

Skredfare i samfunnsøkonomiske analyser

Personskaderisiko og verdsetting av skredfrekvens og skredstørrelse

TØI rapport 2027/2024, rev. 1 • Forfattere: Paal Brevik Wangsness, Knut Veisten, Rune Elvik • Oslo 2024 • 45 sider

Det er registrert over 53 000 skred på vei gjennom analyseperioden 2000-2023. De fleste av disse er relativt små og det registreres ingen skade som følge av dem. Det er registrert 674 tilfeller av skade på kjøretøy som følge av skred, og av disse er det identifisert 62 tilfeller med personskade. Av disse var det registrert 13 dødsulykker, med til sammen 18 dødsfall og to alvorlig skadde. Med anbefalt verdsetting av liv og helse til bruk i samfunnsøkonomiske analyser finner vi en forventet ulykkeskostnad på 11-21 millioner kroner (2020-kr) per personskadetilfelle. Videre foreslår vi at nyttekostnadsanalyser av skredtiltak benytter seg av enkle lineære funksjoner for å anslå betalingsvillighet per personreise for kjøring på en skredutsatt strekning: 3,70 kroner per skredtilfelle som treffer infrastrukturen per år, og 0,13 kroner per meter skredbredde som treffer infrastrukturen. Bruk av disse oppdaterte anbefalingene for å anslå forventet alvorlighetsgrad av personskader og rest-betalingsvillighet for redusert skredfare vil gi realistiske beregninger på nyttesiden i samfunnsøkonomiske analyser.

I denne rapporten har vi gjort analyser for å lage et bedre kunnskapsgrunnlag for samfunnsøkonomiske analyser av skredtiltak på to konkrete områder:

1. Forventet alvorlighetsgrad av ulykker dersom en bil skulle bli truffet av skred
2. Betalingsvillighet for redusert skredfrekvens og redusert skredbredde (på toppen av ulykkesrisiko og ulemper ved veistengning)

Forventet alvorlighetsgrad

For å gjøre analyser knyttet til forventet alvorlighetsgrad har vi benyttet oss av et relativt stort datasett av skredhendelser fra 2000 til 2023 hentet fra Nasjonal Vegdatabank (NVDB), og koblet på skreddata fra NVE med informasjon om dødsfall knyttet til skred på vei. Oss bekjent er det hittil ikke gjort analyser på et slikt datasett i Norge med mål om å anslå forventede samfunnsøkonomiske ulykkeskostnader av skred som treffer kjøretøy på vei. I litteraturgjennomgangen i kapittel 2 finner vi heller ikke et stort omfang av studier som tar for seg forventet alvorlighetsgrad av ulykker knyttet til skred på vei. Analysene våre på dette temaet bidrar dermed til å belyse et felt som det ser ut til å være lite forskning på.

Det er registrert over 53 000 skred på vei gjennom analyseperioden 2000-2023. De fleste av disse er relativt små og det registreres ingen skade som følge av dem. Vi må regne med at det



er vesentlige mørketall, men at disse mørketallene i hovedsak representerer små skred som verken fører til stengninger eller skade.

Omtrent 15 % av de registrerte skredene er registrert med noen form for skade. Den vanligste registrerte skaden er skade på veidekke eller veikropp og skade på drenering. Det er registrert 674 tilfeller av skade på kjøretøy som følge av skred, som utgjør ca. 1,2 % av de registrerte skredene. Av tilfellene med skade på kjøretøy er det identifisert 62 tilfeller med personskade. Dette utgjør ca. 0,11 % av alle de registrerte skredene på vei og 9 % av skredene med registrert skade på kjøretøy.

Sannsynligheten for personskadehendelser som følge av skred på vei er med andre ord relativt lav, med under tre tilfeller i året i gjennomsnitt. Av de 62 tilfellene med personskader var det registrert 13 tilfeller med dødsfall, altså over 20 % av personskadeulykkene. Disse 13 tilfellene utgjorde til sammen 18 dødsfall og to alvorlig skade.

Gitt at vi ikke kjenner til skadegradene i personskadeulykkene som ikke ender opp i dødsfall er det vanskelig å anslå forventet alvorlighetsgrad. Vi kan imidlertid anslå rimelige ytterpunkter, med enten en høy andel ulykker med lettere skade eller en høy andel med hardt skade.

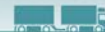
Med anbefalt verdsetting av liv og helse til bruk i samfunnsøkonomiske analyser finner vi en forventet ulykkeskostnad på mellom 11 og 21 millioner kroner (2020-kr) per personskadetilfelle. Selv med et såpass stort usikkerhetsspenn peker funnene mot relativt høye gjennomsnittlige kostnader per tilfelle.

