

RAPPORT

# FORPROSJEKT OM DEN SAMFUNNSØKONOMISKE VERDIEN AV Å FOREBYGGE MOT FYSISK RISIKO SOM ER UTLØST AV KLIMAENDRINGER



**MENON-PUBLIKASJON NR. 48/2022**

Av Simen Pedersen, Unni Eidsvig, Sebastian Gregorius Winter-Larsen og Øyvind N. Handberg



## Forord

Menon Economics har på oppdrag fra Finans Norge gjennomført et forprosjekt som omhandler å utvikle og synliggjøre den samfunnsøkonomiske verdien av å forebygge for klimaendringer. Forprosjektet er avgrenset til å vurdere tiltak for å redusere konsekvensene av skred og flom i Stryn og ekstremnedbør i Fredrikstad. Ambisjonene for det videre arbeidet er at metodikken skal videreutvikles og anvendes på flere hendelsestyper og for flere kommuner. På sikt skal vi konkretisere verdien av å forebygge mot risiko som er utløst av klimaendringer i hele landet.

Vår kontaktperson hos Finans Norge har vært Hege Hodnesdal.

Arbeidet er gjennomført i perioden fra juni 2021 til februar 2022. Rapporten er skrevet av Simen Pedersen (Menon), Unni Eidsvig (NGI), Sebastian Gregorius Winter-Larsen (Menon) og Øyvind Handberg (Menon). Kjetil Sverdrup-Thygeson har bistått med beregninger. Carl Bonnevie Harbitz, Anders Solheim og Annegrete Bruvoll har kvalitetssikret arbeidet.

En spesiell takk til Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB), Miljødirektoratet og KS for nyttige faglige innspill til arbeidet gjennom referansegruppen. Vi ønsker også å takke Stryn kommune og Fredrikstad kommune for godt samarbeid og kunnskapsdeling.

Vi takker Finans Norge for et veldig spennende prosjekt.

Forsidebildet er tatt av Krister Kristensen i NGI.

---

Mars 2022

Simen Pedersen  
Prosjektleder  
Menon Economics

# Innhold

<b>SAMMENDRAG</b>	<b>4</b>
<b>SENTRALE BEGREPER</b>	<b>6</b>
<b>1 INNLEDNING</b>	<b>8</b>
1.1 Klimarisiko i Norge	8
1.2 Kommunenes rolle og barrierer for lokal klimatilpasning	9
<b>2 PROBLEMSTILLINGER OG AVGRENSNINGER</b>	<b>11</b>
2.1 Formål og problemstillinger	11
2.2 Avgrensinger	11
<b>3 SENTRALE BEGREPER I UTREDNINGEN</b>	<b>12</b>
3.1 Risiko	12
3.2 Risikoaksept	12
3.3 Risikoaversjon	14
3.4 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet og fysisk klimarisiko	15
<b>4 SAMFUNNSØKONOMISKE VIRKNINGER</b>	<b>17</b>
4.1 Hva er en samfunnsøkonomisk virkning?	17
4.2 Hvilke samfunnsøkonomiske virkninger er vurdert	18
<b>5 METODISK TILNÆRMING OG BEREGNINGSFORUTSETNINGER</b>	<b>20</b>
5.1 Kort om samfunnsøkonomiske analyser	20
5.2 Beregningsforutsetninger	21
5.3 Spesielt om nullalternativet	21
5.4 Spesielt om vurderinger av de prissatte virkningene	23
5.5 Spesielt om vurdering av de ikke-prissatte virkningene	24
<b>6 FOREBYGGING MOT KJELLEROVERSVØMMELSER I KONGSTEN HAGEBY I FREDRIKSTAD KOMMUNE</b>	<b>25</b>
6.1 Innledende beskrivelse	25
6.2 Problembeskrivelse og nullalternativ	27
6.2.1 Kostnadsframskrivninger	28
6.2.2 Kostnad ved utrygghet forbundet med kjelleroversvømmelser	29
6.3 Tiltakspakker som er vurdert	30
6.3.1 Tiltakspakke 1: Takvann til terreng og anlegging av regnbed	31
6.3.2 Tiltakspakke 2: Veigrøfter, infiltrasjonsgrøfter og «swales»	32
6.3.3 Tiltakspakke 3: Vei som flomvei	33
6.4 Kostnadsvirkninger av tiltakspakkene	35
6.4.1 Tiltakspakke 1: Takvann til terreng og anleggelse av regnbed	35
6.4.2 Tiltakspakke 2: Veigrøfter, infiltrasjonsgrøfter og «swales»	36
6.4.3 Tiltakspakke 3: Vei som flomvei	37
6.5 Nyttvirkninger og effekt av tiltakspakkene	38
6.6 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet	38
6.7 Følsomhetsanalyser av sentrale forutsetninger	41
6.8 Samlet vurdering	42
<b>7 FOREBYGGING AV SKADER FRA FLOM OG SKRED I STRYN KOMMUNE</b>	<b>43</b>
7.1 Problembeskrivelse og nullalternativet	43
7.1.1 Tidligere flom- og skredhendelser	44
7.1.2 Om analyseområdet - dagens situasjon	45

