



Transportøkonomisk institutt
Stiftelsen Norsk senter for samferdselsforskning



Verdien av ubehag ved skredrisiko

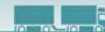
Paal Brevik Wangsness, Knut Veisten, Ståle Navrud, Peter Aalen

2088/2025

Samarbeidspartner:



Menon
Economics



Tittel:	Verdien av ubehag ved skredrisiko
Tittel engelsk:	Disutility stemming from avalanche, landslide and rockslide risk
Forfatter:	Paal Brevik Wangsness, Knut Veisten, Ståle Navrud, Peter Aalen
Dato:	05.2025
TØI-rapport:	2088/2025
Antall sider:	67
ISSN elektronisk:	2535-5104
ISBN elektronisk:	978-82-480-2374-6
Oppdragsgivers p.nr.:	
Finansieringskilder:	Statens vegvesen
TØIs p.nr.:	5593 – Velferdsgevinst av skredsikringl
Prosjektleder:	Paal Brevik Wangsness
Kvalitetsansvarlig:	Askill Harkjerr Halse
Ferdigstilling:	Trude Kvalsvik
Fagfelt:	Samfunnsøkonomiske analyser
Emneord:	Samfunnsøkonomisk analyse, skred, økonomisk verdsetting, risiko, Stated Preference

Kort sammendrag

I løpet av 2024–2025 har det kommet et klart behov for en bedre faglig forankret forståelse for nyttekomponenten «ubehag ved skredrisiko» i samfunnsøkonomiske analyser, som kan ha vesentlig betydning for nytteberegninger av prosjekter i Nasjonal Transportplan. Dette viser til betalingsvillighet for å redusere skredfrekvens og -bredde, kontrollert for risiko for dødsfall, harde skader og veistengning. Studien finner at betalingsvilligheten er stabil på tvers av regioner og anbefaler å bruke én felles verdsettingsfaktor nasjonalt, men skiller mellom tog og vei. Ubehaget kan skyldes faktorer som lettere skader, materiellskader og subjektiv utrygghet. Dobbelttelling vurderes som begrenset, men det foreslås et fratrekk på 9 % av ulykkeskostnader knyttet til skred. Verdiene anses som rimelige gitt korrekt bruk av data og anbefaling om lineær verdsetting per skredpunkt. Ikke-lineære funksjoner er vurdert, men er kompliserte å implementere. Studien anbefaler følsomhetsanalyser og bruk av justerte skreddata for å sikre realistiske resultater. Det understrekes at inkludering av «ubehag ved skredrisiko» gir mer fullstendige analyser av skredsikringstiltak.

Summary

During 2024–2025, there has been a clear need for a better understanding of the benefit component “disutility stemming from avalanche, landslide and rockslide risk” in cost-benefit analysis. This refers to willingness to pay (WTP) to reduce the frequency and width of avalanches, controlled for the risk of death, severe injuries and road closures. The study finds that WTP is stable across regions and recommends using a common valuation factor nationally but distinguishes between rail and road. The discomfort can be caused by factors such as minor injuries, material damage and subjective insecurity. Double counting is considered limited. The values are considered reasonable given the correct use of data and the recommendation for linear valuation. Non-linear features are considered, but complicated to implement. The study recommends sensitivity analyses and the use of adjusted avalanche data to ensure realistic results and emphasizes that the inclusion of these disutility estimates provides more complete analyses of avalanche protection measures.

Transportøkonomisk institutt (TØI) har opphavsrett til hele rapporten og dens enkelte deler. Innholdet kan brukes som underlagsmateriale. Når rapporten siteres eller omtales, skal TØI oppgis som kilde med navn og rapportnummer. Rapporten kan ikke endres. Ved eventuell annen bruk må forhåndssamtykke fra TØI innhentes. For øvrig gjelder [Åndsverklovens](#) bestemmelser.



Forord

Statens vegvesen ga Transportøkonomisk institutt og Menon Economics i mars 2025 følgende oppdrag:

Transportvirksomhetene gjennomførte 11. mars et seminar knyttet til "Verdsetting av velferdseffekter ved utbedring av skred".

Som en oppfølging av seminaret om verdsetting av velferdseffekter ved utbedring av skredutsatte områder, ønsker transportvirksomhetene en beskrivelse av hva den konkrete "restbetalingsvilligheten" innebærer.

Oppdraget fra transportvirksomhetene var som følger:

Analyser gjennomført de siste dagene viser at innføring av velferdseffekter ved skred kan medføre betydelige nytteeffekter. Vi har derfor behov for en god og lettfattelig beskrivelse av disse effektene, hvor følgende momenter tas opp:

- 1) Konkret beskrivelse av hva som er fanget opp, på en måte som kan kommuniseres til utenforstående. "Restbetalingsvillighet" er ikke tilstrekkelig som forklaring for en så betydelig nytteeffekt.*
- 2) Dobbeltelling: I hvilken grad effekten kan innebære dobbeltelling av andre faktorer som allerede er fanget opp andre steder.*
- 3) Spesifisitet: I hvilken grad verdien er spesifikk for de prosjektene der undersøkelsen ble gjort, og dermed ikke bør anvendes på generell basis.*
- 4) Rimelighetsvurdering: En vurdering av størrelsesorden av nytteeffekten av disse verdiene på prosjekter der de har vært testet ut.*

Transportvirksomhetene ønsker en klar anbefaling om i hvilken grad verdiene kan anvendes slik den er, eller om det er behov for justeringer for at den skal kunne anvendes.

Oppdraget er løst av TØI (v/Paal Brevik Wangsness og Knut Veisten) og Menon (v/Peter Aalen og Ståle Navrud) i samarbeid. Paal Brevik Wangsness ved TØI har hatt det overordnede ansvaret for oppdraget, mens Peter Aalen har ledet Menons bidrag til leveransen. Forskningsleder Askill H Halse har kvalitetssikret denne TØI-rapporten.

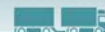
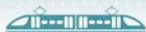
Vi takker for et godt samarbeid med og gode innspill fra oppdragsgiver i Statens vegvesen og med fagpersoner i de andre transportvirksomhetene. Vår primære kontaktperson fra oppdragsgivers side har vært Oskar Andreas Kleven.

Oslo, mai 2025

Transportøkonomisk institutt

Bjørne Grimsrud
Administrerende direktør

Kjell W. Johansen
Avdelingsleder



Innhold

Sammendrag

Summary

1	Innledning.....	1
1.1	Bakgrunn og formål.....	1
1.2	Avgrensning	2
1.3	Rapportstruktur	2
2	Data og metode	3
3	Drivere av folks betalingsvillighet for redusert skredrisiko.....	4
3.1	Hva er fanget opp i ubehaget ved skredrisiko?	4
3.2	Klassifisering av samfunnskostnader/ubehag forårsaket av skredrisiko	5
3.3	Sikkerhetsaspekter.....	8
3.4	Fremkommelighetsaspekter	9
3.5	Økonomiske ringvirkninger.....	11
3.6	Miljømessige ringvirkninger.....	12
4	Eventuell dobbelttelling.....	13
4.1	Trafikant- og transportbrukernytte	13
4.2	Operatørnytte	14
4.3	Budsjettvirkninger for det offentlige	14
4.4	Samfunnet for øvrig	14
5	Hvor representative er parameterne.....	16
5.1	Verdsettinger i ulike regioner (geografiske områder i Norge).....	16
5.2	Verdsettinger for ulike transportmiddel.....	18
5.3	Verdsettinger mht. referansereise i skredutsatt område eller ikke	19
5.4	Oppsummering	20
6	Verdsetting mht. endringsstørrelser og testing av ikke-linearitet.....	21
7	Rimelighetsvurderinger	24
7.1	Ukritisk bruk av skreddata gir urimelige resultater og overestimerte nytteeffekter	24
7.2	Er hvem som omfattes av virkningen rimelig?	25
7.3	Er enhetsverdien per omfattet reisende rimelig?	26
7.4	Rimelighetsvurdering av resultater i prosjekter	27
8	Oppsummering, konklusjon og anbefalinger	33
8.1	Oppsummering og konklusjon	33
8.2	Anbefalinger.....	35
8.3	Videre forskning.....	37
	Referanser	39



Vedlegg A: Sammenlikning av MNL-modell-koeffisienter og estimert betalingsvillighet mellom regioner og transportmiddel.....	41
Vedlegg B: Enkel testing av ikke-linearitet.....	48

Verdien av ubehag ved skredrisiko

TØI rapport 2088/2025 • Forfattere: Paal Brevik Wangsness, Knut Veisten, Ståle Navrud, Peter Aalen • Oslo 2025 • 67 sider

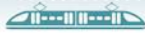
I løpet av 2024–2025 har det kommet et klart behov for en bedre faglig forankret forståelse for nyttekomponenten «ubehag ved skredrisiko» i samfunnsøkonomiske analyser, som kan ha vesentlig betydning for nytteberegninger av prosjekter i Nasjonal Transportplan. Dette viser til betalingsvillighet for å redusere skredfrekvens og -bredde, kontrollert for risiko for dødsfall, harde skader og veistengning. Studien finner at betalingsvilligheten er stabil på tvers av regioner og anbefaler å bruke én felles verdsettelsesfaktor nasjonalt, men skiller mellom tog og vei. Ubekvemheten kan skyldes faktorer som lettere skader, materiellskader og subjektiv utrygghet. Dobbelttelling vurderes som begrenset, men det foreslås et fratrukk på 9 % av ulykkeskostnader knyttet til skred. Verdiene anses som rimelige gitt korrekt bruk av data og anbefaling om lineær verdsettelse per skredpunkt. Ikke-lineære funksjoner er vurdert, men er kompliserte å implementere. Studien anbefaler følsomhetsanalyser og bruk av justerte skreddata for å sikre realistiske resultater. Det understrekes at inkludering av «ubehag ved skredrisiko» gir mer fullstendige analyser av skredsikringstiltak.

Bakgrunn og formål

I løpet av 2024–2025 har det blitt klart at samfunnsøkonomiske analyser som inkluderer betalingsvilligheten for å redusere skredrisiko (skredfrekvens og -bredde) kan få betydelige nytteeffekter. Bakgrunnen for oppdraget er at transportvirksomhetene hadde et ønske om å både bedre forklare denne nytteeffekten og sikre seg at den er godt faglig fundert, selv ved bemerkelsesverdige store nytteeffekter. Dette brytes ned i fire sentrale temaer. Transportvirksomhetene hadde dermed behov for en god og lettfattelig beskrivelse av denne virkningen, hvor følgende momenter tas opp:

- 1) Konkret beskrivelse av hva som er fanget opp, på en måte som kan kommuniseres til utenforstående.
- 2) Dobbelttelling: I hvilken grad effekten kan innebære dobbelttelling av andre faktorer som allerede er fanget opp andre steder i den samfunnsøkonomiske analysen.
- 3) Spesifisitet: I hvilken grad verdien er spesifikk for de prosjektene der undersøkelsen ble gjort, og dermed ikke bør anvendes på generell basis.
- 4) Rimelighetsvurdering: En vurdering av størrelsesorden av nytteeffekten av disse verdiene på prosjekter der de har vært testet ut.

Vi kommer til slutt med en klar anbefaling om i hvilken grad verdiene kan anvendes slik den er, eller om det er behov for justeringer for at den skal kunne anvendes.



Hva er fanget opp i ubehaget ved skredrisiko

Siden Navrud mfl. (2020) har vi hatt estimater for betalingsvilligheten til den reisende for å redusere skredrisiko (skredfrekvens og -bredde), når risiko for dødsfall, harde skader, vegstengning og reisetid er kontrollert for. På kortform omtaler vi dette som **ubehag ved skredrisiko**.

Vi vet normalt ikke noe om motivene bak verdsetting. I stated preference-studier (SP-studier) kan vi spørre om dette, men får ikke nødvendigvis hele spekteret av motiver. Basert på litteraturen og egne vurderinger har vi listet opp konsekvenser som ikke ble spesifisert i den siste verdsettingsstudien av skredfare (Navrud et al., 2020), og dermed sannsynligvis ikke er kontrollert for. Det er mange konsekvenser av skred, utover sikkerhets- og fremkommelighetsaspekter for egen reise, som kan motivere betalingsvillighet for skredsikringstiltak (se kapittel 2). Vi vil imidlertid vektlegge følgende konsekvenser, som det ikke er kontrollert for i SP-studien, som plausible drivere av ubehag ved skredrisiko.

- Risiko for lettere skade
- Risiko for materiellskade
- Fremkommelighetsaspekter som ikke blir fanget opp av attributtet «dager med stengning» (f.eks. belastningen usikkerheten omkring vegstengning gir, *uavhengig* av om man har planlagt å reise på strekningen eller ikke)
- Subjektiv/opplevd utrygghet utover objektiv alvorlig ulykkesrisiko

Vi har ikke datagrunnlag for å slå fast deres relative betydning i motivene bak ubehag ved skredrisiko. Det kan også finnes andre motiver. Men vi mener at disse punktene er såpass omfattende at størrelsesordenen på verdsettingene av endret skredfrekvens og -bredde (kontrollert for dødsfall, harde skader, vegstengning og reisetid) kan oppfattes som rimelige.

Eventuell dobbelttelling

Under hovedposten «Samfunnet for øvrig» i samfunnsøkonomiske analyser (SØAer) finnes det noen få punkter som vi ikke kan utelukke vil være dobbelttelt med estimert ubehag ved skredrisiko.

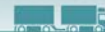
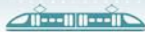
Andelen av beregnede ulykkeskostnader tilknyttet skred i en SØA som omhandler lettere skader og materiellskader kan være dobbelttelt med ubehag ved skredrisiko. Dette utgjør 6%-12% av gjennomsnittlig estimerte ulykkeskostnader som følge av skred.

Hvis vurderingen av de ikke-prissatte virkningene (IPVene) «Landskapsbilde» og «Naturmangfold» av et skredtiltak vektlegger effekten av redusert frekvens og størrelsen av skred som følge av skredtiltak (spesielt hvis det er synlig fra veien), så kan vi heller ikke utelukke at noen effekter dobbelttelles.

Utover dette anser vi risikoen for dobbelttelling av komponenter i konvensjonelle samfunnsøkonomiske analyser som svært lav.

Hvor representative er parameterne

Gjennomførte tester viser ingen signifikant forskjell i verdsetting av skredfrekvens og -bredde mellom de undersøkte strekningene i Nordland, Hordaland og en generisk skredutsatt strekning i Norge. Det er også svært liten forskjell i verdsettingen av ubehag ved skredrisiko, uavhengig om deres referansereise var i et skredutsatt område. Basert på dette, og at variasjonsområdet for skredfrekvens og bredde i undersøkelsen dekker spekteret for skredutsatte



strekninger i Norge, vurderer vi verdsettingen av ubehag av skredrisiko til *ikke å være* spesifikk for de undersøkte strekningene. Vi anbefaler derfor at verdsettingsfaktorene brukes generelt.

Vi finner imidlertid signifikant forskjell mellom verdsetting blant togpassasjerer og reisende på vei (buss og bil). Denne forskjellen kan skyldes at respondentene, slik det er vist i kapittel 5.4, har høyere verdsetting per skred ved lave frekvenser enn ved høye frekvenser og at utvalget for togreisende ble presentert for valg som i gjennomsnitt innebar lavere skredfrekvenser. Å konkludere rundt om togreisende har annen verdsetting enn reisende på vei, eller om differansen kommer av at de ble presentert for forskjellige nivåer på skredfrekvens krever videre arbeid. Vår vurdering er at det fram til dette er undersøkt nærmere, er rimelig å opprettholde anbefalingen gitt i Magnussen et al. (2022). Her ble ett sett lineære verdsettingsfaktorer for hhv tog- og veitrafikk anbefalt.

Rimelighetsvurderinger

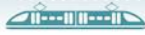
Det viktig å merke seg at hovedgrunnen for at ubehag ved skredrisiko normalt beregnes som større enn alle andre nyttevirksomheter relatert til skred til sammen, er at alle trafikanter omfattes når de passerer et skredpunkt, uavhengig av om de utsettes for skred. Ettersom skred inntrer sjeldent, selv på skredfarlige strekninger, så omfattes få reisende av de direkte virkningene (omkjøring, personskader og reparasjonskostnader). **At virkninger som er små per trafikant, men omfatter svært mange trafikanter, er større enn virkninger som er store per trafikant som påvirkes, men påvirker få trafikanter, bør ikke være overaskende.** Eksempelvis vil trafikantnyttens av å spare et par minutters reisetid grunnet et veiprojekt normalt sett være betydelig større enn en kraftig reduksjon i alvorlige ulykker.

Spørsmålet om virkningen har rimelig størrelse bør vurderes på bakgrunn av om de enkeltstående komponentene beregningen består av er rimelig, snarere enn den endelige størrelsen på virkningen. Følgende tre spørsmål kan stilles

1. Er verdsettingen per reisende og per skredfrekvens og -bredde rimelig?
2. Er antallet omfattede reisende rimelig?
3. Er data på skredfrekvens og -bredde brukt som input i analysen rimelige?

Vår vurdering vedrørende punkt 1: Vår overordnede vurdering er at verdsettingen per reisende er rimelig, gitt reelt sett realistiske inputdata på skredfrekvenser og -bredder. At det å unngå skredrisikoen på en av Norges mest rasutsatte riksveistrekninger verdsettes til tilsvarende som å spare om lag 15 minutter er ikke urimelig. For kombinasjoner av skredfrekvenser og -bredder av mer normal art (mindre enn ett skred i året, smalere enn 10 meter bredt), vil verdsettingen tilsvare verdien av ett minutt eller lignende i spart reisetid.

Våre tester viser at respondentene har monotont økende, men avtakende verdsetting desto større skredfrekvensen og -bredden er. Det kreves imidlertid mer arbeid for å avgjøre om og i så fall hvilken funksjonsform en ikke-lineær verdsetting bør følge. Vår vurdering er videre at å benytte en ikke-lineær funksjonsform for verdsetting av skredfrekvens vil være svært datakrevende og sannsynligvis kreve integrering av (korrekte og justerte) skredpunktdata i RTM og integrering av verdsettingen i RTM. Dersom en lineær verdsetting benyttes, og man benytter skredpunkt som analyseenhet, kan analyser gjennomføres relativt enkelt i dag. Dersom skredrisiko per skredpunkt snarere enn per reise benyttes i verdsettingen vil man i praksis også ta vekk deler av behovet for en ikke-lineær verdsetting. Vår vurdering er derfor at det vil være en trygg, rimelig og hensiktsmessig tilnærming å legge til grunn lineær verdsetting av skredfrekvens der verdsettingen gjøres per skredpunkt. Når det kommer til å utforske bruk av ikke-lineær verdsetting av skredbredde, vurderer vi det som mer fruktbart, da denne i alle tilfeller vil kunne kombineres med bruk av skredpunkt som analyseenhet.



Vår vurdering vedrørende punkt 2: På bakgrunn av at verdsettingen av skredfrekvens og – bredde er svært stabil på tvers av grupper er vår vurdering at det er rimelig at alle trafikanter som passerer forbi skredpunkter omfattes av virkningen. Når det kommer til snø- og isskredrisiko finner vi det imidlertid urimelig at trafikantene skal ha et ubehag tilknyttet slike skred utenfor vintersesongen, **når** det ikke er fysisk mulig at slike skred **kan** inntreffe. Vi anbefaler derfor at ubehag ved skredrisiko kun beregnes for reisende i vintersesongen for snø- og isskred. For øvrige typer skred bør reisende hele året legges til grunn.

Vår vurdering vedrørende punkt 3: Bruk av ujusterte data på skredfrekvens og -bredde fra NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» vil normalt sett gi sterkt overestimerte anslag på prissatt ubehag ved skredrisiko. Justeringene anbefalt i Aalen m.fl. (2025) må gjennomføres for å sikre rimelige resultater. At korrekte data må benyttes i beregningene gir imidlertid ikke grunnlag for å trekke i tvil rimeligheten av punkt 1 og 2 over.

Vår vurdering av gjennomførte analyser der feil i inputdata ikke har vært fremtredende: Vi finner overordnet størrelsesordenen på estimatene på ubehaget ved skredrisiko som rimelige. De vurderte anslagene har svakheter ved seg, men ved foreslått metodikk i denne rapporten ville disse svakhetene ikke oppstått og resultatene hatt lavere usikkerhet. Resultatene viser samtidig at dersom feil i data på skredrisiko ikke tas inn i analysene, så vil man oppnå resultater med rimelig størrelsesorden. Benyttes metodikken og anbefalingene foreslått i denne rapporten er vår vurdering at rimelige estimater vil oppnås.

Kan verdiene for betalingsvillighetsfunksjonen brukes som de er?

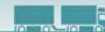
Hvis alternativet er å ikke inkludere «ubehag ved skredrisiko» som komponent i en SØA som inkluderer skredtiltak, så anser vi det som langt bedre å inkludere betalingsvillighetsparameterne som de er. Ved bruk av parameterne som de er, kan det være hensiktsmessig å gjennomføre følsomhetsanalyser for å teste hvor robuste resultatene i SØAen er til parameterverdiene. Ved bruk av parameterne som de er, foreslår vi følgende:

- Følsomhetsanalyse på +/- 25% på beregnet ubehag ved skredrisiko. Dette representerer 95% konfidensintervall for estimatene
- Ved analyser hvor forventet skredfrekvens er over 10 per år, og/eller forventet skredbredde er høyere enn 120 meter, kan det i tillegg gjøres en følsomhetsanalyse med 50% lavere verdsetting av ubehag ved skredrisiko. Dette vil både bidra til å synliggjøre aspekter ved en avtakende betalingsvillighetsfunksjon, og bidra til å dempe effektene av at dette representerer sjeldent skredfarlige punkter og kan være basert på overdrevne vurderinger i NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt».

Vi ser imidlertid at det er mulig å bruke en mer presis betalingsvillighetsfunksjon. Enkle tester av ikke-linearitet tilsier at betalingsvillighetene både for redusert skredfrekvens og -bredde er monotont avtakende. Dette er grundig dokumentert i Vedlegg B, hvor man også kan finne eksempelberegninger.

Å implementere en avtakende betalingsvillighetsfunksjon for skredfrekvens er mulig, men det øker kompleksiteten betraktelig. Betalingsvilligheten for ubehag ved skredfare er estimert på reisenivå, ikke på punktnivå. Hvis det er flere enn ett skredpunkt som inngår i en SØA vil en helst vite hvor de reisende kjører fra og til, som dermed gjennomføre beregningene i RTM, som er alt for arbeidskrevende på kort sikt.

Vi tror fortsatt at det er mest hensiktsmessig at SØAer benytter skredpunkt som analyseenhet for å gjøre det praktisk gjennomførbart. Siden en reise lett kan inneholde flere skredpunkter, gjerne med frekvenser på under 10 i året (dvs. frekvenser i området der lineær verdsetting



underestimerer reisendes verdsetting), står man i fare for å overestimere dersom ikke-lineær verdsetting per reise benyttes ved bruk av skredpunkt som analyseenhet.

Det er mindre komplisert å implementere avtakende betalingsvillighetsfunksjoner for skredbredde, men det innebærer visse avveininger. En viktig styrke med den avtakende funksjonen er at forventede skredbredder av størrelsesordenen 100 meter eller mer ikke overdrives. Imidlertid er slike skredbredder relativt sjeldne, hvor ca. 80% av registrerte skred er mindre (Wangsness m.fl., 2024). Siden SP-datagrunnlaget dekker tilnærmet hele spekteret av skredbredder, gir det noe svak oppløsning innenfor intervallet av «normale» skredbredder. Det vil også gi vesentlig høyere verdsetting enn den tidligere anbefalte lineære betalingsvillighetsfunksjonen ved «normale» skredbredder. I tillegg påpeker KlimaVei-prosjektet at NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» har en tendens til å overdrive skredbredder (typisk med en minstebredde på 20 meter selv om dette er vesentlig større enn hva som er registret historisk). Vi vurderer det dermed som mer hensiktsmessig å videreføre den lineære betalingsvillighetsfunksjonen for redusert skredbredde, men gjennomføre følsomhetsanalyse med 50% lavere verdsetting dersom forventet skredbredde i et skredpunkt er 120 meter eller større. Analyser som inkluderer skredpunkter med slike skredbredder burde også kreve ekstra gjennomgang av input-dataene, slik at man har et godt grunnlag for å forutsette at de aktuelle skredpunktene faktisk har slike «unormalt» store skred som forventningsverdi.

Til slutt vil vi påpeke viktigheten av at forventningsrette data på skredfrekvens og -bredde benyttes i analyser. Bruk av ujusterte data på skredfrekvens og -bredde fra NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» vil normalt sett gi sterkt overestimerte anslag på prissatt ubehag ved skredrisiko. Justeringene anbefalt i Aalen m.fl. (2025) bør gjennomføres for å sikre rimelige resultater.

Korrigerings for mulig dobbelttelling

Som påpekt, kan vi ikke utelukke at det kan forekomme noe dobbelttelling når man i en SØA av skredsikringstiltak beregner endring i ulykkeskostnader og ubehag ved skredrisiko. Denne dobbelttellingen er i verste fall begrenset til lettere skader og materiellskader. En konservativ fremgangsmåte for analytikeren vil da være å subtrahere et beløp fra beregnet ubehag ved skredrisiko, som tilsvarer en predefinert andel av de beregnede ulykkeskostnadene tilknyttet skred. For ikke å gjøre byrden på analytikeren unødvendig stor, anser vi det som hensiktsmessig å trekke fra 9% av de beregnede ulykkeskostnadene¹ fra den beregnede betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde. En slik post kunne bli kalt f.eks. «Fratrekk for å hindre dobbelttelling av ulykkeskostnader for lettere skader og materiellskader».

Videre anser vi det som hensiktsmessig at vurderingen av IPVene «Landskapsbilde» og «Naturmangfold» ikke tar inn effekten av redusert skredfrekvens og -bredde på disse IPVene, som følge av skredtiltak. Det er hensiktsmessig å «tone ned» akkurat de aspektene i vurderingene av disse IPVene slik at de ikke dobbelttelles. Vi tror imidlertid at dette ytterst sjelden vil være utslagsgivende for den samlede vurderingen av IPVer.

¹ Wangsness et al. (2024) finner vi at lettere personskader og materiellskader utgjør 6%-12% av gjennomsnittlig estimerte ulykkeskostnader per tilfelle skred som treffer kjøretøy

Disutility stemming from avalanche, landslide and rockslide risk

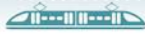
TØI Report 2088/2025 • Authors: Paal Brevik Wangsness, Knut Veisten, Ståle Navrud, Peter Aalen • Oslo 2025
• 67 pages

During 2024–2025, there has been a clear need for a better understanding of the benefit component “disutility stemming from avalanche, landslide and rockslide risk” in cost-benefit analysis. This refers to willingness to pay (WTP) to reduce the frequency and width of avalanches, controlled for the risk of death, severe injuries and road closures. The study finds that WTP is stable across regions and recommends using a common valuation factor nationally but distinguishes between rail and road. The discomfort can be caused by factors such as minor injuries, material damage and subjective insecurity. Double counting is considered limited. The values are considered reasonable given the correct use of data and the recommendation for linear valuation. Non-linear features are considered, but complicated to implement. The study recommends sensitivity analyses and the use of adjusted avalanche data to ensure realistic results and emphasizes that the inclusion of these disutility estimates provides more complete analyses of avalanche protection measures.

Background and purpose

During 2024-2025, it has become clear that cost-benefit analyses that include the willingness to pay to reduce avalanche, landslide and rockslide risk (avalanche frequency and width) can have significant benefits. The background for the assignment is that the transport agencies needed better explain this benefit and ensure that the underlying data and methods are well founded, even in the case of remarkably large benefits. This is broken down into four central themes. The transport agencies therefore needed a good and easy-to-understand description of this willingness to pay, where the following factors are addressed:

- 1) A specific description of what has been captured, in a way that can be communicated to outsiders.
- 2) Double counting: The extent to which the effect may entail double counting of other factors that have already been captured elsewhere in the cost-benefit analysis.
- 3) Specificity: The extent to which the value is specific to the projects where the survey was carried out and thus should not be applied on a general basis.
- 4) Reasonableness assessment: An assessment of the magnitude of the beneficial effect of these values on projects where they have been tested.



Finally, we make a clear recommendation regarding the extent to which the values can be used as they are, or whether adjustments are needed for it to be applied.

What is captured by the disutility stemming from avalanche, landslide and rockslide risk

Since Navrud et al. (2020), we have had estimates of the traveller's willingness to pay for reducing the avalanche risk (avalanche frequency and width), when the risk of death, serious injuries, road closures and travel time have been controlled. In short form, we refer to this as **disutility stemming from avalanche risk**.

We normally do not know anything about the motives behind valuation. In stated preference studies (SP studies), we can ask about this, but do not necessarily get the full range of motives. Based on the literature and our own assessments, we have listed consequences that were not specified in the most recent valuation study of avalanche risk (Navrud et al., 2020) and thus are probably not controlled for. There are many consequences of avalanches, beyond safety and accessibility aspects for one's own travel, that can motivate willingness to pay for avalanche protection measures (see Chapter 2). However, we will emphasize the following consequences, which were not controlled in the SP study, as plausible drivers of disutility stemming from avalanche risk.

- Risk of minor injury
- Risk of material damage (e.g., vehicle)
- Accessibility aspects that are not captured by the “days of closure” attribute (e.g. the burden of road closure uncertainty, *regardless* of whether or not you plan to travel on the route)
- Subjective/perceived insecurity beyond objective serious accident risk

We do not have data to establish their relative importance in the motives behind the disutility associated with avalanche risk. There may also be other motives. However, we believe that these points are so extensive that the magnitude of the valuations of changed avalanche frequency and width (controlled for deaths, severe injuries, road closures and travel time) can be perceived as reasonable.

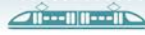
Possible double-counting

Under the accounting category “Society at large” in cost-benefit analyses (CBAs), there are a few points that we cannot rule out will be double-counted with estimated disutility stemming from avalanche risk.

The proportion of estimated accident costs associated with avalanches in a CBA that deals with minor damage and material damage can be double-counted with the disutility stemming from avalanche risk. This amounts to 6%-12% of the average estimated accident costs as a result of avalanches.

It may be the case that some assessment of the non-priced effects (NPEs) “Visual Landscape Impacts” and “Biodiversity impacts” of an avalanche measure emphasizes the effect of reduced frequency and size of avalanches as a result of the measures. In such a case (especially if it is visible from the road), we cannot rule out that some effects are double-counted.

Beyond this, we consider the risk of double counting of components in conventional cost-benefit analyses to be very low.



How representative are the parameters

Completed tests show no significant difference in the valuation of avalanche frequency and width between the investigated routes in Nordland, Hordaland and a generic avalanche-prone stretch of road or rail in Norway. There is also very little difference in the valuation of disutility from avalanche risk, regardless of whether their reference trip was in an avalanche-prone area. Based on this, and the fact that the range of variation for avalanche frequency and width in the survey covers the spectrum for avalanche-prone stretches in Norway, we consider the valuation of disutility from avalanche risk to be non-specific to the studied stretches of road or rail. We therefore recommend that the valuation factors be used in general.

However, we find a significant difference between valuation among train passengers and travelers on the road (bus and car). This difference may be due to the fact that, as shown in Chapter 5.4, the respondents have a higher valuation per avalanche at low frequencies than at high frequencies, and that the sample for train passengers was presented with choices that on average entailed lower avalanche frequencies. Concluding whether train passengers have a different valuation than travelers on the road, or whether the difference is due to the fact that they were presented with different levels of avalanche frequency, requires further work. Our assessment is that until this has been investigated further, it is reasonable to maintain the recommendation given in Magnussen et al. (2022). Here, one set of linear valuation factors for rail and road traffic was recommended.

