



# Lærdommer fra KlimaVei

## og øvrig implementering av modell for velfredsgevinst

# Historikken til velferdsgevinsten

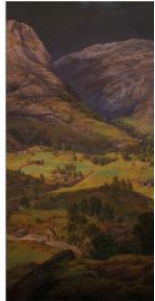


MENON ECONOMICS




MENON ECONOMICS


Not



State Rapport




Klima og Vegtransport




NGI RAPPORT

Klima og Vegtransport

DOK.NR. 202101074  
REV.NR. 0 / 2025-01




MENON ECONOMICS




ELSEVIER

Transportation Research Interdisciplinary Perspectives

Volume 29, January 2025, 101315




RAPPORT VERDSETTING A



MENON-PUBLIKASJON

Av Ståle Navrud, Kristin Magnussen


RAPPORT VELFERDSGEVINS VEISTREKNINGER FORSLAG TIL VIDERE



MENON-PUBLIKASJON NR. 160/2024

Kristin Magnussen, Ståle Navrud og Hege

RAPPORT KVALITETSSIK



KVALITETSSIKRINGSRAPPORT

EKSTERN KVALITETSSIKRING AV E16 NÆR ØST

UTARBEIDET FOR SAMFERDSELSPROJEKTET

22. DESEMBER 2022


| Ver. | Status  | Dato       |
|------|---------|------------|
| 1.0  | Endelig | 22.12.2022 |

OPPDRAUGSGIVER: FINANSIERT AV TØI

DATO FOR AVLEVERT RAPPORT: 22.12.2022

RAPPORT NUMMER F015A

RAPPORT METODE FOR Å HENSYTTES SAMFUNNSØKONOMISKE KONSEKVENSSER I VEIPLANEN



MENON-PUBLIKASJON NR. 160/2024

Av Matilde Avdem Frankmo, Peter Aslen, Inger Nielsen Hole, Anne Sofie Uthne Eldsvig (NGI) og Kjersti Glisnås (NGI)

Watch out! Travellers' valuation of reduced avalanche risks on railways and roads

Knut Veisten <sup>a</sup>, Ståle Navrud <sup>b</sup>, Kristin Magnussen <sup>c d 1</sup>

Show more

Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101315>

Under a Creative Commons license

Get rights and content

open access

Highlights

- Avalanche frequency and size affected transport users stated route choices.
- Avalanche risk was valued beyond its effects on travel time, closures, casualties.
- No evidence of worry as a principal driver of risk change valuation was found.

# Korrekt modell for velferdsgevinst

- Anbefalt modell:

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

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

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

$b_s$ : forventet bredde for skredtype  $s$  i meter

$r_t$ : realprisjustering for år  $t$

$p$ : prisjustering

$\text{ÅDT}_t$ : ÅDT forbi strekningen i år  $t$ , begge retninger, inkludert tunge og lette kjøretøy og busser

$\text{belegg}_t$ : Gjennomsnittlig personbelegg i år  $t$ , for kjøretøyene innebefattet av  $\text{ÅDT}$

# Viktige metodiske avklaringer for velferdsgevinst

Løsning på problem 2: Velferdsgevinst av skred ikke hensyntatt

- I samråd med forfatter av verdsettingsstudien avklart tvilstilfeller som:
  - Automatisk skredsikring
  - Lineær sammenheng
- Anbefalt hovedregel:
  - Ikke sesongjuster ÅDT
  - Om kun snøskred finnes: Sesongjuster

| Formål   | Metode  |
|--|---|
| <b>Realprisjustering og kroneår</b>                            | <ul style="list-style-type: none"><li>- Velferdsgevinsten av redusert skredrisiko bør realprisjusteres.</li><li>- Kronebeløp i ligning (4) er oppgitt i 2019-kroner.</li></ul>  |
| <b>ÅDT vs sesongjustert ÅDT</b>                                | <ul style="list-style-type: none"><li>- Som hovedregel anbefaler vi bruk av ÅDT uten sesongjustering.</li></ul> <p>Dersom følgende kriterier er oppfylt kan sesongjustert ÅDT benyttes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Dersom en strekning utelukkende er utsatt for skredfare i enkelte sesonger (for eksempel snøskred), og</li><li>b) Det er stor variasjon i trafikk mellom ulike sesonger.</li></ul> |
| <b>Automatisk skredvarsling</b>                                | <ul style="list-style-type: none"><li>- Vår foreløpige anbefaling er at velferdsgevinsten beregnes også for automatisk skredvarsling.</li><li>- Usikkerheten i resultatene vil være større enn for fysisk sikring.</li></ul>  |
| <b>Lineær sammenheng med skredfrekvens</b>                     | <ul style="list-style-type: none"><li>- Vi anbefaler å benytte en lineær sammenheng mellom redusert skredfrekvens og velferdsgevinst, uavhengig av størrelse på endring eller nivå for frekvens.</li><li>- Usikkerheten i resultatene vil være større ved svært lave frekvenser eller svært små endringer i frekvens.</li></ul>   |
| <b>Verdsettingsfaktor tungtransport, buss- og personreiser</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Vi anbefaler bruk av samme verdsettingsfaktor for både tungtransportsjåfører, buss- og personreisende.</li></ul>  |
| <b>Personbelegg</b>  | <ul style="list-style-type: none"><li>- Verdsettingsfaktorer gjelder per personreisende, ikke per ÅDT.</li><li>- Antall personreiser i nullalternativ og tiltak forbi skredpunkt kan hentes fra transportmodellkjøringer.</li><li>- Alternativt kan ÅDT kombineres med anslag på gjennomsnittlig personbelegg.</li></ul>  |