7.1.3	Beregning av kostnader av potensielle konsekvenser fra flom og skred i dagens situasjon	47
7.1.4	Endring av naturfarebildet i fremtidig klima	48
7.1.5	Kostnadsframskrivninger	49
7.2	Tiltakspakker som er vurdert	51
7.2.1	Vurdering av sikring mot skred og flom på kommunenivå	51
7.2.2	Sikringsstrategi 1: Sikring av all bebyggelse som ligger innenfor faresonene	52
7.2.3	Sikringsstrategi 2: Sikring av bebyggelse i henhold til kravene i TEK17	52
7.2.4	Sikringsstrategi 3: Sikring av bebyggelse, på ett nivå lavere enn det som spesifisert i TEK17	52
7.3	Samfunnsøkonomiske kostnader	53
7.4	Nyttevirkninger av tiltakene	54
7.4.1	Beregning av nytteverdi av sikringsløsninger	55
7.4.2	Nyttevirkninger av sikringsstrategi 1: Sikring av all bebyggelse som ligger innenfor faresonene	55
7.4.3	Nyttevirkninger av sikringsstrategi 2: Sikring av bebyggelse i henhold til kravene i TEK17	55
7.4.4	Nyttevirkninger av sikringsstrategi 3: Sikring av bebyggelse på ett nivå lavere enn det som spesifisert i TEK17	56
7.5	Samfunnsøkonomisk lønnsomhet	56
7.6	Følsomhetsanalyser	58
7.7	Samlet vurdering	59
<b>8</b>	<b>OPPSUMMERING OG AVSLUTTENDE BETRAKTNINGER</b>	<b>60</b>
8.1	Erfaringer vi har gjort oss	60
8.2	Usikkerheter ved vurderingene som er gjort	61
8.3	Barrierer for å identifisere og realisere lønnsomme tiltak	61
	<b>REFERANSELISTE</b>	<b>63</b>
	<b>VEDLEGG 1 – FØLSOMHETSANALYSER, KONGSTEN HAGEBY</b>	<b>65</b>
	Befolkning	65
	Tiltakseffekt	66
	Levetidutvidelse	67
	<b>VEDLEGG 2 – DOKUMENTASJON TIL KAPITTEL 7</b>	<b>68</b>
	Vanlige sikringsløsninger for flom og skred	68
	Dokumentasjon til konsekvensberegninger	69
	<b>VEDLEGG 3 – SKADER PÅ KOMMUNALE BYGNINGER I FREDRIKSTAD I FORBINDELSE MED EKSTREMNE DBØR 1. SEPTEMBER 2019</b>	<b>77</b>

## Sammendrag

Klimaendringene gjør Norge mer utrygt. Endringene vil blant annet medføre større fare for ekstrem nedbør, flom, skred og stormflo, og slike hendelser vil skje hyppigere og med større intensitet. Vi kan langt på vei sikre oss mot fysisk klimarisiko ved å vite mest mulig om sannsynligheter for og konsekvensene av mulige kommende hendelser. Således kan vi tilpasse samfunnet til et endret klima. Å sikre seg mot all risiko i Norge er imidlertid en umulig oppgave, både fordi det vil skje hendelser som ikke kan forutses, og fordi risikoen i mange tilfeller er lav i forhold til kostnadene ved sikring. Da vil det være mer lønnsomt å ta kostnadene først når hendelsene inntreffer. Vi bør skaffe oss mest mulig kunnskap om risikoen og innta en nyansert tilnærming til hvilken risiko vi skal sikre oss mot og hvilken risiko vi kan leve med.

