som er uavhengig av om hendelse skjer:

- endringer i trygghetsfølelse (heretter kalt velferdsgevinsten)
- kostnader ved inngrep i naturen, redusert miljøkvalitet og friluftslivmuligheter
- drifts- og vedlikeholdskostnader (eksklusive reparasjons og istandsetting etter hendelser)
- skattefinansieringskostnader
- endringer i eiendomsverdier
- trafikanthytte i normalvirkedøgn
- samfunnssikkerhet

Merk at *tiltak som har andre formål enn å redusere klimapåvirkede naturfarer* også kan påvirke sannsynligheter for hendelser. Disse har generelt betydelige nyttevirksomheter som ikke framkommer her, som eksempelvis ved bygging av tunneler for å spare tid for trafikantene. Dersom tunnelen samtidig reduserer skredrisiko, er diagrammet fortsatt relevant for å belyse redusert klimarisiko. Standard transportøkonomiske virkninger som spart tid og redusert ulykkesrisiko som er uavhengige av påvirkning på naturfarer bør beregnes i alle samfunnsøkonomiske analyser av veiltak når de er relevante. Dersom veiltaket påvirker naturfarer, bør virkningene vi omtaler under beregnes i tillegg. Ettersom metodikken og verktøyene for å beregne standardvirkningene er svært godt utviklet, omtaler vi i det følgende kun virkninger relatert til naturfarer og andre klimapåvirkede forhold.

Figur 3.1: Årsaks-virkningsdiagram for tiltak mot naturfarer



4 Input til samfunnsøkonomiske beregninger

I dette kapitlet beskrives og drøftes hvilke data som er nødvendige i den samfunnsøkonomiske modellen. De fleste variable inngår allerede i eksisterende samfunnsøkonomiske modeller (EFFEKT). Med utgangspunkt i eksisterende datagrunnlag og metodikk vurderer vi status og forbedringsmuligheter, inkludert behov for nye data som må til for å beregne samfunnsøkonomiske effekter av tiltak mot naturfarehendelser.

4.1 Frekvenser, f

Nær sagt alle de nyttevirkningene av tiltak mot naturfarer avhenger direkte av sannsynligheten / frekvensen for at naturfarehendelser inntreffer. Eksempelvis avhenger opprydnings- og reparasjonskostnader, ulykkeskostnader, omkjørings- og forsinkelseskostnader forbundet med flom- og skredhendelser lineært og direkte av hvor ofte slike hendelser inntreffer, alt annet likt. Også velferdsgevinsten av skredsikring avhenger direkte og lineært av frekvensen, f^0 , på skredhendelser, selv om selve virkningen ikke stammer direkte fra selve skredhendelsene. Estimater på f^0 er dermed sentralt i beregningene.

I EFFEKTs skred-/stengingsmodul som også kan benyttes til å beregne virkninger av flom (Statens Vegvesen 2015a) må analytikeren selv legge inn de årlige frekvensene før og etter tiltak, f^0 for hendelser. For flom er det mulig å legge velge klimapåslag på enten 0, 20 eller 40 prosent økning i konsekvens, K , med utgangspunkt i om det analyserte området faller er vurdert av Klimaservicesenteret som et område der omfanget av flom vil hhv være uendret, øke eller øke kraftig frem mot 2100. For skred er det per i dag kun mulig å legge inn én skredfrekvens per skredpunkt og type skred, som vil bli gjeldende for hele analyseperioden. Analytikeren må også manuelt legge inn endring i frekvens som følge av tiltaket, f^0 og f^1 , der sistnevnte normalt sett kan anslås som enten lik null eller som en prosentvis reduksjon av f^0 .

Det finnes gode kilder å benytte for å etablere frekvensen, f^0 , for flom, som for eksempel variabelen *naturfare* i Norsk Vegdatabank (NVDB). Vurderingen av gjentakelsesintervall i denne variabelen bygger på data fra NVE og ved mangler i NVDB kan NVE benyttes som kilde. Relevante klimapåslag kan hentes fra Klimaservicesenteret og kan benyttes direkte i EFFEKTs stengingsmodul.

For skredhendelser finnes det imidlertid svakheter i beregningsmetodikk og fare for betydelige feil i anslåtte frekvenser, f^0 . For det første tillater EFFEKTs skred-/stengingsmodul kun å legge inn en fast årlig frekvens per skredtype og -punkt, som blir gjeldende for hele analyseperioden. Det er dermed ikke mulig å justere frekvensen for hvordan klimaendringer vil påvirke f^0 . Videre er det betydelige skjevheter i begge de to eksisterende datakildene for å etablere frekvensen på skredhendelser, f^0 . Det er bred konsensus blant skred eksperter om at statistikken for registrerte skred er mangelfull, og i denne arbeidspakken har vi avdekket at prognosene for skredfrekvens oppgitt i skredpunkter systematisk overvurderer frekvensene, se kapittel 5.1. Bruk av data på enten *registrerte skred* eller data fra *skredpunkter* for å etablere f^0 , vil potensielt alvorlig under- eller overestimere nytten av risikoreduserende tiltak.

Frekvenser omtales særskilt i kapittel 5, se også sluttrapport for Arbeidspakke 1 (Skrede mfl. 2022).

4.2 Investeringskostnader, I

Investeringskostnader inkluderer kostnader knyttet til å gjennomføre tiltaket, eksempelvis byggekostnader, prosjekteringskostnader, og administrasjonskostnader.

Transportvirksomhetene besitter informasjonen om investeringskostnadene. Disse kostnadene er godt inkorporert i dagens samfunnsøkonomiske analyser, selv om det i mange tilfeller kan finnes muligheter for å øke presisjonen på kostnadsestimatene.

4.3 Drifts- og vedlikeholdskostnader, A

Tiltak kan endre kostnadene knyttet til å drifte og vedlikeholde et nytt veiprojekt, og endre drift og vedlikeholdskostnader på eksisterende veiinfrastruktur. Kostnadene kan eksempelvis knytte seg til årlig vedlikehold av tekniske innretninger som skredgjerder, eller drift av skredovervåkingssystemer. I andre tilfeller påvirkes drift- og vedlikeholdskostnader på selve veistrekningen. For eksempel vil kostnader knyttet til snørydding reduseres dersom tiltaket består av å bygge en tunnel, samtidig som øvrige drifts- og vedlikeholdskostnader vil øke ved tunnel. Ved overgang fra manuell til automatisk skredvarsling, kan driftskostnadene falle, men i de fleste tilfeller vil tiltak øke de samlede drifts- og vedlikeholdskostnadene.

Drift- og vedlikeholdskostnadene er også tatt høyde for i dagens analyser. Det finnes standardiserte satser for større vegtiltak som ny veibane, tunneler og broer som avhenger av typen veg og konstruksjoner. Disse er godt innarbeidet i eksisterende metodikk for samfunnsøkonomiske analyser og det jobbes kontinuerlig med å øke presisjonen på verdsettingsfaktorene. For mindre omfattende tiltak rettet direkte mot å redusere risiko for naturfarer, som eksempelvis skredoverbygg, finnes i liten grad standardiserte verdsettingsfaktorer for drifts- og vedlikeholdskostnader. Endringer i driftskostnader må anslås på nytt for hver enkelt analyse av slike tiltak.

Det er klare svakheter i datagrunnlaget for driftskostnader som påvirkes av værforhold. Driftskostnader til væravhengige aktiviteter som snørydding og vinterdrift er beregnet på bakgrunn av klimadata fra en lang rekke værstasjoner, og hvert veielement er koblet med den værstasjonen som basert på nærhet, høyde over havet og andre forhold best representerer klimaet på veilenken. Klimadataene for værstasjonene er om lag 30 år gamle data. Klima, nedbørsmengder og snøfall har imidlertid endret seg betydelig de siste 30 årene, noe som kan gi store feil i beregninger av kostnader til for eksempel snørydding og annen vinterdrift. Størrelsen på feilen vil øke over tid, siden klimaet forventes å endres betydelig.

Det er derfor behov for å oppdatere klimadataene som benyttes i anslag på væravhengige drifts- og vedlikeholdskostnader, og for å inkludere prognoser for fremtidens klima som minimum dekker forventede klimaendringer over levetiden på større veitiltak (normalt 75 år). I nåværende beregningsmetodikk er i hovedsak bare vinterdrift som knyttet til klimaendringer. Klimavariabler som nedbørsmengder, svingninger rundt null grader, hyppigheten av ekstremvær påvirker ikke drifts- og vedlikeholdskostnadene i dagens modeller. Det finnes dermed også forbedringspotensial i modelleringen av hvordan klima påvirker drifts- og vedlikeholdskostnader, og det bør vurderes om flere klimavariabler bør tas hensyn til i modellene.

4.4 Reparasjonskostnader, K

Tiltak mot skader som følge av skred, flom, eller ras vil generelt redusere reparasjonskostnader. Reparasjonskostnader oppstår ved at vegen, og eventuelt omkringliggende bebyggelse, blir skadet ved hendelser. Spesielt når det kommer til reparasjonskostnader forbundet med skred finnes det en betydelig risiko for at virkningen feilestimeres som følge av at frekvensen f^0 fastsettes på bakgrunn av data som avviker systematisk fra forventningsrett frekvens, se kap 4.1.

Når det kommer til sparte reparasjonskostnader per naturfarehendelse, K , finnes det også forbedringspotensial. Det finnes blant annet at det ikke noen samlet oversikt over reparasjonskostnadene ved ulike typer hendelser

og ingen standardiserte verdsettingsfaktorer. Reparasjonskostnadene må fylles manuelt inn i EFFEKTS stengings-/skredmodul, og anslås på nytt for hver enkelt analyse. Det ville vært en forbedring om det fantes gode standardiserte anslag på opprydningskostnader forbundet med hver type naturfare eller skredhendelse og som tok høyde for størrelsen på de aktuelle skredene. Tilsvarende finnes ikke standardiserte verdsettingsfaktorer for flom som treffer veg.

En ytterligere svakhet ved mange samfunnsøkonomiske analyser er at virkninger knyttet til skred og flom, inkludert reparasjonskostnader, utelates helt fra analysene og ikke beregnes. Denne svakheten er ikke relatert til data eller modellapparat, men heller av at å beregne slike virkninger ikke prioriteres i praksis. Bedre inputdata og forbedret modellering av eksempelvis reparasjonskostnader vil ikke bidra til forbedrede analyser med mindre virkningen beregnes og inkluderes i samfunnsøkonomiske analyser, der det er relevant.⁷

4.5 Skattefinansieringskostnader, I , K , A

Skattefinansieringskostnaden er kostnaden for samfunnet av å kreve inn skatt for å finansiere tiltaket. Skattefinansieringskostnaden settes til en prosentsats av finansieringsbehovet fra det offentlige knyttet til tiltaket, i vårt tilfelle kostnader for investering, drift, vedlikehold og reparasjon. I samfunnsøkonomiske analyser i Norge settes skattefinansieringskostnaden til 20 prosent. Skattefinansieringskostnaden kan i enkelte tilfeller være positiv dersom reduksjon i reparasjonskostnader og eksisterende driftskostnader er høyere enn investerings- og driftskostnader knyttet til tiltaket.

4.6 Velferdsgevinster av redusert skredfare, A

En nyere verdsettingsstudie (Navrud mfl. 2020) dokumenterer at norske trafikanter har betalingsvillighet for å unngå fare for skred, også i den store majoriteten av reiser der skredhendelser ikke inntreffer. Studien benytter metodikken som blir benyttet for å fastsette veletablerte faktorer anbefalt i SVVs V712 Håndbok i Konsekvensanalyser (2021) for verdsetting av tid og verdi av et statistisk liv.⁸ I en oppfølgende studie la Navrud mfl. (2022) grunnlaget for bruk av resultatene i anvendte samfunnsøkonomiske analyser. Vi omtaler denne særlig nøye, siden denne virkningen enda ikke er innarbeidet i analysene, og siden den kan være av vesentlig betydning.

Utgangspunktet var at trafikantene kan være villige til å velge noe lengre reisetid eller -avstand, betale noe høyere bompenger eller kjøre på en noe mindre trafiksikker reiserute dersom den alternative reiseruta har lavere frekvens, f^0 , for skredhendelser. Studien dokumenterer at trafikantene opplever et velferdstap ved å utsettes for skredfare, f^0 , uavhengig av om de faktisk utsettes for skredhendelser på reisen. Ved tiltak som reduserer faren, dekker velferdsgevinsten befolkningens nytte som kommer i tillegg til de reduserte direkte skadekostnadene ved at færre skred treffer vegen.

Verdsettingsstudiene spør om betalingsvilligheten for å unngå ulike grader av skredfare, men spør ikke om de personlige motivene for trafikantenes betalingsvillighet. Naturlige årsaker kan være at det oppleves upraktisk å ikke vite om vegen kommer til å være åpen, og utrygt å reise der man vet at det er økt sannsynlighet for skred. Denne velferdsgevinsten estimeres normalt sett å være større enn de alle de direkte kostnadene av skred til

⁷ At virkninger av skred og flom utelates fra analyser er spesielt vanlig i analyser av større veiltak der nytten av spart tid i en normalsituasjon forventes å langt overstige virkninger av redusert frekvens av naturfarehendelser som treffer vegen. At EFFEKTS stengings-/skredmodul er relativt ressurskrevende å gjennomføre beregninger med, kan være en del av forklaringen på hvorfor virkninger av naturfare på veg utelates fra analyser av større veiltak.

⁸ Dette trykker det faglige grunnlaget for å inkludere velferdsgevinsten i samfunnsøkonomiske analyser av skredtiltak, se også Wangsness mfl. (2024).

sammen. De høye verdiene kan forklares ved at velferdsgevinsten omfatter alle reisende på skredfarlige strekninger, ikke bare de som faktisk er utsatt for skred.

Det er fortsatt behov for å avklare en del forhold rundt den praktiske implementeringen av denne effekten i analysene, blant annet om virkningen kan beregnes for alle skredtiltak, hvor stort analyseområde som bør inkluderes og bruken av ÅDT sett opp mot sesongjusterte versjoner av ÅDT.

Den nyeste versjonen av EFFEKTS stengnings-/skredmodul har funksjonalitet for å kunne beregne virkningen. Implementering av beregningen er imidlertid ikke i tråd med anbefalingene for bruk av verdsettingsfaktorene fra verdsettingsstudien (Navrud mfl. 2022). Den tar blant annet ikke høyde for at verdsettingsfaktoren er definert per reise per dag med skred på reiseruta (tilsvarende f^0) og tar heller ikke høyde for skredenes størrelse. I stedet forutsettes velferdsgevinsten ved tiltak å være gjeldende på strekninger med ett skred i året og antatt gjennomsnittlig skredstørrelse. Virkningen vil derfor systematisk underestimeres på strekninger der mer enn ett skred inntreffer per år og/eller skredene er over gjennomsnittlig store, mens de vil underestimeres på strekninger med færre og mindre skred. At skredfrekvensen ikke tas hensyn til innebærer imidlertid at manglene/skjevhetene i kildene for skredfrekvens omtalt i 4.1 ikke påvirker disse resultatene.

Menon Economics har gjennomført beregninger av virkningen i forbindelse med KS2 E16 Nærøydalen og KS1 E134 Arm til Bergen.⁹ I tillegg er virkningen beregnet i forbindelse med Arbeidspakke 3 av Klimavei-prosjektet (Eidsvig mfl. 2025). For øvrig kjenner vi ikke til at velferdsgevinsten har vært inkludert i SVV eller Nye Veiers beslutningsgrunnlag for konkrete veginvesteringer.

Det er ikke gjennomført verdsettingsstudier som undersøker befolkningens betalingsvillighet for å redusere frekvensen av flom og andre naturhendelser som treffer veibanen.

4.7 Trafikantnytte, K, A

Trafikantnytte utløses ved kortere reisetid og kortere reisedistanse. Tid har en samfunnsøkonomisk verdi, slik at redusert reisetid er en samfunnsøkonomisk virkning. Verdsettingsfaktorer for tid er estimert gjennom større verdsettingsstudier¹⁰, som benytter tilsvarende metodikk som verdsettingsstudien for velferdsgevinst av skredsikring. Distanseavhengige kostnader inkluderer blant annet kostnader knyttet til drivstoff og slitasje.¹¹ Trafikantnytte kan også øke dersom tiltaket medfører spart reisetid, men ikke spart distanse, eksempelvis gjennom at en tunnel innebærer høyere vegstandard og fartsgrense. Dersom tiltaket fører til at flere velger å reise, grunnet eksempelvis kortere reisetid, så vil det også øke trafikantnytte.

Tiltak mot naturfarer kan føre til redusert ventetid og redusert omkjøringsstid og -distanse ved veistenginger grunnet naturfarehendelser. For skredtiltak er det en mulighet for at denne virkningen feilestimeres som følge av at frekvensen for skred f^0 fastsettes på bakgrunn av data som systematisk avviker fra forventingsrett frekvens, se kapittel 4.1.