# Første implementering

KS2 E16 Nærøydalen (des 2022)

# Modellering i praksis – KS2 E16 Nærøydalen

- Første gang (?) velferdsgevinst ble verdsatt i et beslutningsgrunnlag.
  - Tunnelprosjekt eksplisitt begrunnet i skredfare.
  - Nyttens av skredsikring ikke inkludert i SØA.
  - KS2s oppgave å sjekke om «prosjektets samfunnsøkonomiske lønnsomhet er rimelig og fanger opp de vesentlige sider ved tiltaket» - å ikke inkludere nytten av skredsikring brudd på dette.
- Grov beregning av velferdsgevinst:
  - 366 mill 2019-kroner (tilsvarende som trafikantnytte)
  - Tok ikke høyde for bil- og busspassasjerer (**undervurdering**)
  - Justerte ikke inputdata – brukte skredpunkt (**trolig overestimering**)

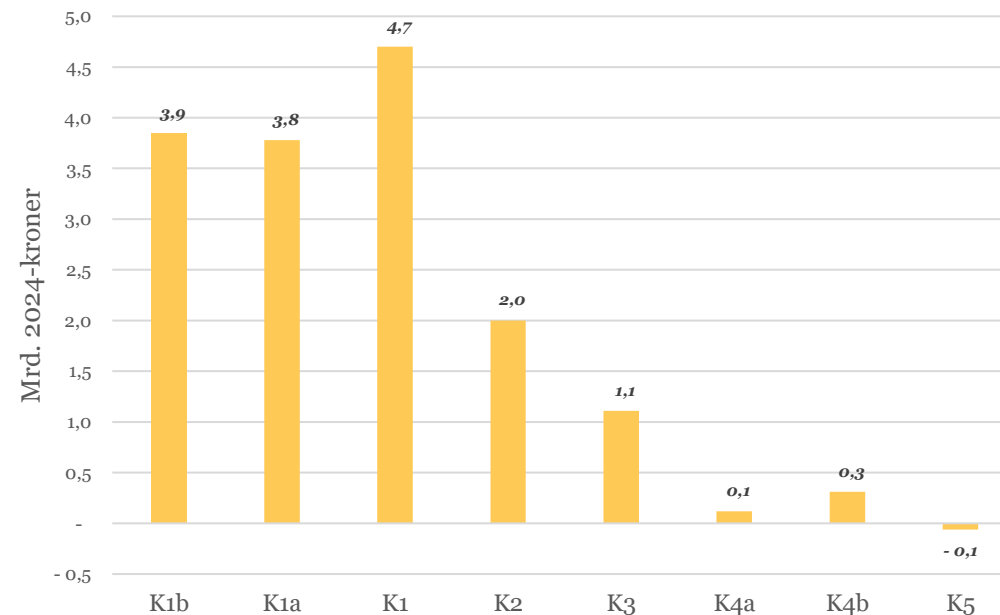
# Forbedret metodikk

KS1 E134 Arm til Bergen (mars 2024)

# Forbedret modell

- Verdssetting baserer seg på antall reisende som passerer skredpunkter og risikoen i skredpunktene – nåværende anbefalt modell brukt.
  - Tok høyde for reisende forbi omtrent 200 skredpunkter fra RTM.
- Konseptene påvirker velferdstapet av skred gjennom flere kanaler:
  - Ny trasé går i (skredsikker) tunnel og færre reisende kjører på gammel, skredfarlig trasé. +
  - Der konsepter følger dagens trasé, men reduserer skredrisikoen noe. +
  - Antall reisende forbi skredpunkter på konkurrerende reiseruter (Rv.7, Rv.13, E16, E39) reduseres. +
  - Antall reisende forbi skredpunkter med restrisiko langs konseptene og på vei til konseptene (E134) øker. -
- SVV bidro med vurdering av reduksjon i skredrisiko i påvirkede skredpunkt.