Reasonableness assessment

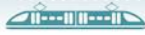
It is important to note that the main reason why discomfort from avalanche risk is normally calculated as greater than all other benefits related to avalanches combined, is that *all* road users are exposed when they pass an avalanche point, regardless of whether avalanches occur. Since avalanches occur rarely, even on avalanche-prone stretches, few travelers are exposed by the direct effects (detouring, personal injuries and repair costs). **The fact that effects that are small per road user, but affect a large number of road users, are greater than effects that are large per road user who is affected, but affect few road users, should not be surprising.** To take a similar example, the road user benefit of saving a few minutes of travel time due to a road project will normally be significantly greater than a sharp reduction in serious accidents.

The question of whether the effect is of reasonable magnitude should be assessed on the basis of whether the individual components of the calculation are reasonable, rather than the final size of the effect. The following three questions can be asked

- 1) Is the valuation per traveler and per avalanche frequency and width reasonable?
- 2) Is the number of affected travelers reasonable?
- 3) Is the data on avalanche frequency and width used as input in the analysis reasonable?

Our assessment regarding point 1: Our overall assessment is that the valuation per traveler is reasonable, given realistic input data on avalanche frequencies and widths. The fact that avoiding the risk of avalanches on one of Norway's most landslide-prone stretches of national road is valued at the equivalent of saving about 15 minutes is not unreasonable. For combinations of avalanche frequencies and widths of a more normal nature (less than one avalanche per year, narrower than 10 meters wide), the valuation will correspond to the value of one minute or thereabout in saved travel time.

Our tests show that the respondents have monotonously increasing, but diminishing valuation with greater frequencies and widths of avalanches, landslides and rockslides. However, more work is required to determine whether and, if so, what form of function a non-linear valuation should follow. Furthermore, our assessment is that using a non-linear function for valuation of



avalanche frequency will be very data-intensive and will probably require integration of (correct and adjusted) landslide point data in the Regional Transport Models (RTM) and integration of the valuation in RTM. If a linear valuation is used, and landslide points are used as a unit of analysis, analyses can be carried out relatively easily today. If avalanche risk per avalanche point, rather than per journey, is used in the valuation, part of the need for a non-linear valuation will in practice also be removed. Our assessment is therefore that it would be a safe, reasonable and appropriate approach to use linear valuation of avalanche frequency where the valuation is made per avalanche point. When it comes to exploring the use of non-linear valuation of avalanche width, we consider it more fruitful, as this will in all cases be combined with the use of avalanche points as a unit of analysis.

Our assessment regarding point 2: Since the valuation of avalanche frequency and width is very stable across groups, our assessment is that it is reasonable to assume that all road users who pass by avalanche points to be covered by the impact. However, when it comes to snow and ice avalanche risk, we find it unreasonable that road users should have any disutility associated with such avalanches outside the winter season, **when** it is not physically possible that such avalanches **can** occur. We therefore recommend that disutility from avalanche risk is only calculated for travelers during the winter season for snow and ice avalanches. For other types of avalanches and rockslides, travelers should be used as a basis for the whole year.

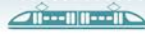
Our assessment regarding point 3: The use of unadjusted data on avalanche frequency and width from the Norwegian Road Data Bank's (NVDB) road object type 824 "avalanche point" will normally give greatly overestimated estimates of monetized disutility from avalanche risk. The adjustments recommended in Aalen et al. (2025) must be implemented to ensure reasonable results. However, the fact that correct data must be used in the calculations does not give grounds for questioning the reasonableness of points 1 and 2 above.

Our assessment of analyses carried out where errors in input data have not been prominent: We find the overall order of magnitude of the estimates of the disutility from avalanche risk to be reasonable. The estimated estimates have weaknesses, but with the methodology proposed in this report, these weaknesses can be minimized. At the same time, the results show that if errors in data on avalanche risk are cleaned from the analyses, results of a reasonable magnitude will be achieved. If the methodology and recommendations proposed in this report are used, our assessment is that reasonable estimates will be achieved.

Can we continue to use the parameters in the willingness to pay function as they are?

If the alternative is not to include "disutility stemming from avalanche risk" as a component of a CBA that includes avalanche measures, then we consider it far better to include the willingness to pay parameters as they are. Using the parameters as they are, it may be appropriate to carry out sensitivity analyses to test how robust the results in the CBA are to the parameter values. Using the parameters as they are, we propose the following:

- Sensitivity analysis of +/- 25% on calculated discomfort at avalanche risk. This represents a 95% confidence interval for the estimates
- In the case of analyses where the expected avalanche frequency is over 10 per year, and/or the expected avalanche width is higher than 120 meters, a sensitivity analysis can also be made with a 50% lower valuation of discomfort in the event of an avalanche risk. This will both help to highlight aspects of a declining willingness to pay function and help to mitigate the effects of the fact that this represents rarely avalanche-prone points and may be based on exaggerated assessments in NVDB's road object type 824 "avalanche points".



However, we see that it is possible to use a more precise willingness to pay function. Simple tests of non-linearity indicate that willingness to pay for both reduced avalanche frequency and width is monotonously positive but decreasing. This is thoroughly documented in Appendix B, where you can also find example calculations.

Implementing a positive, but decreasing, willingness to pay function for avalanche frequency is possible, but it increases complexity considerably. The willingness to pay to avoid disutility from avalanche risk is estimated at the travel level, not at the point level. If there is more than one avalanche point included in a CBA, one would prefer to know where the travelers drive from and to, which entails calculations from RTM, which is far too laborious in the short term.


We still believe that it is most appropriate for CBAs to use avalanche points as the unit of analysis to make it practically feasible. Since a trip can easily contain several avalanche points, often with frequencies of less than 10 per year (i.e. frequencies in the area where linear valuation underestimates travelers' valuation), there is a risk of overestimating if non-linear valuation per journey is used using landslide points as a unit of analysis.

It is less complicated to implement positive, but decreasing, willingness to pay functions for avalanche width, but it involves certain trade-offs. An important strength of the decreasing function is that expected avalanche widths of the order of 100 meters or more are not exaggerated. However, such avalanche widths are relatively rare, with approximately 80% of registered avalanches being smaller (Wangsnæs et al., 2024). Since the SP data cover almost the entire range of avalanche widths, it gives somewhat weak resolution within the interval of "normal" avalanche widths. It will also provide a significantly higher valuation than the previously recommended linear willingness-to-pay function at "normal" avalanche widths. In addition, the KlimaVei project points out that NVDB's road object type 824 "avalanche point" tends to exaggerate avalanche widths (typically with a minimum width of 20 meters, although this is significantly larger than what has been registered historically). We therefore consider it more appropriate to continue the linear willingness to pay function for reduced avalanche width but carry out sensitivity analysis with 50% lower valuation if the expected avalanche width in an avalanche point is 120 meters or greater. Analyses that include avalanche points with such avalanche widths should also require extra review of the input data, so that one has a good basis for assuming that the avalanche points in question actually have such "abnormally" large avalanches as an expected value.

Finally, we would like to point out the importance of using expectational data on avalanche frequency and width in analyses. Use of unadjusted data on avalanche frequency and width from NVDB's road object type 824 "avalanche point" will normally give greatly overestimated estimates of monetized disutility of avalanche risk. The adjustments recommended in Aalen et al. (2025) should be implemented to ensure reasonable results.

Correcting for possible double counting

As pointed out, we cannot rule out that there may be some double counting when a CBA of avalanche protection measures calculates both changes in accident costs and disutility from avalanche risk. In the worst case, this double count is limited to minor injuries and material damage. A conservative approach for the analyst would then be to subtract an amount from the calculated disutility of avalanche risk, which corresponds to a predefined proportion of the estimated accident costs associated with avalanches. In order not to make the burden on the analyst unnecessarily large, we consider it appropriate to deduct 9% of the estimated accident



costs² from the estimated willingness to pay for reduced avalanche frequency and width. Such an item could be called, for example, "Deductions to prevent double counting of accident costs for minor injuries and material damage".

Furthermore, we consider it appropriate that the assessment of the NPEs "Visual Impacts on Landscape" and "Impacts on biodiversity" does not take into account the effect of reduced avalanche frequency and width on these NPEs, as a result of avalanche measures. It is appropriate to "tone down" exactly those aspects in the assessments of these NPEs so that they are not double counted. However, we believe that this will very rarely be decisive for the overall assessment of NPEs.

² Wangsness et al. (2024) find that minor personal injuries and material damage account for 6%-12% of the average estimated accident costs per case of avalanches that hit vehicles

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

I løpet av 2024-2025 har det blitt klart at samfunnsøkonomiske analyser som inkluderer betalingsvilligheten for å redusere skredrisiko (skredfrekvens og -bredde) kan få betydelige nytteeffekter. Bakgrunnen for oppdraget er at transportvirksomhetene hadde et ønske om å både bedre forklare denne nyttevirkningen og sikre seg at den er godt faglig fundert, selv ved bemerkelsesverdig store nytteeffekter. Dette brytes ned i fire sentrale temaer. Transportvirksomhetene hadde dermed behov for en god og lettfattelig beskrivelse av denne virkningen, hvor følgende momenter tas opp:

- 1) Konkret beskrivelse av hva som er fanget opp, på en måte som kan kommuniseres til utenforstående.
- 2) Dobbeltelling: I hvilken grad effekten kan innebære dobbelttelling av andre faktorer som allerede er fanget opp andre steder i den samfunnsøkonomiske analysen.
- 3) Spesifisitet: I hvilken grad verdien er spesifikk for de prosjektene der undersøkelsen ble gjort, og dermed ikke bør anvendes på generell basis.
- 4) Rimelighetsvurdering: En vurdering av størrelsesorden av nytteeffekten av disse verdiene på prosjekter der de har vært testet ut.

Vi kommer til slutt med en klar anbefaling om i hvilken grad verdiene kan anvendes slik den er, eller om det er behov for justeringer for at den skal kunne anvendes.

Denne såkalte «restbetalingsvilligheten» ble estimert som betalingsvilligheten blant reisende på vei og bane for å unngå ubehaget ved skredrisiko på to spesifikke strekninger i en uttrykt preferansestudie (Stated Preference (SP)-studie); se Navrud mfl. 2020; Veisten mfl. 2025). De som ikke kjørte på de to utvalgte strekningene ble spurt om en generisk strekning med skredrisiko. Både et valgekspesiment og en betinget verdsettingsstudie ble gjennomført. Resultatene fra valgekspesimentet for dette ubehaget (hvor en eksplisitt korrigerer for andre velferdseffekter ved redusert skredrisiko) er så blitt anvendt i blant annet Magnussen et al. (2022), Menon Economics et al. (2024), Eidsvig et al. (2025) og Aalen et al. (2025) og med noe bearbeiding i Wangsness et al. (2024).

«Restbetalingsvilligheten», eller rettere sagt “**ubehaget ved skredrisiko**” i Navrud m.fl. 2020 uttrykker hvor mye reisende er villige til å redusere skredfrekvens og -bredde, når risiko for dødsfall, alvorlige skader, veistengning og reisetid er kontrollert for. Enhetsverdiene er basert på et vektet gjennomsnitt av betalingsvillighet for å redusere skred som rammer norske veier.

Betalingsvilligheten var 3,70 kroner per reise for en endring i forventet skredfrekvens med ett tilfelle per år (95 %-konfidensintervall utledet fra gjennomsnittet $\pm 25\%$, det vil si ca. 2,77–4,63) og 0,13 kroner per reise for en endring i forventet skredbredde med 1 meter for skred som når vegen (95 %-konfidensintervall utledet fra gjennomsnittet $\pm 25\%$, dvs. ca. 0,10–0,16).

Nytteberegningssfunksjoner som vil kunne inngå i en nyttekostnadsanalyse (NKA) av tiltak på skredutsatt strekning i EFFEKT (Straume & Bertelsen, 2015, kap. 10) kan defineres som følger:

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

der x er endringen i det forventede antallet årlige skred (som når vegen), og y er endringen i den forventede gjennomsnittsbredden (i meter) på skredene som rammer vegen.

Til sammen gir dette nytteberegningssfunksjoner for endring i skredrisiko:

- **Nytte (kr) av endring i skredrisiko:** $x \text{ skred/år} * (3,70 \text{ kr} + 0,13 \text{ kr} * y \text{ meter bredde}) * \text{belegg} * \text{ÅDT} * 365$

Verdsettingsfaktorene er oppgitt i 2019-kroner. For snø- og isskred bør 365 dager byttes ut med lengden på vintersesongen, forstått som hvor mange dager i året det er fysisk mulig at det *kan* gå slike skred.

1.2 Avgrensning

I denne rapporten fokuserer vi kun på folks betalingsvillighet for å redusere skredrisiko (her definert som skredfrekvens og -bredde) på veiinfrastruktur. Vi ser dermed bort fra den direkte kostnaden som påføres infrastruktureier som følge av ødeleggelse på grunn av skred.

De kvantitative analysene gjort i denne rapporten er basert på datamaterialet først dokumentert i Navrud m.fl. (2020). Det har ikke vært anledning til å gjøre nye undersøkelser.

1.3 Rapportstruktur

I kapittel 2 gjengir vi kort hvilke data og metoder som brukes i rapporten. I kapittel 3 lager vi en klassifisering av hva som inngår i ubehagskostnader knyttet til skred, basert på en litteraturgjennomgang. I kapittel 4 gjennomgår vi spesifikt hvorvidt det finnes enkelte faktorer i den samfunnsøkonomiske analysen som kan være fanget opp andre steder, for å unngå dobbelttelling. I kapittel 5 drøfter vi hvorvidt parameterne for verdsatt ubehag ved skredrisiko kan sies å være representative for alle skredutsatte strekninger i Norge, eller om de kun gjelder for de to spesifikke strekningene som inngikk i undersøkelsen. I kapittel 6 gjengir vi hovedpunktene fra vår analyse av verdsetting mht. endringsstørrelser for attributtene i SP-studien, og enkle tester av ikke-linearitet. Videre dokumentasjon av dette finnes i Vedlegg B. I kapittel 7 kommer vi med en vurdering av eksempler hvor metoden er testet ut. Her vil vi legge vekt på både rimelighetsvurdering av både verdsettingsparameterne, og de foreliggende estimatene av forventet skredfrekvens og -bredde hentet ut fra Vegdatabanken. Kapittel 8 oppsummerer, konkluderer og gir anbefalinger.

2 Data og metode

Valgekspérimentet i Navrud et al. (2020) danner det kvantitative datagrunnlaget brukt i denne rapport. Eksperimentet inkluderte effekter som skredstørrelse, skredfrekvens, infrastrukturstengingsfrekvens, antall hardt skadde eller døde, reisetid og reisekostnad. Verdsettingene fra 2020 knyttet til skred og skredfare omfattet to strekninger i Norge: mellom Bergen og Voss, og mellom Bodø og Mo i Rana. Opplysninger om skredfrekvenser og skredstørrelser ble samlet inn fra Statens vegvesen og Jernbaneverket. I tillegg ble en «generisk» strekning inkludert for respondenter som ikke hadde reist på de nevnte strekningene den siste måneden. Denne hypotetiske strekningen kunne være hvor som helst i Norge og hadde referanseverdier for skredrelaterte effekter tilsvarende de to konkrete strekningene, eller en verdi midt imellom.

I valgekspérimentet gjorde respondentene gjentatte valg mellom to hypotetiske reiseruter der egenskapene ved disse varierte. Et eksempel på en slik valgsituasjon er vist i figur 2.1. Disse dataene blir gjenstand for både deskriptiv og økonometrisk analyse med multinominale logit-modeller (MNL-modeller), sannsynlighetsrate-tester, og uttesting av ulike former for betalingsvillighetsfunksjoner.

Som påpekt i innledningen har norske transportvirksomheter spørsmål som ikke kan dekkes av dette dataunderlaget alene. For å informere våre vurderinger av hva som kan være viktige drivere av betalingsvillighet, som valgekspérimentet ikke kontrollerer, har vi også gjort en litteraturgjennomgang på verdsetting knyttet til skredrisiko og/eller skredtiltak. Litteratur på gjennomførte analyser hvor parameterne for ubehag ved skredrisiko er brukt, sammen med den medfølgende inndataen på skredfrekvenser og -bredder, har vært sentral i rimelighetsvurderingene av verdiene av ubehag ved skredrisiko.

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

Figur 2.1: Eksempel på parvist valg, mellom reisealternativ A og reisealternativ B, i valgekspérimentet. Kilde: Navrud et al. (2020, figur 3.5).

3 Drivere av folks betalingsvillighet for redusert skredrisiko

3.1 Hva er fanget opp i ubehaget ved skredrisiko?

Dette er betalingsvilligheten til den reisende for å redusere skredrisiko (som her er definert som skredfrekvens og -bredde), når risiko for dødsfall og harde skader, vegstengning og reisetid er kontrollert for.

Hvilke andre mulige konsekvenser av skred kan bidra til å forklare verdsettingen av redusert skredfrekvens og -bredde når risiko for dødsfall, harde skader, vegstengning og reisetid er kontrollert for?

Vi vet normalt ikke noe om motivene bak verdsetting, enten det gjelder endringer i reisetid eller endringer i skredfare eller noe annet. I spørreskjemabaserte SP-studier, kan vi spørre om dette, men vi vil ikke nødvendigvis få tak i hele spekteret av motiver. Basert på litteraturen og egne vurderinger vil vi liste opp konsekvenser som ikke ble spesifisert i den siste verdsettingsstudien av skredfare (Navrud et al., 2020).

Hva er det som ikke er kontrollert for, som plausibelt kan inngå i ubehaget ved skredrisiko?

Risikoen for lettere skader: Selv om man kontrollerer for antall drepte og hardt skadde, vil det fortsatt kunne gjenstå ubehag knyttet lettere skader knyttet til ferdsel på disse strekningene. Som for død og hardt skadde er imidlertid også lettere personskader pga. skred relativt sjeldne hendelser (sammenliknet med andre personskadeårsaker i transport), men det kan ikke utelukkes at dette kan ha påvirket verdsettingen av redusert skredrisiko. Et eksempel kan være nakkesleng ved bråstopp som følge av en mindre skredhendelse, selv om skredhendelsen ikke skulle ført til vegstengning, drepte eller hardt skadde.

Risikoen for materielle skader: Det ble heller ikke kontrollert for risikoen for materielle skader, for eksempel at skred kan medføre skade på eget kjøretøy. Et eksempel kan være en sprekk i frontrute som følge av et lite steinsprang, selv om skredhendelsen ikke skulle ført til vegstengning, drepte eller hardt skadde. Vi kan ikke utelukke at faktisk/opplevd risiko for materielle skader pga. skred kan ha påvirket verdsettingen av redusert skredfrekvens og -bredde.

Fremkommelighetsaspekter som ikke blir fanget opp av attributtet «dager med stengning»:

Respondentene endte opp med en statistisk signifikant og plausibel verdsetting av dager med stengning i SP-undersøkelsen. Dette skal fange opp de reisendes ubehag knyttet til kostnader av omkjøring (med både tids- og distanserelaterte kostnader), ventetid, køkjøring og potensielt avlyste reiser. Det burde også fange opp verdsetting av reistidsvariabilitet, ettersom det er usikkert når skred inntreffer og forårsaker disse stengningene. Det fanger derimot ikke opp den belastningen usikkerheten omkring vegstengning gir, *uavhengig* av om man har planlagt å reise på strekningen eller ikke. Dette gjennomgås nærmere i kapittel 3.4.2. En slik tilleggsvurdsetting utover selve uforutsigbarheten i reisetid når du faktisk reiser kan muligens forklares med det Bondemark et al. (2021) beskriver om reisemuligheter som opsjonsverdi. Jacobsen et al. (2016) omfatter ikke økonomisk verdsetting, men beskriver respondenters vurdering av konsekvenser av vegstengning og hvordan dette kan påvirkes/utvikles ved økt varighet av stengingen (et aspekt som det heller ikke ble kontrollert for i verdsettingsstudien). Usikkerheten av å ikke kunne reise på et tidspunkt man trengte det var en viktig driver av bekymringene respondentene hadde omkring skredfare i lokalsamfunnet.

Subjektiv/opplevd utrygghet utover objektiv alvorlig ulykkesrisiko: Selv om man kontrollerer for antall drepte og hardt skadde, kan den som ferdes på den skredutsatte strekningen oppleve en utrygghet som henger sammen med hyppighet og omfang av skred. For stenging og reisetid så vel som hard skade/dødsfall, så kan noen respondenter ha vurdert at skredårsaken bak tallene var mer betydningsfull, som

delkonsekvens og/eller som noe «ekstra ubehagelig». For noen kan det beskrives som et fravær av sinnsro («peace og mind») ved ferdsel på strekningen, eller en slags «dread effect»). Denne effekten er beskrevet nærmere i Flügel et al. (2010) og Navrud et al. (2020). Denne kan til og med ha litt samspill mellom risikoen for lettere personskade og materiellskader, som det ikke er kontrollert for. Det er rimelig å forvente at en bulk i bilen forårsaket av et steinsprang vil forårsake et større ubehag i form av utrygghet, enn om en tilsvarende bulk inntraff i et parkeringshus. Noen slik «dread effekt» ble dog ikke funnet å påvirke verdsettingen av personskaderisiko, av Rheinsberger (2011). Denne mulige «dread»-effekten av skredfare rettet mot personlig sikkerhet kan ligge nær det som er beskrevet som «skredfare-utrygghet». Navrud et al. (2020) fant ingen statistisk sammenheng mellom opplevd skredfare-utrygghet og verdsetting av redusert skredfrekvens og -bredde, men dette utelukker på ingen måte at utrygghet kan være én av flere mulige motiver bak verdsettingen av redusert skredrisiko (Wangness et al., 2024).³

Basert på SP-undersøkelsens design, så vet vi at disse ubehagsaspektene ikke er kontrollert for. Vi har ikke datagrunnlag for å slå fast deres relative betydning i motivene bak preferansene for redusert skredfrekvens og -bredde. Det kan også finnes andre motiver. Men vi mener at det som er nevnt i punktene over potensielt kan være såpass omfattende at verdsettingene av endret skredfrekvens og -bredde (kontrollert for andre faktorer) ikke bør oppfattes som urimelige. Vi mener at det ikke er noe overraskende med størrelsen på den gjennomsnittlige betalingsvilligheten for 1 mindre skredhendelse og 1 meter redusert skredbredde som treffer infrastrukturen. Vi kommer tilbake til dette i kapittel 5.

I tillegg til det som er nevnt ovenfor, så vil noen som ferdes på skredutsatte strekninger også kunne ha skredfare i lokalsamfunnet og dermed også kunne være eksponert for skredfare i eget hjem. Selv om verdsettingsstudien har verdsatt skredfare på reisestrekninger, så kan det for noen ha vært vanskelig å skille denne transportrelaterte skredfaren fra skredfare mer generelt. Det vil også neppe være slik at folk har helt atskilte preferanser for skredfare på nærliggende reisestrekninger og skredfaren ved bostedet, utover at sistnevnte kan forventes å være relativt sterkere (Spegel og Ek, 2022). Men ettersom flere av disse aspektene er såpass samfunnsmessig viktige, spesielt i skredutsatte lokalsamfunn, vurderer vi det som viktig å gjennomgå dem lenger ned i kapitlet.

3.2 Klassifisering av samfunnskostnader/ubehag forårsaket av skredrisiko

Skred som treffer transportinfrastruktur, forårsaker samfunnskostnader. Dette er: i) direkte kostnader til infrastruktureier forbundet med opprydding, restaurering og gjenoppbygging etter skredet, ii) transportbrukerne utsettes for potensielt store reiseulemper ved stenging av infrastrukturen, både preventivt og i forbindelse med skred, iii) de reisende utsettes for objektiv ulykkesrisiko og et psykologisk ubehag som kommer i tillegg, og iv) skred har også negative økonomiske ringvirkninger på lokalsamfunn og på lokalmiljø. Alle disse, og flere, velferdsaspekter kan være med på å motivere en betalingsvillighet for å redusere skredfare.

³ Navrud et al. (2020, se også Veisten et al., 2025) fant ingen statistisk sammenheng mellom (den implisitte) verdsettingen av skredfrekvens-/skredbredde-ending og et separat mål på skredutrygghet (graden av skred-utrygghet på en 10-punktskala). Mens valgene mellom alternative reiser med varierende skredfrekvens-/skredbredde ble knyttet til bestemte strekninger, så ble spørsmålet om skredfareutrygghet knyttet til strekninger de vanligvis ferdes på. For mange av respondentene var strekningene med valg mellom alternativer de samme strekningene som de vanligvis reiste på, men ikke for alle. Uten nye undersøkelser kan man ikke slå fast den eksakte betydningen av «støy» i de nevnte testene. Funnene står ved lag, det ble ikke funnet noen sammenheng, men i eventuelle nye tester av verdsetting opp mot utrygghet og andre mulige verdsettingsmotiver kan man forsøke å redusere teststøyen med endrede strekningsbeskrivelser.

I kapittel 2.1 har vi beskrevet relativt kortfattet hvilke aspekter som inngår i ubehaget ved skredrisiko. For å utdype dette ønsker vi å putte disse aspektene i en utvidet klassifisering av samfunnskostnader/ ubehag forårsaket av skred. Med utgangspunkt i klassifiseringen ønsker vi å:

- Presentere kilder til ubehag/samfunnskostnader som vi er sikre på er dekket av valgekspérimentet i SP-undersøkelsen, og som er kontrollert for nå vi vurderer betalingsvilligheten for skredfrekvens og -bredde (røde kategorier i tabell 3.1).
- Presentere kilder til ubehag/samfunnskostnader som er relevante for respondentens egne reiser, men ikke kontrollert for i valgekspérimentet og som sannsynligvis inngår i betalingsvilligheten for skredfrekvens og -bredde (grønne kategorier i tabell 3.1).
- Presentere kilder til ubehag/samfunnskostnader som ikke er direkte relevante for respondentens egne reiser, men som kan være en del av enkelte respondenters personlige kontekst når de gjør vurderinger knyttet til skred. Slike kilder spiller nok en begrenset rolle, men kan fortsatt vært en del av den underliggende motivasjonen til betalingsvilligheten for skredfrekvens og -bredde (gule kategorier i tabell 3.1).

Tabell 3.1: Systematisering av ulike kilder til samfunnskostnader og ubehag (disutility) knyttet til skred på/ved transportinfrastruktur, basert på en gjennomgang av verdsettingslitteratur. **Røde** celler er ubehagskilder som er direkte relatert til respondentens egne reiser, som i valgekspérimentet i prinsippet skal være kontrollert for (gjennom å ha med drepte/hardt skadde og vegstengninger som attributter) slik at man sitter igjen med kun ubehaget ved skredrisiko. **Grønne** celler er ubehagskilder som også angår respondentens egne reiser, men som ikke er kontrollert for og som vi anser som plausible motivasjoner for ubehaget ved skredrisiko. **Gule** celler er ubehagskilder som ikke er direkte relevante for respondenters egne reiser, men som kan være en del av respondenters personlige kontekst når de gjør vurderinger om skred.

Sikkerhet	Fremkommelighet	Økonomiske ringvirkninger	Miljømessige ringvirkninger
Dødsfall, egen	Omkjøringskostnader som følge av vegstengning, egen	Forringelse av egen private eiendomsverdi	Forringet natur- og kulturlandskap
Hard personskade, egen	Ventetid som følge av vegstengning, egen	Forringelse av andres private eiendomsverdi	Forringelse av lokale økosystemtjenester
Lettere personskade, egen	Køkjøring som følge av vegstengning, egen	Forringelse av offentlig infrastruktur (felleskostnader selv om veien er åpen for ferdsel)	
Skader på kjøretøy, egen	Undertrykt reise som følge av vegstengning, egen	Avskrekking av turister	
Opplevd utrygghet utover objektiv ulykkesrisiko (fravær av «peace og mind»)	Usikkerhet i reisetid som følge av vegstengning (verdsetting av standardavviket), egen		
Dødsfall, altruistiske motiver og samfunnsomkostninger	Vegstengning som forringer opsjonsverdien av transporttilgjengeligheten/passiv bruksverdi, egen		
Harde personskader, altruistiske motiver og samfunnsomkostninger	Omkjøringskostnader som følge av vegstengning, altruistisk		
Lettere personskader, altruistiske motiver og samfunnsomkostninger	Ventetid som følge av vegstengning, altruistisk		
Skader på kjøretøy, altruistiske motiver og samfunnsomkostninger	Køkjøring som følge av vegstengning, altruistisk		
	Undertrykt reise som følge av vegstengning, altruistisk		
	Usikkerhet i reisetid som følge av vegstengning (verdsetting av standardavviket), altruistisk		
	Vegstengning som forringer opsjonsverdien av transporttilgjengeligheten/passiv bruksverdi, altruistisk		
	Redusert tilgjengelighet av varer og tjenester lokalt, egen		
	Redusert tilgjengelighet av varer og tjenester lokalt, altruistisk		
	Verdikjede-usikkerhet utover direkte fremkommelighets-forringelse		
	Ekstra hensyn til områder med få alternative ruter, som er ekstra sårbare for vegstengninger (<i>reliability</i>)		

Vi vurderer det som hensiktsmessig å dele inn ubehagskildene i fire kategorier:

- Sikkerhetsaspekter
- Fremkommelighetsaspekter
- Økonomiske ringvirkninger
- Miljømessige ringvirkninger

Vi gjennomgår verdsettingslitteratur som berører alle fire kategoriene. Det er kun i de to første kategoriene hvor det er ubehagskilder som er direkte relatert til respondenters egne reiser. Her vil vi splitte opp delkapitlet utfra hvorvidt de faller inn under rød, grønn eller gul klassifisering i tabell 3.1.

3.3 Sikkerhetsaspekter

Hvis en bil treffes av skred, er det en objektiv risiko for dødsfall, hard skade, lettere skade og/eller skade på kjøretøy. Denne risikoen er økende i skredomfang (Wangness et al., 2024). Dette er sentrale og opplagte ulemper knyttet til skredfare.

3.3.1 Egne reiser, kontrollert for

I SP-undersøkelsen er en av attributtene ved de ulike rutealternativene hvor mange hardt skadde og døde på strekningen de siste 10 årene (aller årsaker, ikke bare knyttet til skred). Respondenten har dermed eksplisitt informasjon om hens risiko for å bli drept eller hardt skadd om hen velger det ene eller det andre alternativet.

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

Figur 3.1: Eksempel på parvist valg, mellom reisealternativ A og reisealternativ B, i valgekspérimentet. Kilde: Navrud et al. (2020, figur 3.5). Sirklet rundt attributt knyttet til sikkerhet.

Resultatene fra valgekspérimentet ga statistisk signifikante resultater for verdsettingen av attributtet knyttet til hardt skadde og drepte, med plausible verdier. I Tabell V.1 Vedlegg A ser man at den implisitte verdsettingen av et statistisk liv er relativt nær det som anbefales i Finansdepartementet (2021) og verdsettingen av hard skade er relativt nært det som anbefales i Håndbok V712 (Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2021). Vi vurderer dette som sterke og troverdige resultater.