Trafikantnytte er i de fleste veitiltak den klart største nyttevirkingen, og metodikken for å beregne virkningen er derfor velutformet og gjennomarbeidet. Transportmodellapparatet og EFFEKT konsentrerer seg om å estimere

⁹ Se [Menon Economics mfl. \(2022\)](#) og [Menon mfl. \(2024\)](#).

¹⁰ Se Flügel m.fl. (2020a) [Verdsetting av reisetid og tidsavhengige faktorer](#), Flügel m.fl. (2020b) [Kjørekomfort, tidsverdi og rutevalg for bilreisende](#) og Halse m.fl. (2022) [Verdsetting av kjørekomfort for ulike veityper](#).

¹¹ Se [Statens vegvesen \(2021\): Håndbok for Konsekvensanalyser V712](#).

endringer i trafikantnytte i et normalvirkedøgn. Tap av trafikantnytte som følge av naturfarehendelser kan imidlertid beregnes ved hjelp av EFFEKTs stengnings-/skredmodul.

En mindre svakhet ved stengnings-/skredmodulen er at den kun med «prosjekttipe 1», der man ikke benytter data og veinett fra transportmodell direkte men må legge inn veinett til dels manuelt. Et forbedringspunkt er å gjøre stengingsmodulen mindre arbeidskrevende å bruke.

4.8 Personskader, K

Personskader knyttet til skred og ras vil reduseres ved tiltak som skredsikring eller tunnel.¹² De nødvendige komponentene til beregning av nyttevirkninger av færre personskader er følgende:

- a) Forventet frekvens for at skred treffer veg (i nullalternativ og tiltak, f^0 og f^1)
- b) Sannsynligheten for at et skred ved veg treffer kjøretøy
- c) Sannsynligheten for personskade gitt at et skred treffer kjøretøy
- d) Forventede skadegrad, gitt personskade
- e) Verdsettingsfaktorer for personskade, avhengig av skadegrad

Slik omtalt i kapittel 4.1 finnes det betydelige skjevheter i statistikken som kan brukes til å etablere i punkt a) for skred. Frekvensen for skred f^0 fastsettes på bakgrunn av data som systematisk avviker fra forventningsrett frekvens, utgjør den største risikoen for feil innen beregning av virkningen, men det finnes forbedringsmuligheter innen også øvrige deler av beregningene.

Virkningen kan i dag beregnes ved bruk av EFFEKTs skred-/stengingsmodul. I modulen legges det inn antatt årlig skredfrekvens. Sannsynligheten for at det skjer en personskade (punkt b og c) er basert på skredfrekvens lagt inn av brukeren, kjørefart, og ÅDT langs strekningen.¹³ Det er antatt jevn trafikkflyt gjennom året. Verdsettingsfaktorer for ulike skadegrader er basert på verdsettingsstudier av verdien av statistisk liv (punkt e).¹⁴ Verdsettingsfaktorene kombineres med forventet skadegrad (punkt d) for å gi en gjennomsnittlig ulykkeskostnad dersom en bil blir truffet av skred. Denne er i modulen forutsatt å være i overkant av 3 mill. 2013-kroner per personskadeulykke, men det er mulig å legge inn en justeringsfaktor hvis man har grunn til å tro at skredulykker på strekningen er særlig alvorlige, eller mindre alvorlige enn gjennomsnittet.

TØI har nylig undersøkt komponent c) og d) empirisk (Wangsness mfl. 2024). Rapporten viser at skadegrad er sterkt avhengig av skredbredde: De estimerer en forventet nedre ulykkeskostnad for skred under 10 m som treffer kjøretøy på 0,6 mill. kroner, og en forventet øvre ulykkeskostnad på 5 mill. kroner for skred bredere enn 100 m. Dagens modell i EFFEKT tar høyde for at større bredde gir økt sjanse for å treffe en bil, men tar ikke innover seg at alvorlighetsgraden av ulykker øker. Det er planlagt å oppdatere EFFEKT for å ta hensyn til disse nyere funnene. For den andelen av skred som treffer bil som medfører personskade (her rundt 9 prosent), anslår TØI en forventet ulykkeskostnad på mellom 11 og 21 mill. 2020-kroner per personskadetilfelle.

Dersom forventet ulykkeskostnad slik planlagt oppdateres i tråd med ny kunnskap, samt at forventningsrette estimerer på skredfrekvens f^0 benyttes, vil de henholdsvis nest største og største svakhetene i beregning av virkningen være utbedret. Det er også forbedringspotensial i EFFEKTs modelleringen av sannsynligheten for at

¹² Mange veiltak, inkludert tunneler, vil normalt sett også påvirke personskaderisiko som ikke er grunnet naturfare. Denne typen endringer sorterer under A og er godt ivaretatt i standard analyser av veiltak og vi omtaler derfor ikke slike virkninger videre, utover å bemerke at de må medregnes der relevant.

¹³ Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6

¹⁴ Se Veisten m.fl. (2010).

skred treffer kjøretøy og forårsaker personskade. Eksempelvis kan forutsetningen om jevn trafikkflyt over året potensielt bidra til overestimering, ettersom skred oftere går på vinteren og trafikken gjerne er høyere på sommeren.

4.9 Natur- og miljøvirkninger, A, K

Natur- og miljøvirkninger oppstår ved arealbeslag i naturen, eller støy- og luftforurensing knyttet til tiltakene. For eksempel vil en skredsikring eller bredere veibane innebære naturinngrep. Naturen har en verdi for samfunnet, dermed er naturinngrep en samfunnsøkonomisk kostnad. Dette er kostnader som påløper uavhengig av om hendelser skjer. Utløste skred kan også ødelegge naturområder av betydning for naturmangfold og rekreasjon (A). Videre kan faktiske hendelser, som ras og flom, ødelegge naturområder av betydning for naturmangfold og rekreasjon (K).

Natur- og miljøvirkninger behandles som regel som ikke-prissatte virkninger, ettersom det kan være vanskelig å slå fast både en påvirkning og omfang for disse virkningene. DFØs veileder gir retningslinjer for håndtering av ikke-prissatte virkninger.¹⁵

4.10 Samfunnssikkerhet, A

Samfunnssikkerheten kan bedres for eksempel ved at tiltak øker fremkommelighet for utrykningskjøretøy. Effekten på samfunnssikkerhet og beredskap vil i de aller fleste tilfeller være positiv som følge av tiltak. Samfunnssikkerhet vurderes også som en ikke-prissatt virkning i samfunnsøkonomiske analyser, og er tilsvarende krevende å håndtere i samfunnsøkonomisk analyse. Se uttesting av 3R-metoden i NTP 2022-2033 (svar på oppdrag 6).¹⁶

4.11 Eiendomsverdier, A

Eiendomsverdier kan påvirkes som følge av tiltak når tiltaket for eksempel reduserer risiko for skade på eiendom eller gir tryggere vei i området rundt eiendommen. Menon arbeider for øyeblikket med et metodeutviklingsprosjekt for SVV på dette punktet, som kan bidra til at eiendomsverdier hensyntas bedre i analysene.

4.12 Andre klimapåvirkede virkninger

Andre risikoer, som ikke er akutte hendelser, kan også påvirke forhold langs veien. Disse risikoene vil være relevante for veiltak generelt, og ikke bare for tiltak rettet mot å redusere risiko ved naturhendelser. For å kunne hensynta disse risikoene, er det behov for de samme typer data og kunnskaper om dagens værvariabler og anslag på fremtidig utvikling, som for å håndtere akutt naturrisiko som er fokus i dette prosjektet.

For eksempel vil forventet økt nedbør, både med hensyn til intensitet, hyppighet og varighet, kunne skape behov for større dimensjoner på dreneringssystemer samt mer effektive og større fordrøyningsbasseng. Økt nedbør kan også føre til mer slitasje på veibanen og omkringliggende områder på grunn av erosjon. Videre kan

¹⁵ Se [Veileder i samfunnsøkonomiske analyser - Kap. 3.4 Tallfeste, verdsette og vurdere virkninger \(fase 4\) | DFØ](#).

¹⁶ Se [Historisk oversikt: NTP 2022-2033: Oppdrag og svar - regjeringen.no](#).

driftskostnadene bli lavere som følge av mindre snømengder og redusert behov for snørydding, mens investeringene kan øke når jordmasser blir mer ustabile.

4.13 Kommentar til identifiserte svakheter

Det er store forskjeller på hvor viktige de identifiserte svakhetene antas å være for beregningene. I det videre fokuserer vi på forbedringer av svakheter som i sterkest grad kan bedre presisjonen i anslagene på netto nytten av tiltak mot naturfarer på vei.

Antatt skredfrekvens, f^0 , har avgjørende betydning for både velferdsgevinst, omkjøringskostnader, ulykkeskostnader og reparasjonskostnader, samtidig som det finnes betydelige systematiske skjevheter i skredstatistikken. Usikkerheten i f^0 påvirker de fleste nyttevirkningene, og vi vurderer at dette er den største enkeltstående usikkerhetsfaktoren i samfunnsøkonomiske analyser av klimapåvirkede naturfarer. Kapittel 5 er satt av til å drøfte dagens inputdata for f^0 og foreslå hvordan inputdata kan forbedres.

Ettersom **velferdsgevinsten** bygger på nyere forskning, er en del uavklarte metodiske spørsmål rundt hvordan virkningen skal implementeres og avgrenses. I casearbeidet i AP3 sto velferdsgevinsten av skred for rundt 60 til 80 prosent av nytten av tiltak, og var dermed større enn alle øvrige nyttevirkinger til sammen. Ettersom virkningen i mange tilfeller vil være den største nyttevirkingen, er det behov for å etablere klare retningslinjer for når, hvordan og på hvilket grunnlag velferdsgevinsten skal beregnes. Kapittel 6 er satt av til å gjennomgå urtype grunnlaget for virkningen og drøfte hvordan virkningen bør implementeres og avgrenses.

Andre virkninger kan også være utslagsgivende for resultatene. I kapittel 7 foreslås tiltak for forbedringer i behandlingen av resterende virkninger.

DEL II: FORSLAG TIL FORBEDRINGER

5 Metode for anslag på naturfarefrekvenser

Alle betydningsfulle nyttevirkninger av tiltak mot naturfarer på vei avhenger direkte av hvor ofte, kraftig og omfattende naturfarene ville truffet infrastrukturen i fravær av tiltak. Presise og forventingsrette estimater på både dagens og fremtidens forventede frekvens for naturfarer er derfor avgjørende for gode anslag på skredtiltaks samfunnsøkonomiske nytte.

Skred treffer den norske infrastrukturen ofte og kan ha store negative virkninger. Vi dokumenterer i dette kapittelet at det finnes betydelige skjevheter i eksisterende datakilder for å etablere skredfrekvenser for ulike strekninger, med systematisk overestimering i variabelen *skredpunkter* og systematisk underestimering i variabelen *registrerte skred*. Ukritisk bruk av disse kildene kan dermed medføre systematisk og betydelig under- eller overestimering av nytten av tiltak.

Vi anbefaler forbedringer i anslag på skredfrekvensen. Vi anbefaler å benytte gjennomsnittet av skredfrekvens fra skredpunkter og historisk frekvens siden 2009 for registrerte skred, og deretter å kvalitetssikre dette estimatet med skredeksperter/geologer som har lokalkunnskaper om de aktuelle strekningene. Vi vurderer videre etablering av frekvenser for øvrige naturfarer, og hvordan naturfarefrekvenser bør justeres for å ta hensyn til klimaendringene, når detaljerte analyser (eksempelvis gjennomført som i Arbeidspakke 3) er for ressurs- eller kompetansekrevende.

Tabell 5.1 oppsummerer samlede anbefalinger til data for frekvenser for skred og klimapåslag for flom.

Tabell 5.1: Datakilder og anbefalinger for å anslå frekvenser for naturfarer

Formål	Anbefaling
Datakilder for skredfrekvens	• Skredpunkt, vegobjekttype 824 i NVDB • Skred, vekobjekttype 445 i NVDB
Sammenstille data for skredpunkt	• Fjerne «sikring utført».
Sammenstille data for registrerte skred	• Fjerne registrerte skred som overlapper geografisk med skredpunkt hvor sikring er utført. Data fra alle år fra og med 2009. • Inkludere kun skred med løsnedområde lik verdiene «Ur» og «Fjell/dalside».
Etablere samlet skredfrekvens per skredpunkt	• Bruke gjennomsnittet for registrerte skred og skred i skredpunkter som utgangspunkt. • Konsultere med fagfolk med lokalkunnskap rundt om resulterende anslag bør justeres.
Etablere frekvens per type skred	• Estimert samlet skredfrekvens fordeles på type skred i henhold til samme prosentvise fordeling som oppgitt i skredpunktdata.
Skredbredde	• Benytt skredbredde fra skredpunkt • Juster ned bredde fra 20 til 10 meter for skred registrert med 20 meters bredde.
Klimapåslag for snøskred	• Undersøke om tørre eller våte snøskred er det primære problemet i aktuelle skredpunkter. • Tørre snøskred: Uendret frekvens lik dagens

	• Våte snøskred: Fremskrives med 1-2 ganger referanseårets frekvens i 2100.
Klimapåslag for øvrige skred	• Anta lineær framskriving fra referanseår (ofte år 2000) til år 2100. • Benytt fylkesvise klimaprofiler til å fremskrive <i>frekvens</i> av skred: ○ «Sannsynlig økning» fremskrives til 1,5-5 ganger referanseårets frekvens i 2100. ○ «Mulig sannsynlig økning» fremskrives til 1-2 ganger referanseårets frekvens i 2100. ○ «Sannsynlig uendret eller mindre» fremskrives med uendret frekvens. ○ «Usikker» fremskrives med uendret frekvens. ○ Konsulter fagfolk med lokalkunnskap.
Datakilde for frekvens av øvrige naturfarer (flom, snøfokk, isgang)	• Naturfare, vegobjekttype 957 i NVDB
Etablere frekvens for øvrige naturfarer	• Ta utgangspunkt i gjentakelsesintervall fra «Naturfare» i NVDB. • Se kapittel 5.3 for forslag til kvantifisering av kategorier for gjentakelsesintervall. • Konsultere med fagfolk med lokalkunnskap.
Klimapåslag for flom	• Bruk fylkesvise klimaprofilers anbefalinger til å fremskrive <i>kostnad</i> av flom. • Klimapåslag: 0, 20 og 40 prosent for elvestrekninger der det estimeres en henholdsvis reduksjon, økning og stor økning. • Samme klimapåslag på tvers av alle gjentakelsesintervaller. • Anta lineær framskriving fra referanseår (ofte år 2000) til år 2100.
Referanseår for klimapåslag	• Referanseår for hver respektive naturfare og fylke oppgitt i klimaprofilene til Klimaservicesenteret. • Dersom referanseår ikke er oppgitt, benytt siste tilgjengelige år som referanseår.
Funksjonsform for framskrivinger	• Lineær framskriving mellom verdi for referanseår og verdi for 2100. • Framskriving fortsetter lineært etter 2100.

5.1 Datakilder for skredfrekvens

Per i dag finnes det to overordnede datakilder som kan benyttes til å etablere skredfrekvens på vei: registrerte skred og ekspertvurderinger av skredpunkter. Data på både registrerte skred og skredpunkter kan finnes i NVDB (Norsk vegdatabank). Registrerte skred består av historiske skred, rapportert i etterkant av en hendelse, mens

skredpunkter er områder hvor geologer har vært involvert og vurdert forventet skredfrekvens. Disse statistikkene bør i prinsippet gi tilnærmet like anslag på forventet skredfrekvens.

Registrerte skred skal i prinsippet skal innebefatte alle skred som *har* gått.

I *skredpunkter* vurderes punkter eller strekninger der skred har inntruffet og forventes å fortsette å inntreffe med mer eller mindre jevne mellomrom. Frekvensene baseres på en samlet ekspertvurdering fra geologer, der de også tar høyde for den historiske frekvensen for registrerte skred. I den grad klimaendringer eller lignende vil medføre endring i frekvens i fremtiden kan dette til en viss grad tas inn i frekvensene registrert i skredpunktene. Ettersom frekvensen i skredpunktene først og fremst er en vurdering av nær fremtid, bør anslåtte frekvenser i teorien i liten grad avvike fra historisk gjennomsnittlige gjentakelsesintervaller.

Registrerte skred over lengre strekninger bør forventes å ha noe høyere frekvens, ettersom disse skal dekke alle historiske skred, mens skredpunktene kun dekker geografisk avgrensede strekninger/punkter der skred kan forventes å gå med en viss hyppighet. Dette gjelder spesielt for jord- og sørpeskred, som i mindre grad utløses på samme sted flere ganger, i motsetning til snøskred og steinsprang. Samtidig kan en forvente noe avvik grunnet at skredpunktene skal ta høyde forventede endringer i frekvens på kort sikt.