## Velferdsgevinst av skredsikring – KS1 - Arm til Bergen





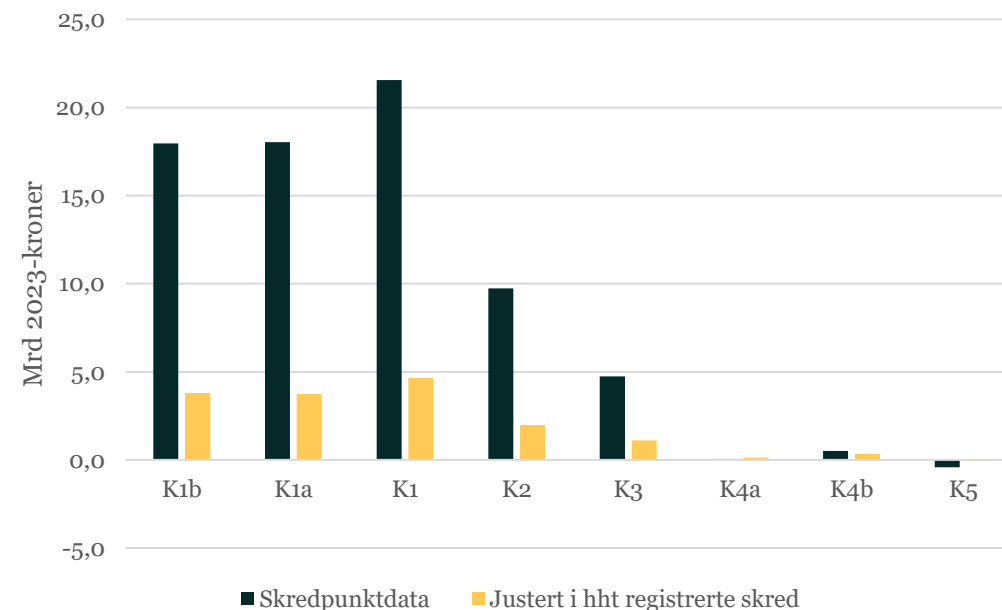
# Fant stor usikkerhet i skreddata

- Vi brukte data fra NVDB for alle skredpunkter langs konseptene og tilgrensende veier
- Fant at data på skredpunktene overvurderer hyppighet og størrelse på skredene
  - Forventet antall skred fra skredpunktene var mye høyere enn registrerte skred tilsa (350 vs. 200 skred i året)
  - Minste bredde som kan registreres er 20 meter
- Vi reduserte frekvensen skjønnsmessig i alle skredpunkter med mindre skredstørrelse
  - Nedjusteringen er gjort etter innspill fra NGI
  - For skredpunkter med spesielt stor betydning for resultatet kvalitetssikret vi skredfrekvensene i skredpunktdata opp mot registrerte skred i området.
  - Vi fant duplikater i statistikken over registrerte skred. Vi nedjusterte forventet antall skred til 165 → konservativt.

# Input-data en stor feilkilde

- Enorm forskjell avhengig av kilde for skredfrekvenser:
  - Å bruke frekvenser fra skredpunkter i NVDB ga opptil 20mrd nytte.
  - Etter justering ihht registrerte skred: Om lag 4 mrd.
- Justering:
  - Skredpunkter med typer skred i den minste størrelseskategorien justert ned frekvens og størrelse til 33% av statistikk i skredpunkt.
  - Ga 165 skred årlig mot 350 i skredpunktene.