3.3.2 Egne reiser, ikke kontrollert for

Når verdsettingen av skredfrekvens og -bredde kontrollerer for ulykker med dødsfall/hardt skadde, skal det ikke være noe verdsetting av dette i ubehaget ved skredrisiko, verken knyttet til egen risiko eller hensynet til andres risiko eller tredjepartskostninger. Det som imidlertid *ikke* er kontrollert for er

ubehag knyttet til lettere skader og skader for kjøretøy. Dette gjelder verken for egen risiko, eller knyttet til hensynet til andres risiko eller tredjepartsomkostninger.

Det som heller ikke er kontrollert for er *opplevd utrygghet utover objektiv ulykkesrisiko* (fravær av «peace og mind»/«dread effect») som beskrives nærmere i Flügel et al. (2010) og Navrud et al. (2020). Analyser av dataene fra SP-undersøkelsen avdekker ingen signifikante sammenhenger mellom selv-opplevd grad av skredfareutrygghet ved transport; oppgitt på en skala fra 0 (ingen utrygghet) til 10 (voldsom utrygghet), og betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde. Dette ble testet både i Navrud et al. (2020) og i Wangsness et al. (2024).

Navrud mfl. (2020) undersøkte videre om respondentenes grad av nevrotisme (målt ved spørsmålene for dette karaktertrekket i personlighetstesten Big 5 påvirket betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde, men fant ingen signifikant sammenheng. Det kan imidlertid være andre uobserverte kjennetegn ved respondentene som er korrelert med utrygghetsfølelse eller nevrotisme og betalingsvillighet og som forstyrrer den sammenhengningen man prøvde å identifisere i valgekspérimentet.

Det vi kan slå fast basert på dataene våre, er at *variasjon* i utrygghetsfølelse (slik den er målt i undersøkelsen) mellom personer ikke forklarer variasjon i betalingsvillighet for å redusere skredrisiko. Dette indikerer at utrygghet ikke er en signifikant driver av betalingsvilligheten. Det kan likevel være at personene i utvalget vårt kjente på en viss utrygghetsfølelse *i gjennomsnitt*, og at denne utrygghetsfølelsen er med på å forklare betalingsvilligheten deres for å redusere skredrisiko for utvalget som helhet. Dette kan verken fastslås eller avkreftes med de dataene vi har fra valgekspérimentet.

3.3.3 Aspekter utover egne reiser

Utgangspunktet for verdsetting av liv og helse i samfunnsøkonomiske analyser er verdien av statistisk liv (VSL). En estimert VSL representerer den totale betalingsvilligheten til en gitt populasjon (her Norges befolkning) for en risikoreduksjon som er akkurat stor nok til at en forventningsmessig vil spare ett liv (Finansdepartementet, 2021). Dette skal i prinsippet inkludere (i gjennomsnitt) individenes betalingsvillighet for risikoreduksjonen for seg selv, samt omkostninger til tredjepart (f.eks. helsevesenet) for hendelser med død/helseutfall og eventuell verdsetting av risikoreduksjon for andre av altruistiske/familiære hensyn (Lindberg, 2001). I tabell 3.1 har vi derfor splittet opp kildene til ubehag etter hvorvidt de påvirker den reisendes risiko, og hvorvidt det er ubehag som stammer fra altruistiske motiver og omkostninger til tredjepart.

3.4 Fremkommelighetsaspekter

3.4.1 Egne reiser, kontrollert for

I SP-undersøkelsen er en av attributtene ved de ulike rutealternativene hvor mange dager med stengning av strekningen en kan forvente hvert år (alle årsaker, ikke bare knyttet til skred). Respondenten har dermed eksplisitt informasjon om sannsynligheten for at vegen kommer til å være stengt om hen velger det ene eller det andre alternativet.

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

Figur 3.2: Eksempel på parvist valg, mellom reisealternativ A og reisealternativ B, i valgekspériment/samvalg. Kilde: Navrud et al. (2020, figur 3.5). Sirklet rundt attributt knyttet til vegstengning.

Dersom skredfare fører til vegstengning, etter skred eller bare preventivt eller etter et faktisk skred, vil det påføre samfunnskostnader som vi også kan klassifisere som ubehag. Vegstengningen påfører kostnader på de reisende direkte, men noe av kostnadene kan bli båret av andre i systemet (f.eks. arbeidsgivere, vareiere). Dersom stengningene medfører omkjøring for de reisende vil dette generere både tids- og distanserelaterte kostnader. Stengningene kan føre til ventetid og kjøring for bilister, uavhengig av om de venter på gjenåpning eller velger omkjøring. Disse kostnadene kan også være såpass høye at de reisende kan velge å droppe reisen i sin helhet (undertrykt reising), som også betyr redusert konsumentoverskudd. Slike effekter er diskutert bl.a. i Bråthen et al. (2008) og er i stor grad allerede implementert i skredmodulen i EFTEKT (Straume & Bertelsen, 2015).

Ettersom vegstengningene inntreffer såpass sporadisk og relativt sjelden i løpet av et år på en gitt strekning, så vil det ikke nødvendigvis gi store utslag på gjennomsnittlig reisetid på strekningen, men det kan gi relativt store standardavvik på forventet reisetid. Den usikkerheten i reisetid som det standardavviket representerer er også en kostnad for de reisende. Når noen velger å reise på den skredutsatte strekningen, påfører skredfaren en ekstra kostnad i form av økt uforutsigbarhet som den reisende må ta høyde for. Verdsettingsstudien 2018-2020 (Flügel et al., 2020) har estimert verdsettingsvekter for reisetidsvekter som kan brukes i SØAer, men det er ikke vanlig å gjøre eksplisitte analyser av dette.

3.4.2 Egne reiser, ikke kontrollert for

Usikkerheten i framkommelighet forårsaket av skredfare kan være en belastning for folk, selv om man ikke har planlagt å reise på den skredutsatte strekningen. Usikkerheten i framkommelighet reduserer verdien av å ha veien som en tilgjengelig transportmulighet. Folk er villige til å betale for å være sikre på at veien vil være åpen når de trenger den, selv om de ikke bruker den regelmessig. Usikkerheten er en kostnad ved at den passive bruksverdien/opsjonsverdien av tilgjengelig transportmuligheter blir forringet (Bondemark et al., 2021). Her dreier det seg om en betalingsvillighet for å være trygg på at det tidspunktet man må reise på strekningen, så vil veien være åpen. Dette gjelder både planlagte reiser (f.eks. en sykehusavtale eller reise til flyplassen for en framtidig flyreise) og de som ikke er planlagte. Usikkerheten av å ikke kunne reise på et tidspunkt man trengte ble funnet å være en av de sterkeste bekymringene omkring skredfare i lokalsamfunnet i Jacobsen mfl. (2016). Denne studien gjennomførte ingen økonomisk verdsetting, men respondentene uttrykker hvor sterkt ulike konsekvenser er drivere for deres bekymringer, på en måte som muliggjør rangering. Og selv om dette ikke slår ut i et konkret rutevalg, så kan det ikke utelukkes at dette var en viktig del av respondentenes kontekst når de vurderer attributtene skredfrekvens og -bredde i SP-undersøkelsen.

3.4.3 Aspekter utover egne reiser

I tillegg til betalingsvilligheten folk har for å redusere skredrisiko for egen reise, så kan de ha en betalingsvillighet for å redusere risiko for andre (f.eks. familie og venner) sine reiser, dvs. basert på altruistisk motiver (Lindberg, 2001). Vi har ikke noe data som tyder på at respondentene tar hensyn til andres ubehag (dette kom ikke opp verken i fokusgrupper eller en-til-en intervju /pilottester), men det kan likevel være en del av deres bakenforliggende motivasjon for skredsikring. For eksempel viser Jacobsen et al. (2016) at folks oppgitte bekymringer for syke slektninger/naboer ved mulige vegstengninger var nesten like høy som folks ubehag for selv å reise når det er økt skredrisiko.

Man kan bli berørt av stengningen av transportinfrastruktur selv om den ikke rammer egne reiser eller reisende til noen man kjenner. Hvis en reise ikke kan gjennomføres eller blir forsinket, så kan dette medføre kostnader lokalt som kommer i tillegg til de økte reisekostnadene. Dette kan komme i form av at varer og tjenester midlertidig kan være utilgjengelige lokalt, uavhengig av hvorvidt økte transportkostnader kan veltes over på kjøpere eller ikke. Slike aspekter (med fokus på sykehus, skoler, vann -og avløp) hadde relativt høy verdsetting i en SP-studie gjennomført av Spegel and Ek (2022). Dette kan tolkes som en reduksjon i konsumentoverskudd. I tillegg til manglende varer og tjenester lokalt, kan usikkerheten omkring vegstengninger gi kostnader ellers i bedrifters verdikjeder som kommer i tillegg til de direkte økte transportkostnadene når vegen stenges. I forteller respondenter at de vanligste konsekvensene av vegstengninger grunnet skredfare var at de ikke fikk gjennomført sine ærende, ikke får motta besøk, ikke får tilgang til lege/helsetjenester og ikke får motta leveranser. Selv om dette ikke er verdsatt, så er det klart at skred påvirker konsumentoverskuddet i noen lokalsamfunn langt utover verdien av egne reiser.

Disse ubehagsaspektene knyttet til vegstengning kan ramme reisende, bosatte og virksomheter i skredutsatte områder. I noen områder er det verdt å påpeke at det er såpass få alternative veier til og fra områdene, f.eks. i deler av Finnmark, slik at kostnadene per berørt kan bli svært høye per hendelse. Bråthen et al. (2008) påpeker at enkle analyser av omkjøringskostnader ikke vil kunne fange opp kostnader av slike hendelser i slike områder, og at kostnadene av slik avbrutt konektivitet til slike lokalsamfunn vil være vesentlig høyere per berørt (selv om antall berørte skulle være relativt lave).

3.5 Økonomiske ringvirkninger

Skredrisiko kan ha økonomiske ringvirkninger for lokalsamfunn som går utover sikkerhetsaspekter og fremkommelighetsaspekter. Slike faller med andre ord i kategorien «Aspekter utover egne reiser» og er ikke direkte berørt i valgeksperimentet. Vi kan imidlertid ikke utelukke at det er en viktig del av noen respondenters personlige kontekst. Det er uansett samfunnsverdier som kan realiseres med bedre skredsikring.

At et skredutsatt område oppleves som mer risikofyllt kan slå ut på både økonomisk aktivitet og eiendomsverdier i området, og således påføre kostnader utover de direkte kostnadene knyttet til helse, materiell ødeleggelse og forringet transporttilbud.

Kim et al. (2017) undersøker hvordan et stort jordskred i 2011 i Sør-Korea slår ut på boligpriser. Selv om dette området nær en nasjonalpark fortsatt er attraktivt og nyter et prispåslag sammenlignet med lignende boliger, har dette prispåslaget krympet med 11,3% etter jordskredet. Videre finner Blok et al. (2023) at leiepriser i flomutsatte områder i Sveits er 1,4% lavere enn for sammenlignbare boliger i ikke-flomutsatte områder. Det kan tenkes at slike påvirkninger på eiendomsverdier kan være delvis fanget opp i trafikanters konsumentoverskudd dersom ubehag ved skredfare er inkludert. Hvis ubehag ved skredfare slår ut i lavere transportaktivitet, kan det gi utslag på økonomisk aktivitet og eiendomsverdier.

Infrastruktur rammet av skred kan innebære store kostnader for infrastruktureier. Dette er knyttet til opprydding og restaurering, og kan gå langt utover kostnadene bare for å gjøre infrastrukturen klar for ferdsel igjen. Disse kostnadene må dekkes, og vissheten om disse kostnadene kan slå ut på folks verd-

setting, relatert til det Spegel and Ek (2022) finner om betalingsvillighet for å opprettholde lokale tjenester. Vi har ikke tall på hvor store kostnadene historisk har vært på å gjenopprette transportinfrastruktur etter skred. For å gi et inntrykk av størrelsesorden, har norske forsikringsselskap utbetalt ca. 3,5 mrd. NOK₂₀₂₄ i erstatninger for skader på bygning og innbo som skyldes skred i perioden 2015-2024 (Finans Norge, 2024).

Noen av de mer skredutsatte områdene er også områder hvor den lokale økonomien får relativt store bidrag fra turister og hyttebrukere. Da et stort skred førte til stengninger av veier og jernbane mellom Frankrike og Italia i høsten 2023, var det flere tegn til reduserte turismestrømmer til området i tiden etterpå (Hughes, 2023). Slike aspekter kan være en del av respondentenes verdsetting utover egen reise, som da ikke er kontrollert for i valgekspperimentet.

3.6 Miljømessige ringvirkninger

Skred kan påvirke de estetiske verdiene av natur- og kulturlandskapet negativt. Samtidig kan skredtiltak også ha en negativ påvirkning på de samme verdiene. Dette kommer i tillegg til sikkerhets- og fremkommelighetsaspekter, faller i kategorien «Aspekter utover egne reiser», og er ikke direkte berørt i valg-eksperimentet. Det kan likevel være en viktig del av enkelte respondenters personlige kontekst. Det er uansett samfunnsverdier som kan realiseres med bedre skredsikring.

I en verdsettingsstudie fra Sveits ble det avdekket høy betalingsvillighet for skogbaserte skredsikrings-tiltak, og 75% av respondentene oppga landskapsestetikken som viktig eller svært viktig for valgene deres (Olschewski et al., 2012).

I SP-studien til Spegel and Ek (2022) var ett av attributtene for skredene hvorvidt skredet medførte at skadelige substanser spredte seg ut i vannet, lufta og/eller jordsmonnet og dermed ga miljøskade. Respondentene viste en relativt høy betalingsvillighet for skredsikringstiltak som sørget for at slik miljøskade ble forhindret. Betalingsvilligheten for å unngå dette var faktisk over tre ganger så høy som betalingsvilligheten for å hindre at det forekom skade på infrastruktur (som veier), og på omtrent samme nivå som betalingsvilligheten for å opprettholde lokale tjenester.

4 Eventuell dobbeltelling

Det sentrale spørsmålet er: Dersom man inkluderer betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde (kontrollert for andre faktorer) i en SØA, er det risiko for at man teller verdsatte faktorer to ganger.

En standard SØA i veisektoren har følgende hovedposter for nytte- og kostnadsvirkninger:

- Trafikant- og transportbrukernytte, prissatt
- Operatørnytte, prissatt
- Budsjettvirkninger for det offentlige, prissatt
- Nytte- og kostnadsvirkninger for samfunnet for øvrig, prissatt
- Ikke-prissatte virkninger

Vi gjennomgår disse hovedpostene i oppgitt rekkefølge:

4.1 Trafikant- og transportbrukernytte

Ved bruk av estimatene for betalingsvillighet for redusert skredfrekvens og -bredde er vegstengninger kontrollert for. Dette burde kontrollere for det aller meste av fremkommelighetsaspekter som er inkludert i en vanlig SØA. Dette inkluderer distansebaserte kostnader og de vanligste tidsbaserte kostnader, dvs. ombordtid på kjøretøy. Dersom analytikeren finner det relevant å legge til andre aspekter ved reisetid, som:

- Tidskostnader vektet for infrastrukturkomfort
- Ventetid mellom avganger
- Omstigningstid
- Tilbringertid
- Tidskostnader vektet for forsinkelser og ventetid pga. innstilt/kansellert kollektivtrafikk
- Tidskostnader vektet for kø/trengsel
- Tidskostnader vektet for varenes tidsverdi

er det vår vurdering at dette ikke vil spille noen rolle i betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde.

Flere av disse aspektene vil sannsynligvis ikke være relevant for at respondentene skal vurdere verdsetting av dager med stengt infrastruktur opp mot andre attributter. Og hvis det har spilt en rolle i verdsettingen av stengt infrastruktur, så skal det være kontrollert for.

Attributtet «dager med stengning» gir en indikasjon på reisetidsvariabilitet, så vår vurdering er at dette også burde være kontrollert for. Den passive bruksverdien av transportinfrastrukturen vurderer vi som i liten grad kontrollert for. Betalingsvilligheten for opsjonsverdien av tilgjengelig transportinfrastruktur, når man skulle trenge det, kan muligens ikke være helt fanget opp av attributtet «dager med stengning». Dette er imidlertid ikke en vanlig komponent å inkludere i en SØA.

Vår vurdering: Dersom det ønskes å gjøre en spesifikk beregning av den passive bruksverdien av en skredutsatt transportinfrastruktur, noe vi sjeldent eller aldri har opplevd i norsk sammenheng, vurderer vi det som potensielt dobbelttelt med ubehag ved skredrisiko. Utover dette anser vi risikoen for dobbeltelling av komponenter knyttet til trafikant- og transportbrukernytte som svært lav.

4.2 Operatørnytte

Ettersom vegstengninger er kontrollert for, vil det heller ikke være noen dobbelttelling med nytte- og kostnadskomponenter for operatører (f.eks. kollektivselskaper) som påvirkes av fremkommelighet. Dette følger samme logikk som for brukernytten gjennomgått i delkapitlet over.

Vår vurdering: Ved bruk av betalingsvillighet for redusert skredfrekvens og -bredde i en SØA anser vi risikoen for dobbelttelling av komponenter knyttet til operatørnytte som svært lav.

4.3 Budsjettvirkninger for det offentlige

Etter vårt skjønn er det svært liten grunn til å forvente at noe hensyn til offentliges utgifter eller skatte- og avgiftsinntekter skal ha vært medvirkende til valgene som er tatt i SP-undersøkelsen. Dermed forventer vi at det er liten eller ingen overlapp mellom nytte- og kostnadskomponentene for det offentlige og betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde.

Vår vurdering: Ved bruk av betalingsvillighet for redusert skredfrekvens og -bredde i en SØA anser vi risikoen for dobbelttelling av komponenter knyttet til budsjettvirkninger for det offentlige som svært lav.

4.4 Samfunnet for øvrig

Denne hovedposten i SØAen dekker i hovedsak prissatte virkninger på ulykker, miljø og skattefinansieringskostnader. Det vil primært være beregningene av ulykkeskostnader som potensielt kunne overlappe med betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde. Når verdsettingen av skredfrekvens og -bredde kontrollerer for ulykker med dødsfall/hardt skade, skal det ikke være noe verdsetting av dette i ubehaget ved skredrisiko. Det som imidlertid *ikke* er kontrollert for er ubehag knyttet til lettere skader og skader for kjøretøy.

Verdsettingen av ulykkeskostnader i SØAer er basert i hovedsak på verdien av statistisk liv (VSL) og er differensiert etter skadegrad, som vist i Håndbok V712 (reprodusert i figur 4.1). Antall tilfeller med lettere skade og materiellskader er mange ganger flere enn antall tilfeller med drepte og hardt skade. Likevel vil lettere skade og materiellskader utgjøre langt mindre enn halvparten av de totale ulykkeskostnadene.

Tabell 5-27 Samfunnets nytte ved å unngå skader i trafikken (2020-kr).

Skadegrad	Kostnad (kr. per tilfelle)
Dødsfall	32 200 000
Meget alvorlig skade	28 900 000
Alvorlig skade	10 300 000
Lettere skade	770 000
Materiellskade	42 000

Figur 4.1: Ulykkeskostnader differensiert etter skadegrad. De to skadegradene «Meget alvorlig skade» og «Alvorlig skade» blir i noen sammenhenger slått sammen under betegnelsen «Hardt skadet» med en kostnad på 11,7 millioner kr per skadetilfelle (2020-kr) (Statens vegvesen Vegdirektoratet, 2021).

I beregningen av forventet skadegrad fra skred gjennomført i Wangsness et al. (2024) finner vi at lettere personskader og materiellskader utgjør 6%-12% av gjennomsnittlig estimerte ulykkeskostnader per tilfelle skred som treffer kjøretøy, avhengig av fordelingen mellom hardt skade og lettere skade blant skredulykker på vei. Usikkerheten skyldes primært manglende detaljeringsgrad i dataene. Denne andelen av de beregnede ulykkeskostnadene er ikke kontrollert for i estimeringen av betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde, så det er sannsynligvis noe dobbelttelling.

I litteraturgjennomgangen i kapittel 2 finner vi at folks betalingsvillighet for skredsikringstiltak kan være delvis motivert av miljøhensyn. Hvis skredsikringstiltaket kan bidra til å hindre forringelse av natur- og kulturlandskap og forringelse av lokale økosystemtjenester, så kan vi forvente ekstra betalingsvillighet for dette utover verdsettingen estimert basert på valgekspérimentet. Men det kan heller ikke utelukkes at noen respondenter har med seg slike miljøhensyn fra sin personlige kontekst når de foretar valgene i eksperimentet. Dersom man i en SØA med skredtiltak tar med effekten av å redusere forekomst og omfang av skred med i vurderinger av de tradisjonelle ikke-prissatte virkningene (IPVene) «Landskapsbilde» og «Naturmangfold» (spesielt hvis effekten er synlig fra veien), så kan vi ikke utelukke noe overlapp med ubehag ved skredrisiko.

Vår vurdering: Den andelen av de beregnede ulykkeskostnadene tilknyttet skred i en SØA som omhandler lettere skader og materiellskader er sannsynligvis dobbelttelt med betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde. Dette utgjør 6%-12% av gjennomsnittlig estimerte ulykkeskostnader. For å ikke gjøre byrden på analytikeren unødvendig stor, anser vi det som hensiktsmessig å bruke midtpunktet i dette intervallet, og trekke 9% av de beregnede ulykkeskostnadene fra den beregnede betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og bredde. En slik post kan kalles f.eks. «Fratrekk for å hindre dobbelttelling av ulykkeskostnader for lettere skadde og materiellskader».

Erfaringsmessig vil det være flere aspekter som vil bli vurdert under IPVene «Landskapsbilde» og «Naturmangfold» i et normalt vegprosjekt. Dersom man ønsker å legge seg på en konservativ linje, kan man i vurderingen av disse IPVene se bort ifra effekten som redusert frekvens og størrelse av skred som følge av skredtiltaket vil ha på omfanget av påvirkningen på disse IPVene. Utover dette anser vi risikoen for dobbelttelling av komponenter knyttet til trafikant- og transportbrukernytte som svært lav.

5 Hvor representative er parameterne

Verdsettingsstudien (Navrud m.fl. 2020, Veisten m.fl. 2025) var knyttet til et transportmiddel respondentene relativt nylig hadde brukt og en reise de hadde foretatt på en av de to utvalgte skredutsatte reisestrekningene. Disse strekningene var henholdsvis E16/Bergensbanen Voss–Bergen (Hordaland) og E6/Nordlandsbanen Mo i Rana–Bodø (Nordland). Dersom respondentene ikke hadde reist på noen av disse to strekningene i løpet av den siste måneden, men på en annen skredutsatt strekning, fikk de et valgekspesiment tilknyttet reisen på denne strekningen (som kunne være i et hvilket som helst skredutsatt område i Norge). Dersom de oppga at de ikke hadde reist på en skredutsatt strekning i løpet av den siste måneden, fikk de et valgekspesiment som er knyttet til en hypotetisk reise på enten én av de to utvalgte strekningene i Hordaland og Nordland eller på en annen skredutsatt strekning i Norge, med et transportmiddel de hadde benyttet. I begge de siste to tilfellene vil respondentene da gjøre valg mellom det vi omtaler som “generiske” strekninger. Dette betyr at vi har verdsettingsestimater for ubehag ved skredrisiko for to spesifikke strekninger på vei og bane som var tenkt å representere Vestlandet og Nord-Norge; samt en “generisk strekning” som er en skredutsatt strekning hvor som helst i Norge. Respondentene fordelte seg med ca. 1/3 på hver av disse tre kategoriene. Spørsmålet er så om gjennomsnittsverdiene fra valgekspesimentet kan sies å være representative for skredutsatte strekninger i hele Norge. For å belyse dette spørsmålet har vi testet om det er signifikant forskjell i verdsettingen mellom disse tre delutvalgene, i form av både attributt-koeffisientene og estimert betalingsvillighet for skredattributtene. Vi har også gjort det samme for de andre attributtene for å se om modellforskjeller skyldes skredattributter eller de andre attributtene (stengning, døde/hardt skadde og tid).

Vi har derfor re-estimert valgekspesiment-modellen fra verdsettingsstudien (Navrud et al., 2020), med multinominale logit-modeller (MNL-modeller) for delutvalg basert på inndeling etter region (geografisk område) eller etter transportmiddel. Det er tre regioner: Hordaland, Nordland, og «generisk strekning» med skredfare, og tre transportmiddel: tog, buss og bil. I tillegg er det kjørt ut to delutvalg-modeller der den ene av undergruppene hadde rapportert en referansereise i et skredutsatt område, mens den andre undergruppen ikke hadde foretatt en slik reise og fikk tilordnet en «hypotetisk» skredutsatt strekning. I sammenlikningene vurderer vi koeffisientverdiene fra valgekspesimentet, spesielt for de to attributtene skredfrekvens og skredbredde, koeffisientenes 95%-konfidensintervaller og den estimerte betalingsvilligheten per person per reise for skredfrekvens og per meter skredbredde (og de andre attributtene)

Kapitlene 5.1., 5.2 og 5.3 rapporterer resultater for henholdsvis ulike regioner/strekninger, ulike transportmiddel og hvorvidt respondentene hadde reist på en skredutsatt strekning eller ikke på referansereisen som valgekspesimentet tok utgangspunkt i.

5.1 Verdsettinger i ulike regioner (geografiske områder i Norge)

For Hordaland og Nordland ble det operert med konkrete strekninger, hhv. Bergen–Voss og Bodø–Mo i Rana. Tabell 5.1 viser delutvalgestimeringene mht. region, for hhv. skredfrekvens-attributtet og skredbredde-attributtet.

Tabell 5.1: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per person per reise (i 2020-kr) for ulike regioner (Hordaland, Nordland, og en generisk reise i Norge) og samlet for hele utvalget. Alle estimater er for alle transportmidler samlet.

Region	Skredfrekvens-attributtet (antall skred)			Skredbredde-attributtet (meter)		
	Gj.sn.endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/person/reise	Gj.sn.endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/person/reise
Hordaland	14,20	[-0,022 , -0,0146]	3,66	247,09	[-0,0007 , -0,0003]	0,10
Nordland	15,73	[-0,0205 , -0,0135]	5,02	244,71	[-0,0007 , -0,0003]	0,15
Generisk	16,04	[-0,0196 , -0,0142]	4,05	245,21	[-0,0007 , -0,0003]	0,13
Samlet utvalg	15,37	[-0,0190 , -0,0154]	4,26	245,67	[-0,0005 , -0,0005]	0,13

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

Tabell 5.2 viser tilsvarende region-delutvalgsestimeringer for andre attributter i valgeksperimentet, dvs. stengninger av infrastrukturen, hardt skadde og drepte, og reisetiden.

Tabell 5.2: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per person per reise for ulike regioner (Hordaland, Nordland, og en generisk reise i Norge) og samlet for hele utvalget. Alle estimater er for alle transportmidler samlet.

Region	Stengningsattributtet			Attributtet for hardt skadde/drepte			Reisetidsattributtet (minutter)		
	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/person/reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/person/reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/person/min
Hordaland	5,06	[-0,0444 , -0,0252]	6,96	13,25	[-0,1039 , -0,0749]	17,87	126,08	[-0,0118 , -0,006]	1,78
Nordland	3,11	[-0,0778 , -0,0465]	18,34	31,77	[-0,0463 , -0,0321]	11,56	199,54	[-0,0081 , -0,0033]	1,67
Generisk	4,41	[-0,0531 , -0,0327]	10,28	28,18	[-0,049 , -0,0368]	10,26	143,68	[-0,0084 , -0,0036]	1,43
Samlet utvalg	4,25	[-0,0467 , -0,0341]	9,98	24,40	[-0,0515 , -0,0421]	11,56	153,81	[-0,0079 , -0,0051]	1,62

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

Vi ser at alle konfidensintervallene for koeffisientene til skredfrekvens og skredbredde (“endringspreferanse-koeffisientene”, som brukes til å utlede estimatet for betalingsvillighet i kolonnen ved siden av) i tabell 2 er klart overlappende for alle regionene. Vi ser f.eks. at konfidensintervallet for koeffisienten til skredfrekvens-attributtet for Nordland i sin helhet overlapper med tilsvarende konfidensintervall for Hordaland. Det er betydelig større forskjeller mellom regionene når det gjelder stengingsattributtet og attributtet for hardt skadde og drepte i tabell 3. For førstnevnte har Hordaland lavere absolutt koeffisientstørrelse (og lavere estimert betalingsvillighet), og for sistnevnte har Hordaland høyere absolutt koeffisientstørrelse (og høyere estimert betalingsvillighet). I kapittel 5 vil vi vise at det er forskjeller i attributtstørrelsene som kan forklare dette: Hordaland har relativt høyere attributtnivå for stenging og relativt lavere for hardt skadde og drepte, og endringer ut ifra lavere nivåer (og/eller mindre endringsstørrelser) kan få høyere enhetsverdsettinger (alt annet likt).

Det er altså ikke signifikant forskjell i verdsettingen av skredfrekvens og skredbredde mellom de ulike regioner, samlet sett for alle transportmiddel. Det peker i retning av at verdsettingen ikke er streknings-spesifikk og dermed kan generalisere enhetsprisene for ubehag ved skredrisiko (dvs. betalingsvillighet for å redusere skredfrekvens og skredbredde) til alle skredutsatte strekinger i Norge.

Vi har også testet om modellene for region-delutvalgene er like mht. en sannsynlighetsrate-test (LR-test, *likelihood-ratio test*). Dette dokumenteres i Vedlegg A.

5.2 Verdsettinger for ulike transportmiddel

Vi gjør nå det samme for ulike transportmiddel som vi gjorde for ulike regioner i kapittel 5.1.

Tabell 5.3 viser delutvalgsestimeringene mht. transportmiddel, for hhv. skredfrekvens-attributtet og skredbredde-attributtet, samlet sett for alle regioner.

Tabell 5.3: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per enhet for skredattributter for respondenter med ulike transportmiddel (samlet for alle regioner)

Transport- middel	Skredfrekvens-attributtet			Skredbredde-attributtet (meter)		
	Gj.sn.endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/reise	Gj.sn.endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/reise
Tog	10,14	[-0,0327 , -0,0217]	4,90	246,34	[-0,0007 , -0,0003]	0,10
Buss	17,43	[-0,0210 , -0,0144]	3,38	247,00	[-0,0008 , -0,0004]	0,11
Bil	17,30	[-0,0157 , -0,0109]	3,79	244,55	[-0,0005 , -0,0005]	0,15
Samlet utvalg	15,37	[-0,0190 , -0,0154]	4,26	245,67	[-0,0005 , -0,0005]	0,13

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

Tabell 5.4 viser tilsvarende delutvalgsestimeringene mht. transportmiddel for hhv. stengninger av infrastrukturen, hardt skadde og drepte, og reisetiden.