Den relativt høye dødsraten per personskadetilfelle kan oversettes til at forventet ulykkeskostnad, gitt at kjøretøy skades av skred, også er relativt høy. Datamaterialet tilsier en forventet ulykkeskostnad per skred som skader kjøretøy på mellom 1 og 2 millioner kroner før man gjør eventuell differensiering på skredstørrelse. Det nedre ulykkeskostnadsestimatet for et skred smalere enn 10 meter som treffer et kjøretøy på vei er på ca. 0,6 millioner kroner, mens det øvre estimatet for et skred bredere enn 100 meter er på ca. 5 millioner kroner. Dette understreker viktigheten av at en samfunnsøkonomisk analyse av skredtiltak har et velfundert grunnlag for hvor store skred som kan forventes på en gitt strekning. Dette har mye å si for verdsettingen.

For å illustrere viktigheten av hvilke forutsetninger man legger for skredbredde, har vi gjennomført to eksempelberegninger med verktøyet EFFEKT (som brukes til nyttekonstadsanalyser i veisektoren) på en skredutsatt strekning. Gitt de grove breddekategoriene i NVDB sine skred-data, anslår vi at et gjennomsnittlig registrert skred på vei har en bredde på mellom 6 og 18 meter. Vi legger disse anslagene til grunn i eksempelberegningene. Dersom gjennomsnittlig skredbredde er 6 meter, med laveste anslag på skadekostnad i bredde kategorien, beregner EFFEKT en nåverdi av ulykkeskostnadene på ca. 9 millioner kroner. Dersom bredden er 18 meter, med høyeste anslag på skadekostnad, beregner EFFEKT en nåverdi av ulykkeskostnadene på ca. 71 millioner kroner. Noe av spriket i anslag skyldes usikkerhet i estimatene, men beregningene tar også innover seg de viktige prinsippene om at bredere skred gir en vesentlig høyere sannsynlighet for trefning med bil, og det vil øke forventet alvorlighetsgrad av treffet.

Betalingsvillighet for redusert skredfrekvens og skredbredde

Vi har tatt utgangspunkt i verdsettingen av endret forventet frekvens av, og forventet gjennomsnittlig bredde på skred som treffer infrastruktur fra Navrud et al. (2020), i kroner per personreise, foreslått av Magnussen et al. (2022). Estimaten er basert på en verdsettingsundersøkelse med designede valgekspesimenter som synes å ha fungert godt. Valgekspesimentet for verdsetting av skredfrekvens og skredbredde inkluderte også hard skade og dødsfall og infrastrukturstenging (av alle mulige årsaker, for begge attributter). Vi antar derfor at betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og skredbredde primært omfatter andre



effekter enn alvorlig ulykkesrisiko og vegstengningsrisiko, ettersom dette blir kontrollert for i analysen. Valgekspérimentet rapportert av Navrud et al. (2020) muliggjør å ta med verdsetting av redusert skredfrekvens/skredstørrelse *i tillegg til ulykkes- og vegstengingsverdsetting* i nyttekostnadsanalyser (NKAer), med lav sannsynlighet for dobbelttelling.

Det som Navrud et al. (2020) estimerte er økonomisk verdsetting av endret skredfrekvens og skredbredde som rammer infrastruktur, for gitte nivåer av infrastrukturstenging, reisetid og alvorlige personskader og dødsfall. De viste at verdsettingen av redusert skredfrekvens og skredstørrelse kun hadde svak eller ingen sammenheng med oppgitt utrygghet på grunn av skredfare (Navrud et al., 2020). Vi finner det samme basert på nye tester. Verdsettingen av redusert skredfrekvens og -størrelse kan omfatte flere mulige (ikke-spesifiserte) effekter av skredfare, i tillegg til vegstengningsrisiko, tidstap og risiko for hard skade og dødsfall. **Vi argumenterer for at verdsetting av redusert skredfrekvens og -størrelse kan reflektere en opsjonsverdi, en verdsetting av redusert usikkerhet mht. tilgjengelighet til transportmuligheter.** Det vil si at respondentene har verdsatt det å få redusert en kilde til usikkerhet om transportmulighetene på et gitt framtidig tidspunkt. Respondentene kan ha skilt denne opsjonen for tilgjengelig transport fra antallet forventede årlige vegstenginger (av alle årsaker). Vi har ikke datagrunnlag for å utelukke andre mulige motiver eller årsaker.

Vi foreslår en utvidelse fra de faste verdiene, som Magnussen et al. (2022) viste i sine eksempelberegninger, til **enkle lineære funksjoner**: Utvidelsen innebærer en kostnad lik 3,70 kroner per skredtilfelle som treffer infrastrukturen per år, og 0,13 kroner per meter skredbredde som gjennomsnittlig treffer infrastrukturen (beløp i 2019-kr). Begge parameterne er beregnet til å ha et 95 % konfidensintervall på +/- 25 %. Vi foreslår derfor å ta inn betydningen av størrelsen på de endringene som skredsikringstiltaket forventes å medføre, slik at verdsettingene bidrar til rangering av skredsikringstiltak. De tiltakene som gir større reduksjon, har da høyere nytte for disse komponentene enn tiltak som gir mindre reduksjon.