Velferdsgevinst av skredsikring – KS1 - Arm til Bergen



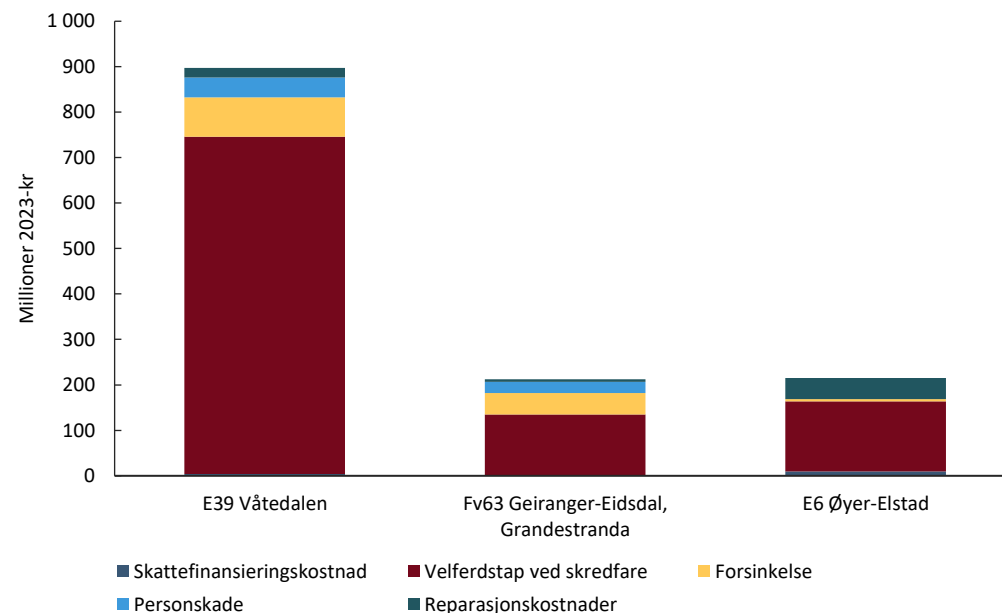
# Utforsking av påvirkning av inputdata

## Arbeidspakke 3: Resultater fra fem eksempelberegninger

# Beregninger med svært gjennomarbeidede tall for skredfrekvens

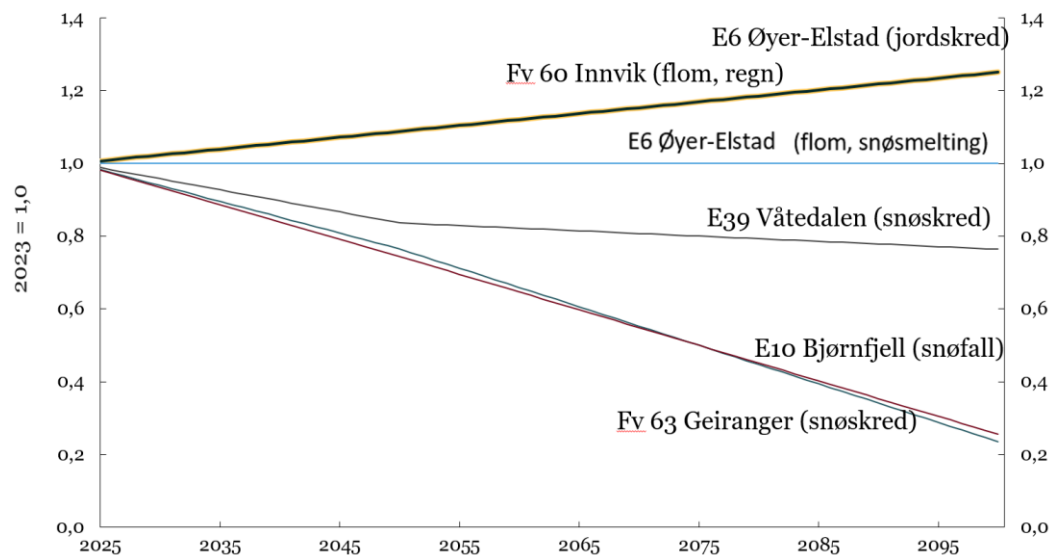
- De tre relevante strekningene er:
  - *E39 Våtedalen*
    - Relevante tiltak: 1) Skredsikring og 2) tunnel.
  - *Fv63 Geiranger-Eidsdal*
    - Relevante tiltak: 1) Automatisk skredsikring og 2) skredoverbygg.
  - *E6 Øyer-Elstad*
    - Relevante tiltak: Tunnel.
- Figuren viser kostnadene ved skred i nullalternativet.
  - Velferdstap ved skredfare er den klart største kostnaden.