Forebygging av klimarisiko har en pris. For kommuner er prisen på klimatilpasning, innenfor et samlet budsjett, at andre kommunale tjenester må nedprioriteres. Økt rammetilskudd og øremerkede statlige midler til lokal klimatilpasning vil også bety at vi må nedprioritere andre gode formål i samfunnet. Det er derfor viktig at nytten av tilpasningen som gjennomføres minst overstiger kostnadene. Og selv om nytten av tilpasningen er større enn kostnadene, kan likevel budsjettkronene gi større avkastning andre steder i samfunnet.

I dette forprosjektet ser vi nærmere på hvordan samfunnsøkonomiske analyser, det vil si analyser av nytte- og kostnadsvirkninger, kan identifisere de mest lønnsomme klimatilpasningstiltakene. Som praktiske eksempelstudier har går vi nærmere inni tiltak som:

- Reduserer omfanget av kjelleroversvømmelser utløst av ekstremregn i Kongsten Hageby i Fredrikstad kommune.
- Reduserer faren for skader av skred- og flomhendelser i Stryn kommune.

De mest lønnsomme tiltakene forventes å gi høy velferdsmessig avkastning. I Fredrikstad finner vi at 1 krone investert i tiltak for å redusere sannsynligheten for kjelleroversvømmelser kan gi mellom 1,5 og 2,1 krone i avkastning. I Stryn finner vi at lønnsomheten avhenger av faresonen som sikres. Samtlige sikringsstrategier er lønnsomme for sikring av skred som forventes å forekomme hvert hundrede år og sikring av flom som forventes å forekomme hvert tohundrede år. Den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme sikringsstrategien vi har identifisert tilsier at 1 krone investert for å redusere faren for skredskade gir en avkastning på mellom 4,2 og 6,2 kroner. Vi har kun prissatt nytten av redusert skade på bygninger, tap av liv og helse og kommunens kostnader (redning, evakuering og opprydding) i Stryn. Det er derfor grunn til å tro at avkastningen av klimatilpasningen er betydelig høyere, når en tar med andre nytteverdier, som for eksempel nytten for annen infrastruktur og ikke-prissatte verdier som opplevd utrygghet.

Basert på de teoretiske vurderingene og eksempelberegningene finner vi at:

- Samfunnsøkonomisk analyse er et egnet verktøy for å identifisere samfunnsøkonomisk lønnsomme strategier (overordnede sikringsstrategier) og konkrete løsningsvalg.
- De mest lønnsomme tiltakene kan representere løsninger som innebærer samarbeid mellom ulike tjenesteområder i kommunen.
- Innbyggernes betalingsvilje for å redusere sannsynligheten for hendelser og derved redusere følelsen av utrygghet kan være avgjørende for om tiltakene som vurderes er lønnsomme eller ikke.
- Klimatilpasningstiltakene kan utløse nytte som ikke avhenger av hendelsene, som økte rekreasjonsverdier og forbedret naturmangfold.

- Noen klimatilpasningstiltak som vi har vurdert lønnsomheten av har dårlig lønnsomhet og bør derfor ikke gjennomføres med mindre forutsetningene endres og lønnsomheten øker.
- Finansielle begrensninger hos stat og kommune kan være avgjørende for om samfunnsøkonomisk lønnsomme klimatilpasningstiltak blir realisert.
- For lønnsomme klimatilpasningstiltak overstiger samlet betalingsvilje kostnadene. Det vil si at det er mulig å utarbeide finansieringsmodeller som bidrar til å realisere lønnsomme tiltakene, som ikke blir realisert i dag.