Tabell 5.4: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per enhet for andre attributter for respondenter med ulike transportmiddel (samlet for alle regioner)

Transport- middel	Stengningsattributtet			Attributtet for hardt skadde/drepte			Reisetidsattributtet (minutter)		
	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /min
Tog	3,11	[-0,0814 , -0,0458]	11,46	3,63	[-0,5262 , -0,4012]	83,51	162,24	[-0,0118 , -0,0064]	1,64
Buss	4,62	[-0,0488 , -0,026]	7,16	7,34	[-0,2526 , -0,1899]	42,30	151,01	[-0,008 , -0,0018]	0,93
Bil	4,73	[-0,0427 , -0,0263]	9,84	45,99	[-0,0449 , -0,0367]	11,64	150,41	[-0,0081 , -0,0033]	1,62
Samlet utvalg	4,25	[-0,0467 , -0,0341]	9,98	24,40	[-0,0515 , - 0,0421]	11,56	153,81	[-0,0079 , -0,0051]	1,62

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

De togreisende har høyere absolutt koeffisientstørrelse (og dermed høyere estimert betalingsvillighet) for skredfrekvens-reduksjon enn de reisende med vegtransport. Konfidensintervallene for koeffisientene til skredbredde er klart overlappende for alle transportmidlene. De togreisende har også høyere absolutte koeffisientverdier (og dermed høyere estimert betalingsvillighet) for redusert antall infrastrukturstengninger og redusert antall hardt skadde og drepte. Vi kan bare gjenta at de togreisende i alle disse tilfellene (skredfrekvens, stengninger og hardt skadde/drepte) hadde lavere attributtverdier/attributtendringer, og at dette kan bidra til å forklare de togreisende sin relativt høyere enhetsverdsettinger.

Vi har også testet om modellene for transportmiddel-delutvalgene er like mht. en sannsynlighetsrate-test (LR-test, *likelihood-ratio test*). Resultatene vises i Vedlegg A.

5.3 Verdsettinger mht. referansereise i skredutsatt område eller ikke

Vi er også interessert i å se på om det er forskjeller i verdsettingen av skredattributter og de øvrige attributtene dersom referansereisen for valgekspérimentet er foretatt på en skredutsatt strekning eller ikke. Det siste tilfellet vil være mer hypotetisk, og det kan tenkes å ha påvirket verdsettingen.

Tabell 5.5 viser delutvalgsestimeringene mht. den oppgitte referansereisen, om hvorvidt respondentene hadde kjørt i skredutsatt område («ikke-hypotetisk») eller ikke («hypotetisk»), for hhv. skredfrekvensattributtet og skredbreddeattributtet.

Tabell 5.5: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per enhet mht. referansereise i skredutsatt område eller ikke

Referanse-reise i skredutsatt område?	Skredfrekvens-attributtet			Skredbredde-attributtet (meter)		
	Gj.sn.endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/reise	Gj.sn.endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet/reise
Ja (ikke-hypotetisk)	15,22	[-0,0174 , -0,0124]	4,26	246,87	[-0,0004 , -0,0004]	0,11
Nei (hypotetisk)	15,50	[-0,0220 , -0,017]	4,23	244,56	[-0,0006 , -0,0006]	0,14
Samlet utvalg	15,37	[-0,0190 , -0,0154]	4,26	245,67	[-0,0005 , -0,0005]	0,13

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

Tabell 5.6 viser tilsvarende delutvalgsestimeringer for hhv. stengninger av infrastrukturen, hardt skadde og drepte, og reisetiden.

Tabell 5.6: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per enhet mht. referansereise i skredutsatt område eller ikke

Referanse-reise i skredutsatt område?	Stengningsattributtet			Attributtet for hardt skadde/drepte			Reisetidsattributtet (minutter)		
	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /min
Ja (ikke-hypotetisk)	4,32	[-0,0484 , -0,030]	11,19	29,21	[-0,0495 , -0,0378]	12,48	160,76	[-0,0081 , -0,0042]	1,76
Nei (hypotetisk)	4,20	[-0,0498 , -0,033]	9,00	19,90	[-0,0597 , -0,0437]	11,24	147,32	[-0,0088 , -0,0049]	1,50
Samlet utvalg	4,25	[-0,0467 , -0,0341]	9,98	24,40	[-0,0515 , -0,0421]	11,56	153,81	[-0,0079 , -0,0051]	1,62

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

Det er relativt begrenset forskjell mellom de to delutvalgene, om vi ser på de absolutte koeffisientstørrelsene, konfidensintervallene og den estimert betalingsvilligheten. Dog, en sannsynlighetsratetest (Likelihood Ratio/LR-test) forkaster (men bare så vidt) likhet mellom de to delutvalgsmodellene (se Vedlegg A). Vi vurderer uansett forskjellen i estimert gjennomsnittlig betalingsvillighet for redusert skredfrekvens eller -bredde til å være økonomisk insignificant mellom de to utvalgene.

5.4 Oppsummering

Vi finner at de estimerte valgekspesiment-modellene for ulike typer delutvalg ikke er like mht. LR-testing. Det er imidlertid særlig attributtet for stenging av infrastrukturen og attributtet for hardt skadde og drepte som ser ut til å drive delutvalgsforskjellene. Skredbredde- og skredfrekvens-attributtene har mer stabil verdsetting, om vi ser på 95%-konfidensintervallene til modell-koeffisientene for disse to attributtene og den estimerte betalingsvilligheten. At skredfrekvensreduksjon ble verdsatt litt høyere i delutvalget som reiste med tog kan, som de øvrige delutvalgsforskjellene, forklares med at attributtnivåene var lavere enn for de andre transportmiddelbrukerne.

De estimerte multinominale logit-modellene (MNL-modellene) er vist i tabeller i Vedlegg A.

Vår vurdering: Gjennomførte tester viser det ikke er signifikant forskjell i respondentenes verdsetting av skredfrekvens og -bredde på avhengig av region eller om de ble spurt om en hypotetisk eller ikke-hypotetisk strekning. På bakgrunn av det vurderer vi det som at verdsettingen *ikke* er spesifikk for de undersøkte strekningene og anbefaler at verdsettingsfaktorene brukes generelt. Dette støttes av at utfallsrommet for skredattributtene (skredfrekvens og skredbredde) i valgekspesiment var valgt ut slik at det kunne dekke mulig variasjon i disse parameterne for skredutsatte områder i *hele* landet, ikke kun de to utvalgte strekningene.

Vi finner imidlertid signifikant forskjell mellom verdsetting blant togpassasjerer og reisende på vei (buss og bil). Denne forskjellen kan være et resultat av at respondentene, slik vist i kapittel 5.4, har høyere verdsetting per skred ved lave frekvenser enn ved høye frekvenser og at utvalget for togreisende ble presentert for valg som i gjennomsnitt innebar lavere skredfrekvenser. Å konkludere rundt om togreisende har annen verdsetting enn reisende på vei, eller om differansen kommer av at de ble presentert for forskjellige nivåer på skredfrekvens krever videre arbeid.

6 Verdsetting mht. endringsstørrelser og testing av ikke-linearitet

For å teste linearitet i verdsettingen (også omtalt som betalingsvillighet, *willingness to pay*, WTP), for reduksjoner i skredfrekvens og i skredbredde, så splitter vi utvalget mht. nivåene på hhv. skredfrekvens og skredbredde. Vi tar utgangspunkt i følgende fordelinger:

Tabell 6.1: Fordelingen av skredfrekvens og skredbredde i de parvise valgene (samlet utvalg).

	skredfrekvens	skredbredde (m)	stengninger	hardt skadde/drepte	reisetid
Minimum	0	0	0	0	4
1. kvartil	4	1	1	4,2	90,5
Median	12	10	3	12	130
Gj.sn.	15		4	24	154
3. kvartil	24	100	7	39	193,4
Gj.sn.		247			
Maksimum	48	1000	16	91	676

Vi vil bruke følgende enkle oppsplitting, som vist i tabellen under:

Tabell 6.2: Oppsplitting av samlet utvalg for test av linearitet (intervallene inkluderer nedre/øvre grense).

	Nedre grense	Øvre grense
Ekstra lav/liten	Minimum	1. kvartil
Lav/liten	Minimum	Median
Medium	1. kvartil	3. kvartil
Høy/stor	Median	Maksimum
Ekstra høy/stor	3. kvartil	Maksimum

Vi har gjennomført flere re-estimeringer av valgeksperiment-modellen fra verdsettingsstudien (Navrud et al., 2020), med multinomiale logitmodeller (MNL-modeller) basert på delutvalgene vist i tabell 6.2. Delutvalgene beskrevet her er basert på attributtendringsintervall – vi har kjørt ut fem delutvalgsmo- deler for alle de fem attributtene (unntatt reisekostnaden). Vi har brukt attributtstørrelse-kvartilene fra valgeksperiment-datasettet (Veisten et al., 2025), med delvis overlappende delutvalg (som er nødvendig for å sikre at de spesifikke attributtene har variasjon mellom de parvise alternativene som responden- tene valgte mellom).

Tabell 6.3 viser delutvalgsestimeringene for hhv. skredfrekvens-attributtet og skredbredde-attributtet.

Tabell 6.3: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per enhet for varierende attributtendring.

Attributt-størrelse	Attributtendings-intervall		Skredfrekvens-attributtet			Skredbredde-attributtet (meter)		
	Nedre	Øvre	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise
Ekstra lav/liten	Minimum	1. kvartil	1,80	[-0,1693 , 0,0177]	16,40	0,50	[-0,1982 , 0,0610]	18,14
Lav/liten	Minimum	Median	5,95	[-0,0554 , -0,0374]	7,30	3,69	[-0,0584 , -0,0372]	9,27
Medium	1. kvartil	3. kvartil	12,96	[-0,0274 , -0,014]	3,31	37,82	[-0,0068 , -0,0048]	1,33
Høy/stor	Median	Maksimum	25,42	[-0,0167 , -0,0093]	2,57	347,26	[-0,0004 , -0,0004]	0,09
Ekstra høy/stor	3. kvartil	Maksimum	36,00	[-0,0167 , -0,0093]	2,00	550,00	[-0,0002 , 0,0002]	0,01
Samlet utvalg	Minimum	Maksimum	15,37	[-0,019 , -0,0154]	4,26	245,67	[-0,0005 , -0,0005]	0,13

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

Slik vist i tabellen over er betalingsvilligheten monotont avtakende mht. attributtendingsstørrelsen for skredfrekvens og skredbredde. Vi ser at konfidensintervallene i ytterkantene, dvs. «Ekstra lav» og «Ekstra høy» overlapper med konfidensintervallene til andre størrelseskategorier, som indikerer at enhetsverdiene er mer usikre jo nærmere vi kommer ytterkantene av utvalget. Figurene i Vedlegg B1 og B2 gir en klar visualisering av denne tendensen.

Tabell 6.4 viser tilsvarende delutvalgsestimeringer for hhv. stengninger av infrastrukturen, hardt skadde og drepte, og reisetiden.

Tabell 6.4: Koeffisient-konfidensintervall og betalingsvillighet per enhet for varierende attributtendring.

Attributt-størrelse	Stengningsattributtet			Attributtet for hardt skadde/drepte			Reisetidsattributtet (minutter)		
	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /reise	Gj.sn. endring	95%-KI, koeffisient	Bet.villighet /min
Ekstra lav/liten	0,50	[-0,1268 , 0,3272]	0,00	2,71	[-0,6651 , -0,4883]	86,96	44,47	[-0,0257 , -0,0097]	1,97
Lav/liten	1,33	[-0,1007 , -0,0031]	12,60	5,04	[-0,3332 , -0,2682]	56,38	77,95	[-0,0144 , -0,0082]	1,90
Medium	2,75	[-0,1093 , -0,0375]	16,75	17,22	[-0,0933 , -0,0698]	17,04	130,61	[-0,01 , -0,0046]	1,46
Høy/stor	7,68	[-0,0452 , -0,0217]	14,98	45,24	[-0,0449 , -0,0367]	11,57	226,06	[-0,007 , -0,0034]	1,52
Ekstra høy/stor	12,00	[-0,0632 , -0,0064]	10,89	66,21	[-0,0555 , -0,0403]	10,95	286,83	[-0,0051 , -0,0007]	1,02
Samlet utvalg	4,25	[-0,0467 , -0,0341]	9,98	24,40	[-0,0515 , -0,0421]	11,56	153,81	[-0,0079 , -0,0051]	1,62

Merknad: Verdsettingen av skredfare er beskrevet av Navrud et al. (2020). Datasettet som er splittet opp i delutvalg for disse analysene er også beskrevet av Veisten et al. (2025).

For alle de øvrige tre attributtene, unntatt stenging (av infrastrukturen), er det en reduksjon i enhetsverdsettingen (betalingsvillighet per attributtenhets endring) ved økende attributtendringsstørrelse (størrelsesnivået for attributtet i alternativene, i valgeksperimentet). For antallet hardt skadde/drepte, i likhet med skredbredde og -frekvens, er betalingsvilligheten monotont avtakende mht. attributtendringsstørrelsen⁴. Reisetiden viser også et klart avtakende mønster, men ikke monotont over hele forløpet (av fem definerte endringsintervaller). At vi ikke finner samme avtakende forløp for stengingsattributtet kan i alle fall delvis forklares med at det samlede endringsintervallet var mindre sammenliknet med intervallene for de fire andre attributtene (se beskrivelsen av attributt-designet i Navrud et al., 2020 og i Veisten et al., 2025). At enhetsprisen er fallende over endringsstørrelsen er ikke inkonsistent med økonomisk teori.

Disse analysene er beskrevet i mer detalj i Vedlegg B. Der er det også vist enkle trendlinje-tilpasninger, dvs. enkle funksjoner som er tilpasset at betalingsvilligheten per enhet synker med økende endringsstørrelse.

⁴ For antallet hardt skadde/drepte har en slik avtakende betalingsvillighet per enhet vært antydnet tidligere; Elvik (2025) viser dette og hva som ville ha vært VSL-estimatet ved endringer som er betydelig større enn de endringene som ble benyttet i den forrige verdsettingsstudien (Veisten et al., 2010, 2013).

7 Rimelighetsvurderinger

Før vi undersøker resultater fra konkrete prosjekter er det viktig å bemerke at den overordnede begrunnelsen for at ubehag ved skredrisiko normalt sett beregnes å være større enn alle andre nyttevirkinger relatert til skred til sammen, er at alle trafikanter omfattes av den så lenge de passerer et skredpunkt, men uavhengig av om de utsettes for skred på vei. Ettersom skred inntreffer sjelden, selv på skredfarlige strekninger, så omfattes få reisende av de direkte virkningene av skred på vei (omkjøring, personskader og reparasjonskostnader). **At virkninger som er små per trafikant, men omfatter svært mange trafikanter, samlet sett er større enn virkninger som er store per trafikant som påvirkes, men som påvirker få trafikanter, bør ikke være overaskende.** Eksempelvis vil trafikantnyttens av å spare et par minutters reisetid normalt sett være betydelig større enn en kraftig reduksjon i alvorlige ulykker som følge av et nytt veiprojekt.

Spørsmålet om virkningen har rimelig størrelse bør vurderes på bakgrunn av om de enkeltstående komponentene beregningen består av er rimelige, snarere enn den endelige størrelsen på virkningen. Vi går i dette kapitlet først igjennom følgende tre punkter, før vi til slutt ser på rimeligheten av beregnede resultater i noen eksempler.

1. Er verdsettingen per reisende og per skredfrekvens og -bredde rimelig?
2. Er antallet omfattede reisende rimelig?
3. Er data på skredfrekvens og -bredde brukt som input i analysen rimelige?

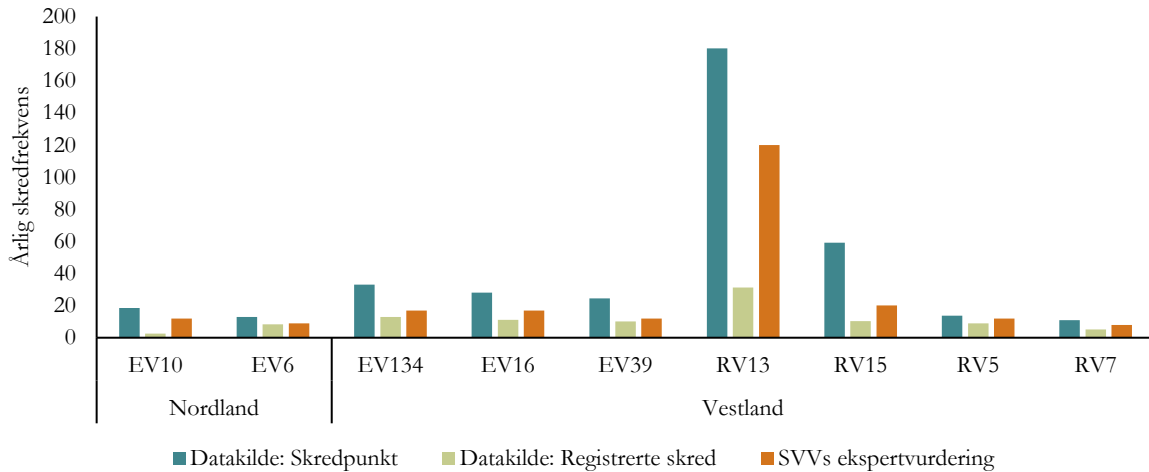
7.1 Ukritisk bruk av skreddata gir urimelige resultater og overestimerte nytteeffekter

Som avdekket i Aalen m.fl. (2025), finnes det systematiske skjevheter i spesielt skredfrekvensdata, men også skredbreddedata tilgjengelig i NVDB, se figur 7.1 under. Rapporten dokumenterer også hvordan disse skjevhetene kan og bør justeres for. Å benytte ujusterte data på hentet fra NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» dokumenteres at overestimerer skredfrekvens og -bredde i samfunnsøkonomiske analyser av tiltak mot skred, kan bidra til at beregnet virkning overestimeres med flere hundre prosent.⁵

Å sikre forventningsrette estimater på skredfrekvens og -bredde er med andre ord essensielt for at oppnå rimelige og forventningsrette verdier på ubehaget ved skredrisiko. Urimelige resultater som er framskaffet ved ukritisk bruk av skredstatistikken datakilden kan ikke benyttes til å vurdere rimeligheten av størrelsesordenen på den samlede virkningen eller av punkt 1 og 2 over.

Ettersom hvordan man bør justere for skjevhetene i skredstatistikken er dokumentert i Aalen m.fl. (2025), tar vi for gitt i dokumentet for øvrig at korrekte skreddata benyttes og utforsker kun rimeligheten av resultater der korrekte skreddata er benyttet.

⁵ Ulykkeskostnader, reparasjonskostnader og potensielt omkjøringskostnader avhenger også direkte av hvilken skredfrekvens som legges til grunn i analysen. Disse virkningene vil i likhet med ubehag ved skredrisiko overestimeres ved bruk av data hentet fra skredpunkt.



Figur 7.1: Skredfrekvens på skredutsatte riksveier, «Skredpunkt», «Registrerte skred» og SVV's ekspertvurdering av reelt forventet antall skred. Kilde: Aalen m.fl. (2025)

Vår vurdering: Bruk av ujusterte data på skredfrekvens og -bredde fra NVDBs objekttype «skredpunkt» vil normalt sett gi sterkt overestimerte anslag på prissatt ubehag ved skredrisiko. Justeringene anbefalt i Aalen m.fl. (2025) bør gjennomføres for å sikre rimelige resultater. At korrekte data må benyttes i beregningene gir imidlertid ikke grunnlag for å trekke i tvil rimeligheten av punkt 1 og 2 over.

7.2 Er hvem som omfattes av virkningen rimelig?

Gjennomførte tester i kapittel 5 viser det ikke er signifikant forskjell i respondentenes verdsetting av skredfrekvens og -bredde på avhengig av region, om de ble spurt om en hypotetisk eller ikke-hypotetisk strekning eller om deres referansereise var i et skredutsatt område eller ikke. At estimert verdsetting er svært stabil på tvers av respondentgrupper bidrar til å underbygge at det er rimelig at alle trafikanter omfattes av virkningen. Spesielt at det ikke finnes signifikante forskjeller mellom de som hadde en skredutsatt eller ikke-skredutsatt referansereise tilsier at det ikke er grunnlag for at noen grupper trafikanter bør utelates i beregning av virkningen i anvendte SØAer.

Respondentene i SP-studien dokumentert i Navrud mfl. (2020) ble stilt spørsmål med utgangspunkt i årlig skredfrekvens langs strekningen og det bli ikke skilt mellom typer skred. Men ulike skredtyper (is, snø, stein etc.) ble eksemplifisert. Som dokumentert i kapittel 5 vurderer vi representativiteten som god og anbefaler at den kan brukes på alle vegstrekninger der skredrisiko finnes. Vi har i utgangspunktet derfor ikke noe grunnlag som tilsier at ikke alle trafikanter som ferdes på skredfarlige strekninger bør omfattes av virkningen. Enkelte typer skred, dvs. snøskred og isskred kan imidlertid kun inntreffe i vintersesongen. Ettersom risikoen for disse skredtypene ikke eksisterer utenfor sommersesongen er vår vurdering at en konservativ tilnærming er å forutsette at kun reisende i vintersesongen omfattes av ubehaget ved skredrisiko tilknyttet snø- og isskred. Dette er en konservativ tilnærming, fordi man i valgeksperimentet verdsatte endringer i skredrisiko- og -bredde generelt.

Vår vurdering: På bakgrunn av at verdsettingen av skredfrekvens og - bredde er svært stabil på tvers av grupper er vår vurdering at det er rimelig å telle alle trafikanter som passerer forbi skredpunkter. Når det kommer til snø- og is-skredrisiko finner vi det imidlertid urimelig at trafikantene skal ha et ubehag tilknyttet slike skred utenfor vintersesongen, dvs. når det ikke er fysisk mulig at slike skred kan inntreffe.

Vi anbefaler derfor, som en konservativ tilnærming, at ubehag ved skredrisiko kun beregnes for reisende i vintersesongen for snø- og isskred. For øvrige typer skred bør reisende hele året legges til grunn.⁶

7.3 Er enhetsverdien per omfattet reisende rimelig?

Gjennomsnittlig verdsetting fra SP-studien for en skredfrekvens på 1 per år på en strekning er 3,70 kroner, mens en skredbredde på 10 m gir et tillegg på 1,30 kr. Denne verdsettingen impliserer at trafikantene har en betalingsvillighet for å unngå en skreddag per år med 10 m bredde som tilsvarer tidsbesparelsen ved å redusere reisetiden med om lag 2,4 minutter.⁷ Vi anser det som svært rimelig at trafikanter er villige til å kjøre en omvei på 2-3 minutter for å unngå ubehaget ved skredrisiko. Dersom forventet skredfrekvens og/eller -bredde er større vil betalingsvilligheten stige, som er rimelig å forvente.

På den svært skredutsatte strekningen E16 Arna-Voss er gjennomsnittlig frekvens per skredpunkt 0,24 skred årlig fordelt på 24 skredpunkter, etter justering av skreddata i tråd med anbefalingene i Aalen m.fl. (2025).⁸ Dette tilsvarer 5,78 skred årlig og gjennomsnittlig bredde, vektet etter forventet frekvens i hvert skredpunkt og for hver skredtype, er 15 meter. Den foreslåtte verdsettingen av ubehaget på reiser på denne veien innebærer at trafikantene ville vært villige til å betale om lag 33 kr for å unngå ubehaget ved skredrisikoen på veien. Dette tilsvarer å være villig til å ta en omvei på om lag 15,7 minutter for å omgå skredfaren. I lys av at dette er blant de mest skredfarlige riksveiene i landet (og at det er vedtatt å bygge ut ny vei mellom Arna og Stanghelle til flere titalls milliarder, i stor grad for å redusere skredfaren) finner vi denne størrelsesordenen på betalingsvilligheten for å unngå ubehag ved skredrisiko som rimelig. Dersom SVV har beregnet betydelig høyere verdsettinger per trafikant på andre veistrekninger, er vår vurdering at det sannsynligvis er brukt data på skredfrekvens og -bredde som overestimerer den fysiske skredrisikoen.

Vi har imidlertid gjennomført tester i kapittel 6 og Vedlegg B for å undersøke om verdsettingen av skredfrekvens og -bredde følger en ikke-lineær kurve. Disse testene viser at verdsettingen er monotont økende i både frekvens og bredde, men at verdsettingen av en enhet ekstra (dvs. marginalverdien) er avtagende. Dette tilsier at en lineær funksjon kan underestimere verdsettingen ved lave verdier for skredfrekvens og -bredde og overestimere den for høye verdier av frekvens og bredde. Det kreves imidlertid videre arbeid for å konkludere på om, og eventuelt hvilken, ikke-lineær funksjon som burde legges til grunn istedenfor en lineær verdsettingsfunksjon.

Et forhold som er viktig å ha med seg i et slikt videre arbeid er at verdsettingsstudien hadde antall skred-dager per reise over en lengre strekning som analyseenhet. Dersom en ikke-lineær verdsetting basert på skredfrekvens *per reise* skal implementeres, vil det i verdsetting kreve at analytikeren vet hvor mange andre skredpunkter hver enkelt reisende passerer. Dette vil kun være praktisk mulig dersom verdsettingen og skredpunktene (inkludert justerte skreddata) integreres med RTM, som vil være svært arbeidskrevende og lite hensiktsmessig. Ved å benytte skredpunkt som analyseenhet vil praktisk implementering av å verdsette virkningen derimot være mulig per i dag.

⁶ Merk at dette er en oppdatering av anbefalingene gitt i Aalen m.fl. (2025), der anbefalingen var å kun legge til grunn vintertrafikk dersom det *utelukkende* fantes snø- og isskred på en strekning. Forfatterne av Aalen m.fl. (2025) stiller seg bak den oppdaterte anbefalingen.

⁷ Ved skredbredde 10m=100kbm og ett skred i året er betalingsvillighet per reise 5 kr. Dette tilsvarer betalingsvilligheten for å spare 2,4 minutt, gitt en verdsettingsfaktor på 125 2020-kr/persontime. Dette tilsvarer tidskostnaden for lett bil, fritidsreise, 70-200 km reise. Se Tabell 5.11, Håndbok V712 Konsekvensanalyser.

⁸ Beregninger gjennomført i forbindelse med en Menon-rapport som omhandler ubehag ved skredrisiko på strekningen som er under arbeid.

Som vist i testene i Vedlegg B vil lineær verdsetting være om lag lik en tilpasset ikke-lineær verdsetting for om lag 10 skreddager per år per reise. En slik tilpasset ikke-lineær funksjon, vil ha høyere verdsetting ved lavere skredfrekvenser enn om lag 10 og lavere verdsetting for skredfrekvenser over om lag 10, sett opp imot en lineær verdsetting. Dersom en slik ikke-lineær funksjon ble benyttet på 10 separate skredpunkter med frekvens på 1, der de ti punktene i realiteten ofte ble passert av mange trafikanter på samme reise ville verdsettingen blitt sterkt overestimert. Dersom lineær verdsetting benyttes vil det derimot ikke være fare for overestimering ved bruk av skredpunkter som analyseenhet, ettersom verdsettingen av frekvensene i skredpunktene er additiv.

For å oppsummere så vil en ikke-lineær verdsettingsfunksjon for skredfrekvens enten kreve full integrering av beregningen i RTM og informasjon om alle skredpunkter hver trafikant passerer for å bli korrekt, eller så vil det være betydelig fare for overestimering verdsettelsen beregnes per skredpunkt. Vår vurdering er derfor at det vil være en trygg, rimelig og hensiktsmessig tilnærming å legge til grunn lineær verdsetting av skredfrekvens der verdsettingen gjøres per skredpunkt.

Ettersom verdsettingen er av gjennomsnittlig skredbredde og ikke sum av breddene, så vil tilsvarende problematikk rundt skredrisiko per skredpunkt og per reise ikke inntreffe. Vi anser det derfor som mer fruktbart for videre arbeid å utforske bruk av ikke-lineær verdsetting av skredbredde, da denne i alle tilfeller vil kunne kombineres med bruk av skredpunkt som analyseenhet.

Vår vurdering: Vår overordnede vurdering er at verdsettingen per reisende er rimelig, gitt et sett realistiske inputdata på skredfrekvenser og -bredder. At det å unngå skredrisikoen på en av Norges klart mest rasutsatte riksveistrekninger verdsettes like høyt som å spare om lag 15 minutter, er ikke urimelig. For mer hyppig observerte skredrisikoer vil verdsettingen tilsvare et minutt spart reisetid eller lignende.

Våre tester viser at respondentene har monotont økende, men avtakende verdsetting jo større skredfrekvensen og -bredden er. Det kreves imidlertid mer arbeid for å avgjøre hvilken funksjonsform en ikke-lineær verdsetting i så fall bør følge. Vår vurdering er videre at å benytte en ikke-lineær funksjonsform for verdsetting av skredfrekvens vil være svært datakrevende og sannsynligvis innebære integrering av (korrekte og justerte) skredpunktdata i RTM og integrering av verdsettingen i RTM. Dersom en lineær verdsetting benyttes og man benytter skredpunkt som analyseenhet, kan analyser gjennomføres relativt enkelt i dag. Dersom skredrisiko per skredpunkt snarere enn per reise benyttes i verdsettingen vil man også i praksis også ta vekk deler av behovet for en ikke-lineær verdsetting. Vår vurdering er derfor at det vil være en trygg, rimelig og hensiktsmessig tilnærming å legge til grunn lineær verdsetting av skredfrekvens der verdsettingen gjøres per skredpunkt. Når det kommer til å utforske bruk av ikke-lineær verdsetting av skredbredde, vurderer vi det som mer fruktbart, da denne i alle tilfeller vil kunne kombineres med bruk av skredpunkt som analyseenhet.

7.4 Rimelighetsvurdering av resultater i prosjekter

I dette kapitlet vurderer vi anslag på virkningen av ubehag ved skredrisiko der vi har god kontroll på hvilke data som er benyttet på skredrisiko og hvilke forutsetninger som er tatt. Ved å vurdere rimeligheten av disse analysene får vi luket ut feil som har oppstått grunnet bruk av data som overestimerer skredrisikoen.

Vår vurdering: Vi finner overordnet størrelsesordenen på estimatene på ubehaget ved skredrisiko i de gjennomførte SØAene som rimelige. De vurderte anslagene har svakheter ved seg, men ved foreslått metodikk i denne rapporten ville disse svakhetene ikke oppstått og resultatene hatt lavere usikkerhet. Resultatene viser samtidig at dersom riktige data på skredrisiko tas inn i analysene, så vil man oppnå resultater med rimelig størrelsesorden.