Kostnader i nullalternativet - KlimaVei

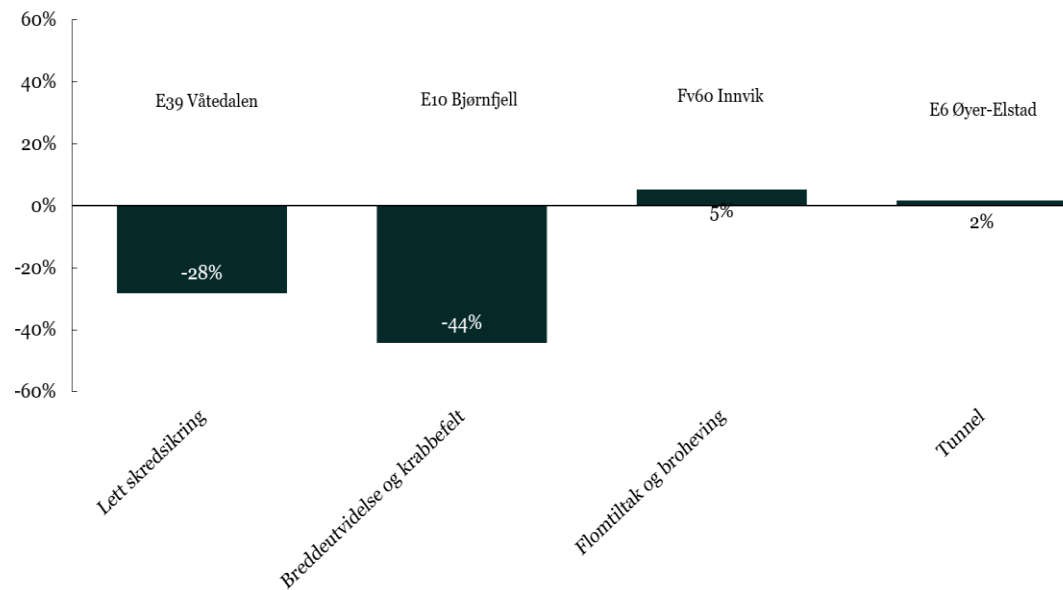


# Framskrivninger av naturhendelser

## Fremskrivning av naturfarefrekvens



## Endring i samføk lønnsomhet som følge av klimaendringer



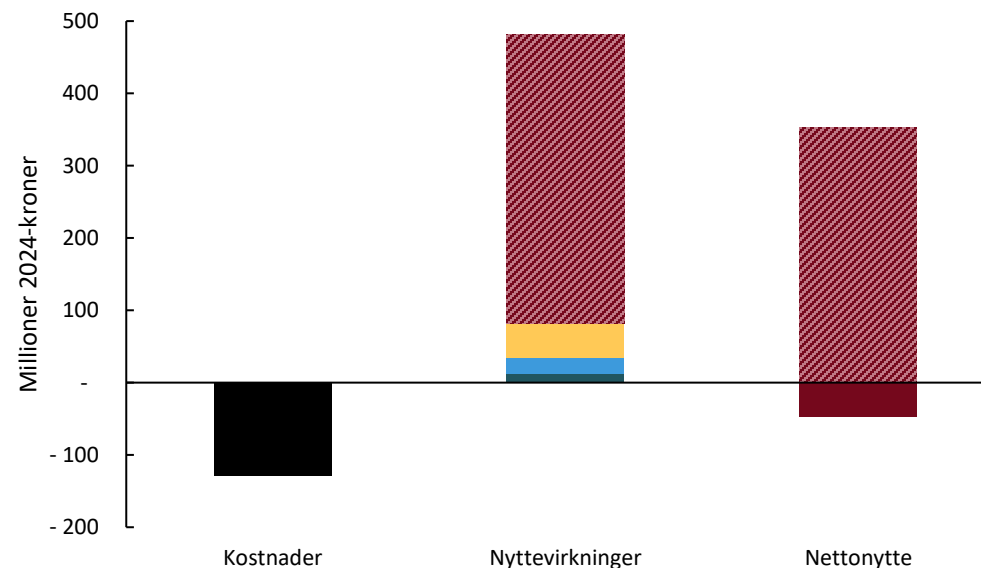
Generelt: **Flere skader** knyttet til jordskred og **flere skader** knyttet til flom fra nedbør. Uendret ved flom knyttet til snøsmelting. **Færre** naturhendelser knyttet til snø

# Velferdsgevinst av skredsikring – med riktig input

Beregning for E39 Våtedalen

- Skredsikring bidrar til:
  - Færre veisteinger og forsinkelser, færre personskader, reduserte opprydningskostnader
- **Velferdsgevinst av skredsikring**

Samfunnsøkonomisk lønnsomhet uten velferdsgevinst lett skredsikring langs E39 Våtedalen.



# Klimavei – AP4

Problemer og løsninger for SØA av naturfarer på vei

# Gjennomgang av SØA av naturfarer – hvor er de største svakhetene?

- Gjennomgang av virkninger av naturfarer – er de godt håndtert i SØA idag?
  - Enkel overordnet modell, men detaljerte gjennomganger og anbefalinger.
  - Inkludert vurdering av hvordan forventningsrett frekvens kan etableres (viktig!)

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

$f^0$ : fremtidig frekvens for hendelse uten tiltak

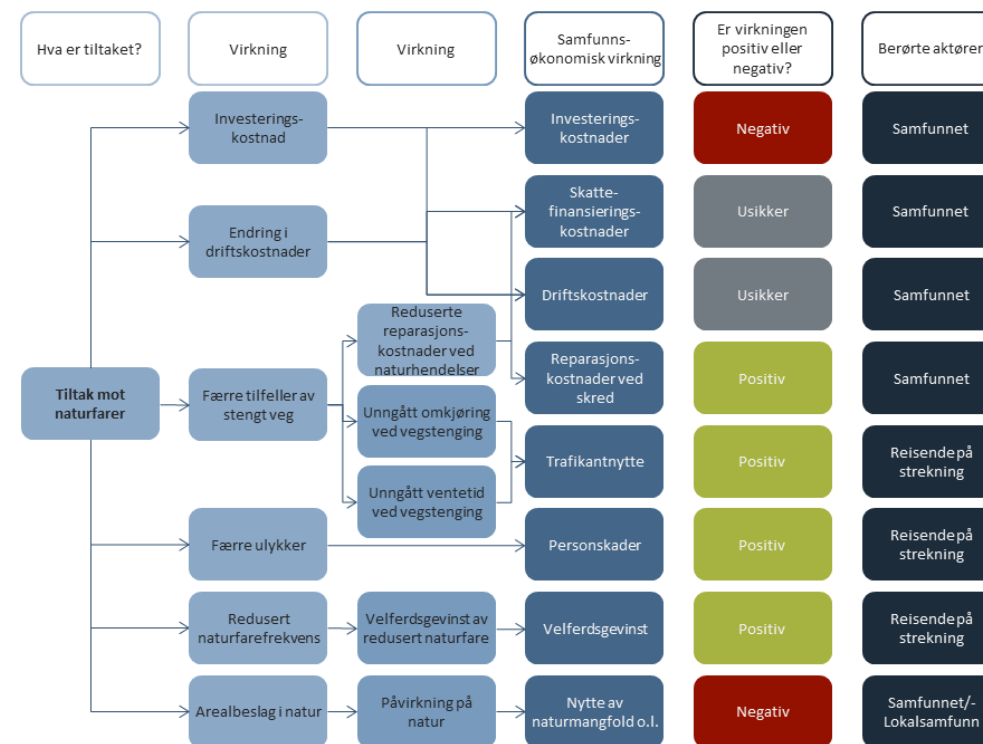
$K^0$ : kostnader av hendelse uten tiltak