Selv om vi finner at samfunnsøkonomiske analyser av klimatilpasningstiltak forbedrer beslutningsunderlagene, er ikke det nødvendigvis nok for at de mest lønnsomme tiltakene skal bli identifisert og realisert. Metodikken for samfunnsøkonomisk analyse er i kontinuerlig utvikling<sup>1</sup>, noe som også vil bedre forutsetningene for at samfunnsøkonomiske analyser tas i bruk. Slike analyser er i dag lite anvendt i kommunal sektor. Hovedforklaringen kan være manglende bevissthet rundt viktigheten av gode beslutningsunderlag, og følgelig manglende prioritering av og tilgang på kompetanse til å gjennomføre slikt utredningsarbeid. Veien å gå for å bryte ned denne barrieren er informasjon, med veiledere og eksempler på hvordan samfunnsøkonomiske analyser av klimatilpasningstiltak kan gjennomføres. Denne rapporten er et bidrag til denne typen informasjon.

For at samfunnsøkonomiske analyser skal ha høyest mulig verdi, må flest mulig virkninger prissettes. Torgersen & Navrud (2018) er eksempel på verdsettingsstudier i Norge, og det er behov for flere slike studier. For eksempel er det behov for anslag på betalingsviljen for å unngå utrygghet knyttet til skred og flom.

Basert på vår eksempelstudie finner vi et samfunnsøkonomisk lønnsomt tiltak i Fredrikstad og mange lønnsomme tiltak i Stryn. Selv om deler av tiltak som er funnet lønnsomme i Fredrikstad blir finansiert gjennom økning av VA-gebyrene (hvis det blir realisert), er det åpenbart for oss at kommunenes økonomiske handlingsrom kan begrense deres mulighet til å realisere lønnsomme klimatiltak.

For skred- og flomhendelser (som vi har sett nærmere på i Stryn) støtter NVE utvalgte tiltak. Hvis tiltaket blir delfinansiert av NVE, betaler NVE normalt sett inntil 80 prosent av sikringstiltakskostnadene, og kommunen det resterende. For Stryn er både NVEs rammer og prioriteringer på den ene siden og eget økonomisk handlingsrom på den andre avgjørende for hvor mye midler som kan settes av til sikringstiltak. Når omfanget av lønnsomme sikringstiltak er så stort som det er i Stryn, og de like fullt må betale mellom 20 og 100 prosent av sikringskostnadene, kan ikke alle lønnsomme tiltak realiseres på kort sikt. Når tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt, har samfunnet samlet sett en betalingsvilje for å iverksette klimatilpasningen som overstiger kostnadene.<sup>2</sup> Når finansieringen blir en barriere for å realisere lønnsomme tiltak, er det et uforløst potensial. Det er da behov for å utvikle finansieringsordninger som bidrar til å realisere de lønnsomme tiltakene.

---

<sup>1</sup> Eksempelvis utvikler Menon Economics i samarbeid med Norconsult, NGI og DHI en veileder i samfunnsøkonomiske analyser for vannbransjen på oppdrag fra Norsk Vann. Bruk av samfunnsøkonomisk analyse for valg av klimatilpasningstiltak er en sentral del av veilederen som utvikles.

<sup>2</sup> Begrepet betalingsvilje kan brukes for alle nyttevirksomheter. Altså den samlede nytten er lik samfunnets samlede betalingsvilje. Det gjelder også når det er snakk om sparte skadekostnader. For med full informasjon og risikonøytrale aktører (våre antakelser) vil aktørene ha en betalingsvilje som er lik de sparte kostnadene.

## Sentrale begreper

**Annuitet.** Annuitet er det enkelte av like store beløp som blir betalt eller satt av med like store mellomrom, for eksempel et år (termin).

**Ansvarsrisiko.** Denne risikoen kommer av ansvar relatert til å ikke være forberedt på eller ikke motvirke klimarelaterte skader eller tap. Ansvarer kan arte seg i form av forsikringskostnader etter naturkatastrofer eller ansvar for tap av livsgrunnlag grunnet mangelfull omstilling.

**Diskonteringsrente.** Diskonteringsrenten er et risikojustert avkastningskrav som benyttes for å beregne nåverdi av fremtidige kostnads- og nyttestrømmer.