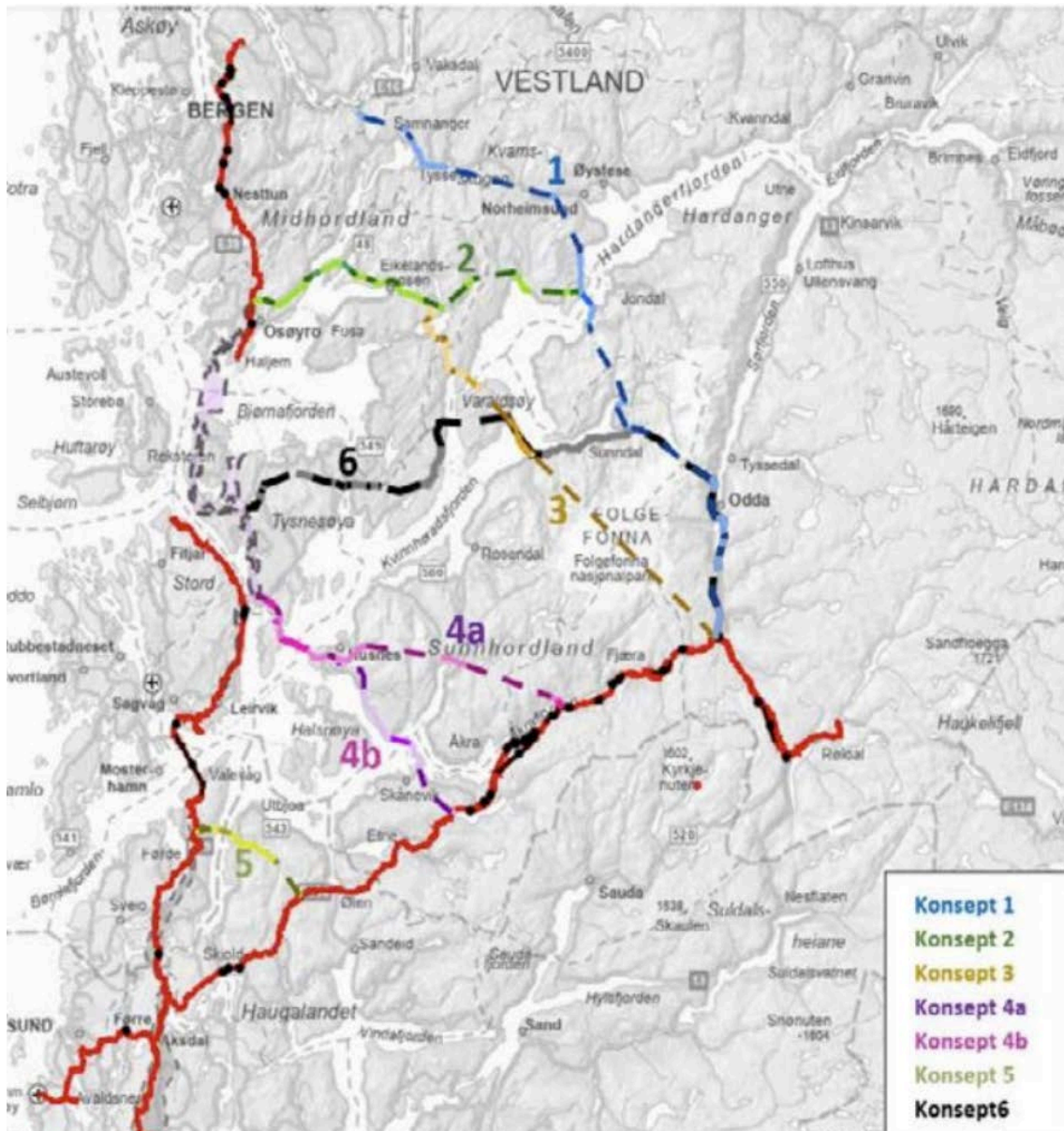
7.4.1 KS1 E134 Arm til Bergen

I forbindelse med KS1 E134 Arm til Bergen (Menon Economics et al., 2024) gjorde Menon beregninger av samlet reduksjon i ubehag ved skredrisiko ved samtlige alternativer til utbygging av prosjektet. Virkningen ble estimert til mellom 4,7 mrd. kr og minus 0,1 mrd. kr for de forskjellige konseptene. Særlig to justeringer ble viktige for å oppnå presise resultater – justering av skredbredde og -frekvens, og trafikkoverføring.

I kvalitetssikringen anslo Menon velferdseffekten for samtlige seks konsepter (som er vist i kart i figur 7.2):

- Konsept 1: Jøsendal–Odda–Jondal, med påkobling til E16 ved Trengereid.
- Konsept 2: Jøsendal–Odda–Jondal. Deretter til Eikelandsosen og påkobling til ny E39 i Os.
- Konsept 3: Jøsendal–Ænes. Deretter over Varaldsøy til Eikelandsosen og påkobling til ny E39 i Os
- Konsept 4a: Dagens E134 Jøsendal–Markhus. Deretter bro over Åkrafjorden, veg til Sunde og bro til E39 på Tysnes via Huglo.
- Konsept 4b: Variant av 4a med brokryssingen over Åkrafjorden ved Skånevik.
- Konsept 5: Dagens E134 frå Jøsendal–Ølensvåg. Deretter veg til Årvik, bro over Ålfjorden og påkobling på E39 i Sveio.
- Konsept 6: Jøsendal–Mauranger–Ænes. Deretter over Varaldsøy, vestover via Gjermundshamn til kryss med framtidig E39 på Tysnes.
- I tillegg ble det gjort beregninger for delvise varianter av Konsept 1.

Særlig de nordlige konseptene fikk store utslag i ubehag ved skredrisiko, fordi de innebærer utbedring av den svært skredfarlige veien mellom E134 og Odda.



Figur 7.2: Oversikt over konsepter vurdert i KS1 E134 Arm til Bergen

Alle konseptene i KVUen innebar store endringer i trafikk mønstre og skredfare. Beregningene tok hensyn til redusert skredrisiko der det konseptene inneholdt skredsikring og redusert ubehag der konseptene innebar redusert trafikk forbi skredpunkter. I tillegg hensyntok beregningene effekter fra trafikkoverføring til og fra tilgrensende traséer, som kunne være både netto positivt og negativt avhengig av hvordan trafikk mønstre endret seg.⁹ Å ta hensyn til trafikkoverføring var særlig viktig i sørlige konsepter som innebar at en vesentlig del av trafikken vil flytte seg *til* skredfarlige strekninger langs E134, og som ikke innebar at de svært skredfarlige traséene ved Odda ble flyttet til tunnel.

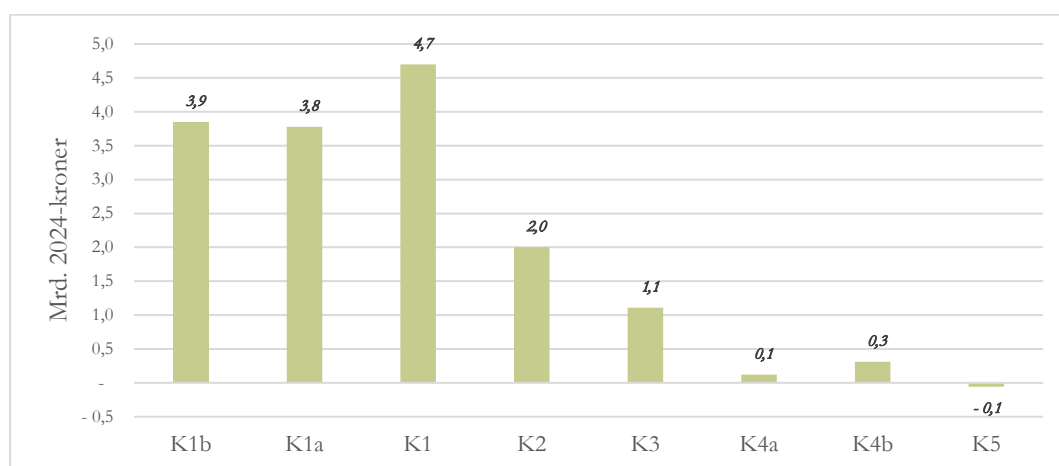
⁹ Å regne med trafikkoverføring var viktig i dette tilfellet, da noen av konseptene bidro til en trafikkoverføring over til mer skredfarlige veier enn tidligere. Totalt ble om lag 200 skredpunkter tatt høyde for fordelt på påvirkede fylkesveier og konkurrerende riksveier i Vestland. Vi påpeker imidlertid at RTM-beregningene ikke tok innover seg ubehag ved skredrisiko i beregningen av rutevalg, som innebærer at den ikke fanger opp eventuelt nyskapt trafikk som følge av reduserte ubehagskostnader. Dette er isolert sett en underestimering av nytteeffektene.

Bredde- og frekvensjustering var viktig for å unngå overestimering av ubehag. På beregningstidspunktet fantes det ikke konkrete anbefalinger for justering av frekvens og bredde enda. Ved bruk av data fra NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» ble imidlertid virkninger på opptil 20mrd estimert, noe som ble vurdert som urimelig høyt. Det ble samtidig oppdaget at registrerte skred riksveiene og påvirkede fylkesveier i Vestland var langt lavere enn det oppgitt i skredpunktene. I henhold til skredpunktene var samlet frekvens 350 skred i året, mens det kun fantes i gjennomsnitt 200 registrerte skred årlig på de samme strekningene. Gjennom dialog med NGI landet Menon på å justere ned frekvens og bredde på alle skredpunkter som var registrert med forventet bredde på 20 meters bredde. Dette på bakgrunn av at det ble ansett som mer sannsynlig at de minste skredene hadde overestimert frekvens. Både bredde og frekvens ble justert ned til 33% for skredpunktene, da de med denne justeringen ga en samlet skredfrekvens på 165 skred årlig, som var noe lavere enn frekvensen implisert av data for registrerte skred.

Ettersom senere arbeid i forbindelse med Klimavei har vist til at registrerte skred med all sannsynlighet underestimerer skredfrekvensen, og det ble benyttet en lavere samlet frekvens enn den implisert av registrerte skred, er det nærliggende å tro at bredde og frekvens ble underestimert i beregningene i forbindelse med KS1 E134 Arm til Bergen. På den andre siden ble ikke ubehag knyttet til snø- og isskred sesongjustert. Vi vet ikke hvilken av disse to effektene som er sterkest. Ettersom de to virkningene motvirker hverandre er vår vurdering at størrelsesordenen på virkningen er om lag korrekt. At det kun var de minste brede skredene som ble justert ned taler imidlertid for en potensiell overestimering.

Ved utbygging av E134 Arm til Bergen er ubehag ved skredrisiko en særs viktig virkning. Mens gevinst av redusert ubehag av skredrisiko for eksempel er anslått til å være i om lag av 4,7 mrd. kr i konsept 1 som SVV anbefalte, så var KS1 sitt anslag på trafikantnytte 15,5 mrd.kr. Størrelsesordenen på velferdsgevinsten av redusert ubehag av skredrisiko for alle konseptene er illustrert i figur 7.3 nedenfor.

Konsept 1 medførte en maksimal reisetidsbesparelse på 86 minutter, og en reisetidsbesparelse på 50 minutter mellom Oslo og Bergen. Ubehaget ved skredrisiko ble anslått til om lag 30 prosent av trafikantnyttens. Samtidig eliminerte tiltaket skredfaren på blant de aller mest trafikkerte og skredfarlige strekningene i Norge, dvs. rv.13 mellom E134 og Odda, samt en rekke skredfarlige trafikkerte fylkesveier, i tillegg til at betydelige mengder trafikk ble flyttet fra skredfarlige øst-vestruter til ny og skredsikker vei til Bergen. Samlet sett ser er vår vurdering at størrelsesordenen på beregnet virkning er rimelig i lys av dette. Størrelsen er imidlertid usikker, og virkningen kan ha vært noe overestimert grunnet at kunnskapen om skjevhetene i skredstatistikken ikke var like stor på analysetidspunktet.

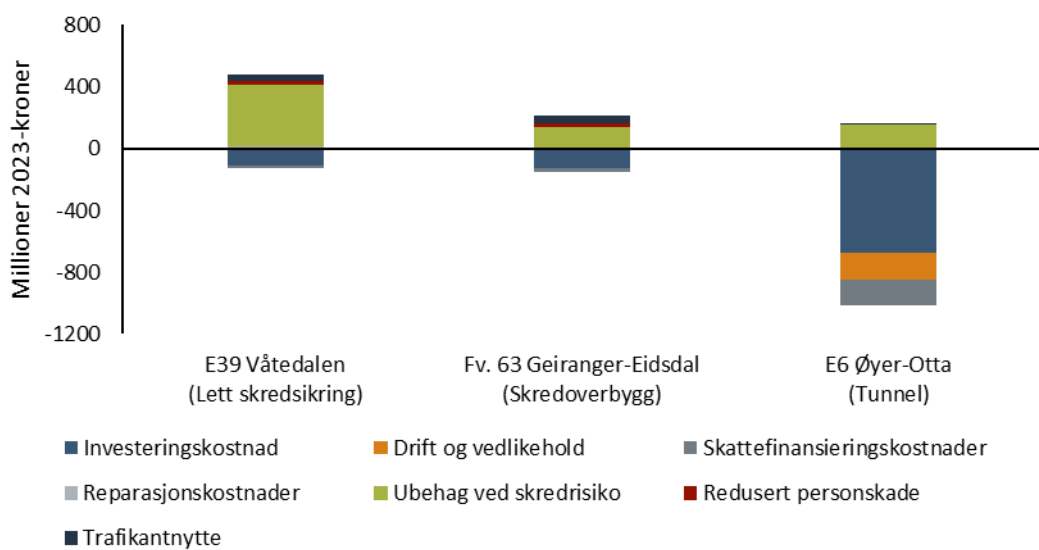


Figur 7.3: Redusert ubehag ved skredrisiko – KS1 - Arm til Bergen.

7.4.2 Beregninger gjennomført i forbindelse med KlimaVei

I Eidsvig et al. (2025) gjennomførte Menon og NGI eksempelstudier for å forbedre kvaliteten på klimarisikoanalyser og samfunnsøkonomiske vurderinger av klimarisiko og klimatilpasning. I dette arbeidet har vi vurdert den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av skredsikringstiltak ved tre spesifikke strekninger: E39 Våtedalen, E6 Gudbrandsdalen mellom Øyer og Otta, og fylkesvei 63 mellom Geiranger og Eidsdal. Beregningene inkluderte å anslå ubehaget ved skredrisiko. Resultatene fra analysene er illustrert i figur 7.4.

Figuren viser tydelig at redusert ubehag ved skredrisiko av har en stor innvirkning, spesielt for Våtedalen, som er den mest skredutsatte strekningen. Ubeklag ved skredrisiko er også den viktigste nytteeffekten både for Fv. 63 og E6. For både E39 og Fv. 63 er det nettopp velferdsgevinsten som gjør tiltakene lønnsomme.



Figur 7.4: Samfunnsøkonomisk lønnsomhet av skredsikringstiltak – KlimaVei.

Det første caset er skredsikring langs E39 Våtedalen. Her er det flere typer skred som utgjør en risiko, inkludert snøskred, isnedfall og steinsprang. Selv om faren for snøskred forventes å avta over tid, anslås det at risikoen for jordskred vil øke betydelig. Det ble her vurdert fire ulike sikringstiltak: tung skredsikring, middels skredsikring, lett skredsikring og tunnel. Figuren illustrerer lønnsomheten ved lett skredsikring, som var det mest samfunnsøkonomisk gunstige tiltaket.

Det andre caset fokuserer på E6 Øyer-Otta, hvor det er risiko for både flom og skred, inkludert steinsprang og jordskred. Her vurderes bygging av tunnel som et tiltak mot skred, som forventes å eliminere all skredfare langs strekningen.

Til slutt ble tiltak på Fv. 63 vurdert, hvor særlig snøskred utgjør en betydelig risiko. Her vurderes både skredoverbygg og automatisk skredvarsling som mulige tiltak. Figuren viser lønnsomheten av å bygge skredoverbygg, som vil gjøre at skredfaren fjernes.

Lønnsomheten av disse tiltakene er beregnet på grunnlag av NGIs vurderinger av dagens og fremtidig skredfare, samt virkningen av tiltakene. Vurderingene som er gjort er grundige og basert på et omfattende datagrunnlag, og det er dermed all grunn til å forvente at data for skredfrekvens var forventningsrette. Det ble lagt ned et betydelig arbeid for å framskrive frekvensene i tråd med forventninger om påvirkning fra klimaendringer.

I denne analysen ble det forutsatt at trafikanter som passerte hele året var omfattet av ubehaget, også i for snøskred. Det ble også forutsett en konstant skredbredde på 10 meter, på grunn av manglende informasjon om faktiske skredbredder. Dette bidrar trolig til noe underestimert av blant annet snøskredrisikoen. Samtidig ble reisende hele året benyttet i verdsetting av ubehaget ved skredrisiko. Dette bidrar til at vi anser beregnede virkninger som sannsynligvis overestimert både i tilfellet E39 og Fv. 63. At NGIs anslag på påvirkning av klimaendringer tilsa at snøskredfaren ville reduseres betydelig over tid, mens den helårlige steinsprang og jordskredfaren ville øke, bidrar til å redusere overestimeringen. Samlet sett vurderer vi størrelsesordenen på virkningen som rimelig, til tross for at den trolig noe overestimert.

Tabell 7.1: Oversikt over analyserte strekninger med skredrisiko i KlimaVei arbeidspakke 3.

	Antall personreiser 2026	Skredfrekvens per år før tiltak	Skredfrekvens per år etter tiltak	Antatt gjennomsnittlig skredbredde	Ubehag ved skredrisiko
E39 Våtedalen	1021	3,8	1,6 (lett skredsikring)	10 m	379 mill
Fv. 63 Geiranger-Eidsdal	975	0,9	0 (skredoverbygg)	10 m	134 mill
E6 Øyer-Elstad	3126	0,2	0 (tunnel)	10 m	155 mill

8 Oppsummering, konklusjon og anbefalinger

8.1 Oppsummering og konklusjon

8.1.1 Hva er fanget opp i ubehaget ved skredrisiko

Siden Navrud mfl. (2020) har vi hatt estimater for betalingsvilligheten til den reisende for å redusere skredrisiko (skredfrekvens og -bredde), når risiko for dødsfall, harde skader, vegstengning og reisetid er kontrollert for. På kortform omtaler vi dette som **ubehag ved skredrisiko**.

Vi vet normalt ikke noe om motivene bak verdsetting. I SP-studier kan vi spørre om dette, men kan ikke nødvendigvis få tak i hele spekteret av motiver. Basert på litteraturen og egne vurderinger har vi listet opp konsekvenser som ikke ble spesifisert i Navrud et al. (2020), og dermed sannsynligvis ikke er kontrollert for. Det er mange konsekvenser av skred, utover sikkerhetsaspekter og fremkommelighetsaspekter for egen reise, som kan motivere betalingsvillighet for skredsikringstiltak (se kapittel 2). Vi vil imidlertid vektlegge følgende konsekvenser, som det ikke er kontrollert for i SP-studien, som plausible drivere av ubehag ved skredrisiko.

- Risiko for lettere skade
- Risiko for materiellskade
- Fremkommelighetsaspekter som ikke blir fanget opp av attributtet «dager med stengning»
- Subjektiv/Opplevd utrygghet utover objektiv alvorlig ulykkesrisiko

Vi har ikke datagrunnlag for å slå fast deres relative betydning i motivene bak ubehag ved skredrisiko. Det kan også finnes andre motiver. Men vi mener at disse punktene er såpass omfattende at størrelsesordenen på verdsettingene av endret skredfrekvens og -bredde (kontrollert for dødsfall, harde skader, vegstengning og reisetid) kan oppfattes som rimelige.

8.1.2 Eventuell dobbelttelling

Under hovedposten «Samfunnet for øvrig» i samfunnsøkonomiske analyser (SØAer) finnes det noen få punkter som vi ikke kan utelukke vil være dobbelttelt med estimert ubehag ved skredrisiko.

Den andelen av de beregnede ulykkeskostnadene i en SØA som omhandler lettere skader og materiellskader kan være dobbelttelt med betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde. Dette utgjør 6%-12% av gjennomsnittlig estimerte ulykkeskostnader som følge av skred.

Hvis vurderingen av IPVene «Landskapsbilde» og «Naturmangfold» av et skredtiltak vektlegger effekten av redusert frekvens og størrelsen av skred som følge av skredtiltak (spesielt hvis det er synlig fra veien), så kan vi heller ikke utelukke at noen effekter dobbelttelles.

Utover dette anser vi risikoen for dobbelttelling av komponenter i konvensjonelle samfunnsøkonomiske analyser som svært lav.

8.1.3 Hvor representative er parameterne

Gjennomførte tester viser det ikke er signifikant forskjell i respondentenes verdsetting av skredfrekvens og -bredde i de to undersøkte strekningene i hhv. Nordland og Hordaland eller den generiske skredutsatte strekningen som kan være hvor som helst i Norge. Det er også svært liten forskjell i verdsettingen av dette ubehaget ved skredrisiko om deres referansereise var i et skredutsatt område eller ikke. På bakgrunn av dette, og det faktum at variasjonsområdet for skredfrekvens og bredde dekker spekteret

for skredutsatte strekninger i Norge, vurderer vi verdsettingen av ubehag av skredrisiko til *ikke å være* spesifikk for de undersøkte strekningene. Vi anbefaler derfor at verdsettingsfaktorene brukes generelt.

Vi finner imidlertid signifikant forskjell mellom verdsetting blant togpassasjerer og reisende på vei (buss og bil). Denne forskjellen kan være et resultat av at respondentene, slik det er vist i kapittel 5.4, har høyere verdsetting per skred ved lave frekvenser enn ved høye frekvenser og at utvalget for togreisende ble presentert for valg som i gjennomsnitt innebar lavere skredfrekvenser. Å konkludere rundt om togreisende har annen verdsetting enn reisende på vei, eller om differansen kommer av at de ble presentert for forskjellige nivåer på skredfrekvens krever videre arbeid. Vår vurdering er at det fram til dette er undersøkt nærmere, er rimelig å opprettholde anbefalingen gitt i Magnussen et al. (2022). Her ble ett sett lineære verdsettingsfaktorer for hhv tog- og veitrafikk anbefalt.

8.1.4 Rimelighetsvurderinger

Før vi undersøker resultater fra konkrete prosjekter er det viktig å bemerke at den overordnede begrunnelsen for at ubehag ved skredrisiko normalt sett beregnes å være større enn alle andre nyttevirkinger relatert til skred til sammen, er at alle trafikanter omfattes av den så lenge de passerer et skredpunkt, men uavhengig av om de utsettes for skred på vei. Ettersom skred inntreffer sjeldent, selv på skredfarlige strekninger, så omfattes få reisende av de direkte virkningene av skred på vei (omkjøring, personskader og reparasjonskostnader). **At virkninger som er små per trafikanter, men omfatter svært mange trafikanter, er større enn virkninger som er store per trafikanter som påvirkes, men påvirker få trafikanter, bør ikke være overaskende.** Eksempelvis vil trafikanthytten av å spare et par minutters reisetid grunnet et veiprojekt normalt sett være betydelig større enn en kraftig reduksjon i alvorlige ulykker.

Spørsmålet om virkningen har rimelig størrelse bør vurderes på bakgrunn av om de enkeltstående komponentene beregningen består av er rimelig, snarere enn den endelige størrelsen på virkningen. Følgende tre spørsmål kan stilles

1. Er verdsettingen per reisende og per skredfrekvens og -bredde rimelig?
2. Er antallet omfattede reisende rimelig?
3. Er data på skredfrekvens og -bredde brukt som input i analysen rimelige?

Vår vurdering vedrørende punkt 1: Vår overordnede vurdering er at verdsettingen per reisende er rimelig, gitt reelt sett realistiske inputdata på skredfrekvenser og -bredder. At det å unngå skredrisikoen på en av Norges klart mest rasutsatte riksveistrekninger verdsettes til tilsvarende som å spare om lag 15 minutter er ikke urimelig. For kombinasjoner av skredfrekvenser og -bredder av mer normal art vil verdsettingen tilsvare verdien av ett minutt eller lignende i spart reisetid.

Våre tester viser at respondentene har monotont økende, men avtakende verdsetting desto større skredfrekvensen og -bredden er. Det kreves imidlertid mer arbeid for å avgjøre om og i så fall hvilken funksjonsform en ikke-lineær verdsetting bør følge. Vår vurdering er videre at å benytte en ikke-lineær funksjonsform for verdsetting av skredfrekvens vil være svært datakrevende og sannsynligvis innebære integrering av (korrekte og justerte) skredpunktdata i RTM. Dersom en lineær verdsetting benyttes, og man benytter skredpunkt som analyseenhet, kan verdsettingen derimot gjennomføres ved enkle grep i dag. Dersom skredrisiko per skredpunkt snarere enn per reise benyttes i verdsettingen vil man i praksis også ta vekk deler av behovet for en ikke-lineær verdsetting. Vår vurdering er derfor at det vil være en trygg, rimelig og hensiktsmessig tilnærming å legge til grunn lineær verdsetting av skredfrekvens der verdsettingen gjøres per skredpunkt. Når det kommer til å utforske bruk av ikke-lineær verdsetting av skredbredde, vurderer vi det som mer fruktbart, da denne i alle tilfeller vil kunne kombineres med bruk av skredpunkt som analyseenhet.

Vår vurdering vedrørende punkt 2: På bakgrunn av at verdsettingen av skredfrekvens og – bredde er svært stabil på tvers av grupper er vår vurdering at det er rimelig at alle trafikanter som passerer forbi skredpunkter. Når det kommer til snø- og is-skredrisiko finner vi det imidlertid urimelig at trafikanter skal ha et ubehag tilknyttet slike skred utenfor vintersesongen, **når** det ikke er fysisk mulig at slike skred

kan inntreffe. Vi anbefaler derfor at ubehag ved skredrisiko kun beregnes for reisende i vintersesongen for snø- og isskred. For øvrige typer skred bør reisende hele året legges til grunn.

Vår vurdering vedrørende punkt 3: Bruk av ujusterte data på skredfrekvens og -bredde fra NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» vil normalt sett gi sterkt overestimerte anslag på prissatt ubehag ved skredrisiko. Justeringene anbefalt i Aalen m.fl. (2025) må gjennomføres for å sikre rimelige resultater. At korrekte data må benyttes i beregningene gir imidlertid ikke grunnlag for å trekke i tvil rimeligheten av punkt 1 og 2 over.

Vår vurdering av gjennomførte analyser der feil i inputdata ikke har vært fremtredende: Vi finner overordnet størrelsesordenen på estimatene på ubehaget ved skredrisiko som rimelige. Disse er basert på nåværende lineære betalingsvillighetsfunksjon. De vurderte anslagene har svakheter ved seg, men ved foreslått metodikk i denne rapporten ville disse svakhetene ikke oppstått og resultatene hatt lavere usikkerhet. Resultatene viser samtidig at dersom feil i data på skredrisiko ikke tas inn i analysene, så vil man oppnå resultater med rimelig størrelsesorden. Benyttes metodikken og anbefalingene foreslått i denne rapporten er vår vurdering at rimelige estimater vil oppnås.

8.2 Anbefalinger

8.2.1 Kan verdiene for betalingsvillighetsfunksjonen brukes som de er?

Hvis alternativet er å ikke inkludere «ubehag ved skredrisiko» som komponent i en SØA som inkluderer skredtiltak, så anser vi det som langt bedre å inkludere betalingsvillighetsparameterne som de er. Ved bruk av parameterne som de er, kan det være hensiktsmessig å gjennomføre følsomhetsanalyser for å teste hvor robuste resultatene i SØAen er til parameterverdiene. Ved bruk av parameterne som de er, foreslår vi følgende:

- Følsomhetsanalyse på +/- 25% på beregnet ubehag ved skredrisiko. Dette representerer 95% konfidensintervall for estimatene
- Ved analyser hvor forventet skredfrekvens er over 10 per år, og/eller forventet skredbredde er høyere enn 120 meter, kan det i tillegg gjøres en følsomhetsanalyse med 50% lavere verdsetting av ubehag ved skredrisiko. Dette vil både bidra til å synliggjøre aspekter ved en avtakende betalingsvillighetsfunksjon, og bidra til å dempe effektene av at dette representerer sjeldent skredfarlige punkter og kan være basert på overdrevne vurderinger i NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt».

Vi ser imidlertid at det er mulig å bruke en mer presis betalingsvillighetsfunksjon. Enkle tester av ikke-linearitet tilsier at betalingsvillighetene både for redusert skredfrekvens og -bredde er monotont avtakende. Dette er grundig dokumentert i Vedlegg B, hvor man også kan finne eksempelberegninger.

Å implementere en avtakende funksjon for skredfrekvens er mulig, men det øker kompleksiteten betraktelig. Betalingsvilligheten for ubehag ved skredfare er estimert på reisenivå, ikke på punktnivå. Hvis det er flere enn ett skredpunkt som inngår i en SØA vil en helst vite hvor de reisende kjører fra og til, som dermed gjennomføre beregningene i RTM, som er alt for arbeidskrevende på kort sikt.

Vi tror fortsatt at det er mest hensiktsmessig at SØAer benytter skredpunkt som analyseenhet for å gjøre det praktisk gjennomførbart. Siden en reise lett kan inneholde flere skredpunkter, gjerne med frekvenser på under 10 i året (dvs. frekvenser i området der lineær verdsetting underestimerer reisendes verdsetting), står man i fare for å overestimere dersom ikke-lineær verdsetting per reise benyttes ved bruk av skredpunkt som analyseenhet.

Det er mindre komplisert å implementere avtakende betalingsvillighetsfunksjoner for skredbredde, men det innebærer visse avveininger. En viktig styrke med den avtakende funksjonen er at forventede skredbredder av størrelsesordenen 100 meter eller mer ikke overdrives. Imidlertid er slike skredbredder

relativt sjeldne, hvor ca. 80% av registrerte skred er mindre (Wangsness m.fl., 2024). Siden SP-data-grunnlaget dekker tilnærmet hele spekteret av skredbredder, gir det noe svak oppløsning innenfor intervallet av «normale» skredbredder. Det vil også gi vesentlig høyere verdsetting enn den tidligere anbefalte lineære betalingsvillighets-funksjonen ved «normale» skredbredder. I tillegg påpeker KlimaVei-prosjektet at NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» har en tendens til å overdrive skredbredder (typisk med en minstebredde på 20 meter selv om dette er vesentlig større enn hva som er registret historisk). Vi vurderer det dermed som mer hensiktsmessig å videreføre den lineære betalingsvillighetsfunksjonen for redusert skredbredde, men gjennomføre følsomhetsanalyse med 50% lavere verdsetting dersom forventet skredbredde i et skredpunkt er 120 meter eller større¹⁰. Analyser som inkluderer skredpunkter med slike skredbredder burde også kreve ekstra gjennomgang av input-dataene, slik at man har et godt grunnlag for å forutsette at de aktuelle skredpunktene faktisk har slike «unormalt» store skred som forventningsverdi.

Vi anbefaler at en aktivt deler erfaringer med bruk av ubehagskostnaden i analyser av transporttiltak slik at det blir lettere for ulike analytikere å gjøre en rimelighetsvurdering av resultatene. Her bør en for eksempel være oppmerksom på betydningen av overført eller nyskapt trafikk for resultatene, ettersom ubehagskostnaden gitt dagens modellapparat kun vil inngå i nytteberegningen og ikke i rutevalget eller trafikantenes valg mer generelt. Dette innebærer en viss inkonsistens mellom transportmodellberegningene og nytteberegningene, men en oppmerksom analytiker vil kunne vurdere hvorvidt dette vil være vesentlig for en gitt SØA.

Til slutt vil vi påpeke viktigheten av at forventningsrette data på skredfrekvens og -bredde benyttes i analyser. Bruk av ujusterte data på skredfrekvens og -bredde fra NVDBs vegobjekttype 824 «skredpunkt» vil normalt sett gi sterkt overestimerte anslag på prissatt ubehag ved skredrisiko. Justeringene anbefalt i Aalen m.fl. (2025) bør gjennomføres for å sikre rimelige resultater.

8.2.2 Korrigering for mulig dobbelttelling

Som påpekt, kan vi ikke utelukke at det kan forekomme noe dobbelttelling når man i en SØA av skredsikringstiltak beregner endring i ulykkeskostnader og ubehag ved skredrisiko. Denne dobbelttellingen er i verste fall begrenset til lettere skader og materiellskader tilknyttet skred. En konservativ fremgangsmåte for analytikeren vil da være å subtrahere et beløp fra beregnet ubehag ved skredrisiko, som tilsvarer en predefinert andel av de beregnede ulykkeskostnadene. For ikke å gjøre byrden på analytikeren unødvendig stor, anser vi det som hensiktsmessig å trekke fra 9% av de beregnede ulykkeskostnadene fra den beregnede betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og -bredde. En slik post kunne blir kalt f.eks. «Fratrekk for å hindre dobbelttelling av ulykkeskostnader for lettere skadde og materiellskader».