$f^1$ : fremtidig frekvens for hendelse med tiltak

$K^1$ : kostnader av hendelse med tiltak

$A$ : virkninger av tiltaket som er uavhengige av hendelse

$I$ : investeringskostnad





# De største svakhetene i SØA av naturfarer:

1. Begge tilgjengelige datakilder for skredfrekvens har betydelige skjevheter.
2. Velferdsgevinst av redusert skredfare bør implementeres – og implementeres riktig
3. Klimaendringer bør tas høyde for i fremtidig frekvens.
4. Nyskapt og overført trafikk bør tas hensyn i SØA av virkninger tilknyttet skred.

# Feil skredfrekvens = alle beregninger blir feil

## *Problem 1: Skjevheter i skredstatistikken*

- Et tiltak fjerner skredfaren  $f^1=0$ . Før tiltak er  $f^0=X$ .
- Om data viser at  $f^0=5X$  vil NN bli fem ganger for høy!
- Alle store nyttevirkninger avhenger direkte av frekvens:
  - *Velferdsgevinst*
  - *Personskader og ulykker*
  - *Omkjørings- og forsinkelseskostnader*
  - *Reparasjons- og opprydningskostnader*

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

$f^0$ : fremtidig frekvens for hendelse uten tiltak

$K^0$ : kostnader av hendelse uten tiltak

$f^1$ : fremtidig frekvens for hendelse med tiltak

$K^1$ : kostnader av hendelse med tiltak

$A$ : virkninger av tiltaket som er uavhengige av hendelse

$I$ : investeringskostnad

# Betydelige skjevheter i datakilder for skredfrekvens

## Problem 1: Skjevheter i skredstatistikken

- To kilder som i teorien bør gi tilnærmet like svar:

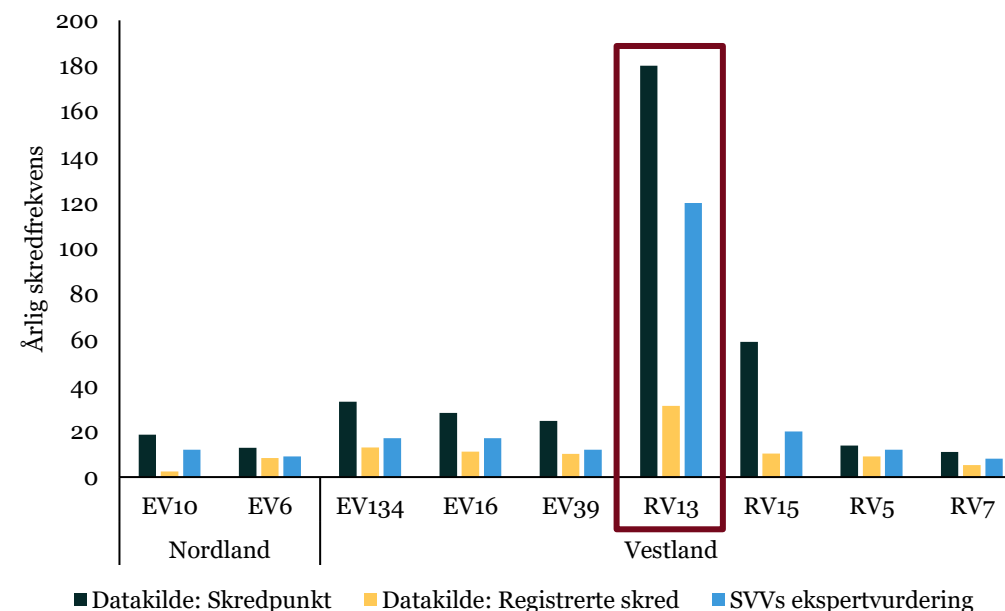
### a) Registrerte skred:

- Historiske skred, registrert av drift
- Konsensus om betydelig underestimering

### b) Skredpunkt:

- Vurderinger av geologer
- Konsensus om at frekvens i skredpunkt er systematisk overestimert.