**Fordelingsvirkninger.** Selv om den samfunnsøkonomiske analysen viser at tiltaket totalt sett er lønnsomt for samfunnet, kan enkelte grupper komme dårligere ut som følge av tiltaket. Ofte vil det være slik at det er noen grupper som vinner og noen som taper på at et offentlig tiltak iverksettes. Hvordan nytte- og kostnadsvirkningene fordeler seg mellom ulike grupper i samfunnet, kalles fordelingsvirkninger. Hvilke grupper dette er snakk om, og hvordan disse blir berørt, kan ha stor betydning for beslutningstakers vurdering av tiltaket.

**Fysisk klimarisiko.** Fysisk risiko gjelder direkte effekter eller konsekvenser av klimaendringer som fører til skade eller tap i fysisk forstand. Det kan være ekstreme værhendelser, eksempelvis flom og uvær, men også kalde vintre uten nedbør som øker tørken og faren for store branner. Det kan også handle om endringer i vekst- og gyttesesonger grunnet økende luft- og havtemperaturer, eller endrede sesonger for snøsmelting.

**Føre-var-prinsippet.** Føre-var-prinsippet angir hvordan man kan håndtere manglende kunnskap og vitenskapelig usikkerhet. Det innebærer at man skal unngå vesentlig skade på naturen og miljøet når man fattet beslutninger, og at manglende kunnskap ikke skal brukes som begrunnelse for å unnlate å treffe tiltak. Prinsippet blir ofte omtalt som et prinsipp som skal la tvilen komme miljøet og naturen til gode.

**Klimarisiko.** Klimarisiko er samlebetegnelse for risiko for skader eller tap som følge av klimaendringer, som fysisk klimarisiko, overgangsrisiko og ansvarsrisiko. Begrepet beskriver usikkerheten som klimaendringene skaper, og hvilken betydning denne usikkerheten kan få for økonomien.

**Klimatilpasning.** Klimatilpasning vil si å forebygge negative/skadelige endringer i risiko knyttet opp mot klimaendringer. Klimatilpasning innebærer en risikovurdering, planlegging, og iverksetting av tiltak som gjør samfunnet mindre sårbart overfor farlig vær og meteorologirelaterte naturskader og naturkatastrofer.

**Nullalternativet.** Nullalternativet beskriver dagens situasjon og forventet videre utvikling hvis ingen nye tiltak blir iverksatt. Nullalternativet skal omfatte tiltak som allerede er vedtatt. Nullalternativet brukes også som sammenligningsgrunnlag for å identifisere og beskrive virkninger og videre for å tallfeste virkningene.

**Nåverdi.** For at nytte og kostnader som påløper på forskjellige tidspunkt skal være sammenlignbare, må alle beløp omregnes til dagens verdi. Å omregne fremtidige beløp til nåverdi kalles å diskontere.

**Overgangsrisiko.** Overgangsrisiko er knyttet til de endringene som følger av tiltak for å begrense klimaendringene. Dette vil være i form av ny politikkutforming, nye reguleringer, teknologisk utvikling og markedsmessige eller brukerstyrte omstillinger. Et eksempel på overgangsrisiko er risikoen for at oljeselskaper kan påføres store økonomiske tap dersom oljeforbruket reduseres kraftig og selskapenes oljereserver dermed faller i verdi.

**Restrisiko.** Den risiko som gjenstår etter at risikoreducerende tiltak er gjennomført.

**Risiko.** Risiko er et uttrykk for sannsynligheten og konsekvensene knyttet til en hendelse. Risiko uttrykkes om framtidige hendelser som ennå ikke har skjedd, og det er derfor usikkerhet knyttet til sannsynligheten og konsekvensene.

**Risikoaversjon.** Risikoaversjon er motvilje mot å ta risiko, eller en preferanse for sikker inntekt framfor usikker inntekt. Risikoaverse personer vil dermed foretrekke en noe lavere sikker inntekt fremfor en høyere usikker inntekt.

**Risikonøytralitet.** Risikonøytralitet vil si at man er indifferent mellom å ta risiko eller ikke ta risiko hvis forventningsverdien av de to situasjonene (ta risiko og ikke ta risiko) er lik.