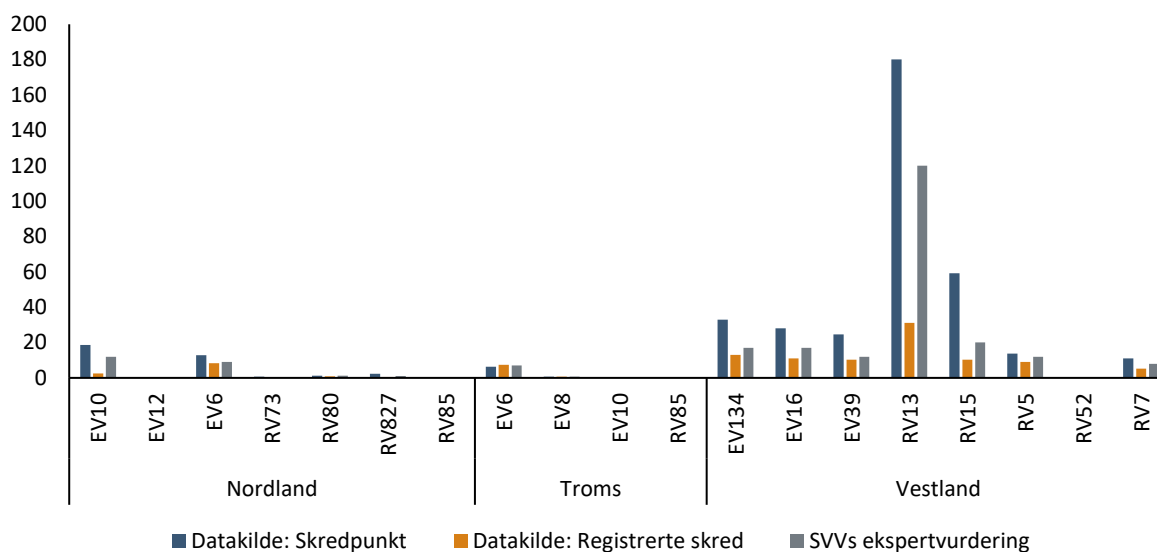
5.1.1 Systematiske avvik i skredfrekvens mellom *registrerte skred* og *skredpunkter*

Vi har undersøkt omfanget av avvik mellom de to statistikkene for 19 riks- og europaveistrekninger i henholdsvis Vestland, Nordland og Troms fylke. Avgrensningen av strekningene og hvilke strekninger vi har undersøkt er gjennomført i samråd med ressurser i SVVs skredgruppe. Målet var å få et representativt bilde på differansen mellom de to kildene. Se Vedlegg: Utdypinger om skjevheter i skredstatistikken Vedlegg: Utdypinger om skjevheter i skredstatistikken for ytterligere dokumentasjon av metode, resultater og anbefalinger.

Vår gjennomgang av de 19 skredutsatte riks- og europaveistrekningene viser at det i mange tilfeller er stor diskrepans mellom antall registrerte skred og den frekvensen som summen av skredpunktene indikerer. Dette illustreres tydelig i Figur 5.1, som viser årlig skredfrekvens for et utvalg av strekningene.¹⁷ I nesten alle tilfellene er antallet registrerte skred vesentlig lavere enn skredpunktene. Avvikene er gjennomgående så store at de må komme av systematiske skjevheter i en eller begge av kildene, da de er for store til å kunne forklares av de mindre prinsipielle forskjellene i de to kildene. SVV har for de 19 strekningene, gitt sitt beste anslag på skredfrekvens basert på eksisterende data, deres kjennskap til strekningene og hvordan datamaterialet produseres. Som man kan se vurderer de frekvensen til å gjennomgående ligge mellom de to kildene, på om lag 60 prosent av frekvensen i skredpunktene.

¹⁷ Hver av strekningene er definert avgrenset til hele riks- eller europaveiens lengde innenfor fylkesgrensene til Vestland, Nordland og Tromsø. Vi har valgt å kun se på riks- og europaveier ettersom datakvaliteten presumtvt er best på slike veier der staten har drifts- og vedlikeholdsansvar. Vi har i figuren kun tatt med strekningene med minst 10 skred årlig i henhold til minst en av de to statistikkene, se vedlegg A for en oversikt over alle de 19 strekningene.

Figur 5.1: Årlig skredfrekvens ut ifra skredpunkter og registrerte skred (årlig gjennomsnitt 2009-2023), for de mest skredutsatte strekningene i vårt utvalg. Kilde: SVVs Vegkart og ekspertvurderinger fra SVVs skredgruppe.



Det er bred enighet blant eksperter på området, blant annet i SVVs skredgruppe og skredeksperter i NGI, om at registrerte skred underrapporteres. Dette henger sammen med at de som drifter vegene først og fremst ansvar for opprydning og reparasjon, å sikre videre normal drift og gjenopprette veiens funksjonalitet etter en skredhendelse. Rapportering vil og bør nødvendigvis prioriteres lavere enn å sikre åpen og trygt farbar vei. Ved høy aktivitet og hyppige skred kan det glippe å få rapportert skredene i etterkant, til tross for at driftskontraktene ofte spesifiserer at entreprenøren skal registrere skred. Det kan også være tilfeller hvor skred aldri oppdages av de som drifter veien, for eksempel går om natten og kun lander i grøfta. Også dette vil bidra til underrapportering av skredhendelser.

Antall skred varierer betydelig fra år til år og det er derfor behov for å se på registrerte skred over flere år for å få et godt bilde over gjennomsnittlig frekvens. Ifølge ekspertene i Statens Vegvesen har skredrapporteringen blitt noe bedre over tid, men underrapportering er fortsatt en utfordring som må tas med i betraktning ved vurdering av skreddata. Ettersom datakvaliteten var dårligere lengre tilbake i tid, bør man ikke benytte for gamle data på registrerte skred. På bakgrunn av at registreringene ble bedre etter omlegging i rapporteringsmetode (overgang til digital registrering) på midten av 2000-tallet har vi i samråd med SSVs skredgruppe benyttet gjennomsnittlig antall skred per år de siste 15 årene (2009-2023) i vår analyse. *I framtidige analyser anbefaler de å benytte registrerte skred for perioden fra og med 2009.*

Skredpunktene er lokasjoner hvor geologer har vurdert den forventede fremtidige skredfrekvensen for et område langs veien. De tar høyde for historiske frekvenser i sine ekspertvurderinger og instruksjonen er at forventet skredfrekvens i skredpunktene skal representere forventningsverdien på kort sikt. Det åpnes for å ta høyde for forventet fremtidig utvikling, eksempelvis grunnet klimaendringer. Gjennomsnittlig forventet skredfrekvens og -bredde er vurdert for seks typer skred separat (snøskred, sørpeskred, steinsprang, isskred, jord-/løsmasseskred og flomskred).

For de riks- og europavei-strekningene vi har vurdert, ligger antall skred ifølge skredpunktene i snitt på 20,7, mens registrerte skred i snitt ligger på 5,8 skred. Den betydelige differansen mellom resultatene for de to statistikkene kan i prinsippet indikere underrapportering av registrerte skred, overestimering av skredpunkter, eller en kombinasjon av begge disse forklaringene.

Vi har innhentet vurderinger fra eksperter i skredgruppen fra SVV og NGI, og disse anser at differansen mellom registrerte skred og skredpunkter er for stor til å kunne forklares utelukkende med underrapportering av registrerte skred. NGI har i Arbeidspakke 3 i Klimavei-prosjektet vurdert skredfaren for E39 Våtedalen uavhengig av statistikken for registrerte skred og skredpunkt. Deres estimat ligger, som vist i Tabell 5.2, mellom resultatene fra disse to kildene. NGI har i dette prosjektet hatt tid og budsjett til å gjennomføre grundige analyser, utført etter beste praksis og med hensyn til store mengder data. Det at de kommer frem til en forventet skredfrekvens mellom registrerte skred og skred i skredpunkt, støtter opp under konklusjonen om at det reelle antallet skred trolig ligger mellom disse to statistikkene.

Tabell 5.2: Årlig antall snøskred i Våtedalen, i henhold til tre ulike kilder.

Registrerte skred (gjennomsnitt siste ti år)	Skredpunkt	Beregnet av NGI
1,1	5,1	3,8

I tillegg til at antall skred med all sannsynlighet overestimeres i skredpunktene, har denne datatypen også en annen svakhet. Når man vurderer skredstørrelse i et skredpunkt, er den minste størrelseskategorien som kan legges inn 20 meter. Et typisk skred i denne breddekategorien vil i de fleste tilfeller være lang smalere enn 20 meter. *I samråd med SVVs skredgruppe og NGI har vi kommet fram til at 10 meter er et rimelig anslag på reell bredde på skred registrert med denne bredden i skredpunkter.*

Vi har ingen indikasjoner på at selve *fordelingen* av skred på typer skred i skredpunktene innehar systematiske skjevheter. Vi antar derfor at faren for overestimering er lik mellom skredtypene, og at fordelingen av skred i skredpunkt av den grunn er en hensiktsmessig fordeling å ta utgangspunkt i.

5.2 Anbefalinger for beregninger av dagens skredfrekvenser

SVV har for de 19 strekningene vi har sett på, vurdert hva de mener er en plausibel skredfrekvens basert på eksisterende data, deres kjennskap til strekningene og hvordan datamaterialet produseres. Deres anslag faller i stor grad mellom registrerte skred og skredpunktene. Vurderingene tilsier ikke at det er noe tydelig mønster for over-/underestimering, for eksempel avhengig av fylke. Mangelen på systematikk i skjevhetene gjør at det er vanskelig å gi en klar anbefaling om at den ene statistikken er mer presis enn den andre. For å vurdere hva som gir det mest forventningsrette estimatet på antall skred har vi derfor samarbeidet tett med både NGI og skredgruppen i SVV. Vi anbefaler å bruke **gjennomsnittet at registrerte skred og skredfrekvens i skredpunkt**. Se Vedlegg: Utdypinger om skjevheter i skredstatistikken n.

Vi understreker at estimatene på skredfrekvens er beheftet med høy usikkerhet, og skredgruppen selv understreker at frekvensen er svært vanskelig å bedømme uten lokal kjennskap til strekningen. Vi anbefaler derfor at man i en samfunnsøkonomisk analyse også **konsulterer relevante fagfolk med lokalkompetanse på strekningen**. SVVs skredgruppe (avdeling for myndighet og regelverk, underenhet for Vegutforming, Klima og geofag) er fagmyndighet på området og har bidratt til denne anbefalingen og er derfor et naturlig sted å henvende seg.

Gjennomsnittsvurderingen som nevnt ovenfor bør være et utgangspunkt som kan justeres med utgangspunkt i vurderinger fra skredeksperter med lokalkjennskap. Man bør i en slik samtale presentere både statistikken for registrerte skred og skredpunkt, og få ekspertenes vurdering av hva forventningsrett skredfrekvens er. Ettersom

lokale eksperter ofte kan være de samme som har vurdert skredfrekvensen i skredpunktene, bør man søke å få en forklaring på skillet mellom registrerte skred og skredpunkter, og sikre at skredeksperter har en forståelse av at det er *forventet* antall skred i dagens klima som skal vurderes.

Når gjennomsnittsfrekvensen er beregnet og justert i samråd med eksperter for en gitt strekning, anbefaler vi at man videre anvender statistikk *fra skredpunkter*, da denne statistikken inneholder mer omfattende og standardisert informasjon enn statistikken for registrerte skred. Dette er for eksempel nødvendig for å komme frem til en mer forventningsrett frekvensvurdering *per skredtype*. Vi foreslår å nedjustere skredfrekvensene fra skredpunktene med samme prosentvise forskjell som mellom estimert totalt antall skred (gjennomsnittsvurdering/ekspertvurdering) og totalt antall skred i skredpunkt. Samtlige skredtyper som er relevante for strekningen bør derfor justeres ned med én felles justeringsfaktor, som beskrevet i Tekstboks 5.1.

Tekstboks 5.1: Eksempelberegning av justering av skredfrekvens.

Registrerte skred: 1 per år
Skredfrekvens i skredpunkt: 6 per år
Gjennomsnittsvurdering: 3,5 per år
Justert frekvensvurdering (etter konsultasjon med geologer): 3 per år
Snøskredfrekvens i skredpunkt: 0,5 per år

Utrekningen blir da:

$$\text{Snøskredfrekvens} = \frac{3}{6} * 0,5 = 0,25$$

Mer generelt blir fremgangsmåten som følger:

$$\text{Frekvens per skredtype} = \frac{\text{Vurdering av riktig skredfrekvens}}{\text{Antall skred ifølge skredpunkt}} * \text{Frekvens per skredtype ifølge skredpunkt}$$

For å finne registrerte skred og skredpunkter for en strekning har vi til slutt enkelte, konkrete anbefalinger til **databehandlingen**. For skredpunkter anbefaler vi å inkludere alle skredpunkter som påvirkes av tiltaket som analyseres, foruten de hvor sikring er utført. Skredpunktene hvor sikring er utført antas dermed implisitt å ha en restsannsynlighet for skred lik 0. Dette vil trolig ikke stemme i alle tilfeller, men er en hensiktsmessig forenkling, som vi vurderer å ha liten påvirkning på resultatene i tiltaksanalyser i praksis. For registrerte skred bør man da også fjerne registrerte skred som overlapper geografisk med skredpunkter hvor sikring er utført. Man bør i tillegg kun inkludere skred med løseområde «Ur» og «Fjell/dalside». Dette er skredtypene som følger av naturfarer, og som kan reduseres med skredsikring. Skred som treffer grøfta bør inkluderes når man skal beregne totalt antall skred, men med skredbredde på 0 meter.

For å beregne gjennomsnittlig antall årlige skred bør registrerte skred baseres på en hensiktsmessig periode. Dersom man går mange år tilbake i tid blir skredstatistikken av lavere kvalitet, og en lavere andel av skredene er rapportert inn. Samtidig ønsker vi at man skal benytte en tidsperiode lang nok til å kunne vurdere årsgjennomsnittet sikrere. På bakgrunn av innspill fra SVVs skredgruppe anbefaler vi å inkludere observasjoner fra og med 2009.

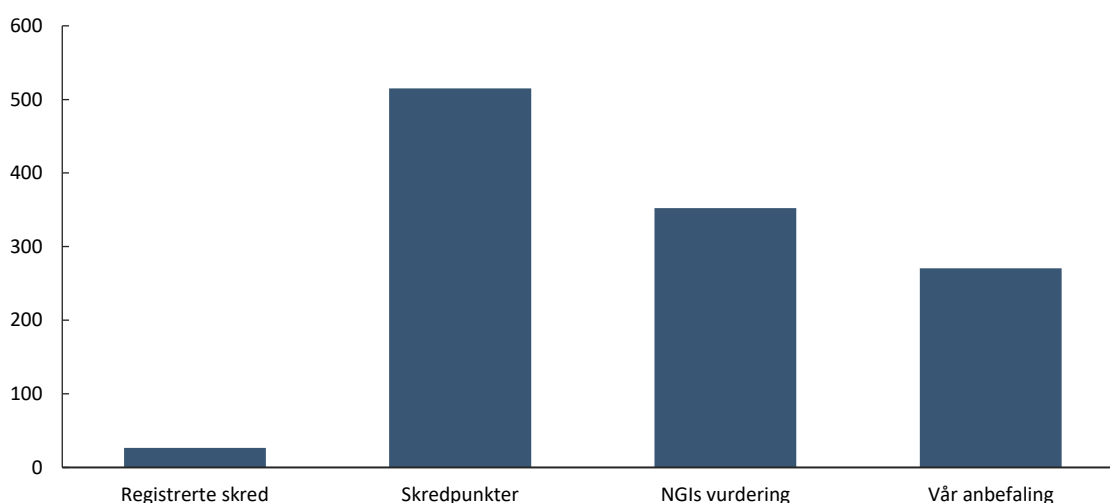
Man bør også finne forventet bredde på skredene som vil inntreffe, differensiert for hver skredtype. Vi anbefaler å hente dette fra skredpunktene, grunnet at denne kilden er mer komplett og vi ikke har funnet indikasjoner på

systematiske feil utover den omtalt i neste setning.¹⁸ Slik forklart i Vedlegg A, er skredbredden overestimert for skred registrert med 20 meters bredde i skredpunktene, grunnet at det ikke er mulig å registrere lavere bredde enn dette. Vi anbefaler på bakgrunn av innspill fra skredgruppen i SSV derfor å justere ned skredbredden i denne breddekategorien fra 20 til 10 meter i skredpunktstatistikken.