Videre anser vi det som hensiktsmessig at vurderingen av IPVene «Landskapsbilde» og «Naturmangfold» ikke tar inn effekten av redusert skredfrekvens og – bredde på disse IPVene, som følge av skredtiltak. Det er hensiktsmessig å «tone ned» akkurat de aspektene i vurderingene av disse IPVene slik at de ikke dobbelttelles.

¹⁰ Man kunne også vurdert å implementere en stykkvis betalingsvillighetsfunksjon, hvor man har en lineær verdsetting opp til terskelverdien på 120 meters bredde, og deretter den avtagende betalingsvillighetsfunksjonen. Dette vil moderere den estimerte betalingsvillighet for å redusere de (langt over gjennomsnittlig) store skredbreddene.

8.3 Videre forskning

Vi har identifisert flere mulige forskningstemaer som kan bidra til bedre verdsetting (og forståelse) av ubehaget ved skredrisiko til bruk i samfunnsøkonomiske analyse (SØA) av skredtiltak.

Ideelt sett bør en gjennomføre en oppdatert og utvidet verdsettingsstudie for betalingsvillighet for å redusere skredfare. En slik undersøkelse kan hjelpe oss til å :

- Oppnå bedre forståelse av motivene for den relativt høye betalingsvilligheten. Her vil vi legge ned arbeid for å lage godt formulerte oppfølgingsspørsmål som kan muliggjøre identifisering av hvor sterkt ulike motiver er med på å drive betalingsvilligheten.
- Verdsette samfunnsøkonomisk verdi av skredvarsling og/eller nedskyting av skred (som vi ikke har verdsettingsstudier for i dag i Norge).
- Oppnå høyere presisjon i estimeringen av ikke-lineære betalingsvillighetsfunksjoner for redusert skredfrekvens- og bredde, spesielt innenfor «normale størrelsesordener». En slik undersøkelse vil muligens også øke forståelse for ikke-lineariteter for andre aspekter i samfunnsøkonomiske analyser (f.eks. verdsetting av liv og helse).

Dersom man ikke kan gjennomføre en fullverdig SP-studie, kan man fortsatt øke kunnskapen om motivene bak de reisendes betalingsvillighet. Kjernen i et nytt forskningsprosjekt kan være å gjennomføre en kort spørreundersøkelse blant innbyggere som bor i områder hvor det er sannsynlig at de relativt ofte må kjøre bil eller buss på skredutsatte strekninger. Undersøkelsen vil bygge inn en betalingskontekst, selv om det ikke kommer til å være en komplett SP-undersøkelse. For eksempel kan respondentene bli spurt om de er villige til å betale 5 kr i bompenger per passering for å skredsikre en strekning hvor det forventes ca. ett skred i året med 10 meters bredde over 40 år. Deretter følger en rekke spørsmål om hvilke konsekvenser av skred som er viktigst for respondenten, og også spørre om de viktigste motivene for respondentenes verdsettingen. Dette kan være et åpent spørsmål, etterfulgt av et spørsmål med predefinerte alternativer (men også der en «Annet»-kategori hvor respondenten kan fylle ut motivasjoner selv).

Vi ser også interessante muligheter for å grave dypere i trafikanters faktiske adferd («Revealed Preference») på strekninger hvor det er gjennomført skredsikringstiltak. Særlig følgende aspekter virker som lovende forskningsmuligheter:

- Ved å sammenlikne beregnet trafikk og faktisk trafikk på et større antall strekninger med og uten betydelig skredrisiko, kan en undersøke om transportmodellene har en tendens til å overvurdere trafikken på strekninger der skredrisikoen er høy. Dette indikerer i så fall at trafikantene tar hensyn til skredrisiko i sine valg.
- Ved å følge et stort sett av skredpunkter over tid, kan man identifisere effekten på trafikken av skredsikringstiltak i tiden etter tiltaket. Foreliggende estimerer for verdsatt skredrisiko vil tilsi en trafikkvekst på strekningene som har fått skredsikringstiltak sammenlignet med skredpunkter som ikke har fått det, som kommer i tillegg til effekten av eventuelle forbedringer i reisetid.
- Ettersom skred forekommer såpass sporadisk, vil det være mulig å isolere effekter av skred på trafikk i ukene/månedene etter skredet og etter av veien er gjenåpnet. Dette vil ikke nødvendigvis si noe om verdsettingen av skredrisiko i seg selv, men betydningen av at risikoen blir mer synlig for de reisende.

Vi anser samfunnsøkonomisk verdsetting av skred-relaterte konsekvenser som et svært lovende forskningsfelt som kan gi grunnlag for mye ny og interessant kunnskap til bruk både i Norge og internasjonalt. Det er gode muligheter for å bringe fronten framover i denne nisjen av samfunnsøkonomisk forskning. Dessuten kan samme metodikk som er anvendt for verdsetting av ubehag ved skredrisiko også anvendes på andre typer naturrisiko som er aktuelle for norsk transportinfrastruktur, for eksempel flom og overvann; se Navrud (2024). Den nye kunnskapen kan også være av stor praktisk betydning, da det har vist seg å være snakk om relativt store samfunnsøkonomiske verdier.

Referanser

Vi anerkjenner at noen av forfatterne har brukt ChatGPT eller Copilot til skrive støtte, oversetting av litteratur og til søk etter litteratur.

- Blok, F., Brändle, A., Busic, A., Fuerst, F., & Zumwald, M. (2023). Rent capitalisation patterns of extreme weather hazards—Evidence from Switzerland.
- Bondemark, A., Kopsch, F., & Johansson, E. (2021). Accessibility and uncertainty: An empirical analysis of option value in transport. *Journal of Transport and Land Use*, 14(1), 463-477.
- Bråthen, S., Husdal, J., & Rekdal, J. (2008). Samfunnsøkonomisk verdi av rassikring - Noen beregninger knyttet til verdi av å unngå stengte veier. *Rapport 0801, Møreforskning Molde AS*.
- Eidsvig, U., Skrede, H., Body, N. S., Gisnås, K., Handberg, Ø. N., Frankmo, M. A., Aalen, P., & Hole, I. N. (2025). *KlimaVei - Klimatilpasning og Vegtransport. Eksempelstudier* (NGI-rapport. Dokument 20210107-02-R Issue.
- Elvik, R. (2025). What can empirical utility functions tell us about the value of a statistical life? *Research in Transportation Economics*, 110, 101534.
- Finans Norge. (2024). *Natur- og værskader*. <https://www.finansnorge.no/tema/statistikk-og-analyse/forsikring/natur--og-varskader/>
- Finansdepartementet. (2021). *Rundskriv R-109/21: Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser*. Retrieved from https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2021.pdf
- Flügel, S., Halse, A. H., Hulleberg, N., Jordbakke, G. N., Veisten, K., Sundfør, H. B., & Kouwenhoven, M. (2020). *Verdsetting av reisetid og tidsavhengige faktorer. Dokumentasjonsrapport til Verdsettingsstudien 2018-2019 [TØI-rapport 1762/2020]*. <https://www.toi.no/publikasjoner/verdsetting-av-reisetid-og-tidsavhengige-faktorer-dokumentasjonsrapport-til-verdsettingsstudien-2018-2019-article36266-8.html>
- Flügel, S., Veisten, K., & Ramjerdi, F. (2010). *Den norske verdsettingsstudien: utrygghet [TØI Rapport 1053g/2010]*. <https://www.toi.no/publikasjoner/den-norske-verdsettingsstudien-verdien-av-tid-sikkerhet-og-miljo-utrygghet-verdien-av-redusert-rasfare-og-bedre-tilrettelegging-for-syklende-og-gaende>
- Hess, S., & Palma, D. (2019). Apollo: A flexible, powerful and customisable freeware package for choice model estimation and application. *Journal of choice modelling*, 32, 100170.
- Hughes, R. A. (2023, 11/10/2023). 'Long and expensive detours': Italy-France rail tunnel closure set to disrupt winter travel. *Euronews*. <https://www.euronews.com/travel/2023/10/11/long-expensive-detours-italy-france-rail-tunnel-closure-set-to-disrupt-winter-travel>
- Jacobsen, J. K. S., Leiren, M. D., & Saarinen, J. (2016). Natural hazard experiences and adaptations: A study of winter climate-induced road closures in Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, 70(5), 292-305.
- Kim, J., Park, J., Yoon, D., & Cho, G.-H. (2017). Amenity or hazard? The effects of landslide hazard on property value in Woomyeon Nature Park area, Korea. *Landscape and Urban Planning*, 157, 523-531.

- Lindberg, G. (2001). Traffic insurance and accident externality charges. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 35(3), 399-416.
- Magnussen, K., Navrud, S., & Lindhjem, H. (2022). *Velferdsgevinster ved utbedring av skredutsatte veistreknninger – Metode, eksempelberegninger og forslag til videreutvikling*.
- Menon Economics, Holte Consulting, & A2 Norge. (2024). *KS1 av KVVU E134 Arm til Bergen* (Statens prosjektmodell rapportnr. F015a., Issue).
- Navrud, S. (2024). Samfunnsøkonomisk nytteverdi av sikringstiltak mot overvann, flom og skred. *Flom, skred og juss*, 201.
- Navrud, S., Magnussen, K., & Veisten, K. (2020). Verdsetting av utrygghet ved skred. In. Menon Economics Rapport nr. 44/2020.
- Olschewski, R., Bebi, P., Teich, M., Hayek, U. W., & Grêt-Regamey, A. (2012). Avalanche protection by forests—A choice experiment in the Swiss Alps. *Forest policy and Economics*, 17, 19-24.
- Spegel, E., & Ek, K. (2022). Valuing the impacts of landslides: a choice experiment approach. *Economics of Disasters and Climate Change*, 6(1), 163-181.
- Statens vegvesen Vegdirektoratet. (2021). *Håndbok V172 Konsekvensanalyser*. Oslo: Norwegian Public Roads Administration Retrieved from <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/handboker/hb-v712-konsekvensanalyser-2021.pdf>
- Straume, A., & Bertelsen, D. (2015). *Dokumentasjon av beregningsmoduler i EFFEKT 6.6. [Rapport 358]*
- Veisten, K., Flügel, S., & Elvik, R. (2010). Ulykker–Verdien av statistiske liv og beregning av ulykkes samfunnskostnader. *TØI-rapport 1053C*.
- Veisten, K., Flügel, S., Rizzi, L. I., de Dios Ortúzar, J., & Elvik, R. (2013). Valuing casualty risk reductions from estimated baseline risk. *Research in Transportation Economics*, 43(1), 50-61.
- Veisten, K., Navrud, S., & Magnussen, K. (2025). Watch out! Travellers' valuation of reduced avalanche risks on railways and roads. *Transportation research interdisciplinary perspectives*, 29, 101315.
- Wangsness, P. B., Veisten, K., & Elvik, R. (2024). *Skredfare i samfunnsøkonomiske analyser: Personskaderisiko og verdsetting av skredfrekvens og skredstørrelse [TØI-Rapport 2027/2024]*. <https://www.toi.no/publikasjoner/skredfare-i-samfunnsokonomiske-analyser-personskaderisiko-og-verdsetting-av-skredfrekvens-og-skredstorrelse>
- Aalen, P., Bruvoll, A., Frankmo, M. A., Hole, I. N., Navrud, S., Eidsvig, U., & Gisnås, K. (2025). *Metode for samfunnsøkonomiske analyser av klimarisiko [Menon-publikasjon nr.3/2025]*. <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2025-3-Samfunnsokonomiske-analyser-av-klimarisiko-Rapport-3.pdf>

Vedlegg A: Sammenlikning av MNL-modell-koeffisienter og estimert betalingsvillighet mellom regioner og transportmiddel

A1. Estimerte verdier for samlet utvalg

Følgende tabell viser estimater fra skredfareverdssettingen i 2020, basert på en enkel multinomial logitmodell. Denne modellen er basert på hele utvalget, der respondentene vurderte reise i Hordaland, Nordland eller på en generisk skredutsatt strekning i Norge, og transportmiddelet var enten bil, buss eller tog (Navrud et al., 2020).

Tabell V.1: MNL-modellestimater, parvise valg (8 per respondent), samlet utvalg.

	Alle		
	koeffisient	robust standardfeil	betalingsvillighet per reise
ASK alt. til høyre	-0,0058	0,0193	
Skredfrekvens	-0,0172***	0,0009	4,26
Skredbredde	-0,0005***	0,00003	0,13
Stengninger	-0,0404***	0,0032	9,98
Hardt skadde / drepte	-0,0468***	0,0024	11,56
Reisetid (per min)	-0,0065***	0,0007	1,62
Reisekostnad	-0,004***	0,0003	
Bayesiansk informasjonskriterium		15431	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)		-9044	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)		-7682	
Justert pseudo-R ² (McFadden)		0,1499	
Antall obs. (valg)		13048	
Antall respondenter		1631	
Gjennomsnittlig skredfrekvens/skredbredde i alternativene		15,37 / 245,67	
Verdi av reisetid (1 t)		97,05	
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)		349 398	
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall		12 660 870	
Verdi av statistisk liv (VSL)		35 169 090	
Verdi av statistisk hard skade		7 033 817	
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)		13 111 840	
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)		2 798 301	
Verdi av 1 skredbreddemeter (ÅDT=6500, belegg=1,2)		83 965	

Merknad: Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01; *p<0,05; °p<0,1.

Den nederste delen av tabellen viser årlige velferdsestimater (nytteestimater av en forbedring) gitt en viss trafikkmengde (her med ÅDT satt lik 6500) og gjennomsnittlig antall personer per kjøretøy (her satt lik 1,2, men dette kan være høyere gitt betydelige andeler buss og tog).

A2. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. region

Følgende tabell oppsummerer modellestimatene for de tre region-delutvalgene: Hordaland, Nordland, «generisk», der generisk region representerer ikke-identifisert område/reisestrekning i Norge.

Tabell V.2: Modell-estimer - MNL - parvise valg: Delutvalg mht. respondentens region.

	Hordaland			Nordland			«Generisk»		
	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise
ASK alt. til høyre	-0,0257	0,0353		-0,0091	0,0352		0,0078	0,0313	
Skredfrekvens	-0,0183***	0,0019	3,66	-0,0170***	0,0018	5,02	-0,0169***	0,0014	4,05
Skredbredde	-0,0005***	0,00006	0,10	-0,0005***	0,00006	0,15	-0,0005***	0,00005	0,13
Stengninger	-0,0348***	0,0049	6,96	-0,0622***	0,008	18,34	-0,0429***	0,0052	10,28
Hardt skadde / drepte	-0,0894***	0,0074	17,87	-0,0392***	0,0036	11,56	-0,0429***	0,0031	10,26
Reisetid	-0,0089***	0,0015	1,78	-0,0057***	0,0012	1,67	-0,0060***	0,0012	1,43
Reisekostnad	-0,0050***	0,0007		-0,0034***	0,0005		-0,0042***	0,0005	
Bayesiansk informasjonskriterium		4955			4324			6122	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)		-2906			-2556			-3582	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)		-2449			-2133			-3031	
Justert pseudo-R ² (McFadden)		0,1552			0,1632			0,1522	
Antall obs. (valg)		4192			3688			5168	
Antall respondenter		524			461			646	
Gjennomsnittlig skredfrekvens / skredbredde (m) i alternativene i valgekspérimentet		14,20 / 247,09			15,73 / 244,71			16,04 / 245,21	
Verdi av reisetid (1 t)		106,64			100,05			85,82	
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)		383 899			360 196			308 939	
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall		19 567 830			12 658 530			11 230 430	
Verdi av statistisk liv (VSL)		54 355 070			35 162 570			31 195 650	
Verdi av statistisk hard skade		10 871 010			7 032 514			6 239 130	
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)		9 142 885			24 091 900			13 502 980	
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)		2 404 665			3 300 406			2 659 541	
Verdi av 1 skredbreddemeter (ÅDT=6500, belegg=1,2)		67 545			98 627			84 614	

Merknad: Gjennomsnittlig skredfrekvens-verdsetting i hele utvalget samlet var 4,26 kr (per hendelse), mens gjennomsnittlig skredbredde-verdsetting i hele utvalget var 0,13 kr (per meter). Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01; *p<0,05; °p<0,1. Modellene er estimert i R Apollo (Hess & Palma, 2019).

Resultatene i tabellen viser noen forskjeller i verdsettingene mellom regionene, men ikke for verdsettingen av skredbredde og skredfrekvens. Koeffisientene til skredfrekvens og skredbredde ligger relativt nær hverandre (og konfidensintervall ville være klart overlappende; disse kan tilnærmes med: $\text{koeffisient} \pm 1,96 \times \text{rob.st.feil}$). Det er større forskjeller mellom regionene når det gjelder stengingsattributtet og attributtet for hardt skadde og drepte. For førstnevnte har Hordaland lavere absolutt koeffisientstørrelse (og lavere estimert betalingsvillighet), og for sistnevnte har Hordaland høyere absolutt koeffisientstørrelse (og høyere estimert betalingsvillighet). Forskjeller i attributtstørrelsene kan forklare dette: Hordaland har relativt høyere attributtnivå for stenging og relativt lavere for hardt skadde og drepte, og endringer ut ifra lavere nivåer (og/eller mindre endringsstørrelser) kan få høyere enhetsverdsettinger (alt annet likt).

A3. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. transportmiddel

Følgende tabell oppsummerer modellestimatene for de tre transportmiddel-delutvalgene, de tog-reisende, buss-reisende og bil-reisende.

Verdien av ubehag ved skredrisiko

Tabell V.3: Modell-estimer - MNL - parvise valg: Delutvalg mht. respondentens transportmiddel.

	Tog			Buss			Bil		
	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise
ASK alt. til høyre	0,0096	0,0386		-0,0446	0,038		0,0096	0,0299	
Skredfrekvens	-0,0272***	0,0028	4,90	-0,0177***	0,0017	3,38	-0,0133***	0,0012	3,79
Skredbredde	-0,0005***	0,00006	0,10	-0,0006***	0,00007	0,11	-0,0005***	0,00005	0,15
Stengninger	-0,0636***	0,0091	11,46	-0,0374***	0,0058	7,16	-0,0345***	0,0042	9,84
Hardt skadde / drepte	-0,4637***	0,0319	83,51	-0,2213***	0,016	42,30	-0,0408***	0,0021	11,64
Reisetid	-0,0091***	0,0014	1,64	-0,0049**	0,0016	0,93	-0,0057***	0,0012	1,62
Reisekostnad	-0,0056***	0,0007		-0,0052***	0,0007		-0,0035***	0,0005	
Bayesiansk informasjonskriterium		4086			3818			6830	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)		-2484			-2329			-4231	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)		-2014			-1881			-3384	
Justert pseudo-R ² (McFadden)		0,1867			0,1896			0,1986	
Antall obs. (valg)		3584			3360			6104	
Antall respondenter		448			420			763	
Gjennomsnittlig skredfrekvens / skredbredde (m) i alternativene i valgeksperimentet		10,14 / 246,34			17,43 / 247,00			17,30 / 244,55	
Verdi av reisetid (1 t)		98,39			55,74			97,32	
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)		354 188			200 659			350 341	
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall		91 440 390			46 321 500			12 746 190	
Verdi av statistisk liv (VSL)		254 001 100			128 670 800			35 406 080	
Verdi av statistisk hard skade		50 800 220			25 734 160			7 081 217	
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)		15 054 490			9 404 512			12 933 060	
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)		3 221 723			2 223 484			2 489 260	
Verdi av 1 skredbreddemeter (ÅDT=6500, belegg=1,2)		64 125			75 316			96 012	

Merknad: Gjennomsnittlig skredfrekvens-verdsetting i hele utvalget samlet var 4,26 kr (per hendelse), mens gjennomsnittlig skredbredde-verdsetting i hele utvalget var 0,13 kr (per meter). Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01; *p<0,05; °p<0,1. Modellene er estimert i R Apollo (Hess & Palma, 2019).

Resultatene i tabellen viser noen forskjeller i verdsettingene mellom transportmidlene, men relativt mindre for verdsettingen av skredbredde og skredfrekvens. Det er høyere verdsetting av redusert skredfrekvens blant de togreisende, men de hadde også de laveste skredfrekvens-attributtnivåene i utgangspunktet. Det er større forskjeller mellom transportmidlene når det gjelder stengings-attributtet og, spesielt, attributtet for hardt skadde og drepte. For sistnevnte hadde de togreisende lavest attributtnivå, de bussreisende noe høyere, og de bilreisende høyest. Endringer ut ifra lavere nivåer (og/eller mindre endringsstørrelser) kan få høyere enhetsverdsettinger (alt annet likt).

A4. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. om referansereisen ble foretatt i skredutsatt område eller ikke

Følgende tabell oppsummerer modellestimatene for to delutvalg, når vi splitter utvalget mht. om referansereisen ble foretatt i skredutsatt område («ikke-hypotetisk») eller ikke («hypotetisk»).

Tabell V.4: Modell-estimer - MNL - parvise valg: Delutvalg mht. respondentens skredutsatthet i referansen.

	Referansereise i skredutsatt område			Ikke referansereise i skredutsatt område		
	koeffisient	robust standardfeil	betalingsvillighet per reise	koeffisient	robust standardfeil	betalingsvillighet per reise
ASK alt. til høyre	-0,0108	0,0279		-0,0021	0,0269	
Skredfrekvens	-0,0149***	0,0013	4,26	-0,0195***	0,0013	4,23
Skredbredde	-0,0004***	0,00005	0,11	-0,0006***	0,00005	0,14
Stengninger	-0,0392***	0,0047	11,19	-0,0414***	0,0043	9,00
Hardt skadde / drepte	-0,0437***	0,0030	12,48	-0,0517***	0,0041	11,24
Reisetid	-0,0062***	0,001	1,76	-0,0069***	0,001	1,50
Reisekostnad	-0,0035***	0,0005		-0,0046***	0,0005	
Bayesiansk informasjonskriterium	7510			7947		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)	-4370			-4675		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)	-3725			-3943		
Justert pseudo-R ² (McFadden)	0,1463			0,1553		
Antall obs. (valg)	6304			6744		
Antall respondenter	788			843		
Gjennomsnittlig skredfrekvens/skredbredde i alternativene	15,22 / 246,87			15,50 / 244,56		
Verdi av reisetid (1 t)	105,73			90,12		
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)	380 645			324 444		
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall	13 668 510			12 310 340		
Verdi av statistisk liv (VSL)	37 968 080			34 195 390		
Verdi av statistisk hard skade	7 593 616			6 839 078		
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)	14 704 540			11 830 620		
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)	2 797 152			2 779 177		
Verdi av 1 skredbreddemeters endring (ÅDT=6500, belegg=1,2)	73 018			91 521		

Merknad: Gjennomsnittlig skredfrekvens-verdsetting i hele utvalget samlet var 4,26 kr (per hendelse), mens gjennomsnittlig skredbredde-verdsetting i hele utvalget var 0,13 kr (per meter). Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01, *p<0,05; °p<0,1. Modellene er estimert i R Apollo (Hess & Palma, 2019).

Det er relativt små forskjeller mellom de to delutvalgene, om hvorvidt den referansereisen de oppga (i Hordaland, Nordland, eller ukjent «generisk» område, med tog, buss, eller bil) ble vurdert som foretatt i skredutsatt område eller ikke. (De som ikke hadde reist i skredutsatt område kan vurderes å ha gjennomført valgekspperimentet mer «hypotetisk», men de kan likevel både ha hatt egen erfaring med tidligere reising i skredutsatt område eller ha sett for seg framtidig reising i skredutsatt område.)

A5. Kort oppsummering om LR-testing av likhet mellom modellene for delutvalg

Vi tar også med sannsynlighetsrate-test (LR-test, *likelihood-ratio test*). LR-testen vi bruker er spesifisert slik:

$$LR = -2 \left(LL_j - \sum_{i=1}^M LL_i \right)$$

der LL_j er LN av sannsynlighetsfunksjonen (rimelighetsfunksjonen, for den endelige modellen, med attributter) for det samlede utvalget (*joint model*) og LL_i er det tilsvarende for delutvalgmodellene, for M ulike grupper. LR er khi-kvadrert-fordelt med $K \times (M-1)$ frihetsgrader, der K er antallet parameter i modellen, som vi teller som de seks attributt-koeffisientene. Vi oppgir to tall fra khi-kvadrat-tabellen, én for 5%-sannsynlighetsnivå (Khi-kv. – 0,025) og én for 1%-sannsynlighetsnivå (Khi-kv. – 0,005).

Vi har også testet om modellene for region-delutvalgene er like mht. en sannsynlighetsrate-test (LR-test, *likelihood-ratio test*):

Tabell V.5: Sannsynlighetsrate-test – like modell-estimer for region-delutvalgene.

Region	Testresultat	frihetsgrader	Khi-kv. - 0,025	Khi-kv. - 0,005
Alle tre	LR = 138,8	12	23,3	28,3
Hordaland-Nordland	LR = 129	6	14,4	18,5
Hordaland-generisk	LR = 106	6	14,4	18,5
Nordland-generisk	LR = 7,2	6	14,4	18,5

Likhet mellom modellene for region-delutvalgene blir forkastet i alle tilfeller med LRT, unntatt for Nordland vs. «generisk» region. Som nevnt er det preferansene for andre attributter enn skred-frekvens og skredbredde som driver modellforskjellene mellom region-delutvalgene.

Vi har også testet om modellene for transportmiddel-delutvalgene er like mht. en sannsynlighetsrate-test (LR-test, *likelihood-ratio test*):

Tabell V.6: Sannsynlighetsrate-test – like modell-estimer for transportmiddel-delutvalgene.

Region	Testresultat	fr.gr.	Khi-kv. - 0,025	Khi-kv. - 0,005
Alle tre	LR = 805,6	12	23,3	28,3
Tog-buss	LR = 126,4	6	14,4	18,5
Tog-bil	LR = 484,4	6	14,4	18,5
Buss-bil	LR = 334,2	6	14,4	18,5

Likhet mellom modellene for transport-delutvalgene blir forkastet i alle tilfeller med LRT. Som nevnt er det preferansene for andre attributter enn skredfrekvens og skredbredde som driver modell-forskjellene mellom transportmiddel-delutvalgene.

Vi har også testet om modellene for delutvalgene for hvorvidt referansereise i skredutsatt område eller ikke er like mht. en sannsynlighetsrate-test (LR-test, *likelihood-ratio test*):

Tabell V.7: Sannsynlighetsrate-test for like modell-estimer for referansereise i skredutsatt region eller ikke (samlet for alle region-delutvalgene).

Referanse-reise i skredutsatt område eller ikke	Testresultat	fr.gr.	Khi-kv. - 0,025	Khi-kv. - 0,005
	LR = 30	6	14,4	18,5

Alle sannsynlighetsrate-tester (LR-tester, *likelihood-ratio tests*), mellom de to delutvalgene mht. referansereise i skredutsatt område, mellom transportmiddel-delutvalg og mellom region-delutvalg, forkaster likhet, med kun ett unntak: delutvalg-modellene for Nordland og for generisk region. Både LR-testene og forskjellene på koeffisientene tyder på at det er større forskjell på tvers av transportmiddel enn på tvers av regioner. Det er det andre attributter (attributt-preferanser) enn skredfrekvens og skredbredde som driver fram forskjellene; det er særlig hardt skadde og drepte og også infrastruktur-stenging som har mest varierende koeffisientstørrelse og betalingsvillighetsestimat mellom delutvalgene. Generelt er det attributtnivået i utgangspunktet og nivåene på attributtendringene som i stor grad kan forklare forskjellene mellom delutvalgene. De som vurderer relativt små størrelser og små endringer vil kunne få tilordnet høyere enhetsverdi enn de som vurderer større tall og endringer.

Vedlegg B: Enkel testing av ikke-linearitet

B1. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. skredfrekvens

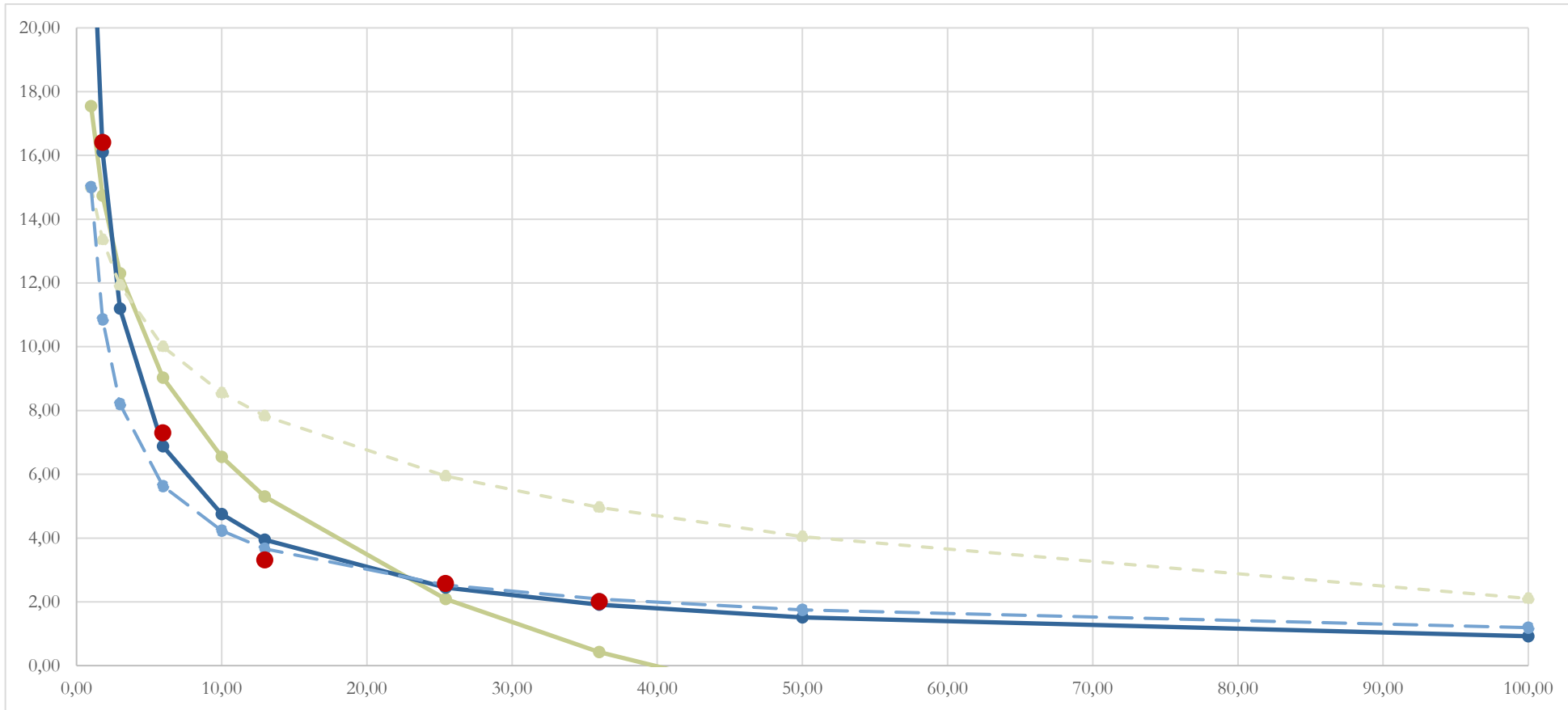
Tabell V.8 viser hvilke betalingsvillighetsestimater per enhet som gis fra to funksjonsføyninger, samt to manuelle funksjonsføyninger – av samme type, men med justerte tall for å søke å oppfylle andre ovenfornevnte funksjonskriterier.