**Samfunnsøkonomisk analyse.** Samfunnsøkonomisk analyse er en analysemetodikk der man forsøker å kvantifisere i kroner de samfunnsøkonomiske fordeler (nytte) og ulemper (kostnader) som følge av en investering eller et tiltak. Metoden skiller seg fra ordinær økonomisk analyse idet den også forsøker å inkludere effekter som ikke omsettes i markeder. Den er derfor særlig egnet for ulike typer offentlige investeringer. Verdsetting av effekter som ikke omsettes i markeder baseres ofte på betalingsvillighet for å oppnå/unnå en effekt, gjennom direkte eller indirekte metoder.

**Samfunnsøkonomisk lønnsomhet.** Hovedprinsippet for verdsetting er at en nyttevirkning settes lik det befolkningen er villig til å betale for å oppnå den. At et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt, betyr dermed at befolkningen til sammen er villig til å betale minst så mye som tiltaket koster. Dette innebærer at summen av tiltakets nyttevirkinger overstiger summen av kostnadene.

**Virkemidler versus tiltak.** I klimapolitikken er det vanlig å skille mellom virkemidler og tiltak. Virkemidler er nasjonale reguleringer (lover, forskrifter og retningslinjer) og støtteordninger med hensikt om å påvirke ulike aktørers atferd i ønsket retning eller utløse tiltak for å bedre situasjonen. Tiltak refererer således til de konkrete aktiviteter som direkte har innvirkning på problemene som løses.



# 1 Innledning

Klimaendringene gjør Norge mer utrygt. Endringene vil blant annet kunne øke risikoen knyttet til ekstrem nedbør, flom, skred og stormflo. Slike hendelser forventes å skje hyppigere og med større intensitet. Kommunesektoren har en sentral rolle i klimatilpasningsarbeidet, og selv om mye gjøres er det et betydelig potensial for forbedring. Riksrevisjonen påpeker i sin nylig gjennomførte undersøkelse at mange kommuner ikke vurderer naturfare og sårbarhet i lys av framtidens klima. De påpeker også at sikring av eksisterende bebyggelse for fremtidige klimaendringer ikke blir godt nok ivarettatt.

## 1.1 Klimarisiko i Norge

Klimaet er i endring, og klimaendringer gir økt klimarisiko, det vil si større sannsynlighet for hendelser, og større negative konsekvenser av hendelsene. Siden vi ikke fullt ut kjenner de ulike konsekvensene av hvordan klimapolitikken vil påvirke endringene, hvor store klimaendringer kan bli, og hvordan klimarelaterte teknologier kan bremse de negative virkningene, står vi overfor en betydelig klimarisiko.

Ifølge NOU 2018: 17 har klimaet i Norge endret seg betydelig det siste århundret og det vil fortsette å endre seg fremover. Norge ser ut til å bli varmere og våtere, og episoder med styrtregn kan bli kraftigere og forekomme oftere. Det kan endre flommønsteret endres og snømønsteret og krympe isbreene. Havene vil trolig bli varmere og surere. Stigende havnivå gir større konsekvenser av stormflo. Klimaendringer i Arktis påvirker værsystemene på våre breddegrader. Hvis havisen i Arktis smelter, kan det påvirke den polare jetstrømmen som i stor grad bestemmer været som treffer Norge.

Det er stor usikkerhet knyttet til fremtidig samfunnsutvikling, klimapolitikk og teknologiutvikling, og disse faktorene har stor påvirkning på klimagassutslippene. Det er videre usikkerhet knyttet til hvor følsomt klimasystemet er for endringer i klimagassutslipp, og usikkerhet om effektene av en gitt oppvarming. Dramatiske utfall kan ikke utelukkes, selv om verdenssamfunnet skulle klare å begrense utslippene i tråd med utslippsbanene vi i dag tror er tilstrekkelig til å nå Parismålet.<sup>3</sup>

Usikkerheten i framtidig klimarisiko kan gå i negativ eller positiv retning. Et viktig mål for risikohåndteringen vil være å tåle avvik i negativ retning, og å dra nytte av de mulighetene som åpner seg ved positive avvik. Oppmerksomheten vil oftest være på negative avvik, fordi det gjennomgående vil være mindre krevende å tilpasse seg positive enn negative forløp og overraskelser. Størrelsen på risikoen avhenger av hvor store de mulige konsekvensene er, hvor sannsynlig en vurderer det er at de vil inntreffe, og styrken på kunnskapen disse vurderingene hviler på.