5.2.1 Skredfrekvens er avgjørende for lønnsomheten av tiltak

Å følge vår anbefaling krever for det første å innhente data fra to alternative kilder, sammenstille disse og deretter kvalitetssikre estimatet gjennom skred eksperter i SVV. Selv om vi anerkjenner at dette kan være en tidkrevende prosess, er det viktig å understreke at det er svært viktig å få riktig skredfrekvens på plass, ettersom det er avgjørende for den estimerte lønnsomheten av skredtiltak. Usikkerhet rundt skredfrekvens utgjør det største usikkerhetsmomentet ved nær sagt alle nyttevirksomheter av skredtiltak. Dette er illustrert i Figur 5.2, som viser samfunnsøkonomisk lønnsomhet ved lett skredsikring langs Våtedalen med registrerte skred, skred i skredpunkter, og skredfrekvens vurdert av NGI, spesifisert i Tabell 5.2. Siste kolonne viser i tillegg beregnet nettonytte ved bruk av gjennomsnittet mellom skredpunkter og registrerte skred, som er vår anbefaling.

Figur 5.2: Samfunnsøkonomisk lønnsomhet for lett skredsikring langs Våtedalen, med utgangspunkt i ulike skredfrekvenser.¹⁹



Som figuren viser, har skredfrekvensen en betydelig innvirkning på lønnsomheten. Nettonytten av tiltaket er om lag 490 mill. kroner, eller hele 20 ganger høyere dersom man legger til grunn frekvensen fra skredpunktet heller enn frekvensen hentet fra registrerte skred. Dette er fordi alle de viktigste nyttevirkningene avhenger direkte og tilnærmet lineært av skredfrekvensen, for en gitt antatt skredbredde. For eksempel vil reparasjons-, forsinkelses-, og ulykkeskostnader som oppstår ved et skred, påvirkes direkte av antall skredhendelser langs strekningen. I tillegg spiller forventet antall skred en rolle i beregningen av velferdsgevinsten ved skredsikring, da trafikantene opplever en større belastning med økt skredfrekvens. Alle de nevnte virkningene er dermed lineært avhengige

¹⁸ For eksempel mangler om lag 15 prosent av registrerte skred de siste ti årene (alle registrerte skred fra 2014-2023, med løseområde ur og fjell/dalside) informasjon om veilengde blokkert, inndeling i type skred er mindre enhetlig rapportert og til slutt er skredpunktene tydelig geografisk avgrenset og kan derfor lettere benyttes som input til analyser. Skredpunkter inneholder anslag på frekvens og bredde for alle typer skred i nær sagt alle kartlagte skredpunkter.

¹⁹ Det er her tatt utgangspunkt i en skredfrekvens på henholdsvis 1,1, 5,1, 3,8 og 3,1 i 2023. Skredene er forventet å ha samme prosentvis utvikling fra 2023 til 2050 og 2100 i alle tilfellene. Vi antar også at tiltakene gir den samme prosentvis reduksjonen i skred som treffer veien. For mer informasjon om beregningene og hvilke forutsetninger som ligger til grunn, se Eidsvig mfl. (2025).

av skredfrekvensen. Videre vil endringer i reparasjonskostnader også føre til justeringer i kostnader knyttet til skattefinansiering.

5.2.2 Anbefalinger for avgrensning av tiltakets nedslagsfelt

I de fleste tilfeller vil det være tilstrekkelig å kun analysere naturfarepunkter som vegtiltaket påvirker direkte, gjennom eksempelvis å fjerne hele eller deler av naturfareriskioen tilknyttet punktet. Dette gjelder for eksempel fysisk skredsikring av spesifikke skredpunkter, eller tunneltiltak der reisetid, rutevalg og trafikkmengde i liten grad påvirkes av tiltaket. I slike tilfeller kan analysen avgrenses til å omfatte direkte berørte naturfarepunkter og øvrige direkte virkninger av tiltaket.

Forventede ulykkeskostnader og velferdsgevinst av skred, samt omkjøringskostnader ved naturfarehendelser er direkte og tilnærmet lineært avhengig av ÅDT forbi naturfarepunktet. Samtidig kan større vegtiltak medføre store endringer i rutevalg og betydelig nyskapt eller redusert trafikk på konkurrerende eller tilgrensende veier. Dersom det finnes skred- eller naturfarepunkter på disse tilgrensende eller konkurrerende veistrekningene vil tiltakene medføre samfunnsøkonomiske virkninger tilknyttet også disse naturfarepunktene, i kraft av å endre hvor mange som kjører forbi dem. Om en ny veistrekning medfører betydelig lavere reisekostnader og dette fører til eksempelvis en halvering av ÅDT på en skredfarlig alternativ reiserute, så vil velferdstapet forbundet med skredpunktene på den konkurrerende reiseruta halveres. Denne virkningen av overført trafikk kan potensielt være betydelig.

Samfunnsøkonomiske beregninger av slike større tiltak gjennomført etter standard metodikk med transportmodell og EFTEKT vil fange opp hvordan den overførte og nyskapt trafikken påvirker samlet trafikantnytte og ulykkeskostnader mm. Standardanalysene med transportmodell vil imidlertid ikke fange opp endring i velferdstap og ulykkeskostnader tilknyttet skredfare på tilgrensende og konkurrerende veinett.

I KS1 av KVV E134 Arm til Bergen analyserte Menon en rekke større tiltak, som skapte store trafikale virkninger på tilgrensende, konkurrerende og skredfarlige hovedveier mellom øst- og vestlandet. For å ta høyde for endring i velferdsgevinst av skred analyserte vi om lag 200 skredpunkter på berørte riks- og europaveier i Vestland fylke. Å ta høyde for nytten av redusert velferdstap ved skred som følge av redusert trafikk forbi disse indirekte berørte skredpunktene hadde virkninger i størrelsesorden flere hundre mill. kroner. Dette illustrerer at en for smal avgrensning av større tiltaks nedslagsfelt kan medføre at store nyttevirksomheter utelates fra analysen. Dersom tiltaket medfører økt trafikk på skredfarlige tilgrensende veistrekninger kan det å utelate skredpunktene på disse strekningene fra analysen medføre at betydelige kostnader utelates.

For tiltak der det benyttes transportmodell grunnet forventning om at tiltaket medfører overført/nyskapt trafikk og tilgrensende og konkurrerende strekninger har høy skredfare, anbefaler vi å inkludere skredpunktene på disse tilgrensende strekningene i analysen. Ettersom man da fort vil måtte analysere et høyt antall skredpunkter, vil det være naturlig å benytte anbefalt gjennomsnittsfrekvens fra registrerte skred og skredpunkter for punktene på det konkurrerende og tilgrensende veinettet. De viktigste skredpunktene å inkludere er de med høy skredfrekvens og stor endring i ÅDT i analysen. For direkte berørte skredpunkter bør man i tillegg gjennomføre sjekker av de resulterende skredfrekvensene med skredeksperter fra eksempelvis SVV. Det er også mulig å vurdere om det er hensiktsmessig å kun prissette endring i velferdstap forbundet med skred på tilgrensende og konkurrerende veinett, og vurdere påvirkning på øvrige virkninger som ikke-prissatte. Dette på bakgrunn av at velferdstapet er den empirisk sett største virkningen og den samtidig er den minst ressurskrevende å beregne for et stort antall punkter.

5.3 Anbefalinger for anslag på andre naturfarefrekvenser

For å estimere frekvensen av flom og andre naturfarer, som snøfokk og isgang, anbefaler vi å ta utgangspunkt i naturfarepunktene fra NVDB. Vi har ingen informasjon som tilsier at disse dataene innehar systematisk skjevheter, og anser dem derfor som et pålitelig utgangspunkt. Naturfarepunktene spesifiserer gjentakelsesintervall for naturfarene, definert som "flere ganger per måned", "flere ganger per år", "1-2 ganger årlig", "hvert 2.-5. år", "hvert 5.-50. år", eller "sjeldnere enn hvert 50. år". Direkte bruk av disse intervallene krever imidlertid visse forutsetninger.

Vi foreslår derfor følgende tilnærming for å oversette kategoriene til konkrete frekvenser:

- Flere ganger per måned tilsvarer 24 hendelser i året
- Flere ganger per år tilsvarer 6 hendelser i året
- 1-2 ganger årlig tilsvarer 1,5 hendelser i året
- Hvert 2.-5. år tilsvarer 0,29 hendelser i året (hvert 3,5 år)
- Hvert 5.-50. år tilsvarer 0,04 hendelser i året (hvert 27,5 år).
- Sjeldnere enn hvert 50. år tilsvarer 0,02 hendelser i året (hvert 50. år) dersom det ikke finnes ytterligere informasjon om frekvens under variabelen «Tilleggsinformasjon». Dersom det for eksempel er spesifisert at det er en 200-årsflom, bør frekvensen settes lik 0,005.

Disse estimatene kan fungere som utgangspunkt. Det er imidlertid viktig å konsultere eksperter for konkrete frekvensvurderinger når en analyse skal gjennomføres, ettersom data alltid kan inneholde unøyaktigheter. Selv om vi ikke har identifisert indikasjoner på systematiske skjevheter, betyr ikke dette at dataene nødvendigvis gir forventningsrette estimater (jamfør vår undersøkelse av skreddata) Gjentakelsesintervallene er for eksempel ikke alltid spesifisert, noe som gjør det ekstra viktig å rådføre seg med lokale eksperter for disse områdene. NVEs aktsomhetskart for flom kan være en supplerende kilde for å vurdere hvorvidt veiene er utsatt for flom.

5.4 Framskrivninger av naturfarefrekvenser

I dette kapittelet begrunner vi våre anbefalinger for hvordan naturfarefrekvenser bør justeres for å ta hensyn til klimaendringene, når detaljerte analyser slik gjennomført i Arbeidspakke 3 er for ressurs- eller kompetansekrevene. Tabell 5.3 oppsummerer samlede anbefalinger til data for frekvenser for skred og klimapåslag for flom, som beskrevet i avsnittene under.

Tabell 5.3: Anbefalinger for å fremskrive frekvenser for naturfarer

Formål	Metode
Klimapåslag for snøskred	• Undersøke om tørre eller våte snøskred er det primære problemet i aktuelle skredpunkter. • Tørre snøskred: Uendret frekvens lik dagens • Våte snøskred: Fremskrives med 1-2 ganger referanseårets frekvens i 2100.
Klimapåslag for øvrige skred	• Anta lineær framskrivning fra referanseår (ofte år 2000) til år 2100. • Benytt fylkesvise klimaprofiler til å fremskrive <i>frekvens</i> av skred: ○ «Sannsynlig økning» fremskrives til 1,5-5 ganger referanseårets frekvens i 2100. ○ «Mulig sannsynlig økning» fremskrives til 1-2 ganger referanseårets frekvens i 2100. ○ «Sannsynlig uendret eller mindre» fremskrives med uendret frekvens.

	○ «Usikker» fremskrives med uendret frekvens. ○ Konsulter fagfolk med lokalkunnskap.
Klimapåslag for flom	• Bruk fylkesvise klimaprofilers anbefalinger til å fremskrive <i>kostnad</i> av flom. • Klimapåslag: 0, 20 og 40 prosent for elvestrekninger der det estimeres en henholdsvis reduksjon, økning og stor økning. • Samme klimapåslag på tvers av alle gjentakelsesintervaller. • Anta lineær framskriving fra referanseår (ofte år 2000) til år 2100.
Referanseår for klimapåslag	• Referanseår for hver respektive naturfare og fylke oppgitt i klimaprofilene til Klimaservicesenteret. • Dersom referanseår ikke er oppgitt, benytt siste tilgjengelige år som referanseår.
Funksjonsform for framskrivinger	• Lineær framskriving mellom verdi for referanseår og verdi for 2100. • Framskrivning fortsetter lineært etter 2100.

5.4.1 Begrensinger og antakelser i anbefalingene

I utgangspunktet er det behov for framskrivninger av både *frekvenser* og *konsekvenser* av hendelser. Per i dag anbefaler vi å benytte

- Anslåtte framskrivninger av *frekvenser* for skredhendelser (men konstante kostnader per hendelse)
- anslåtte framskrivninger av *konsekvenser* (kostnad) for flom-, nedbør-, og overvannshendelser (men konstante frekvenser)

Det finnes veletablerte autoritative kilder for kvantifiserte klimapåslag for kostnadene av flom-, nedbør- og overvannshendelser. Når det kommer til klimapåslag for frekvens av skredhendelser er kildetilfanget langt dårligere.²⁰ Endringer av sannsynlighet for skred kan vurderes ved å studere såkalte terskelverdimodeller. En slik modell angir en verdi for en eller flere kritiske klimaparametere som kan gi utløsning av naturhendelsen, f.eks. at døgnnedbørsmengder over et visst nivå kan utløse jordskred. For å finne ut hvilken returperiode et nivå av en klimaparameter vil ha i fremtiden kan man se på klimaframskrivningskurver for klimaparameteren. Denne metodikken ble benyttet i casestudiene analysert i Arbeidspakke 3 i KlimaVei-prosjektet.²¹ Framgangsmåten vil kunne gi relativt presise og lokalt tilpassede klimaframskrivninger av skredfrekvens, men den krever høy kompetanse på geologi, skred, klimaendringer og -framskrivninger og er i tillegg ressurskrevende å gjennomføre. Dersom det finnes tilstrekkelig kompetanse og ressurser til å gjennomføre en slik analyse vil det normalt sett gi de mest presise anslagene.

I praksis vil det ofte være for ressurs- og/eller kompetansekrevende å gjennomføre detaljerte analyser med avanserte terskelverdimodeller for å etablere fremtidig skredfrekvens i samfunnsøkonomiske analyser av skredtiltak. Dette gjelder eksempelvis i overordnede strekningsvise analyser, eller analyser i tidlig fase. Formålet

²⁰Anbefalinger om klimapåslag for nedbør, flom og overvann i denne rapporten benyttes i dimensjonering av infrastruktur i hhv. N200 vegutbyggingsnormal og Bane NORs tekniske regelverk. I byggt teknisk forskrift (TEK 17) finnes imidlertid ikke eksplisitte formuleringer om klimapåslag for flom og skred i formuleringer av sikkerhet mot naturpåkjenninger ved plassering av bygg. I pbl § 3-1 bokstav g er det presisert at det ved planlegging skal tas klimahensyn gjennom tilpasning til forventede klimaendringer, men det er det ikke beskrevet hvordan klimaendringer skal tas hensyn til eller hvilke klima-påslag som skal inkluderes.

²¹ Se Arbeidspakke 3 i prosjektet KlimaVei (Eidsvig mfl. 2025)

med dette kapittelet er å gi generelle og overordnede anbefalinger for klimapåslag for skredfrekvens, for bruk i slike tilfeller.

Videre antar vi lineær framskriving i klimafrekvens og kostnad. For enkelte virkninger vil det være mer sannsynlig at endringen vil følge en bratt kurve først, for deretter å flate ut. Kurvens form vil variere mellom ulike typer naturfarer, og ulike lokasjoner. Ettersom vi er ute etter å gi generelle anbefalinger så antar vi for enkelhets skyld lineær utvikling.

Ovennevnte faktorer betyr at det er mye usikkerhet knyttet til fremtidige naturfarehendelser. Usikkerheten bør reflekteres i analysen, for eksempel ved å analysere ulike scenarier eller ved å gjennomføre Monte Carlo-simuleringer.

Anbefalingene til framskrivninger i dette kapittelet er basert på tilgjengelig kunnskap ved publisering av rapporten. Vi anbefaler å bruke oppdatert kunnskap hvis tilgjengelig. Anbefalingene er også generelle, og kan treffe enkelte lokasjoner bedre enn andre. For noen analyser kan det derfor også være aktuelt å gjøre egne, geologiske undersøker, og/eller oppsøke lokale eksperter.

5.4.2 Framskrivninger av konsekvenser av flom, nedbør og overvann

For nedbør, overvann og flom anbefaler vi å bruke Klimaservicesenteret (KSS) sine fylkesvise klimaprofiler²². Klimaprofilene oppgir klimapåslag for flom, nedbør og overvann, for ulike fylker. Siden påslagene beskriver hvordan lastene fra naturhendelsene på infrastrukturen øker, anbefales det at effekt av klimaendringene inkluderes i beregninger av kostnader forbundet med naturhendelsen (K , jf. formel 1).

Klimaprofilene oppsummerer klimaendringenes effekt på naturfare og gir oppsummering med de viktigste endringene for hvert fylke. Klimaprofilene innledes med tabeller som viser hva som har økt sannsynlighet, mulig økt sannsynlighet, uendret eller mindre sannsynlighet eller hva som er usikkert. Figur 5.3 viser en slik oversikt for Møre og Romsdal.

Klimapåslaget oppgis å være enten 0 %, 20 %, eller 40 %. Påslag for flom oppgis for eksempel på følgende måte:

- **0 %** for elvestrekninger der det beregnes en reduksjon i flomstørrelsen. Det gjelder særlig i store nedbørfelt dominert av snøsmelteflommer.
- **20 %** for elvestrekninger der det beregnes en økning i flomstørrelsen.
- **40 %** for elvestrekninger der det beregnes en stor økning i flomstørrelsen.

Det anbefales samme klimapåslag på tvers av alle gjentakintervaller

²² Se informasjon om klimaprofilene til Norsk Klimaservicesenter [her](#).

Figur 5.3: Oppsummering av endringen i naturfarebildet for Møre og Romsdal.