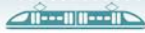
Følgende funksjoner vil gi nytteestimer per år for skredtiltak som forventes å redusere det forventede antall årlige skredhendelser med x , og redusere den forventede gjennomsnittlige skredbredden med y meter:

- Kr for endring (x) i skredfrekvens: $3,70 \text{ kr} * x \text{ skred/år} * \text{belegg} * \text{ÅDT} * 365$
- Kr for endring (y) i skredstørrelse: $0,13 \text{ kr} * y \text{ meter} * \text{belegg} * \text{ÅDT} * 365$

der y meter = $\Delta(L_A+L_B)$, der L_A er primær-skredbredde og L_B er sekundær-skredbredde (naboskred), slik dette er beskrevet i dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT.

Vi ser på et tenkt eksempel på et skredsikringstiltak langs en vei på Vestlandet, hvor det er forutsatt tre skredpunkter. Vi regner så nytteestimer tiltaket ville gi for redusert skredfrekvens (mellom 0,1 og 1) pluss redusert skredbredde (6 eller 18 meter). Nytteestimatene varierer da mellom ca. 15 og 80 millioner kroner per skredpunkt i et 75-års NKA-prosjektperspektiv. Dette er på nivå med, eller noe i overkant av den estimerte nytten av skredtilknyttet personskaderisiko-reduksjon¹. Med andre ord, hvis en NKA kun verdsetter personskaderisikoen knyttet til skred, så vil analysen hensynta mindre enn halvparten av betalingsvilligheten samfunnet har for å redusere skredfare.

¹ Samtidig er den skredtilknyttede personskaderisikoen relativt lav sammenliknet med personskaderisikoen i vegtransport tilknyttet andre årsaker.



Når infrastrukturstenging, reisetid og alvorlige ulykker allerede er tatt inn i NKA/EFFEKT, så kan **verdsetting av redusert skredfrekvens og -størrelse muligens betraktes som en «rest-betalingsvillighet for redusert skredfare»**. Denne kan inkludere opsjonsverdier og ikke-spesifiserte effekter av skredfare. Videre forskning kan avdekke om det er en opsjonsverdi eller om det er andre ikke-spesifiserte konsekvenser som eventuelt er de sterkeste driverne bak verdsettingen av redusert skredfrekvens og -størrelse.

Konklusjon og anbefalinger

Vi mener at våre funn har **implikasjoner for hvordan samfunnsøkonomisk analyse av skredtiltak i transportsektoren bør gjøres**. Nåværende vanlig praksis for verdsetting av skredtiltak i EFFEKT ivaretar i prinsippet de viktigste nyttekomponentene av å redusere skredfare. Det beregnes:

- Ulykkessannsynlighet og ulykkeskostnader
- Ulempekostnader ved veistengninger - både som følge av skred og preventive veistengninger
- Istandsettelseskostnader
- De siste årene har man også, som en uttesting, hatt mulighet til å beregne rest-betalingsvillighet for å redusere skredfrekvens og skredbredde (litt upresist omtalt som «ubehag skredfare»)

Vi vurderer det som riktig å ha med alle disse komponentene med i beregningen, og at betalingsvillighet for å redusere skredfrekvens og skredbredde (utover ulykkesrisiko og stengningsulemper) bør være en standardkomponent i samfunnsøkonomiske analyser (SØA) av skredtiltak.

Den største svakheten knyttet til vanlig praksis med samfunnsøkonomiske analyser av skred-sikringstiltak, er at det ikke i tilstrekkelig grad fanger opp forskjellene i samfunnsøkonomisk nytte av å sikre områder hvor det forventes relativt store og hyppige skred imot-setning til områder hvor det forventes sjeldne og små skred. Dette gjelder for både anslag av alvorlighets-grad knyttet til ulykkeskostnader og betalingsvillighet for å redusere skredfrekvens og bredde.

Vi anbefaler å oppdatere praksis for SØA av skredtiltak ved å ta i bruk våre resultater (parameterverdier og funksjoner). Ved å implementere våre anbefalte parameterverdier i beregning av ulykkeskostnader og rest-betalingsvillighet for redusert skredfare, som en funksjon av skredfrekvens og skredbredde, mener vi at SØAene av skredtiltak vil gi mer realistiske beregninger av nyttesiden. Dette vil gi et bedre beslutningsgrunnlag både når en vurderer ulike prosjektalternativer opp mot hverandre, og ulike prosjekter opp mot hverandre i en portefølje.

Vi må imidlertid understreke at målet med denne rapporten er å finne mer realistiske verdier og funksjoner for selve verdsettingen av ulike aspekter ved skred. Det er viktig at grundige klimafaglige, geologiske og ingeniørfaglige vurderinger legges til grunn for å gjøre realistiske anslag på forventet skredhyppighet og skredbredde på en gitt veistrekning.