Tabell V.8: Best-tilpassede LN-/potensfunksjoner og manuelt føyde LN-/potensfunksjoner – skredfrekvens.

Frekvens- endring	WTP (MNL)	Beste funksjonsføyninger		Manuelle funksjonsføyninger etter kriterier	
		$4,778 \times \text{LN}(\text{frekvens}) + 17,547$	$24,479 \times (\text{frekvens})^{-0,712}$	$2,8 \times \text{LN}(\text{frekvens}) + 15$	$15 \times (\text{frekvens})^{-0,55}$
1,00		17,55	24,48	15,00	15,00
1,80	16,40	14,74	16,11	13,35	10,86
3,00		12,30	11,20	11,92	8,20
5,95	7,30	9,03	6,88	10,01	5,62
10,00		6,55	4,75	8,55	4,23
12,96	3,31	5,31	3,95	7,83	3,67
25,42	2,57	2,09	2,45	5,94	2,53
36,00	2,00	0,42	1,91	4,97	2,09
50,00		-1,14	1,51	4,05	1,74
100,00		-4,46	0,92	2,11	1,19

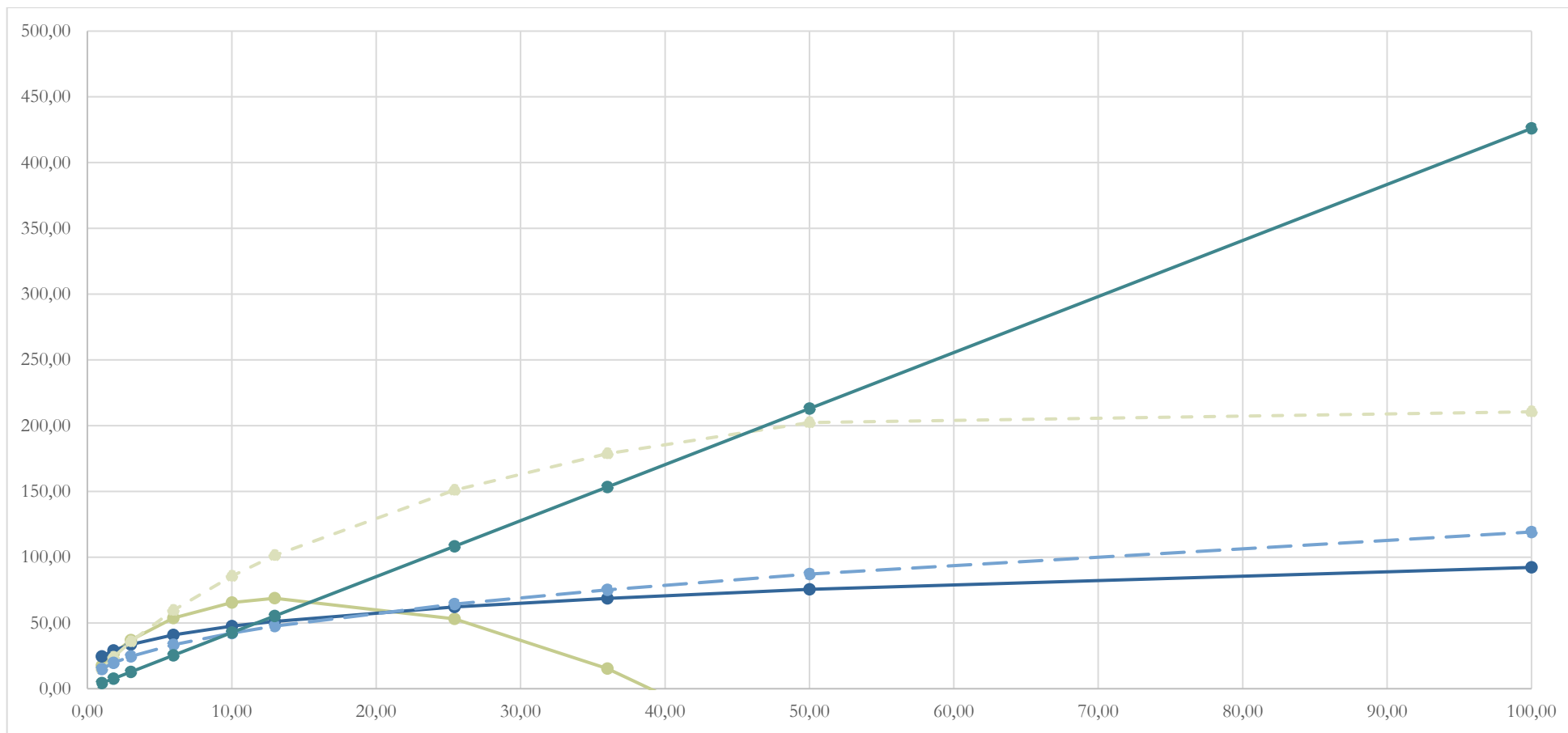
Merknad: Gjennomsnittlig frekvensendring i de parvise valgene var 15,37, og gjennomsnittlig verdsetting per enhets endring var 4,27 kr. Blåmerket felt gir et intervall som omfatter gjennomsnittsfrekvensen i samlet utvalg (skredfrekvens lik 15,37 skred årlig).

Nivået for verdsettingen, gitt fra funksjonene, kan i første omgang vurderes ut ifra maksimumsverdsettingen – verdsettingen av de minste endringene. Denne er hhv. ca. 17,50 kr og 24,50 kr i de «naive» best-føyde funksjonene, som kan synes «for høyt» gitt at den gjennomsnittlige enhetsverdien er 4,27 kr. For de manuelt føyde funksjonene er maksimum satt lik 15 kr per hendelse (per enhets endring). Videre bør det skjelnes til verdsettingen i det frekvensendringsintervallet som de 4,27 kr er basert på, dvs. mellom 12,96 og 25,42 hendelser per år (15,37 var gjennomsnittet i alternativene som ble vurdert i det samlede utvalget). Her har alle de fire spesifiserte funksjonene betalingsvillighet per enhet som stort sett ligger litt i underkant av gjennomsnittlig verdsetting (4,27 kr); men med logaritmisk funksjon er det vanskelig å føye manuelt en funksjon som ikke skal ha «før høyt» maksimum og avta slik at enhetsverdien ikke blir negativ og at totalverdien for økt frekvensendring øker monotont. Det er potensfunksjonen som er enklest å føye relativt godt til modellestimatene samtidig som andre nevnte kriterier oppfylles. Følgende figurer viser hhv. direkte plotting av innholdet i Tabell V.8 og funksjonsformen for total verdsetting av økende frekvensendring (skredfrekvensreduksjon), basert på de fire enhetsverdifunksjonene i tabellen.



Figur V.1: Enhetsverdi for betalingsvillighet ved økende skredfrekvensendring; best-tilpasset LN-funksjon (heltrukken lysegrønn linje) og potensfunksjon (heltrukken blå linje), samt manuelt føyd LN-funksjon (stiplete lysegrønn linje) og manuelt føyd potensfunksjon (stiplet blå linje); MNL-resultatene vist som store røde sirkler (og x-aksen viser frekvensendringstørrelsen og y-aksen betalingsvilligheten).

Verdien av ubehag ved skredrisiko



Figur V.2: Betalingsvillighet mht. skredfrekvensendingsstørrelse; best-tilpasset LN-funksjon (heltrukken lysegrønn linje) og potensfunksjon (heltrukken blå linje), samt manuelt føyd LN-funksjon (stiplete lysegrønn linje) og manuelt føyd potensfunksjon (stiplet blå linje), samt lineær funksjon for fast enhetspris lik 4,27 kr (heltrukken grønn linje).

Utfordringen med en lineær verdsettingsmodell, som følger implisitt av en fast enhetsverdi, er tydeliggjort i figur V.4; dette vil gi «enorme» totale verdsettinger av tiltak som gir «store» reduksjoner i de årlige forventede skredhendelser (som treffer infrastrukturen). Alle funksjonsføyningene gir høyere verdsetting per enhet enn den lineære ved «små» frekvensendringer. For de manuelle kan maksimum selvsagt settes lavere, men det vil også påvirke funksjonsforløpet for økende endringsstørrelser. Den best-føyde LN-funksjonen er ikke anvendbar – den synker for endringsstørrelser over ca. 12 og blir negativ når endringsstørrelsen kommer opp mot 40. Også manuell tilpasning av LN-funksjonen er vanskelig – for å opprettholde monotont stigende verdsetting med økende endringsstørrelse, så blir verdsettingene av «middels store» frekvensendringer «for høy». Om verdsettingen av skredfarehendelser skal være ikke-lineær og basert på en enkel (manuelt) tilpasset funksjon, så er potensfunksjonen den enkleste – den som er enklest å føye til estimatene fra de fem MNL-modellene og samtidig oppfylle kriteriene om monotont økende betalingsvillighetsfunksjoner Figur V.2.

B2. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. skredstørrelse (breddemeter)

Følgende tabell oppsummerer modellestimatene for de fem ulike delutvalgene mht. skredbredde-nivåer (bredden på skredene som treffer infrastrukturen) i alternativene.

Verdien av ubehag ved skredrisiko

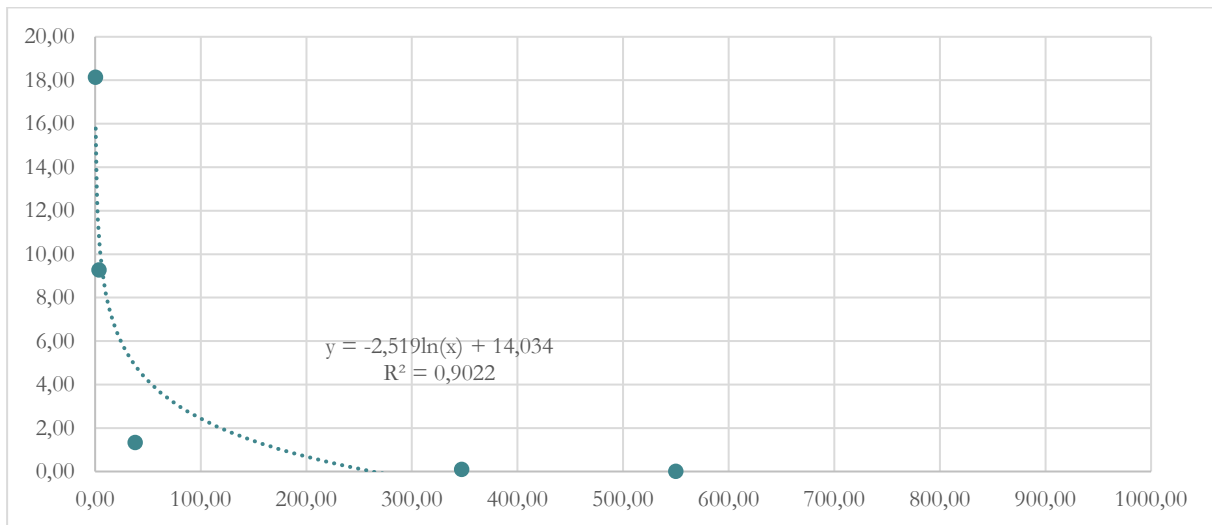
Tabell V.9: Modell-estimer - MNL - parvise valg: Delutvalg mht. skredbredde-attributt (liten, middels, stor).

	Ekstra liten bredde			Liten bredde			Middels bredde			Stor bredde			Ekstra stor bredde		
	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise
ASK alt. til høyre	-0,0864	0,0607		-0,0054	0,037		0,0209	0,0373		0,0132	0,0345		-0,044	0,0639	
Skredfrekvens	-0,0058	0,0037	1,53	-0,0174***	0,0017	3,38	-0,023***	0,0016	5,28	-0,0224***	0,0017	5,30	-0,0232***	0,0045	10,91
Skredbredde	-0,0686	0,06609	18,14	-0,0478***	0,00541	9,27	-0,0058***	0,00051	1,33	-0,0004***	0,00005	0,09	-0,00002	0,00009	0,01
Stengninger	-0,0391***	0,0117	10,34	-0,0469***	0,0066	9,08	-0,0486***	0,0065	11,18	-0,0379***	0,0057	8,98	-0,036***	0,0101	16,89
Hardt skadde / drepte	-0,0521***	0,0065	13,77	-0,0518***	0,0039	10,04	-0,0477***	0,0035	10,98	-0,0437***	0,0032	10,36	-0,0529***	0,0064	24,84
Reisetid	-0,0079***	0,0023	2,08	-0,0102***	0,0013	1,98	-0,0028*	0,0013	0,65	-0,0054***	0,0013	1,28	-0,0135***	0,0023	6,34
Reisekostnad	-0,0038**	0,0013		-0,0052***	0,0006		-0,0043***	0,0006		-0,0042***	0,0005		-0,0021*	0,001	
Bayesiansk informasjonskriterium	1547			4160			4389			5117			1420		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)	-828			-2498			-2729			-2988			-826		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)	-749			-2051			-2166			-2530			-685		
Justert pseudo-R ² (McFadden)	0,0857			0,1765			0,2042			0,1512			0,1631		
Antall obs. (valg)	1194			3604			3937			4310			1192		
Antall respondenter	884			1581			1631			1533			917		
Gjennomsnittlig skredbredde (m) i alternativene	0,50			3,69			37,82			347,26			550,00		
Verdi av reisetid (1 t)	125,10			118,82			38,71			76,64			380,39		
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)	450 352			427 746			139 368			275 890			1 369 395		
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall	15 080 930			10 988 770			12 025 580			11 339 370			27 200 400		
Verdi av statistisk liv (VSL)	41 891 460			30 524 360			33 404 380			31 498 260			75 556 660		
Verdi av statistisk hard skade	8 378 293			6 104 872			6 680 877			6 299 652			15 111 330		
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)	13 589 980			11 936 280			14 694 490			11 795 160			22 195 000		
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)	1 008 090			2 220 251			3 471 758			3 479 919			7 167 570		
Verdi av 1 skredbreddemeter (ÅDT=6500, belegg=1,2)	11 916 320			6 089 959			873 428			57 869			7 018		

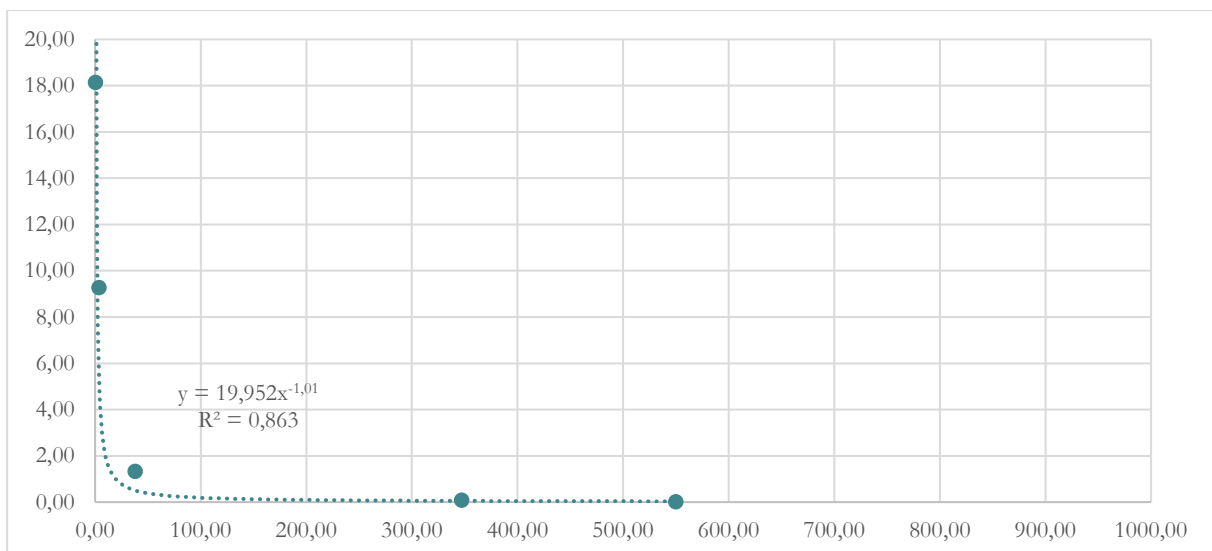
Merknad: Gjennomsnittlig skredbredde-verdsetting i hele utvalget samlet var 0,13 kr (per meter). Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01; *p<0,05; °p<0,1. Modellene er estimert i R Apollo (Hess & Palma, 2019).

Resultatene i tabellen over viser tydelig at (den implisitte) verdsettingen per skredbredde (for skred som når infrastrukturen) er høyest for endringer ut ifra lave breddenivåer; og verdsettingen synker monotont med skredbreddenivået. Altså: høyere breddeendringer har lavere enhetsverdier enn lavere breddeendringer. Vi kan påpeke at modellene er noe svakere for delutvalget som inkluderer kun ekstra lave skredbreddenivåer, mht. McFaddens justerte pseudo R^2 , men med estimater som synes konsistente opp mot alle de fem modellene samlet.

I de følgende to figurene har vi føyet henholdsvis en logaritmisk funksjon og en potensfunksjon til verdsettingene fra tabellen over (der x-aksen viser breddeendringstørrelsen og y-aksen betalingsvilligheten).



Figur V.3: Betalingsvillighet mht. skredbreddenivå (endringstørrelse) – tilpasset logaritmisk funksjon



Figur V.4: Betalingsvillighet mht. skredbreddenivå (endringstørrelse) – tilpasset potensfunksjon

Vi ser av figurene over at begge funksjonstyper har relativt god tilpassing til de fem punktene som er gitt fra

Tabell V.9 (men ikke så gode som de som ble funnet for skredfrekvens). Den logaritmiske funksjonen er best mht. determinasjonskoeffisienten – men kan vises ikke å fungere godt ut ifra flere kriterier. Den logaritmiske funksjonen bryter x-aksen ved en skredbreddeendring på ca. 250, som implisitt ville gi negativ verdsetting av breddereduksjoner større enn dette, som kan vurderes som en opplagt feil. I tillegg til dette bør en anvendt funksjonen også ha monotont økende total verdsetting, som vil si at den totale verdsettingen av en reduksjon i skredbredden på f.eks. 50 meter minst må være like høy som en reduksjon på 49 meter.

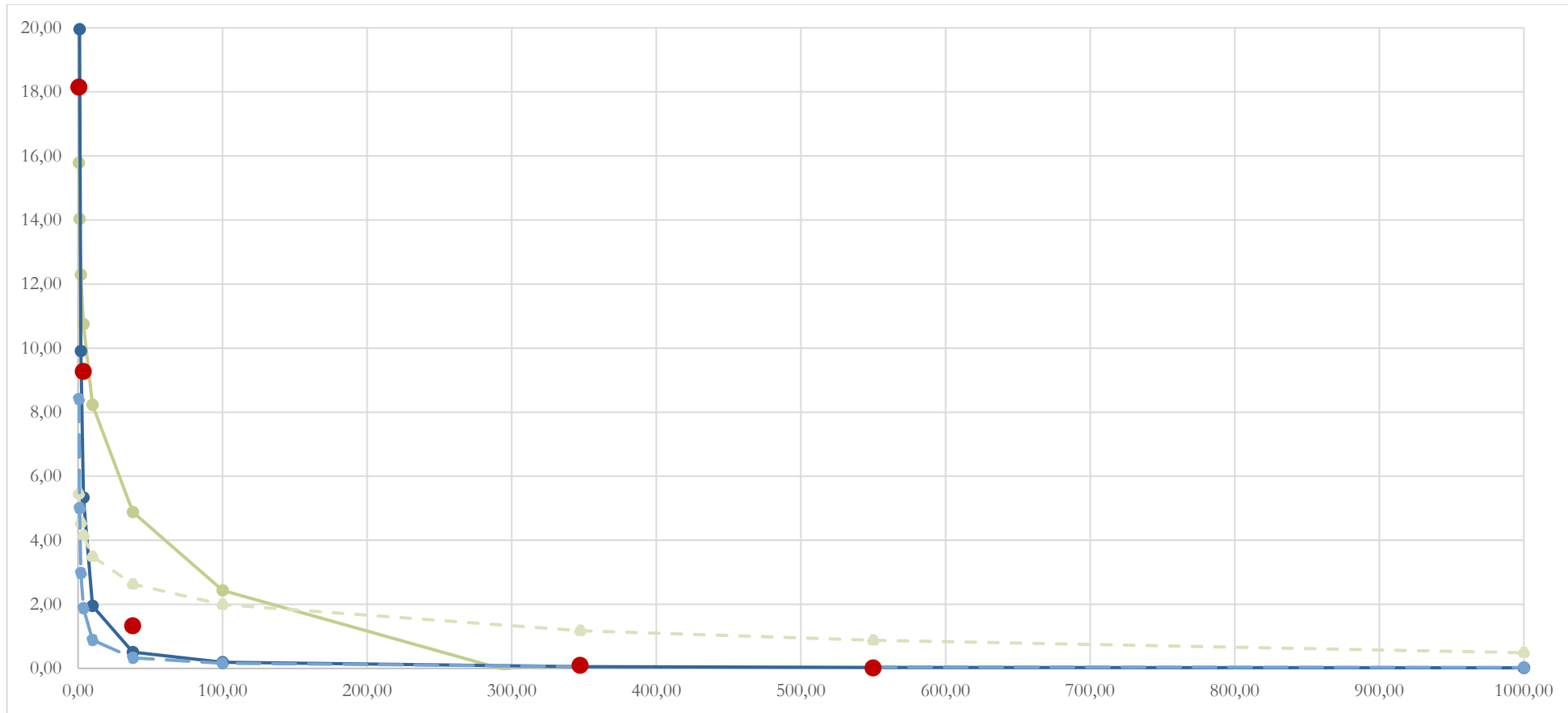
Følgende tabell viser hvilke betalingsvillighetsestimater per enhet som gis fra de to beste funksjonsføyningene i figurene over, samt to manuelle funksjonsføyninger – av samme type, men med justerte tall for å søke å oppfylle andre ovenfornevnte funksjonskriterier.

Tabell V.10: Best-tilpassede LN-/potensfunksjoner og manuelt føyde LN-/potensfunksjoner – skredbredde.

Bredde- endring	WTP (MNL)	Beste funksjonsføyninger		Manuelle funksjonsføyninger etter kriterier	
		$-2,519 \times \text{LN}(\text{bredde}) + 14,034$	$19,952 \times (\text{bredde})^{-0,101}$	$-0,653 \times \text{LN}(\text{bredde}) + 5$	$5 \times (\text{bredde})^{-0,75}$
0,50	18,14	15,78	40,18	5,45	8,41
1,00		14,03	19,95	5,00	5,00
2,00		12,29	9,91	4,55	2,97
3,69	9,27	10,75	5,34	4,15	1,88
10,00		8,23	1,95	3,50	0,89
37,82	1,33	4,88	0,51	2,63	0,33
100,00		2,43	0,19	1,99	0,16
347,26	0,09	-0,70	0,05	1,18	0,06
550	0,01	-1,86	0,03	0,88	0,04
1000		-3,37	0,02	0,49	0,03

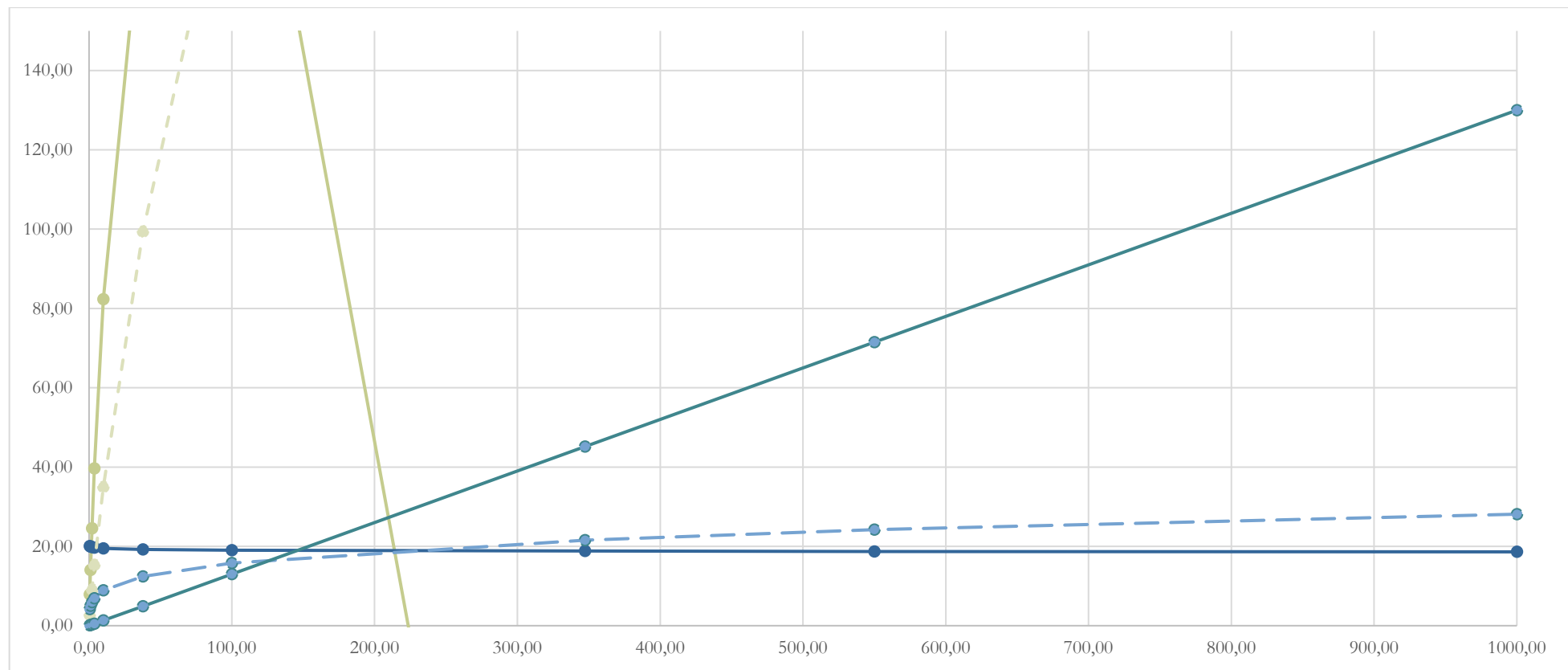
Merknad: Gj.snittlig breddeendring i de parvise valgene var 245,67, og gj.snittlig verdsetting per enhets endring var 0,13 kr. Blåmerket felt gir et intervall som omfatter gjennomsnittsbredde i samlet utvalg.

Nivået for verdsettingen, gitt fra funksjonene, kan i første omgang vurderes ut ifra maksimumsverdsettingen – verdsettingen av de minste endringene. Denne er hhv. ca. 14,03 kr og 19,95 kr per meter i de «naive» best-føyde funksjonene, og enda høyere for halvmetersendringer; og dette kan synes «for høyt» gitt at den gjennomsnittlige enhetsverdien er 0,13 kr. For de manuelt føyde funksjonene er maksimum satt lik 5 kr per meter (per enhets endring). Videre bør det skjernes til verdsettingen i det breddeendringsintervallet som de 0,13 kr er basert på, dvs. mellom 100 og 347,26 hendelser per år (245,67 var gjennomsnittet i alternativene som ble vurdert i det samlede utvalget). Her har de LN-baserte funksjonene betalingsvillighet per enhet som stort sett ligger i overkant av gjennomsnittlig verdsetting (0,13 kr), mens potensfunksjonene kommer svært nær (med intervaller som inneholder gjennomsnittet). Som nevnt ovenfor, det er vanskelig å føye manuelt en LN-funksjon som ikke skal ha «før høyt» maksimum og avta slik at enhetsverdien ikke blir negativ og at totalverdien for økt skredbreddeendring øker monotont. Det er potensfunksjonen som er enklest å føye relativt godt til modell-estimatene samtidig som andre nevnte kriterier oppfylles. Følgende figurer viser hhv. direkte plotting av innholdet i Tabell V.10 og funksjonsformen for total verdsetting av økende skredbreddeendring (bredde-reduksjon), basert på de fire enhetsverdi-funksjonene i tabellen.



Figur V.5: Enhetsverdi for betalingsvillighet ved økende skredbreddeendring; best-tilpasset LN-funksjon (heltrukken lysegrønn linje) og potensfunksjon (heltrukken blå linje), samt manuelt fjøyd LN-funksjon (stiplet lysegrønn linje) og manuelt fjøyd potensfunksjon (stiplet blå linje); MNL-resultatene vist som store røde sirkler (og x-aksen viser breddeendringstørrelsen og y-aksen betalingsvilligheten).

Verdien av ubehag ved skredrisiko



Figur V.6: Betalingsvillighet mht. skredbreddeendringsstørrelse; best-tilpasset LN-funksjon (heltrukken lysegrønn linje) og potensfunksjon (heltrukken blå linje), samt manuelt føyd LN-funksjon (stiplede lysegrønn linje) og manuelt føyd potensfunksjon (stiplet blå linje), samt lineær funksjon for fast enhetspris lik 0,13 kr (heltrukken grønn linje).

Utfordringen med en lineær verdsettingsmodell, som følger implisitt av en fast enhetsverdi, er tydeliggjort i Figur V.6. Figur V.6: Betalingsvillighet mht. skredbreddeendringsstørrelse; best-tilpasset LN-funksjon (heltrukken lysegrønn linje) og potensfunksjon (heltrukken blå linje), samt manuelt føyd LN-funksjon (stiplede lysegrønn linje) og manuelt føyd potensfunksjon (stiplet blå linje), samt lineær funksjon for fast enhetspris lik 0,13 kr (heltrukken grønn linje); dette vil gi «enorme» totale verdsettinger av tiltak som gir «store» reduksjoner i den gjennomsnittlige bredden av skred som treffer infrastrukturen. Alle funksjonsføyningene gir høyere verdsetting per enhet enn den lineære ved «små» breddeendringer. For de manuelle kan maksimum selvsagt settes lavere, men det vil også påvirke funksjonsforløpet for økende endringsstørrelser. LN-funksjonene er ikke anvendbare; den best føyde – den synker for endringsstørrelser over ca. 150 m og blir negativ når endringsstørrelsen kommer over 200 m; også manuell tilpasning av LN-funksjonen er vanskelig – for å opprettholde monotont stigende verdsetting med økende endringsstørrelse, så blir verdsettingene av skredbreddereduksjoner opp til «svært høye» størrelser høyere enn det som er gitt fra den lineære funksjonen. Om verdsettingen av skredfarehendelser skal være ikke-lineær og basert på en enkel (manuelt) tilpasset funksjon, så er potensfunksjonen den enkleste – den som er enklest å føye til betalingsvilligheten fra de fem MNL-modellene og samtidig oppfylle kriteriene om monotont økende betalingsvillighetsfunksjoner Figur V.6.

B3. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. infrastruktur-stengninger

Følgende tabell oppsummerer modellestimatene for de fem ulike delutvalgene mht. infrastruktur-stengningsnivåene (av alle årsaker, ikke kun skred) i alternativene.