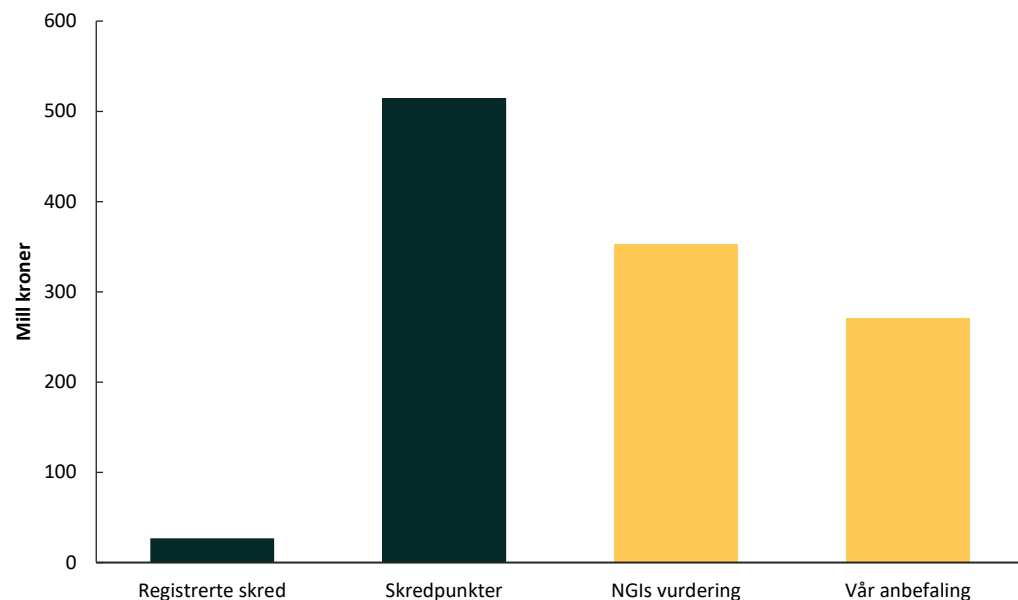
## Skredfrekvens i henhold til tre kilder.



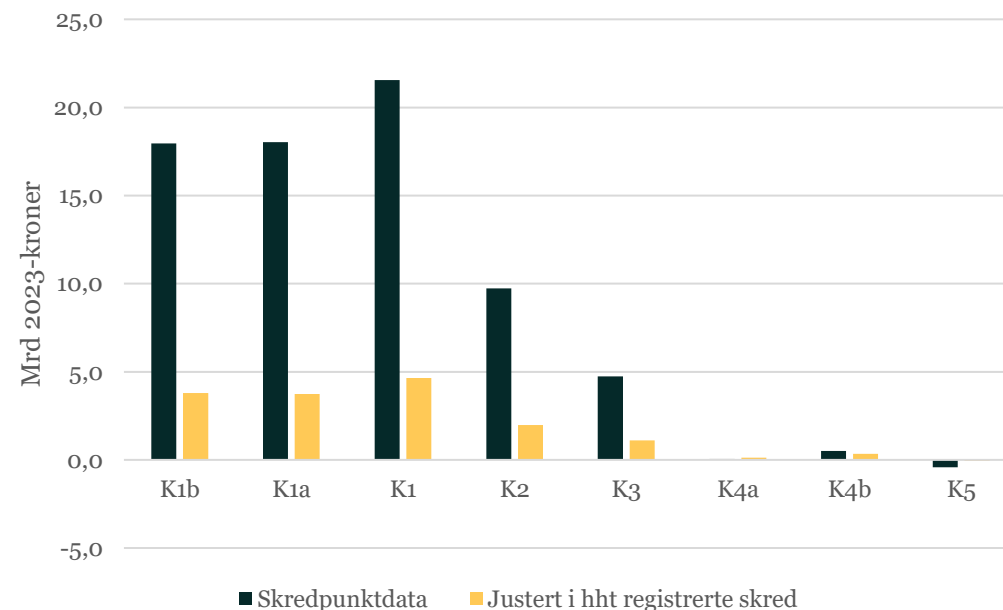
# Ukritisk bruk av begge kilder → betydelige feil

Problem 1: Skjevheter i skredstatistikken

Samfunnsøkonomisk lønnsomhet for lett skredsikring langs E39 Våtedalen, med utgangspunkt i ulike skredfrekvenser.