De fleste former for aktivitet som innebærer at en må ta risiko. Utfordringen blir å finne den rette balansen mellom hensynet til å skape verdier og ta risiko på den ene siden, og hensynet til å verne og beskytte verdier på den andre siden.

*Fysisk klimarisiko* er knyttet til konsekvensene av fysiske endringer i miljøet. Vanlige referanser er dagens klima eller klimasituasjonen i førindustriell tid. Når vi i Norge trolig vil oppleve økt nedbør, flere flommer, hyppigere

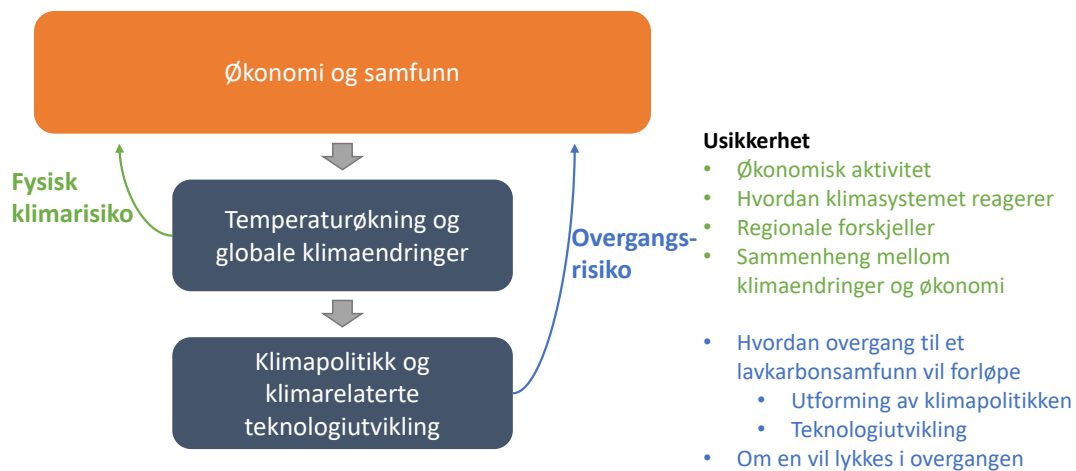
---

<sup>3</sup> URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> [Lastet ned 26. mars 2022]

ras og stigende havnivå, er slike fysiske endringer og tilhørende usikkerhet å forstå som risikofaktorer eller risikokilder. Mange av de fysiske prosessene skjer svært langsomt, sett i et menneskelig perspektiv. Selv om de globale nettoutslippene skulle falle til null i løpet av kort tid, kan det ta svært lang tid før klimasystemet finner en ny likevekt.

*Overgangsrisiko* er knyttet til konsekvensene av klimapolitikken og den teknologiske utviklingen ved overgang til et lavutslippssamfunn. Med en ambisiøs klimapolitikk vil trolig karbonintensive energikilder som kull og olje i stor grad bli erstattet av fornybare kilder som sol, vann og vind, men vi vet ikke helt når og hvordan dette vil skje. Det har store konsekvenser ikke bare for energiprodusenter som Norge, men for store deler av økonomi og samfunn verden over de kommende årene. Figur 1.1 gir en skjematisk illustrasjon av fysisk risiko og overgangsrisiko

**Figur 1.1** Klimarisiko – noen sentrale sammenhenger



Kilde: NOU 2018: 17

## 1.2 Kommunenes rolle og barrierer for lokal klimatilpasning

Som lokal planmyndighet og beredskapsmyndighet er norske kommuner sentrale for å bidra til at klimarisikoen i samfunnet holdes på et akseptabelt nivå. Det gjelder ikke minst beslutninger om arealbruk og utvikling av fysisk bygninger og infrastruktur. Sentrale spørsmål er om hensynet til klimaendringer og klimarelatert risiko har en tilstrekkelig plass i kommunenes planlegging, om det settes av tilstrekkelig med midler til klimatilpasning og om disse midlene prioriteres på en slik måte at samfunnet samlet sett kommer bedre ut av det. Klimatilpasning er riktig prioritert så lenge samfunnet på marginen får mer igjen av å prioritere klimatilpasning enn å prioritere grunnskole, barnevern og næringsutvikling.