Verdien av ubehag ved skredrisiko

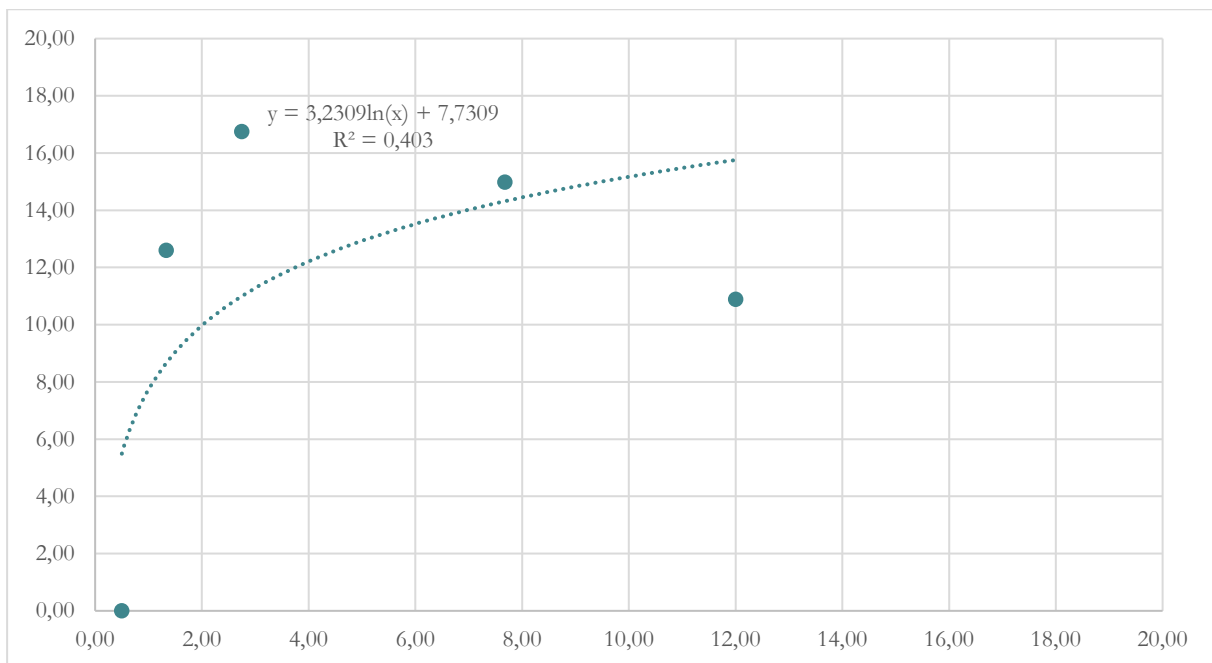
Tabell V.11: Modell-estimer - MNL - parvise valg: Delutvalg mht. stengningsattributt (få, middels, mange).

	Ekstra få stengninger			Få stengninger			Middels antall stengninger			Mange stengninger			Ekstra mange stengninger		
	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise
ASK alt. til høyre	-0,0512	0,1047		0,0023	0,0396		0,0103	0,0392		-0,0589	0,041		0,0611	0,1267	
Skredfrekvens	-0,0174**	0,0056	4,32	-0,0193***	0,0019	4,70	-0,019***	0,0018	4,33	-0,016***	0,0018	7,14	-0,0095 ^o	0,0054	2,96
Skredbredde	-0,0002	0,00017	0,05	-0,0004***	0,00006	0,10	-0,0004***	0,00007	0,09	-0,0006***	0,00007	0,27	-0,00087**	0,00027	0,27
Stengninger	0,1002	0,1158	-24,86	-0,0519*	0,0249	12,60	-0,0734***	0,0183	16,75	-0,0335***	0,006	14,98	-0,0348**	0,0145	10,89
Hardt skadde / drepte	-0,0466***	0,0089	11,56	-0,0421***	0,0035	10,22	-0,0453***	0,0038	10,33	-0,045***	0,0035	20,14	-0,0982***	0,0126	30,76
Reisetid	-0,0192***	0,0044	4,76	-0,0115***	0,0014	2,80	-0,0067***	0,0014	1,53	-0,0034*	0,0016	1,50	-0,0058	0,0049	1,80
Reisekostnad	-0,004*	0,0019		-0,0041***	0,0006		-0,0044***	0,0007		-0,0022**	0,0007		-0,0032	0,0024	
Bayesiansk informasjonskriterium	581			3945			3857			3577			448		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)	-338			-2298			-2216			-2053			-262		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)	-269			-1944			-1901			-1760			-203		
Justert pseudo-R ² (McFadden)	0,1875			0,1513			0,1396			0,1393			0,2007		
Antall obs. (valg)	488			3315			3197			2962			378		
Antall respondenter	459			1354			1455			1385			237		
Gjennomsnittlig antall stengninger i alternativene	0,50			1,33			2,75			7,68			12,00		
Verdi av reisetid (1 t)	285,54			168,07			91,89			89,97			108,13		
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)	1 027 950			605 069			330 801			323 896			389 282		
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall	12 655 010			11 194 370			11 316 160			22 052 200			33 674 490		
Verdi av statistisk liv (VSL)	35 152 820			31 095 480			31 433 770			61 256 110			93 540 240		
Verdi av statistisk hard skade	7 030 563			6 219 096			6 286 754			12 251 220			18 708 050		
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)	-32 663 000			16 563 570			22 013 050			19 685 910			14 306 650		
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)	2 836 420			3 089 828			2 846 388			4 693 033			1 945 379		
Verdi av 1 skredbreddemeters endring (ÅDT=6500, belegg=1,2)	33 937			68 547			62 316			178 993			179 023		

Merknad: Gjennomsnittlig infrastrukturstengningsverdsetting i hele utvalget samlet var 9,98 kr (per stenging). Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01; *p<0,05; ^op<0,1. Modellene er estimert i R Apollo (Hess & Palma, 2019).

Det er ingen tydelig retning på koeffisientestimatene og den estimerte betalingsvilligheten for redusert antall stengninger ved økende stengningsattributtnivå. For alternativene med det aller laveste attributtnivået (og minste attributt-endringen), der kun 0 og 1 stengning per år inngikk, gir modellen «feil fortegn»; respondentene har tilsynelatende gitt denne lave endringen relativt liten vekt. Generelt er antall stengninger av infrastrukturen per år det attributtet som har det mest begrensede intervallet i valgeksperimentet, og det kan bidra til å forklare noe av det vi ser i disse resultatene. Det kan også være slik at stengninger i noe større grad har tilleggsulempe tilknyttet økningen, at «to er mer enn dobbelt så negativt som én», men et relativt begrenset attributtnivå-intervall kan forklare det meste.

Det er ikke mulig å føye en potensfunksjon til verdsettingene fra tabellen over, kun en logaritmisk funksjon (der x-aksen viser antall stengninger og y-aksen betalingsvilligheten).



Figur V.7: Betalingsvillighet mht. infrastruktur-stengningsnivå (endringsstørrelse) – tilpasset logaritmisk funksjon

Som forventet vil ikke en funksjon lett tilpasses de fem punktene fra MNL-modellen (og her ble «feil fortegn» satt lik 0, for estimatet fra delutvalget basert på den minste stengningsattributtstørrelsen). Det er intet grunnlag for å variere verdsettingen av stengninger mht. attributtnivået, basert på det vi finner i våre data (Navrud et al., 2020; Veisten et al., 2025).

B4. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. antallet hardt skadde og drepte

Tabell V.12 oppsummerer modellestimatene for de fem ulike delutvalgene mht. nivået på antallet hardt skadde og drepte (av alle årsaker, ikke kun skred) i alternativene.

Verdien av ubehag ved skredrisiko

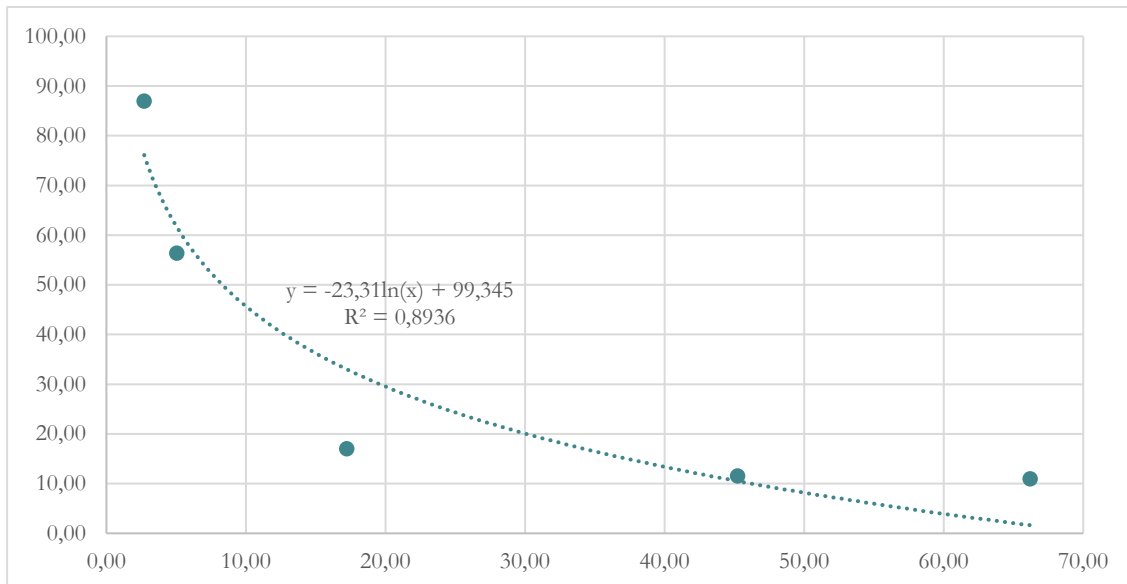
Tabell V.12: Modell-estimer - MNL - parvise valg: Delutvalg mht. attributt for hardt skadde og drepte (få, middels, mange).

	Ekstra få hardt skadde / drepte			Få hardt skadde / drepte			Middels antall hardt skadde / drepte			Mange hardt skadde / drepte			Ekstra mange hardt skadde / drepte		
	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per reise
ASK alt. til høyre	0,0007	0,0518		-0,0074	0,028		-0,01	0,0342		0,0025	0,0295		0,0074	0,0522	
Skredfrekvens	-0,0258***	0,0037	3,88	-0,0214***	0,0016	4,01	-0,0165***	0,0015	3,45	-0,0134***	0,0012	3,81	-0,0161***	0,0021	3,67
Skredbredde	-0,0005***	0,00008	0,08	-0,0005***	0,00005	0,10	-0,0005***	0,00006	0,11	-0,0005***	0,00005	0,15	-	0,00009	0,12
Stengninger	-0,0437***	0,0121	6,59	-0,0466***	0,0052	8,73	-0,0407***	0,005	8,48	-0,0345***	0,0042	9,79	-0,0425***	0,0094	9,71
Hardt skadde / drepte	-0,5767***	0,0451	86,96	-0,3007***	0,0166	56,38	-0,0816***	0,006	17,04	-0,0408***	0,0021	11,57	-0,0479***	0,0039	10,95
Reisetid	-0,0085***	0,0021	1,27	-0,0074***	0,0011	1,38	-0,0061***	0,0013	1,27	-0,0058***	0,0011	1,65	-0,0066**	0,0021	1,51
Reisekostnad	-0,0066***	0,0011		-0,0053***	0,0005		-0,0048***	0,0006		-0,0035***	0,0005		-0,0044***	0,0008	
Bayesiansk informasjonskriterium		2367			7411			4935			7000			2209	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)		-1420			-4494			-2917			-4327			-1314	
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)		-1157			-3675			-2439			-3469			-1078	
Justert pseudo-R ² (McFadden)		0,1808			0,1810			0,1619			0,1968			0,1748	
Antall obs. (valg)		2048			6484			4208			6243			1896	
Antall respondenter		455			868			1033			855			546	
Gjennomsnittlig antall hardt skadde / drepte i alternativene		2,71			5,04			17,22			45,24			66,21	
Verdi av reisetid (1 t)		76,49			83,09			76,12			99,09			90,54	
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)		275 347			299 137			274 041			356 727			325 959	
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall		95 220 340			61 732 220			18 654 590			12 671 280			11 996 890	
Verdi av statistisk liv (VSL)		264 500 900			171 478 400			51 818 310			35 198 010			33 324 710	
Verdi av statistisk hard skade		52 900 190			34 295 680			10 363 660			7 039 601			6 664 941	
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)		8 653 549			11 476 300			11 148 470			12 865 950			12 757 800	
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)		2 551 441			2 637 630			2 265 593			2 501 933			2 413 926	
Verdi av 1 skredbreddemeter (ÅDT=6500, belegg=1,2)		49 551			67 130			74 322			96 562			80 078	

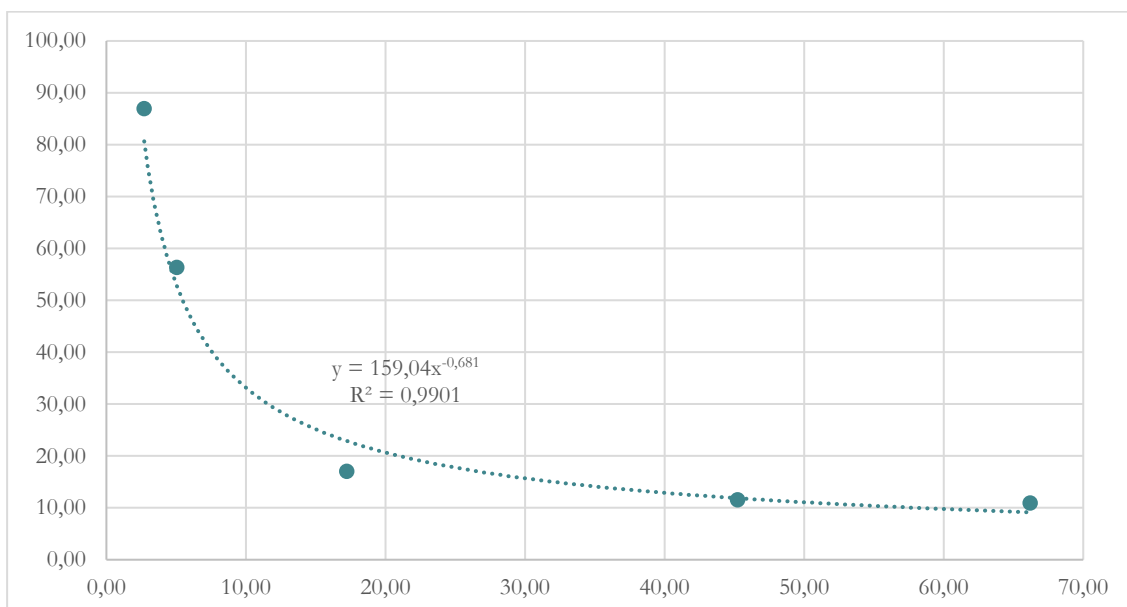
Merknad: Gjennomsnittlig verdsetting av hardt skadde og drepte (av å forhindre 1 tilfelle per tiår) i hele utvalget samlet var 11,56 kr. Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01; *p<0,05; °p<0,1. Modellene er estimert i R Apollo (Hess & Palma, 2019).

Resultatene i tabellen over viser tydelig at (den implisitte) verdsettingen av en reduksjon i ett forventet tilfelle av hard skade / dødsfall er høyest for endringer ut ifra lave attributtnivåer; og verdsettingen synker monotont med økende attributtnivå.

I de følgende to figurene har vi føyet henholdsvis en logaritmisk funksjon og en potensfunksjon til verdsettingene fra tabellen over (der x-aksen viser antallet hardt skadde og drepte, attributtstørrelsen, og y-aksen betalingsvilligheten).



Figur V.8: Betalingsvillighet mht. nivået for antallet hardt skadde / drepte – tilpasset logaritmisk funksjon



Figur V.9: Betalingsvillighet mht. nivået for antallet hardt skadde / drepte – tilpasset potensfunksjon

Vi ser av figurene over at begge funksjonstyper har relativt god tilpassing til de fem punktene (estimert betalingsvillighet per enhet for fem varierende gjennomsnittlige attributtstørrelser i valgeksperimentet) som er gitt fra Tabell V.12.

Det at verdsettingen per enhet av antallet hardt skadde og drepte endrer seg over attributtnivå-skalaen vil ha tilsvarende effekt på estimert verdi av statistiske liv (VSL) og statistiske skader. Elvik (2025) presenterer VSL-estimer basert på «store» endringer, betydelig høyere enn de som ble presentert i valgekspérimentene i den nest siste verdsettingsstudien (Veisten et al., 2010, 2013) og gjennomgående høyere enn de endringsstørrelsene som ble vurdert i valgekspérimentene for skredfareverdsettingen (Navrud et al., 2020; Veisten et al., 2025). Det at Elvik (2025) finner avtakende VSL med endringsstørrelsen er dog konsistent med det vi finner i våre data.

B5. Estimerte verdier for underutvalg splittet mht. størrelsen på reisetiden

Tabell V.13 oppsummerer modellestimatene for de fem ulike delutvalgene mht. nivået på reisetiden i alternativene.

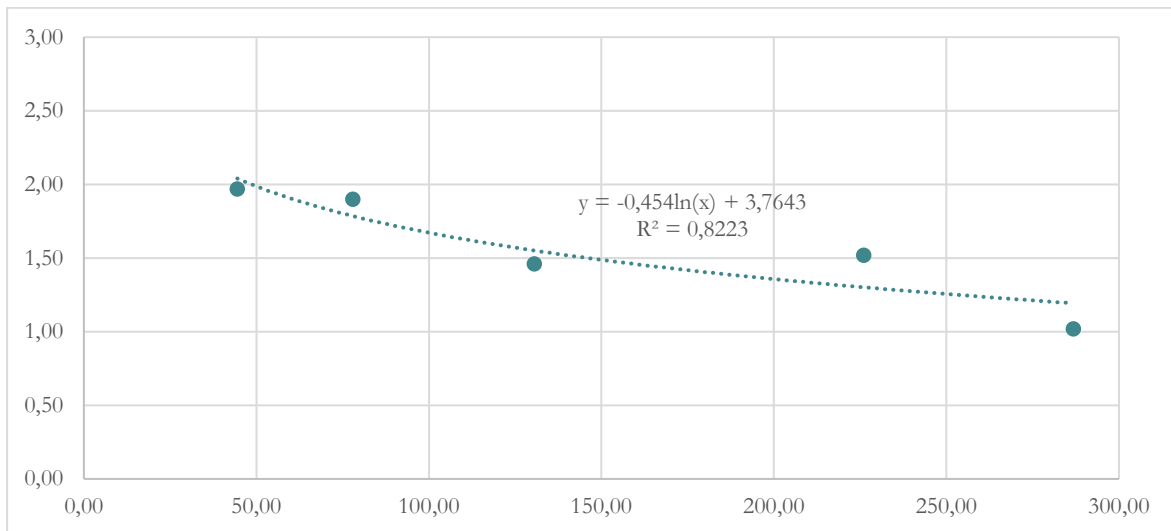
Tabell V.13: Modell-estimer - MNL - parvise valg: Delutvalg mht. attributt for reisetiden (kort, middels, lang).

	Ekstra kort reisetid			Relativt kort reisetid			Middels reisetid			Relativt lang reisetid			Ekstra lang reisetid		
	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per minutt	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per minutt	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per minutt	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per minutt	koeffisient	robust st.feil	bet.villighet per minutt
ASK alt. til høyre	0,0072	0,0474		0,0111	0,0305		0,0136	0,0308		-0,0461 ^o	0,0263		-0,0562	0,0373	
Skredfrekvens	-0,0163***	0,0022	1,81	-0,0165***	0,0014	2,77	-0,0191***	0,0014	3,83	-0,0181***	0,0014	5,26	-0,0167***	0,0021	5,96
Skredbredde	-0,0004***	0,00007	0,04	-0,0005***	0,00005	0,08	-0,0006***	0,00005	0,12	-0,0005***	0,00005	0,15	-0,0006***	0,00007	0,20
Stengninger	-0,0364***	0,0078	4,05	-0,032***	0,0042	5,39	-0,0383***	0,0048	7,70	-0,0555***	0,005	16,16	-0,055***	0,007	19,66
Hardt skadde / drepte	-0,036***	0,0044	4,00	-0,0437***	0,0037	7,36	-0,0531***	0,0038	10,65	-0,0481***	0,0034	14,00	-0,0516***	0,005	18,45
Reisetid	-0,0177***	0,0041	1,97	-0,0113***	0,0016	1,90	-0,0073***	0,0014	1,46	-0,0052***	0,0009	1,52	-0,0029**	0,0011	1,02
Reisekostnad	-0,009***	0,0016		-0,0059***	0,0007		-0,005***	0,0005		-0,0034***	0,0004		-0,0028***	0,0005	
Bayesiansk informasjonskriterium	2898			6998			6270			7386			3662		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (u/ attributter)	-1641			-4006			-3695			-4402			-2187		
LN av sannsynlighetsfunksjonen (m/ attributter)	-1422			-3469			-3105			-3662			-1803		
Justert pseudo-R ² (McFadden)	0,1296			0,1325			0,1579			0,1664			0,1725		
Antall obs. (valg)	2367			5779			5330			6350			3155		
Antall respondenter	340			893			957			913			525		
Gjennomsnittlig reisetid i alternativene	44,47			77,95			130,61			226,06			286,83		
Verdi av reisetid (1 t)	118,06			113,90			87,41			91,40			61,30		
Verdi av 1 t reisetidsendring (ÅDT=6500, belegg=1,2)	425 025			410 048			314 673			329 045			220 678		
Verdi av statistisk hard skade / dødsfall	4 383 373			8 057 523			11 666 630			15 328 190			20 205 110		
Verdi av statistisk liv (VSL)	12 176 040			22 382 010			32 407 310			42 578 300			56 125 310		
Verdi av statistisk hard skade	2 435 207			4 476 401			6 481 463			8 515 660			11 225 060		
Verdi av 1 stenging (ÅDT=6500, belegg=1,2)	5 318 146			7 079 246			10 113 640			21 230 310			25 827 590		
Verdi av 1 skredhendelse (ÅDT=6500, belegg=1,2)	1 188 554			1 821 191			2 517 235			3 456 643			3 914 170		
Verdi av 1 skredbreddemeter (ÅDT=6500, belegg=1,2)	29 367			54 627			78 323			100 529			128 273		

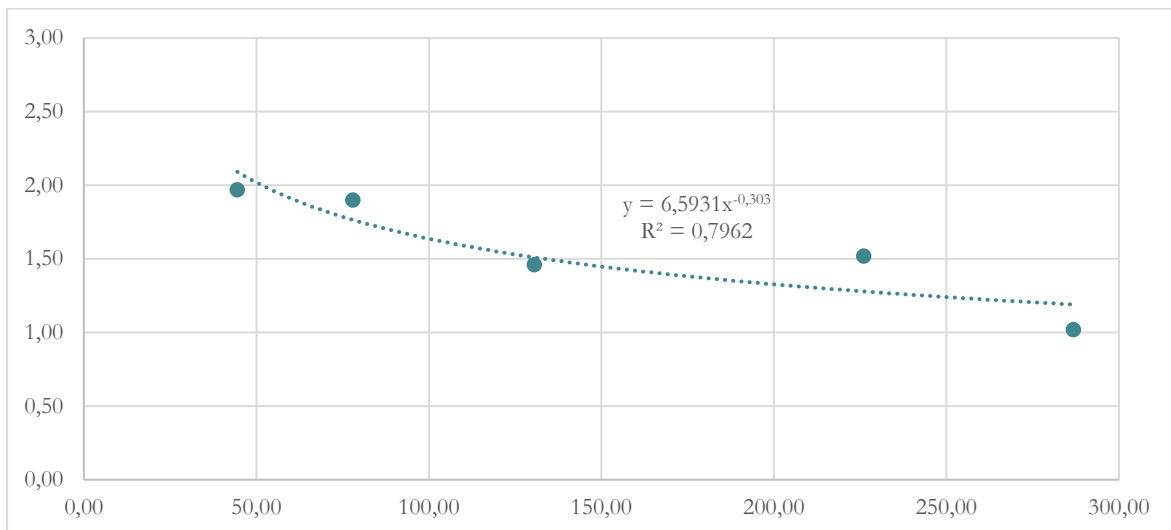
Merknad: Gjennomsnittlig verdsetting av ett minutters reisetidsendring i hele utvalget samlet var 1,62 kr. Den alternative-spesifikke konstanten for alternativet til venstre ble holdt fast lik 0; balansen i valgene mellom de to alternativene var nær 50-50. Koeffisient-signifikansnivå: ***p<0,001, **p<0,01; *p<0,05; ^op<0,1. Modellene er estimert i R Apollo (Hess & Palma, 2019).

Resultatene i tabellen over viser at også verdsettingen av ett minutt reisetidsendring har en avtakende tendens ved økende attributtnivå (lengre reisetider og større absolutte forskjeller mellom alternativene). Det er ikke et strengt monotont avtakende forløp, som for skredfrekvens, skredbredde og antallet hardt skadde / drepte, men dog et tydelig avtakende forløp mht. økende attributtnivå.

I de følgende to figurene har vi føyet henholdsvis en logaritmisk funksjon og en potensfunksjon til verdsettingene fra tabellen over (der x-aksen viser reisetiden i minutter, attributtstørrelsen, og y-aksen betalingsvilligheten).



Figur V.10: *Betalingsvillighet mht. nivået for reisetiden – tilpasset logaritmisk funksjon.*



Figur V.11: *Betalingsvillighet mht. nivået for reisetiden – tilpasset potensfunksjon.*

Vi ser av figurene over at begge funksjonstyper har relativt god tilpassing til de fem punktene (estimert betalingsvillighet per enhet for fem varierende gjennomsnittlige attributtstørrelser i valgeksperimentet) som er gitt fra Tabell V.13.

B6. Eksempelberegninger

Vi ønsker å sammenligne beregninger av ulike funksjonsformer for betalingsvilligheten for redusert skredfrekvens og bredde.

Utgangspunktet er de originale estimatene fra Navrud mfl. (2020) og de nylig estimerte funksjonene (med manuelle føyninger) presentert i Vedlegg B. Vi bemerker her at vi benytter estimater for hele utvalget i SP-studien og har ikke differensiert etter reising på vei eller med tog.

Eksempel 1: Opprinnelig lineær betalingsvillighetsfunksjon

Verdi per reisende per skred per år: 4,30 kr

Gitt skred, verdi per reisende per breddemeter skred: 0,13

Formel:

Nytte (kr) av endring i skredrisiko: x skred/år * (4,30 kr + 0,13 kr * y meter bredde) * belegg * ÅDT * 365

Sentrale forutsetninger:

- ÅDT: 2600
- Belegg: 1,2
- Relevante reisedager: 365

«Ulik frekvens, samme bredde»

Skredpunkt	Årlig frekvens	Gjennomsnittlig skredbredde	Verdsetting per reise	Verdsetting per år	Snitt per skred
Skredpunkt A	0,5	12	2,93	3 336 684	6 673 368
Skredpunkt B	1	12	5,86	6 673 368	6 673 368
Skredpunkt C	2	12	11,72	13 346 736	6 673 368
SUM	3,5			23 356 788	6 673 368

«Samme frekvens, ulik bredde»

Skredpunkt	Årlig frekvens	Gjennomsnittlig skredbredde	Verdsetting per reise	Verdsetting per år	Snitt per skred
Skredpunkt A	1	6	5,08	5 785 104	5 785 104
Skredpunkt B	1	12	5,86	6 673 368	6 673 368
Skredpunkt C	1	24	7,42	8 449 896	8 449 896
SUM	3			20 908 368	6 969 456

Eksempel 2: Lineær betalingsvillighet for skredfrekvens, avtakende betalingsvillighet for skredbredde

Formel:

Nytte (kr) av endring i skredrisiko:

$$x \text{ skred/år} * (4,30 \text{ kr} + (5 * (y \text{ meter bredde})^{-0,75}) \text{kr} * (y \text{ meter bredde}) * \text{belegg} * \text{ÅDT} * 365$$

Sentrale forutsetninger:

- ÅDT: 2600
- Belegg: 1,2
- Relevante reisedager: 365

«Ulik frekvens, samme bredde»

Skredpunkt	Årlig frekvens	Gjennomsnittlig skredbredde	Verdsetting per reise	Verdsetting per år	Snitt per skred
Skredpunkt A	0,5	12	6,80	7 747 284	15 494 568
Skredpunkt B	1	12	13,61	15 494 568	15 494 568
Skredpunkt C	2	12	27,21	30 989 136	15 494 568
SUM	3,5			54 230 988	15 494 568

«Samme frekvens, ulik bredde»

Skredpunkt	Årlig frekvens	Gjennomsnittlig skredbredde	Verdsetting per reise	Verdsetting per år	Snitt per skred
Skredpunkt A	1	6	12,13	13 808 432	13 808 432
Skredpunkt B	1	12	13,61	15 494 568	15 494 568
Skredpunkt C	1	24	15,37	17 499 734	17 499 734
SUM	3			46 802 733	15 600 911

Eksempel 3: Avtakende betalingsvillighet for skredfrekvens, avtakende betalingsvillighet for skredbredde

Formel:

Nytte (kr) av endring i skredrisiko:

$$x \text{ skred/år} * (25 * (x \text{ skred/år})^{-0,75}) \text{kr} + (5 * (y \text{ meter bredde})^{-0,75}) \text{kr} * (y \text{ meter bredde}) * \text{belegg} * \text{ÅDT} * 365$$

Sentrale forutsetninger:

- ÅDT: 2600
- Belegg: 1,2
- Relevante reisedager: 365

«Ulik frekvens, samme bredde»

Skredpunkt	Årlig frekvens	Gjennomsnittlig skredbredde	Verdsetting per reise	Verdsetting per år	Snitt per skred
Skredpunkt A	0,5	12	25,68	29 239 185	58 478 370
Skredpunkt B	1	12	34,31	39 067 728	39 067 728
Skredpunkt C	2	12	48,34	55 052 183	27 526 091
SUM	3,5			123 359 096	35 245 456

«Samme frekvens, ulik bredde»

Skredpunkt	Årlig frekvens	Gjennomsnittlig skredbredde	Verdsetting per reise	Verdsetting per år	Snitt per skred
Skredpunkt A	1	6	32,83	37 381 592	37 381 592
Skredpunkt B	1	12	34,31	39 067 728	39 067 728
Skredpunkt C	1	24	36,07	41 072 894	41 072 894
SUM	3			117 522 213	39 174 071

TØI er et anvendt forskningsinstitutt som mottar basisbevilgning fra Norges forskningsråd og gjennomfører forsknings- og utredningsoppdrag for næringsliv og offentlige etater. TØI ble opprettet i 1964 og er organisert som uavhengig stiftelse.

TØI utvikler og formidler kunnskap om samferdsel med vitenskapelig kvalitet og praktisk anvendelse. Instituttet har et tverrfaglig miljø med rundt 90 høyt spesialiserte forskere.

Instituttet driver forskningsformidling gjennom TØI-rapporter, artikler i vitenskapelige tidsskrifter, bøker, seminarer, samt innlegg og intervjuer i media. TØI-rapportene er gratis tilgjengelige på instituttets hjemmeside www.toi.no.

TØI dekker alle transportmidler og temaområder innen samferdsel, inkludert trafiksikkerhet, kollektivtransport, klima og miljø, reiseliv, reisevaner og reiseetterspørsel, arealplanlegging, ITS, offentlige beslutningsprosesser, næringslivets transportbehov og generell transportøkonomi. Instituttet deltar aktivt i internasjonalt forskningssamarbeid, med særlig vekt på EUs rammeprogrammer.

Transportøkonomisk institutt krever opphavsrett til egne arbeidere og legger vekt på å opptre uavhengig av oppdragsgiverne i alle faglige analyser og vurderinger.

Postadresse:

Transportøkonomisk institutt
Postboks 8600 Majorstua
0349 Oslo
Norge

Kontoradresse:

Forskningsparken
Gautstadalléen 21

E-post: toi@toi.no

Hjemmeside: www.toi.no