VESENTLEG AUKE		MOGELEG VESENTLEG AUKE	
	Ekstrem nedbør		Tørke
	Regnflom		Isgang
	Jord-, flom- og sørpeskred		Snøskred
	Stormflo		Kvikkleireskred
Det er venta vesentleg auke i episodar med kraftig nedbør både i intensitet og førekomst. Dette vil også føre til meir overvatn		Trass i meir sommarnedbør, kan høgare temperaturar og auka fordamping auke faren for tørke om sommaren	
Det er venta fleire og større regnflaumar, og i mindre bekkar og elver må ein vente ei auke i flaumvassføringa		Kortare isleggingssesong, hyppigare vinterisgangar samt isgangar høgare opp i vassdraga. Nesten isfrie elver nær kysten	
Auka fare som følgje av auka nedbørmengder		Med eit varmare og våtare klima vil regn oftare falle på snødekt underlag. Dette kan redusere faren for tørrsnøskred, og auke faren for våtsnøskred i skredutsette område	
Som følgje av havnivåstiging er det venta auke i stormflonivåa		Auka erosjon som følgje av hyppigare og større flaumar kan utløse fleire kvikkleireskred	
SANNSYNLEG UENDRA ELLER MINDRE		USIKKERT	
	Snøsmelteflom		Sterk vind
Snøsmelteflaumane vil komme stadig tidlegare på året og bli mindre mot slutten av hundreåret			Steinsprang og steinskred
			Fjellskred
		Truleg lita endring	
		Hyppigare episodar med kraftig nedbør vil kunne auke frekvensen av desse skredtypane, men hovudsakleg for mindre steinspranghendingar	
		Det er ikkje venta at klimaendringane vil auke faren for fjellskred vesentleg	

5.4.3 Anbefalinger for framskriving av skredfrekvenser

For skred anbefaler vi å inkludere effekter av klimaendringene i form av endret skredsannsynlighet, dvs. sannsynlighet for naturhendelse (*f*, jf. formel 1). I likhet med flom, anbefaler vi videre å bruke oppsummeringene av endringen i naturfarebildet fra klimaservice senterets fylkesvise klimaprofiler. Disse inneholder ikke kvantifiseringer av endringene, men kategoriserer dem inn i kategoriene *sannsynlig økning*, *mulig sannsynlig økning*, *sannsynlig uendret eller mindre* og *usikkert*. Kvantifisering av effekt av klimaendringene kan gjøres i henhold til disse kategoriene, se Tabell 5.4, der vi skiller på to typer snøskred og øvrige skredtyper.

For alle Fastlands-Norges fylker har Klimaservicesenteret vurdert utviklingen i snøskred overordnet likt og plassert dem inn i kategorien *mulig sannsynlig økning*.²³ Som en del av vurderingen oppgis det at faren for tørrsnøskred forventes å synke på sikt, mens den forventes å øke for våtsnøskred, se Figur 5.4. Ettersom de to typene snøskred er forventet å utvikle seg i hver sin retning anbefaler vi å undersøke tørre eller våte snøskred er hovedproblemet i de aktuelle skredpunktene og tilpasse framskrivingen deretter.

I NVDBs skredpunkt-data finnes det ikke egne frekvenser for henholdsvis tørre og våte snøskred. Variablene «merknad» og «utløsende årsak» tilhørende skredpunktene inneholder imidlertid i mange tilfeller informasjon om skredpunktet i hovedsak er utsatt for tørre, våte eller både tørre og våte snøskred. Om tørre snøskred er hovedproblemet anbefaler vi å la frekvensen være uendret og om man ikke finner informasjon om tørre eller

²³ For Oslo/Akershus og Østfold har klimaservicesenteret ingen vurdering av snøskred. For Svalbard/Longyearbyen er snøskred vurdert i kategorien «sannsynlig økning».

våte snøskred er hovedproblemet anbefaler vi å legge til grunn en frekvensendring i den nedre delen av spekteret for våte snøskred.

Figur 5.4: Klimaservicesenterets vurdering av utvikling i snøskred i Fastlands-Norge, samlet vurderes faren som «mulig sannsynlig økning». Kilde: Klimaservicesenteret



Frekvensene i Tabell 5.4 er et utgangspunkt som bør suppleres med de mer utfyllende beskrivelsene i klimaprofilene, blant annet for å lande i hvilken enda av de anbefalte spennene man bør legge seg i den enkelte analyse. I noen klimaprofiler er det for eksempel beskrevet hvordan utviklingen kan variere innad i fylkene, og utviklingen kan variere mellom ulike strekninger. Det bør gjøres en skjønnsmessig vurdering av hvordan dette hensyntas i analysen. I sammenheng med å få hjelp fra SVVs skredgruppe for å etablere skredfrekvens i dag, anbefaler vi å etterspørre informasjon om aktuelle snøskred primært er våte eller tørre, samt bidrag til å fastsette forutsatt størrelse på klimarelatert frekvensøkning.

Tabell 5.4: Anbefalinger for kvantifisering av endringer av skredfarebildet fra kategori i klimaservice senterets fylkesvise klimaprofiler, samt for tørre snøskred. (Norsk klimaservicesenter 2024).

Kategori	Røffe anslag for endring av frekvens (generalisert fra erfaringene fra casestudier*)
Snøskred:	
- Tørre snøskred	Samme frekvens som i analyseår.
- Våte snøskred	1-2 ganger frekvens i referanseår
Øvrige skredtyper:	
- Sannsynlig økning	1,5 - 5 ganger frekvens i referanseår
- Mulig sannsynlig økning	1-2 ganger frekvens i referanseår
- Sannsynlig uendret eller mindre	Samme frekvens som i analyseår.
- Usikkert	Samme frekvens som i analyseår.

*Se

Tekstboks 5.2 for mer informasjon om grunnlag for anbefalte frekvenser.

Tekstboks 5.2: Grunnlag for anbefalinger av fremtidige frekvenser.

Gjennom arbeidene med eksempelstudier i KlimaVei Arbeidspakke 3 er det gjort kvantifiseringer av endringer av skredfrekvens for ulike lokaliteter og skredtyper. Omfanget av arbeidet er for lite til å kunne komme med nasjonale anbefalinger om kvantitative endringer av skredfrekvens, men her gjengis verdier fra eksempelstudiene. Disse er benyttet for å gi grove kvantitative anslag på hva klimaservicesenterets verbale formuleringer (økt sannsynlighet, mulig økt sannsynlighet, uendret eller mindre sannsynlighet) kan bety, samt grunnlag for differensiering mellom våte og tørre snøskred.

Type skred	Klimaforhold og parametere relevante for utløsning	Frekvensendring fra våre eksempelstudier (NB. Vil variere geografisk og med høyde over havet)
Jord- og flomskred	Nedbør av kort varighet, f.eks. 1-døgnsnedbør	3-5 ganger frekvens i dagens klima
Snøskred (tørre og våte)	Akkumulert snøfall, f.eks. 3-døgns nedbør som snø, regn på snø hendelser.	Reduksjon av tørrsnøskredfrekvens, økt eller uendret våtsnøskredfrekvens.
Steinsprang	Sammensatt: fryse-/tinesykluser, temperatursvingninger	Dagens frekvens benyttes
Sørpeskred	Regn på snø hendelser	Økt frekvens; men ikke kvantifisert i våre vurderinger.

5.4.4 Anbefalinger for referanseår til bruk i framskrivninger

Anbefalte klimapåslag er for år 2100 og vi anbefaler linær framskriving av påslag for frekvens (skred) og konsekvens (flom mm) før og etter dette tidspunktet. Framskrivningene gjelder relativt til et gitt referanseår. Ettersom anbefalingene bygger på Klimaservicesenterets klimaprofiler anbefaler vi å benytte referanseår for hver respektive naturfare og fylke oppgitt i klimaprofilene. Klimaprofilene i stor grad bygger på rapporten «Klima i Norge 2100» (2015)²⁴, som har fokus på endringer i klima frem mot slutten av århundret (2071–2100) i forhold til 1971–2000. I tilfellene det ikke er oppgitt referanseår i klimaprofilene, anbefaler vi å anta at framskrivingen gjelder relativt til dagens situasjon.

For naturfarer der vi anbefaler å legge til grunn uendret frekvens eller kostnad, anbefaler vi å legge til grunn frekvens/kostnad i analyseåret. Dette ettersom hvilket år som velges er mindre viktig ved uendret frekvens/kostnad og at frekvensen/kostnaden i praksis bør være minst ressurskrevende å beregne for året analysen gjennomføres i.

²⁴ Hanssen-Bauer, I. m.fl. (Red.) (2015). Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. [NCCS report no. 2/2015](#)

5.5 Modellering av usikkerhet

Ettersom forventet årlig skredfrekvens er beheftet med betydelig usikkerhet, anbefaler vi i samfunnsøkonomiske analyser å gjennomføre modelleringer av usikkerheten.²⁵ Vi anbefaler å benytte registrerte skredfrekvenser og skredpunkter som et intervall for usikkerhet. Frekvensestimatet fra registrerte skred kan eksempelvis brukes som et anslag på P5, ettersom vi vurderer at det er svært usannsynlig at registrerte skred overrapporteres. Frekvensen angitt i skredpunktene kan benyttes som et rimelig anslag på P90. Som estimat på forventningsverdien, kan man bruke gjennomsnittet av disse, eventuelt justert etter vurderinger fra lokale geologer. Tilsvarende vil anbefalte spenn for mulig utvikling i frekvens som følge av klimaendringer kunne være et naturlig utgangspunkt for å etablere usikkerhetsspenn for fremtidig utvikling. Til slutt vil i mange tilfeller frekvensreduksjonen skredtiltak skaper være usikkert og naturlig å ta inn i en usikkerhetsanalyse.

Estimatene kan brukes som utgangspunkt i Monte Carlo-simuleringer, som er et nyttig verktøy for å kvantifisere usikkerhet. Her kan man simulere skredfrekvenser gjentatte ganger, eksempelvis under forutsetning om en triangelfordeling med P5, forventningsverdi og P90 som input. Dersom Monte Carlo-simuleringer gjennomføres vil det være naturlig å også ta inn usikkerhetsspenn for forventet skredbredde, på verdsettingsfaktor for velferdsgevinst av skredsikring, alvorlighetsgrad for ulykker og på klimafaktorene. En slik simulering vil gi en sannsynlighetsfordeling over mulige utfall og over netto nytten av tiltaket som analyseres.

Dersom rapporteringen av statistikken forbedres over tid, vil også usikkerheten rundt forventet antall skred reduseres. Usikkerhetsanalyser vil være viktigere ved stor diskrepans mellom de to kildene, enn i tilfeller hvor diskrepansen er lavere og feilmarginen kan forventes å være mindre. Dersom estimatene blir svært like, kan fremgangsmåten hvor man setter registrerte skred lik P5 og skredpunkter lik P90 underestimere usikkerheten. Vi anbefaler derfor at man i samtaler med lokale skredeksperter også forsøker å få god forståelse for usikkerheten.

²⁵ Vi snakker her om usikkerhet knyttet til forventningsverdien for årlig skredfrekvens, og ikke usikkerhet knyttet til årlige variasjoner rundt gjennomsnittet.

6 Metode for analyse av velferdsgevinst

Nyere verdsettingsstudier viser at trafikantene har en «restbetalingsvillighet for å unngå skredfare, i tillegg til betalingsvilligheten for å unngå kostnadene forbundet med faktiske skredhendelser, se kapittel 4.6. Case-analysene i Arbeidspakke 3 viste at dette kan være den største nyttevirkningen for skreddiltak. Her vurderer og anbefaler vi verdsettingsfaktor til bruk i analyser av skrediltak. Videre anbefaler vi hvordan verdioverføring bør gjennomføres i enkelte uavklarte tilfeller og legger fram en anbefalt modell for hvordan virkningen kan beregnes. Vi behandler disse virkningene relativt detaljert, siden metoden er ny, og virkningene vesentlige.

6.1 Grunnlag for verdsetting av velferdsgevinst

Grunnlaget for verdsettingsfaktoren er dokumentert i Navrud m.fl. (2020). Det ble gjennomført valgekspirimeter med formål å anslå enhetsverdier for velferdstap ved å være utsatt for skredrisiko på vei og jernbane. Respondentutvalget besto av personer fra Hordaland, Nordland og resten av Norge (N=1921). Respondentene deltok i et valgekspiriment relatert til deres nylige transportopplevelser langs bestemte skredutsatte strekninger. Hvis de ikke hadde reist på en skredutsatt strekning i den siste måneden, ble de presentert for et hypotetisk scenario. Majoriteten av respondentene svarte på bakgrunn av egne og konkrete opplevelser, med utgangspunkt i en strekning de nylig hadde reist på.

Hver respondent fikk i undersøkelsen åtte valgkort, hvor de på hvert valgkort skulle velge mellom to alternative reiser som hver var beskrevet med seks attributter. Figur 6.1 viser et eksempelvalgkort fra studien. De seks attributtene var: forventet skredfrekvens, gjennomsnittlig skredstørrelse, infrastrukturstenging, antall skadde og døde, reisetid og reisekostnad. Gjennom sine valg mellom de to alternativene på de åtte valgkortene må respondenten ta stilling til hvor mye av andre attributter de var villige til å gi opp til fordel for redusert skredfare. Deltakerne vurderte dermed hva de var villige til å *ofre* for å unngå en skredfare tilsvarende ett årlig skred.

Figur 6.1: Eksempelvalgkort fra studien i Navrud mfl. (2020).

Hvilket alternativ foretrekker du

	Alternativ A	Alternativ B
Dager per år med skred langs strekningen	12	24
Vanlig størrelse på skred langs strekningen (hvis det går skred), bredde/volum	100 meter/ 100 lastebillass	1000 meter/ 1000 lastebillass
Dager per år med stenging av strekningen Alle årsaker, ikke bare skred	16	4
Hardt skadde og døde i bilulykker på strekningen i løpet av 10 år Alle årsaker – de fleste skadene skyldes andre årsaker enn skred	35	21
Reisetid med bil for en reise på strekningen	53 minutter	90 minutter
Kostnad med bil for en reise på strekningen	75 kroner	162 kroner
	Alternativ A	Alternativ B

Studien finner at respondentenes opplevde grad av utrygghet *ikke* hadde en klar sammenheng med skredstørrelse og skredfrekvens, men at det finnes en restbetalingsvillighet for redusert skredfrekvens og redusert skredstørrelse. Denne verdien går utover verdien som kan tilskrives konkrete faktorer som veistengning, forsinkelser og personsikaderisiko. Restverdien henger trolig sammen med psykologiske faktorer som følelsen av

trygghet og frihet fra bekymring på skredutsatte veier, selv om datagrunnlaget ikke er egnet til å slå fast at det er en utrygghetskostnad. Skredfare innebærer også redusert oppetid. Å ikke ha visshet om at reiser kan gjennomføres, kan også innebære et velferdstap som respondentene er villige til å betale for.

Dersom restbetalingsvilligheten i all hovedsak er begrunnet i irrasjonell²⁶ frykt for skred, kunne man sett for seg at å redusere den irrasjonelle frykten direkte ville vært mer treffsikkert og lønnsomt enn veiltak for å redusere skredfare.²⁷ Navrud m.fl. (2020) testet både om personlighetstrekket nevrotisme²⁸ og det å kjøre ofte langs skredutsatte strekninger hadde påvirkningskraft på betalingsvilligheten, uten å finne signifikante sammenhenger. Begge disse resultatene taler for at restbetalingsvilligheten ikke er et utslag av irrasjonell frykt og at opplysningstiltak for å redusere frykten i liten grad vil kunne erstatte reelle reduksjoner i skredfare.

Oppfølgingsstudien Navrud mfl. (2022) ga anbefalinger om hvordan verdsettsingsfaktoren kunne implementeres i praksis. Anbefalingen bestod i at virkningen implementeres med en verdsetting på 3,7 (2019)-kroner per skredhendelse og 0,13 (2019)-kroner per forventet meter skredbredde (om lag ekvivalent 10 kubikkmeter skredvolum) som treffer veiinfrastrukturen. Denne verdsettingen impliserer at trafikantene har en betalingsvillighet for å unngå en skreddag per år som tilsvarer tidsbesparelsen ved å redusere reisetiden med om lag 2,4 minutter.²⁹

Verdsettsingsstudien benytter samme metodikk som den benyttet for å fastsette veileiterte verdsettsingsfaktorer anbefalt i SVVs V712 Håndbok i Konsekvensanalyser (2021) for verdsetting av tid og verdien av et statistisk liv.

6.2 Anbefalinger for bruk av verdsettsingsfaktor for velferdsgevinst av skredsikring

Under gir vi våre anbefalinger om implementering av noen spesifikke forhold, og om overordnet modell for beregning av virkningen.