Velferdsgevinst av skred konsepter i KS1: E134 Arm til Bergen



# KlimaVeis anbefalte løsning på problemet

## Løsning på problem 1: Skjevheter i skredstatistikken

- Vår anbefaling:
  - Beregn gjennomsnitt av frekvens oppgitt i skredpunkt og fra registrerte skred.
  - Presenter resultat for begge for fagfolk og juster evt på bakgrunn av lokal ekspertkunnskap.
  - En rekke mindre, men viktige anbefalinger om data.
- Anbefalinger utformet i samråd med skredeksperter i SVV skredgruppe og NGI

| Formål                                       | Anbefaling   |
|--|--|
| Datakilder for skredfrekvens                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Skredpunkt, vegobjekttype 824 i NVDB</li><li>• Skred, vegobjekttype 445 i NVDB</li></ul>   |
| Sammenstille data for skredpunkt             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Fjerne «sikring utført».</li></ul>   |
| Sammenstille data for registrerte skred      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Fjerne registrerte skred som overlapper geografisk med skredpunkt hvor sikring er utført. Data fra alle år fra og med 2009.</li><li>• Inkludere kun skred med løseområde lik verdiene «Ur» og «Fjell/dalside».</li></ul> |
| Etablere samlet skredfrekvens per skredpunkt | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bruke gjennomsnittet for registrerte skred og skred i skredpunkter som utgangspunkt.</li><li>• Konsultere med fagfolk med lokalkunnskap rundt om resulterende anslag bør justeres.</li></ul>                             |
| Etablere frekvens per type skred             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Estimert samlet skredfrekvens fordeles på type skred i henhold til samme prosentvise fordeling som oppgitt i skredpunktdata.</li></ul>   |
| Skredbredde                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Benytt skredbredde fra skredpunkt</li><li>• Juster ned bredde fra 20 til 10 meter for skred registrert med 20 meters bredde.</li></ul>   |

# Klimaendringer bør hensyntas

## Problem 3: Klimaendringer ikke hensyntatt

- Klimaendringer påvirkning på frekvens bør tas hensyn.
- Men....
  - For de mest vanlige skredtypene som er mest aktuelt å gjennomføre sikringstiltak (tørre snøskred, steinsprang) → klimaendringer mindre påvirkning på nytten.
  - For jord- og sørpeskred, der det forventes stor økning i frekvens er det viktigere.

**Skredsikringstiltak for E39 Våtedalen med og uten klimaendringer.**



# Justering av frekvenser for fremtidig klima

Løsning på problem 3: Klimaendringer ikke hensyntatt

- Vi anbefaler overordnede klimapåslag.
- Fortsatt nødvendig med skjønn og lokal ekspertkunnskap.
- Anbefalinger utformet i samråd med skredeksperter i SVV skredgruppe og NGI

| Formål                                  | Metode  |
|---|---|
| <b>Klimapåslag for snøskred</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Undersøke om tørre eller våte snøskred er det primære problemet i aktuelle skredpunkter.</li><li>• Tørre snøskred: Uendret frekvens lik dagens</li><li>• Våte snøskred: Fremskrives med 1-2 ganger referanseårets frekvens i 2100.</li></ul>  |
| <b>Klimapåslag for øvrige skred</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Benytt fylkesvise klimaprofiler til å fremskrive frekvens av skred:<ul style="list-style-type: none"><li>○ «Sannsynlig økning» fremskrives til 1,5-5 ganger referanseårets frekvens i 2100.</li><li>○ «Mulig sannsynlig økning» fremskrives til 1-2 ganger referanseårets frekvens i 2100.</li><li>○ «Sannsynlig uendret eller mindre» fremskrives med uendret frekvens.</li><li>○ «Usikker» fremskrives med uendret frekvens.</li><li>○ Konsulter fagfolk med lokalkunnskap.</li></ul></li></ul> |
| <b>Referanseår for klimapåslag</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Referanseår for hver respektive naturfare og fylke oppgitt i klimaprofilene til Klimaservicesenteret.</li><li>• Dersom referanseår ikke er oppgitt, benytt siste tilgjengelige år som referanseår.</li></ul>  |
| <b>Funksjonsform for framskrivinger</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lineær framskriving mellom verdi for referanseår og verdi for 2100.</li><li>• Framskriving fortsetter lineært etter 2100.</li></ul>   |

# Anbefalinger for hvilke skredpunkter

*Løsning på problem 4: Nyskapt og overført trafikk tas ikke hensyn til*

- Beregn virkninger for skredpunkter der tiltaket tiltak:
  - a) Reduserer (eller eliminerer) frekvensen (og bredden) av skred som treffer vei.
  - b) Endrer (eller eliminerer) trafikkvolumet forbi punktet, uten at skredfrekvensen endres.
- Man kan ta forenklete forutsetninger for punkter med lav endring i ÅDT.
- I KS1 E134 Arm til Bergen
  - *Flere 100 millioner nytte av endret trafikk forbi skredpunkter i tilgrensende veinett som ikke ble direkte berørt av tiltaket – men som mistet ÅDT.*





Menon  
Economics