6.2.1 Anbefalinger for verdioverføring av verdsettsingsfaktor for velferdsgevinst

En overføring av verdieslimater fra en tidligere verdsettsingsstudie til en anvendt samfunnsøkonomisk analyse omtales på fagspråket som en verdioverføring. I verdioverføringen er det nødvendig å ta stilling til en rekke spørsmål om hvordan verdsettsingsfaktoren skal benyttes, og i hvilke settinger og under hvilke forhold det er faglig forsvarlig å ta den i bruk i samfunnsøkonomiske analyser, se Navrud m.fl. (2022).

Kriterier for hvilke skredpunkt der er relevant å beregne endret velferdstap forbundet med skredfare for

I tråd med diskusjonen i kapittel 5.2.2, anbefaler vi å gjennomføre beregning av endret velferdstap forbundet med skredfare i for skredpunkter der tiltaket:

²⁶ En del utrygghet kan bunne i svært irrasjonelle eller overdrevent følelsesmessige reaksjoner hos mennesker som utsettes for risiko, særlig risiko med et betydelig fryktelement, se Navrud mfl. (2022).

²⁷ Opplysningstiltak om at risikoen for å bli skadet av skred på vei er svært lav, kunne vært et slikt tiltak.

²⁸ Personlighetstrekk ble målt gjennom utvalgte spørsmål hentet fra den anerkjente «Big five»-personlighetstesten, med fokus på nevrotisme for å måle respondentenes psykiske ubehag og reaktivitet (Kennair, 2019). Respondentene svarte på 11 uttalelser, hvor seks utsagn var knyttet til nevrotisme og fem til ekstroverjon, for å undersøke en potensiell sammenheng mellom nevrotisme og skredfareverdsetting. Spørsmål om ekstroverjon ble inkludert for å bidra til at respondentene ikke gjennomskuet at formålet var å teste en hypotese om sammenheng mellom nevrotisme og skredfareverdsetting.

²⁹ Ved skredbredde 10m=100kkm og ett skred i året er betalingsvillighet per reise 5 kr. Dette tilsvarer betalingsvilligheten for å spare 2,4 minutt, gitt en verdsettsingsfaktor på 125 2020-kr/person/time. Dette tilsvarer tidskostnaden for lett bil, fritidsreise, 70-200 km reise. Se Tabell 5.11, [Håndbok V712 Konsekvensanalyser \(vegvesen.no\)](#).

- a) Reduserer (eller eliminerer) frekvensen av skred som treffer vei
- b) Endrer (eller eliminerer) trafikkvolumet forbi punktet, uten at skredfrekvensen endres.

I begge tilfeller er det essensielt å ta høyde for restrisikoen i skredpunktene. Dersom tiltaket består i tunnel som fjerner skredrisikoen for gjennomfartsreisende, men lokaltrafikken fortsatt vil benytte eksisterende og skredfarlig vei, må sistnevnte fortsatte velferdstap tas høyde for i analysen.

Ettersom antall skredpunkter i gruppe b) kan være betydelig for tiltak med store trafikale virkninger kan man av praktiske hensyn vurdere å inkludere kun punktene med høyest skredfrekvens og endring i trafikkmengde i analysen av prissatte virkninger samtidig som man gjennom forenkende forutsetninger etablerer dagens skredfrekvens i punktene. Se kapittel 5.2.2. for ytterligere råd om avgrensninger og mulige tilpasninger.

Lineær sammenheng skredfrekvens og velferdstap – også ved lave frekvenser og mindre endringer

Vi har ikke grunnlag for å anta noe annet enn at det er en **lineær sammenheng** mellom redusert skredfrekvens og velferdsgevinsten (for en gitt skredbredde), slik at gevinsten er den samme om man reduserer fra 1 til 0 årlige skred som fra 5 til 4 årlige skred. Det er heller ikke grunnlag for å anta en nedre grense for hvor lav skredfrekvensen i et skredpunkt må være for at den ikke skal medføre et velferdstap. Respondentene ble konfrontert med spørsmål om betalingsvillighet for å redusere samlet skredfrekvens over lengre strekninger, der det fantes mange skredpunkter med varierende skredfrekvens. Siden skredfare er geografisk klumpet sammen i enkelte områder vil de fleste reiser være påvirket enten av ingen eller flere skredpunkter. I reisene der flere skredpunkter passerer er det rimelig å anta det å redusere skredfrekvensen også i punkter med lav frekvens gir en velferdsgevinst.

Velferdsgevinst av automatisk skredsikring – en gråsone?

Det er ikke gitt at verdsettingsfaktoren vi legger til grunn i våre anbefalinger kan verdioverføres til analyser av alle typer skredtiltak. Dette gjelder spesielt automatisk skredvarsling. Automatisk skredvarsling fungerer ved at sensorer installert ved skredpartier overvåker og fanger opp rystelser og vibrasjoner i fjellsiden, noe som gjør det enklere og mer presist å anslå når et skred kommer til å gå. Dersom sannsynligheten for at et skred vil gå innen kort tid overstiger et visst nivå, stenges veien. Da slike systemer har høyere presisjon enn manuelt styrte stenginger, reduseres skredfaren i det tidsrommet hvor veien er åpen betraktelig. I tillegg vil omfanget av preventive stenginger der det ikke går skred reduseres.

Automatisk skredvarsling reduserer imidlertid ikke skredfrekvensen direkte. Til tross for at konsekvensen av skredhendelser reduseres betydelig så vil strekningen fortsatt ha det samme antallet «dager med skred per år», som er det respondentene i verdsettingsstudien ble bedt om å vurdere. Siden automatisk skredvarsling ikke ble undersøkt i verdsettingsstudien, vil det være større usikkerhet ved verdioverføringen til analyse av slike tiltak.

Vår foreløpige anbefaling er imidlertid at velferdsgevinsten beregnes også for slike tiltak, ettersom automatisk skredvarsling både øker oppetid og reduserer sannsynligheten for å bli truffet av skred. Så lenge trafikantene har tillit til at skredvarslingssystemene er treffsikre er vår vurdering at trafikantene trolig opplever en velferdsgevinst, da det både øker pålitelighet og grunnlaget for bekymring for å bli truffet av skred. Beregninger av velferdsgevinsten av automatisk skredvarsling vil imidlertid være beheftet med større usikkerhet enn tilsvarende for fysiske skredtiltak, og resultatene bør behandles deretter. Vi understreker at det her er behov for videre forskning for å avgjøre hvordan trafikantene verdsetter redusert skredrisiko grunnet fysisk sikring, sett opp mot automatisk skredvarsling, noe vi beskriver nærmere i kapittel 7.

Vi anbefaler generelt å ikke benytte sesongjustert ÅDT i beregning av velferdsgevinst av skredsikring

Snøskred inntreffer i all hovedsak i vinterhalvåret og det er derfor naturlig å benytte sesongjustert ÅDT for beregning av virkninger som avhenger av hvor mange trafikanter det er på veien når hendelsen inntreffer. Dette gjelder eksempelvis ulykkes- og omkjøringskostnader.

For beregning av velferdsgevinsten av skredsikring, anbefaler vi imidlertid ikke å benytte sesongjustert ÅDT. Dette kommer av at det respondentene er spurt om å vurdere er «Dager per år med skred langs strekningen», dvs. uavhengig om de gjennomførte reisen på sommeren eller vinteren. Det er derfor den *årlige* skredrisikoen over hele strekningen respondentene forholdt seg til når de gjentatte ganger valgte mellom å reise på strekningen beskrevet av alternativ A eller B, karakterisert ved skreddager og øvrige attributter, se i Figur 6.2 under. Det som implisitt verdsettes i studien er det unngå å ha en dag med skred på strekningen i løpet av ett år. Ettersom studien ikke nevner type skred i valgekspriementet, er det naturlig å anta at respondentene antar samme gjennomsnittlige skredrisiko per dag gjennom året. Med mindre skredfaren på en strekning utelukkende består av snøskred med klar sesongavgrensning, så er det ikke grunnlag for å anta at trafikanter på sommeren ikke tar inn over seg skredfare vinterstid.

Dersom en strekning 1) *utelukkende* er utsatt for skredfare i enkelte sesonger (for eksempel snøskred), og 2) det er stor variasjon i trafikk mellom ulike sesonger, er det hensiktsmessig å benytte sesongjustert ÅDT. I praksis gjøres dette ved å beregne gjennomsnittlig velferdstap i løpet av vinteren, og da med ÅDT som kun gjelder for vintersesongen.

Figur 6.2: Eksempelvalgkort fra studien i Navrud mfl. (2020).

Hvilket alternativ foretrekker du		
	Alternativ A	Alternativ B
Dager per år med skred langs strekningen	12	24
Vanlig størrelse på skred langs strekningen (hvis det går skred), bredde/volum	100 meter/ 100 lastebillass	1000 meter/ 1000 lastebillass
Dager per år med stenging av strekningen Alle årsaker, ikke bare skred	16	4
Hardt skadde og døde i bilulykker på strekningen i løpet av 10 år Alle årsaker – de fleste skadene skyldes andre årsaker enn skred	35	21
Reisetid med bil for en reise på strekningen	53 minutter	90 minutter
Kostnad med bil for en reise på strekningen	75 kroner	162 kroner
	Alternativ A	Alternativ B
Forrige		

ÅDT bør suppleres med personbelegg – og bussreisende og tungtransport må hensyntas

Verdsettingfaktoren for velferdstap forbundet med skredfare måler betalingsvillighet per personreise, ikke per kjøretøy. Bil- og busspassasjerer bør i verdioverføringen derfor forutsettes å oppleve tilsvarende velferdstap forbundet med skredfare som sjåfører. Dersom ÅDT benyttes i beregninger vil det medføre en potensielt betydelig underestimert av virkningen. I praksis kan antall personreiser forbi skredpunkter i nullalternativ og tiltak hentes ut fra transportmodellkjøringer. En fordel ved denne metoden er at også antall bussreisende er enkelt å identifisere, men metoden kan være ressurskrevende, ettersom resultater for veilenker i

transportmodellen per i dag må kobles mot riktige skredpunkter utenfor transportmodellen. Alternativt kan gjennomsnittlig personbelegg anslås basert på gjennomsnittresultater for landet, eksempelvis hentet fra SVVs Håndbok for konsekvensanalyser V712 (2021). Ettersom data på ÅDT normalt sett kun skiller på tunge og lette kjøretøy vil det ved bruk av forenklet metode være vanskelig å identifisere antall busser og bussreisende.

I likhet med Navrud mfl. (2022) vurderer vi forskjellen i estimert velferdstap per skred dag mellom bussreisende og bilreisende som for liten til at det er hensiktsmessig å skille mellom de to. Det finnes heller ikke grunnlag for å anta at lastebilførere har annen betalingsvillighet enn øvrige trafikanter. Vi anbefaler derfor at det benyttes samme verdsettingsfaktorer for alle personreiser, inkludert kollektiv- og tungtransporten.

6.2.2 Samlet modell for beregning av velferdsgevinst av redusert skredrisiko

Modellen for beregning av velferdsgevinst ved redusert skredrisiko baserer seg på Navrud mfl. (2022). Velferdsgevinsten per unngått skred er satt til 3,70 kroner per skred, med en tilleggskostnad på 0,13 kroner per meter skredbredde som treffer veiinfrastrukturen.³⁰ Dette er beregnet per reisende som bruker strekningen.

Formelen for velferdsgevinst G for år t og skredtype s i ett skredpunkt er følgende, oppgitt i 2019-kroner:

$$(4) \quad G_{t,s} = A f_{t,s} \cdot (3,7 \text{ kr} + 0,13 \text{ kr} \cdot b_{s,t}) \cdot r_t \cdot p \cdot A(\text{ÅDT}_t \cdot \text{belegg}_t) \cdot 365 \text{ dager}$$

$G_{t,s}$: Velferdsgevinst i kroner av skred i år t for skredtype s

$f_{t,s}$: forventet skredfrekvens i år t for skredtype s

b_s : forventet bredde for skredtype s i meter

r_t : realprisjustering for år t

p : prisjustering

ÅDT_t : ÅDT forbi strekningen i år t , begge retninger, inkludert tunge og lette kjøretøy og busser

belegg_t : Gjennomsnittlig personbelegg i år t , for kjøretøyene innebefattet av ÅDT

Forventet skredfrekvens per år og forventet bredde regnes ut som angitt i kapittel 5. Grunnet forskjell i bredde per type skred, samt at frekvensen for ulike typer skred ha forskjellige klimapåslag, bør hver skredtype behandles for seg. Gevinsten beregnes per år, noe som vil gi en kontantstrøm over perioden. Summen av denne kontantstrømmen gir den totale velferdsgevinsten per skredtype. Beregningen gjennomføres for alle relevante skredpunkter.

Velferdsgevinsten av redusert skredrisiko bør realprisjusteres for å sikre at beregningene reflekterer den reelle økonomiske belastningen og betalingsvilligheten over tid. Etter hvert som inntektsnivået og levestandarden øker, er folk trolig villige til å bruke en tilsvarende andel av sin inntekt på å unngå skredfare. Til slutt bør det også gjennomføres en prisjustering fra 2019-priser til det aktuelle året for beregningene. Modellen kan tilpasses til å benyttes for skredtiltak på jernbane ved å bytte ut verdsettingsfaktor for skredfrekvens med 5,00kr og skredbredde 0,10 kr (2019-kroner) og benytte antall togreisende istedenfor reisende langs veg.

Dersom man skulle bruke andre data enn skredpunkter for å fastslå forventet skredbredde, for eksempel dersom man har fått opplysninger om at registrerte skred på strekningen er godt rapportert, skal man under beregningen av forventet bredde per skred benytte skredbredde lik 0 for de skredene som havner i grøfta. Dette er ikke relevant dersom man bruker skredpunkter, ettersom det da allerede er gjort en vurdering av forventet størrelse på skred.

³⁰ 10 meter skredbredde forutsettes å om lag tilsvare 100kubikkmeter skredvolum.

7 Vurderinger av videre arbeid

Her oppsummerer vi våre forslag til videre arbeid for å forbedre samfunnsøkonomiske analyser knyttet til tiltak rettet mot naturfarer på vei.

7.1 Forbedring av skredstatistikken

Vi har dokumentert betydelige skjevheter og usikkerhet i begge de tilgjengelige datakildene - skredpunkter og registrerte skred - som kan benyttes for å etablere skredfrekvens. I kapittel 5 diskuterer hvordan disse skjevhetene kan justeres for å oppnå nærmest mulig forventingsrette estimater på skredfrekvens, gitt nåværende datakvalitet og usikkerhet i datakildene. Vi har konsentrert vår undersøkelse om å avdekke skjevheter i skredstatistikken på riks- og europaveier. Vi finner indikasjoner på at skredstatistikken for fylkesveier og kommunale veier har tilsvarende skjevheter, samt potensielt enda større usikkerhet, men har ikke utført tilstrekkelige undersøkelser for å konkludere på om dette er tilfellet. En bredere kartlegging av skredstatistikken som også omfatter kommunale og fylkeskommunale veier kan bedre kunnskapsgrunnlaget. Overføring av ansvaret for drift av fylkeskommunale veier fra nasjonale SAMS vegadministrasjon til fylkene i 2020 kan ha medført separate rapporteringsregimer på tvers av fylker. Det vil være relevant å undersøke om det har oppstått systematiske forskjeller i rapportering av skred mellom fylkene.

På lengre sikt kan skjevheter i skredstatistikken reduseres ved å redusere underrapporteringen av inntrufne skredhendelser og overestimeringen av skredfrekvens i skredpunktene. Mulige tiltak kan være:

- Systematisk kartlegge skjevhetene i rapportering og skredpunkt for å bedre kunnskapsgrunnlaget for å gjennomføre tiltak.
- Løfte viktigheten av rapportering av skredhendelser i fremtidige driftskontrakter.
- Tilstrekkelige ressurser og kompetanse hos veieiere til å følge opp at rapportering gjennomføres i tilfredsstillende grad.
- Sikre enhetlig forståelse av hva som skal vurderes, slik at skredpunktene reflekterer forventningsverdier og gjennomføre nye vurderinger av alle skredpunkter.

7.2 Drifts- og vedlikeholdskostnader

I dag benytter Statens vegvesen to modeller for å beregne drifts- og vedlikeholdskostnader. Den kortsiktige modellen MOTIV estimerer kostnadene for eksisterende veier, mens EFFEKT beregner kostnadene for veier under planlegging.

MOTIV integrerer klimaeffekter primært gjennom vinterdrift, som snørydding og saltspredning.³¹ Modellen hensyntar for eksempel ikke hvordan hyppigere temperaturskifter kan påvirke vedlikeholdskostnadene. Den forutsetter også optimale løsninger for infrastruktur, noe som impliserer en undervurdering av risikoer knyttet til for eksempel underdimensjonerte stikkrenner. Videre benytter MOTIV værdata som er 30 år gamle, og modellens beregninger reflekterer dermed ikke dagens klima.

³¹ Vi har sett på Statens vegvesens brukerveiledning for MOTIV fra 2021 (Statens vegvesen 2021), samt enkeltnotater for de ulike modulene (skred og skredsikring, snørydding, vegdekke, med mer). Vi har også sett på manualen fra 2017 (Statens vegvesen 2017). Dokumentene er tilsendt oss fra Statens vegvesen.

EFFEKT benyttes i samfunnsøkonomiske analyser og som beslutningsgrunnlag for nye veiprosjekter (se Statens Vegvesen (2015a). Output fra MOTIV brukes som referanse for å fastsette driftskostnadskomponenter i EFFEKT. Eventuelle feil i MOTIV vil dermed påvirke resultatene fra EFFEKT.

Mulige tiltak for å forbedre anslag på drift- og vedlikeholdskostnadene kan være:

- En gjennomgang av status på klimarelaterte variabler i dagens modeller, og vurderinger av om flere klimaforhold bør inkluderes. Eksempler i tillegg til endrede snøryddingskostnader kan være hensyn til hvordan endret nedbør på forvaltning, drift og vedlikehold. Bedre analyser av hvordan klima påvirker veiforhold kan også bedre beslutningsgrunnlaget for eksempelvis trasévalgvalg.
- Oppdatering av værdata. I NVDB ligger data på Meteorologisk institutts stasjonsnummer, og datafiler med 30-årsværet for disse stasjonene. En god del av stasjonene eksisterer ikke lengre, og det vil være nødvendig å koble sammen gamle og nye stasjoner. Oppdaterte værdata vil blant annet sikre at modellene i større grad er basert på riktig mengde snøfall i kostnadsberegningene for vinterdrift.
- Framskrivninger av klimaendringers påvirkning på værdataene bør tas inn i modellene, slik at framtidige driftskostnader beregnes på bakgrunn av det faktisk forventede klimaet i framtida. Dette er spesielt relevant med tanke på at større vegtiltak normalt forutsettes å ha en levetid på 75 år og at klimaet er forventet å endres betydelig i løpet av den tidshorisonen.

7.3 Velferdsgevinst av redusert naturfare

Velferdsgevinsten av redusert skredfare har ikke tidligere vært verdsatt, og framstår som en betydelig virkning. Det finnes imidlertid spørsmål knyttet til verdioverføring av verdsettingsfaktoren fra studien og til praktisk anvendelse som bør utforsker grundigere.

Mulige tema for fremtidige verdsettingsstudier kan være:

- Undersøke betalingsvilligheten for automatisk skredvarsling. Automatisk skredvarsling kan stenge veien rett før et skred inntreffer, noe som kan øke trygghetsfølelsen blant trafikanter og redusere antall og lengde på preventive veistenginger dersom automatisk varsling er mer presis enn manuell stenging.
- Utforske om restbetalingsvilligheten er strengt lineær og også gjelder for reiser med svært lav skredfare. Dette for å gi større sikkerhet rundt om betalingsvilligheten for å redusere skredfrekvensen fra 0,2 til 0,1 skred i året er tilsvarende som fra 4,9 til 4,8 skred per år eller om betalingsvilligheten er større for å gå fra 2 til null enn 6 til 4 skred per år.
- Differensiering mellom ulike typer skred. Betalingsvilligheten kan være annerledes for å unngå et snøskred sammenlignet med et steinsprang. Spesielt verdsettingen av skredbredde vil trolig variere, ettersom steinsprang normalt sett har langt mindre bredde, men ha større skadepotensiale dersom trafikanter blir truffet. En mer detaljert inndeling vil kunne forbedre verdsettingen over tid og fange opp at noe skred, som jordskred, forventes å øke i hyppighet, mens andre, som snøskred, forventes å bli mindre vanlige i fremtiden.
- Undersøke om betalingsvilligheten innen tungtransporten skiller seg fra den for personreiser med bil og buss. I kraft av å være større er sannsynligheten for å bli truffet av skred større for tungtransporten, samtidig som den fysiske risikoen for føreren er lavere i en lastebil enn en personbil. Samtidig kan konsekvensene ved å ikke ha sikkerhet rundt om veier er åpna ha større konsekvenser for tungtransporten enn for personreiser, da førstnevnte påvirker en hel logistikkjede.
- Verdsetting av eventuelle velferdsgevinster ved å unngå andre naturfarer, som flom og styrtregn. Lignende metodikk som for skred kan anvendes. Flomhendelser har ofte en langsommere utvikling

sammenlignet med skred, og trafikantene opplever muligens ikke den samme formen for utrygghet, og de er i større grad mulige å tilpasse reiseplanene sine rundt på forhånd. Vi kan imidlertid ikke utelukke at det finnes restbetalingsvillighet for å unngå andre naturfarer enn skred.

- En dypere undersøkelse av hva som ligger bak betalingsvilligheten. Dagens kunnskapsgrunnlag tilsier at trafikantene har en restbetalingsvillighet for å unngå skredfare, som kommer i tillegg til betalingsvilligheten for å unngå selve skredhendelsene. Utover at enkelte empiriske tester som peker mot at betalingsvilligheten ikke henger sammen med nevrotisme eller «irrasjonell frykt» vet vi lite om hva som motiverer trafikantenes restbetalingsvillighet. Kan eksempelvis gjennomføres ved hjelp av kvalitative undersøkelser.

Verdsetting av velferdsgevinster ved skredfarer identifiserer betalingsvilligheten blant trafikanter for ulike skred- og flomsikringstiltak, og vil bedre beslutningsgrunnlaget.

7.4 Reparasjonskostnader ved naturfarehendelser

I dag må man legge inn reparasjonskostnadene i skredmodulen manuelt, og det finnes ikke standardiserte verdsettingsfaktorer for type skred eller hendelse. Følgende kan forbedre beregningen av reparasjonskostnadene:

- Innhente og systematisere statistikk over reparasjonskostnader ved naturfarehendelser, fordelt på typen hendelse og type vei. Gjennomsnittverdier kan implementeres som veiledende verdsettingsfaktorer og tilgjengeliggjøres gjennom EFFEKT og eksempelvis naturfare- og skredpunktstatistikken i NVDB.

7.5 Ventetid og omkjøring ved naturfarehendelser

EFFEKTS skred-/stengingsmodul beregner ventetid og omkjøring ved naturfarehendelser. Modellen er satt opp slik at veinettet for omkjøringsruter må kodes manuelt. Modellen er ikke integrert med trafikkmodelldata, noe som krever at brukerne legger inn ÅDT og veinett manuelt. Prosessen er tidkrevende og dette gjør modellen tungvint å bruke.

Mulige tiltak for å gjøre EFFEKTs skredmodul mer brukervennlig:

- Legge opp til forenklede beregninger og bedre muligheter for å laste inn veinett også dersom man ikke har tilgang til transportmodell.
- Tillate brukerne å legge inn antall minutter og km omkjøringsvei, i stedet for å kode opp hele veinettet. Dette vil kunne lette arbeidet med omkjørings- og ventetidsberegninger, gjøre modellen lettere å anvende og øke effektiviteten ved innlegging av data.
- Mulighet for å laste et utsnitt av veinettet fra NVDB kan alternativt forbedre brukervennligheten.

7.6 Beregning av personskader

Hovedfokuset foran har vært på etablering av skredfrekvens og verdsetting av velferdsgevinst ved redusert skredfrekvens, ettersom dette er områder hvor vi har identifisert betydelige kunnskapshull, mens beregningene av selve *ulykkeskostnadene* når hendelser skjer er mer standardisert.

TØIs nylig oppdaterte anslag på forventet skadekostnad per personskadetilfelle (se også i kapittel 4.8) har som mål å bedre kunnskapsgrunnlaget for forventet alvorlighetsgrad av ulykker forårsaket av skred (Wangsnæs mfl.

2024). For skred som treffer kjøretøy beregner TØI en nedre grense for ulykkeskostnader per skred til 0,6 mill. kroner for skred under 10 meter, og et øvre estimat for skred bredere enn 100 m på 5 mill. kroner.

Å hensynta skredstørrelse i beregning av ulykkeskostnader vil forbedre kunnskapsgrunnlaget, både ved å ta høyde for at større skredbredde øker sannsynligheten for at et skred treffer kjøretøy, og at forventet skadegrad øker med skredbredde. Førstnevnte er tatt høyde for i EFFEKTS skredmodul, men ulykkeskostnaden er ikke avhengig av skredbredde og har svakt empirisk grunnlag. Ved å ta inn TØIs anbefalte verdsetting av ulykker forårsaket av skred og den tilhørende sammenhengen mellom skadegrad i EFFEKTS skred-/stengningsmodul vil presisjonen på estimatene øke.

Videre er ulykkeskostnadene direkte og linært avhengige av forutsett skredfrekvens, for en gitt skredbredde. Det er derfor viktig at analyser også av ulykker forbundet med skred tar høyde for anbefalingene om justering av skjevheter i eksisterende skredstatistikk (se kapittel 7.1). I tillegg finnes det svakheter i rapporteringen av ulykker i NVDB. TØI vurderer i sin rapport at det er en underrapportering av mindre alvorlige hendelser, men også av hendelser med personskafe. Ved å sammenkoble registrerte hendelser fra NVDB med data fra NVE finner de blant annet at en skredhendelse som førte til tap av liv ikke var registrert i det hele tatt i NVDB. Totalt var det kun 7 av de 13 tilfellene med dødsfall hvor det var registrert skade på person i NVDB. Mangelfull registrering av personskafe og dødsfall gjør at beregninger av andeler av skredhendelser med personskader kan være misvisende hvis man kun baserer seg på statistikk fra NVDB.

Referanseliste

- Eidsvig, U., Skrede, H., Body, N.S., Gislås, K., Handberg, Ø.N., Frankmo, M.A., Aalen, P., Hole, I.N. (2025): [KlimaVei - Klimatilpasning og Vegtransport. Eksempelstudier](#). NGI-rapport. Dokument 20210107-02-R. Oslo: Norges Geotekniske Institutt (NGI).
- Flügel, S., A. H. Halse, n. Hulleberg, G. N. Jordbakke, K. Veisten, H. B. Sundfør og M. Kouwenhoven (2020). [Verdsetting av reisetid og tidsavhengige faktorer](#). Dokumentasjonsrapport til Verdsettingsstudien 2018-2019. TØI-rapport 1762/2020, Transportøkonomisk institutt.
- Flügel, S., A. H. Halse, K- J- L. Hartveit, N. Hulleberg, C. Steinsland og A. Ukkonen (2020). [Kjørekomfort, tidsverdi og rutevalg for bilreisende](#). TØI-rapport 1923/2022, Transportøkonomisk institutt.
- Halse, Ah. H., S. Flügel, K- J- L. Hartveit og C. Steinsland (2022). [Verdsetting av kjørekomfort for ulike veityper](#). TØI-rapport 1774/2020, Transportøkonomisk institutt.
- Handberg, Ø.N., Arnesen, T.G., Bruvoll, A. (2023): [Prising av klimarisiko i vegsektoren](#). Menon publikasjon 37/2023. Oslo: Menon Economics.
- Hanssen-Bauer, I. m.fl. (Red.) (2015). *Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015*. [NCCS report no. 2/2015](#)
- Holm, T.B. (2023): [Barrierer for klimatilpassing på veg. en undersøkning av nasjonale og regionale vegaktører](#). VF-rapport 11-2023. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Holm, M., Aall, C. (2022): [Klimarisiko for vegtransportsektoren](#). et kunnskapsgrunnlag og rammeverk for vurdering av klimarisiko på case-nivå i prosjektet «Klimatilpassing og veitransport». VF-rapport 3-2022. Sogndal: Vestlandsforskning.
- Kennair, L.E.O. (2019): *Femfaktormodellen*. Store norske leksikon, Psykologi, Personlighetspsykologi. <https://www.snl.no/femfaktormodellen>
- Navrud, S., K. Magnussen og K. Veisten (2020). [Verdsetting av utrygghet ved skred](#). Menon-rapport 2020-44.
- Navrud, S., K. Magnussen og H. Lindhjem (2022). [Velferdsgevinster ved utbedring av skredutsatte veistrekninger - metode, eksempelberegning og forslag til videreutvikling](#). Menon-rapport 2022-33.
- NOU 2018:17. Klimarisiko og norsk økonomi.
- NOU 2022:3. På trygg grunn — Bedre håndtering av kvikkleirerisiko
- Nye Veier 2019. [3R-vurderinger av tre veistrekninger](#). NTP 2022-2033: Oppdrag 6 Samfunnssikkerhet.
- Menon Economics, Holte Consulting og A2 Norge (2022). [Ekstern kvalitetssikring KS2 av E16 Nærøydalen, Hylland - Slæen](#). Statens prosjektmodell rapportnr. E089b.
- Menon Economics, Holte Consulting og A2 Norge (2024). [Kvalitetssikring \(KS1\) av KVVU E134 Arm til Bergen](#). Statens prosjektmodell rapportnr. F015a.
- Skrede, H., Body, N.S., Jaedicke, C. (2022): [KlimaVei: KLIMAPÅVIRKNING](#). NGI-rapport. Dokument 20210107-01-R. Oslo: Norges Geologiske Institutt (NGI).

Statens vegvesen 2015a. Brukerveiledning EFFEKT 6.6. Statens vegvesens rapporter Nr. 356.

Statens vegvesen 2015b. Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6. Statens vegvesens rapporter Nr. 358.

Statens vegvesen 2017. MOTIV: Kostnadsmodeller. Drift og vedlikehold av veger: Beregningsgrunnlag.

Statens vegvesen 2018. [Regnemodell for skredpunkt – revidert utgave – brukerveiledning](#). Statens vegvesens rapporter Nr. 349.

Statens Vegvesen 2019. [3R-vurderinger av tre veistrekninger](#). NTP 2022-2033: oppdrag 6 Samfunnssikkerhet.

Statens vegvesen 2021. Håndbok V712 Konsekvensanalyser. Veiledning oppdatert 2021.

Statens vegvesen 2021. Brukerveiledning MOTIV. Veiledning oppdatert 2021.

Veisten, K., S. Flügel og R. Elvik (2010). Den norske verdsettingsstudien. Ulykker - Verdien av statistiske liv og beregning av ulykkenes samfunnskostnader. TØI-rapport 1053 c/2010, Transportøkonomisk institutt.

Wangsness, P., K. Veisten og R. Elvik 2024. [Skredfare i samfunnsøkonomiske analyser: Personskaderisiko og verdsetting av skredfrekvens og skredstørrelse](#). TØI-rapport 2027/2024, Transportøkonomisk institutt.

Vedlegg: Utdypinger om skjevheter i skredstatistikken

Datakilder for skredfrekvens

Per i dag finnes det to overordnede datakilder som kan benyttes til å etablere skredfrekvens på vei: registrerte skred og ekspertvurderinger av skredpunkter. Data på både registrerte skred og skredpunkter kan finnes i NVDB (Norsk vegdatabank). Registrerte skred består av historiske skred, rapportert i etterkant av en hendelse, mens skredpunkter er områder hvor geologer har vært involvert og vurdert forventet skredfrekvens. Disse statistikkene bør i prinsippet gi tilnærmet like anslag på forventet skredfrekvens.

Registrerte skred skal i prinsippet skal innebefatte alle skred som *har* gått.

I *skredpunkter* vurderes punkter eller strekninger der skred har inntruffet og forventes å fortsette å inntreffe med (u)jevne mellomrom. Frekvensene baseres på en samlet ekspertvurdering fra geologer, der de også tar høyde for den historiske frekvensen for registrerte skred. I den grad klimaendringer eller lignende vil medføre endring i frekvens i fremtiden kan dette til en viss grad tas inn i frekvensene registrert i skredpunktene. Ettersom frekvensen i skredpunktene først og fremst er en vurdering av nær fremtid, bør anslåtte frekvenser i teorien i liten grad avvike fra historisk gjennomsnittlige gjentakelsesintervaller.

Registrerte skred over lengre strekninger bør forventes å ha noe høyere frekvens, ettersom disse skal dekke alle historiske skred, mens skredpunktene kun dekker geografisk avgrensede strekninger/punkter der skred kan forventes å gå med en viss hyppighet. Dette gjelder spesielt for jord- og sørpeskred, som i mindre grad utløses på samme sted flere ganger, i motsetning til snøskred og steinsprang. Samtidig kan en forvente noe avvik grunnet at skredpunktene skal ta høyde forventede endringer i frekvens på kort sikt.

Systematiske avvik i skredfrekvens mellom *registrerte skred* og *skredpunkter* i praksis

Vi har undersøkt omfanget av avvik mellom de to statistikkene for 19 riks- og europaveistrekninger i henholdsvis Vestland, Nordland og Troms fylke. Avgrensningen av strekningene og hvilke strekninger vi har undersøkt er gjennomført i samråd med ressurser i SVVs skredgruppe. Målet var å få et representativt bilde på differansen mellom de to kildene. Samtidig ønsket vi også å få resultater på et format som gjorde det enkelt for eksperter å vurdere i hvilken grad eventuelle avvik stammet fra skjevheter i den ene eller andre statistikken, og hvilken av dem som mest nøyaktig reflekterer den faktiske forventede skredfrekvensen. Hver av strekningene er avgrenset til hele riks- eller europaveiens lengde innenfor fylkesgrensene til henholdsvis Vestland, Nordland og Troms. Vi har valgt å kun se på riks- og europaveier i disse fylkene ettersom:

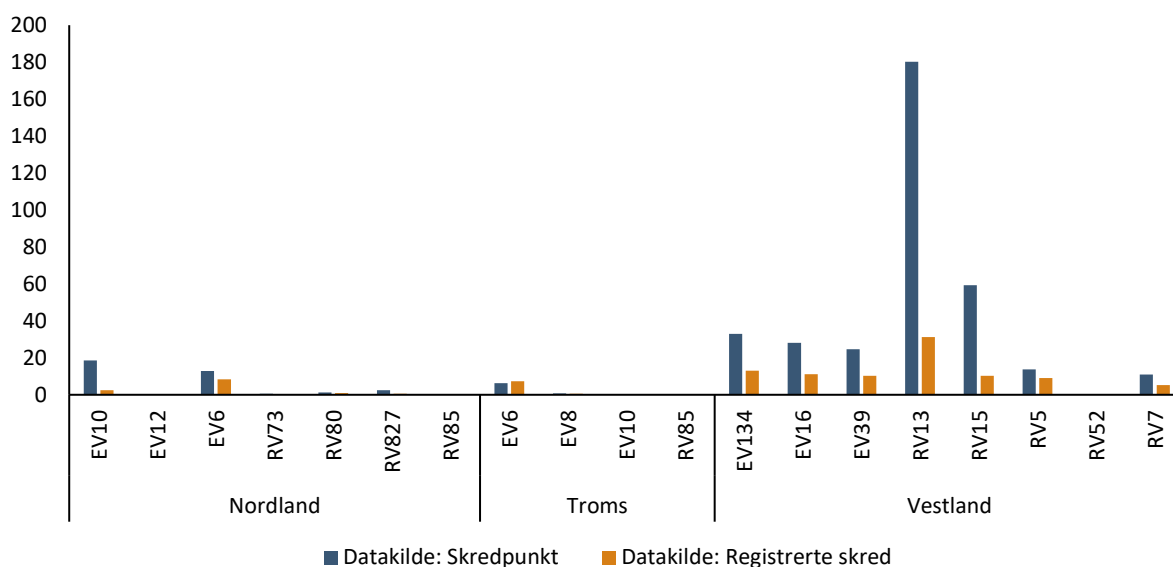
- Etter at driftsansvar for fylkesveiene ble overført fra SAMS-vegadministrasjon til fylkene januar 2020 finnes det ikke lenger felles retningslinjer og system for å rapportere skred på fylkesvei. Datakvaliteten vurderes å være bedre og mer enhetlig på veier der staten har drifts- og vedlikeholdsansvar.
- SVVs skredgruppe har bedre forutsetninger for å vurdere reell skredfrekvens på disse veiene.
- Riks- og europaveiene har høyere trafikkmengde og er de viktigste ferdselsårene.
- En stor majoritet av skredfarlige strekninger på riks- og europavei er dekket ved å konsentrere oss om Vestland, Nordland og Troms, samtidig som vi får frem eventuelle geografiske variasjoner i avvik.

Vår gjennomgang av 19 skredutsatte riks- og europaveistrekninger i Vestland, Nordland og Troms fylke viser imidlertid at det i mange tilfeller er stor diskrepans mellom antall registrerte skred og den frekvensen som

summen av skredpunktene indikerer. Dette illustreres tydelig i Figur V.1, som viser årlig skredfrekvens for et utvalg av strekningene.³² I nesten alle tilfellene er antallet registrerte skred vesentlig lavere enn skredpunktene.

Avvikene er gjennomgående så store at de må komme av systematiske skjevheter i en eller begge av kildene, da de er for store til å kunne forklares av de mindre prinsipielle forskjellene i de to kildene. Vi går i de neste avsnittene inn på mulige årsaker bak avviket, og våre anbefalinger knyttet til hvordan statistikken bør brukes.

Figur V.1: Årlig skredfrekvens ut ifra skredpunkter og registrerte skred (årlig gjennomsnitt 2009-2023), for de mest skredutsatte strekningene i vårt utvalg. Kilde: SVVs Vegkart.



Registrerte skred underestimerer reell skredfrekvens

Med registrerte skred sikter vi til skred registrert under objekttypen «Skred» i NVDB. Registreringen av skred blir i hovedsak gjennomført av ansatte hos entreprenørene med driftskontrakter for vegen, etter at et skred har inntruffet. I tillegg til hvor og når skredet inntraff registreres type skred (jordskred, steinsprang, snøskred mm). Det er også mulig å registrere skredstørrelse i form av volum av totale skredmasser, volum av skredmasser på vei, og antall meter av veilengden blokkert. Vår gjennomgang tyder imidlertid på at det er noe mangelfull rapportering av skredstørrelsen blant registrerte skred. For eksempel mangler om lag 15 prosent av registrerte skred de siste ti årene³³, informasjon om veilengden blokket.

Det er bred enighet blant eksperter på området, blant annet i SVVs skredgruppe og skredeksperter i NGI, om at registrerte skred underrapporteres. Dette henger sammen med hvordan prosessen for rapportering er lagt opp.

Når et skred inntreffer, har de som drifter vegene først og fremst ansvar for opprydning og reparasjon, å sikre videre normal drift og gjenopprette veiens funksjonalitet. Rapportering vil og bør nødvendigvis prioriteres lavere enn å sikre åpen og trygt farbar vei. Ved høy aktivitet og hyppige skred kan det glippe å få rapportert skredene i etterkant, til tross for at driftskontraktene ofte spesifiserer at entreprenøren skal registrere skred. Det kan også

³² Hver av strekningene er definert avgrenset til hele riks- eller europaveiens lengde innenfor fylkesgrensene til Vestland, Nordland og Tromsø. Vi har valgt å kun se på riks- og europaveier ettersom datakvaliteten presumtvt er best på slike veier der staten har drifts- og vedlikeholdsansvar.

³³ Vi har sett på alle registrerte skred fra 2014-2023, med løsråder og fjell/dalside.

være tilfeller hvor skred aldri oppdages av de som drifter veien, for eksempel går om natten og kun lander i grøfta. Også dette vil bidra til underrapportering av skredhendelser.

Det ligger med andre ord i rapporteringens natur at ikke alle skred vil fanges opp. For at underrapportering ikke skulle forekomme, måtte alle skred blitt registrert hele tiden, uten unntak, noe som vil være svært vanskelig og ressurskrevende å få til. Vi kan derfor si med stor sikkerhet at skredene underrapporteres. Hvor omfattende denne underrapporteringen er, er imidlertid vanskelig å anslå. Det vil kunne avhenge av både geografisk område og det totale antallet skred, samt individuelle forskjeller blant de som rapporterer inn skredene. Vi får opplyst av SVVs skredgruppe at det kan finnes betydelig variasjon og kan være personavhengig hvor stor vekt hver entreprenør legger på registrering av skredhendelser.

Antall skred varierer betydelig fra år til år og det er derfor behov for å se på registrerte skred over flere år for å få et godt bilde over gjennomsnittlig frekvens. Ifølge ekspertene i Statens Vegvesen har skredrapporteringen blitt noe bedre over tid, men underrapportering er fortsatt en utfordring som må tas med i betraktning ved vurdering av skreddata. Ettersom datakvaliteten var dårligere lengre tilbake i tid, bør man ikke benytte for gamle data på registrerte skred. På bakgrunn av at registreringene ble bedre etter omlegging i rapporteringsmetode (overgang til digital registrering) på midten av 2000-tallet har vi i samråd med SSVs skredgruppe benyttet gjennomsnittlig antall skred per år de siste 15 årene (2009-2023) i vår analyse. I framtidige analyser anbefaler de å benytte registrerte skred for perioden fra og med 2009.

Skredfrekvens oppgitt i skredpunkter overestimerer reell frekvens systematisk

Skredpunkter er lagret under objekttypen «Skredpunkt» i NVDB. Skredpunktene er lokasjoner hvor geologer har vurdert den forventede fremtidige skredfrekvensen for et område langs veien. De tar høyde for historiske frekvenser i sine ekspertvurderinger og instruksjonen er at forventet skredfrekvens i skredpunktene skal representere forventningsverdien på kort sikt. Det åpnes for å ta høyde for forventet fremtidig utvikling, eksempelvis grunnet klimaendringer. Gjennomsnittlig forventet skredfrekvens og -bredde er vurdert for seks typer skred separat (snøskred, sørpeskred, steinsprang, isskred, jord-/løsmasseskred og flomskred). Gjennomsnittlig skredbredde er definert som bredden på delen av skredet som treffer vegen, og er gjerne avrundet til nærmeste 10m, i tillegg til at 20m er satt som minimumsverdi. Sistnevnte gjelder også i tilfeller der gjennomsnittlig bredde er vurdert å være under 20m. Statistikken på skredpunkter er i utgangspunktet laget for at resultater for SVVs skredfaktormodell skal kunne beregnes (Statens vegvesen 2018). Skredfaktormodellen er en modell som benyttes i prioritering av hvilke skredpunkter som har størst behov for sikring. Den tar høyde for mange av de samme attributtene som en samfunnsøkonomisk analyse av skredsikring (trafikkmengde, skredfrekvens, skredbredde, lengde på omkjøringsvei mm), men med en ad hoc vektning av attributtene viktighet. Resultatet er at hvert skredpunkt får en «skredfaktor», oppgitt i ett tall uten benevnelse, som kan brukes til å prioritere mellom skredpunkter, men ikke mellom skredtiltak og andre tiltak.

For de riks- og europavei-strekningene vi har vurdert, ligger antall skred ifølge skredpunktene i snitt på 20,7, mens registrerte skred i snitt ligger på 5,8 skred. Den betydelige differansen mellom resultatene for de to statistikkene kan i prinsippet indikere underrapportering av registrerte skred, overestimering av skredpunkter, eller en kombinasjon av begge disse forklaringene.

De ekspertene vi har snakket med, inkludert skredgruppen fra SVV og NGI, anser at differansen mellom registrerte skred og skredpunkter er for stor til å kunne forklares utelukkende med underrapportering av registrerte skred. I Arbeidspakke 3 i Klimavei-prosjektet har NGI vurdert skredfaren for E39 Våtedalen uavhengig av statistikken for registrerte skred og skredpunkt. Deres estimat ligger mellom resultatene fra disse to kildene,

se Tabell V.1. NGI har i dette prosjektet hatt tid og budsjett til å gjennomføre grundige analyser, utført etter beste praksis og med hensyn til store mengder data. Det at de kommer frem til en forventet skredfrekvens mellom registrerte skred og skred i skredpunkt, støtter opp under konklusjonen om at det reelle antallet skred trolig ligger mellom disse to statistikkene.

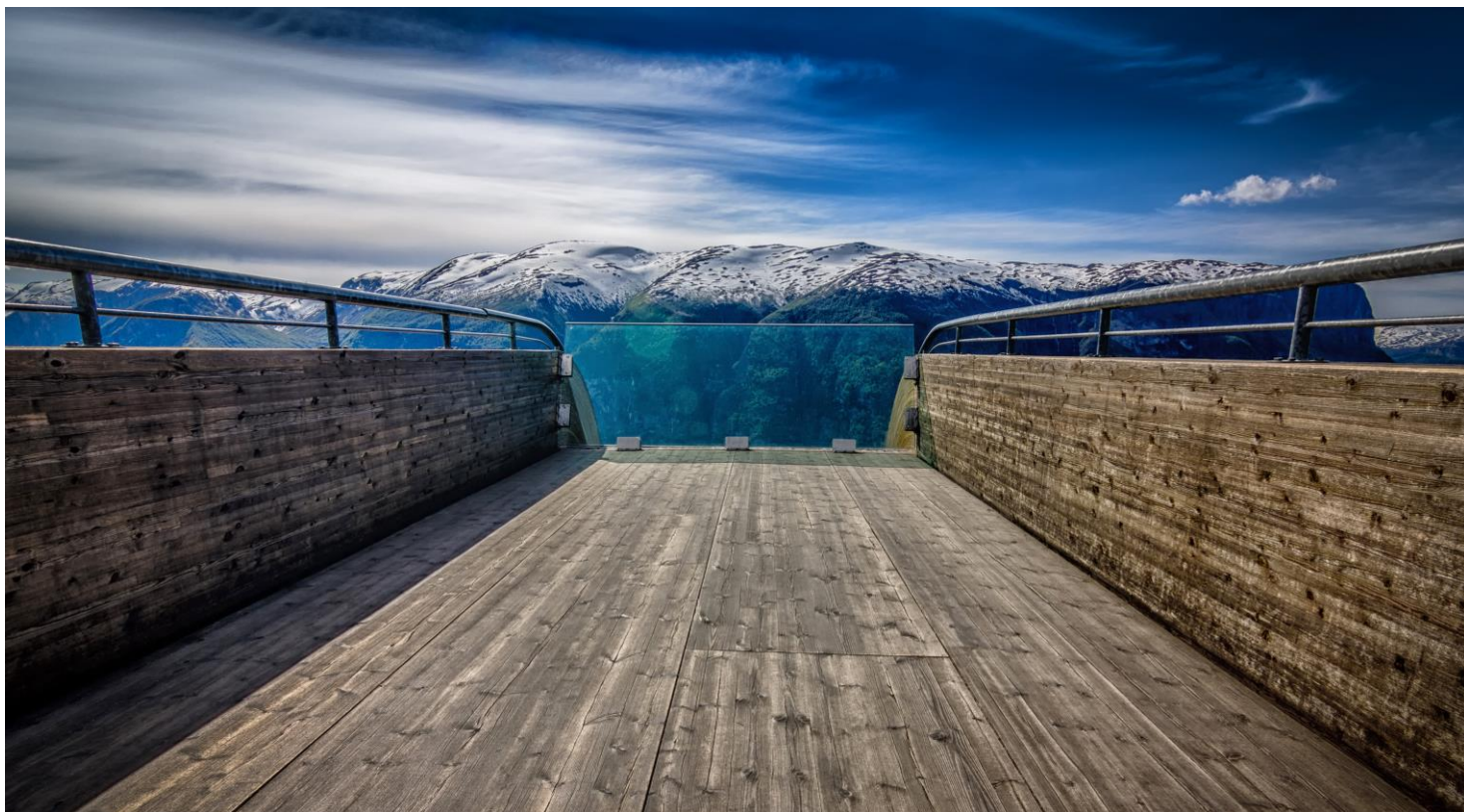
Tabell V.1: Årlig antall snøskred i Våtedalen, etter tre ulike kilder

Registrerte skred (gjennomsnitt siste ti år)	Skredpunkt	Beregnet av NGI
1,1	5,1	3,8

Det er komplekst å fastslå både *hvorfor* skredfrekvensen i skredpunktene er overestimert, og *hvor mye* de overestimeres. En mulig forklaring kan være at skredfaren vurderes i enkeltpunkter, og at de ikke ses i sammenheng med helheten langs strekningen. Det kan også være at de som vurderer skredfaren anser det som mindre heldig å undervurdere skredfaren enn å overvurdere den. Samtaler med SVVs skredgruppe indikerer at vurderingsmetodene kan variere, der noen kanskje fokuserer på et realistisk «worst case» scenario heller enn det mest sannsynlige scenariet.

I tillegg til at antall skred med all sannsynlighet overestimeres i skredpunktene, har denne datatypen også en annen svakhet. Når man vurderer skredstørrelse i et skredpunkt, er den minste størrelseskategorien man kan legge inn på 20 meter. Det betyr at skred med for eksempel 10 meter gjennomsnittlig bredde, blir registrert som 20 meter brede. Skredpunktene med registrert skredbredde 20 meter rommer altså alle skred *opp til* 20 meter. Den nærmeste neste kategorien for skredbredde er 25 meter, og det vil dermed være få skred i kategorien som har gjennomsnittlig bredde over 20 meter. Et typisk skred i denne breddekategorien vil i de fleste tilfeller derfor være mindre enn de 20 meterne breddekategorien tilsier.

Til slutt bør det understrekes at til tross for at skredpunktene representerer en mulig overestimering av antallet skred totalt sett, har vi ingen indikasjoner på at selve *fordelingen* av skred på typer skred i skredpunktene er feil. Selv om det totale antallet skred kan være overvurdert, er det ingen klare tegn på at enkelte skredtyper konsekvent er vurdert mer eller mindre nøyaktig enn andre. Vi antar derfor at faren for overestimering er lik mellom skredtypene, og at fordelingen av skred i skredpunkt av den grunn er en hensiktsmessig fordeling å ta utgangspunkt i.



Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter.

Vi er et medarbeidereiet konsultentselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked.

Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt. Alle offentlige rapporter fra Menon er tilgjengelige på vår hjemmeside www.menon.no.

+47 909 90 102 | post@menon.no | Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo | menon.no