Klemetsen og Dahl (2020) gjennomførte en spørreundersøkelse til alle norske kommuner for å kartlegge deres arbeid med klimatilpasning, der 122 av landets 365 kommuner svarte på undersøkelsen. De konkluderer med at:

- 96 prosent av kommunene forventer å bli rammet av klimaendringer og/eller en ekstrem værhendelse.
- Store kommuner prioriterer klimatilpasning høyere enn små kommuner.<sup>4</sup>
- Kommuner som har erfart ekstremvær prioriterer klimatilpasning høyere enn kommuner som ikke har erfart ekstremvær.

<sup>4</sup> Det er uklart om det menes at større kommuner prioriterer klimatilpasning høyere enn små kommuner per innbygger.

- Tre av fire kommuner oppgir at de vurderer hvordan fremtidige klimaendringer kan påvirke kommunen.
- Over halvparten av kommunene i undersøkelsen har gjennomført klimatilpasningstiltak.

Klemetsen og Dahl (2020) har også vurdert barrierer for klimatilpasning i norske kommuner. Det konkluderes med at de viktigste barrierene for klimatilpasning i norske kommuner er mangel på ressurser og mangel på tid/kapasitet. Den tredje viktigste barrieren er at man ikke får tydelige nok signaler fra kommunestyret om å prioritere klimatilpasning.

Riksrevisjonen (2022) la nylig frem resultatene fra en undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring. Riksrevisjonen konkluderer med at nesten alle kommunene belyser naturfare og vurderer om infrastrukturen og bebyggelsen er sårbar for naturfare, i helhetlig ROS, strategiske planer og kommuneplanens arealdel. Mange kommuner vurderer imidlertid ikke naturfare og sårbarhet i lys av framtidens klima.

Samlet konkluderer Riksrevisjonen (2022) med at kommunene i beredskapsarbeidet og i planarbeidet er for lite oppmerksom på hvordan framtidige klimaforhold vil påvirke både eksisterende og planlagt infrastruktur og bebyggelse. Etter Riksrevisjonens vurdering er andelen kommuner som har vurdert framtidig klima lav. Vi viser i den sammenheng til både klimaendringenes betydelige innvirkning på samfunnssikkerheten og at det er satt et tydelig nasjonalt mål om at samfunnet skal forberedes på og tilpasses klimaendringene. Kommunene burde hatt et lengre tidsperspektiv for å kunne være forberedt på konsekvensene av klimaendringene

Pedersen m.fl. (2022) konkluderer med at små distriktskommuner generelt har størst utfordringer med å løse lovpålagte oppgaver. Små kommuner har mindre fagmiljø og også størst vansker med å tiltrekke seg kvalifisert kompetanse til lovpålagte oppgaver innenfor overordnet planlegging, som klimatilpasning er en viktig del av. Disse planleggingsoppgavene stiller krav til tverrfaglige fagmiljøer og krever gjerne spisskompetanse.

## 2 Problemstillinger og avgrensninger

Formålet med prosjektet er å belyse fremtidige kostnader av klimaendringer og verdien av å forebygge for disse endringene, i første omgang belyst med Fredrikstad kommune og Stryn kommune som to eksempler. Kommunene er valgt ut for å representere ulike fysiske klimautfordringer og befolkningstetthet. I Fredrikstad har vi avgrenset vurderingen til å omfatte risikoen for ekstremnedbør og forebyggende tiltak for kjelleroversvømmelser i Kongsten Hageby. I Stryn har vi vurdert kostnadene av flom- og skredhendelser med dagens sikringsnivå og verdien av å forebygge mer i hele kommunen.

### 2.1 Formål og problemstillinger

Formålet med forprosjektet er å anslå konsekvensene av at det forebygges som i dag (nullalternativet), og å tallfeste verdien av å gjennomføre forebyggende klimatiltak. I samråd med Finans Norge har vi formulert følgende to overordnede problemstillinger for forprosjektet:

- Hva er de samfunnsøkonomiske kostnadene av framtidige klimaendringer, forutsatt dagens nivå av klimatilpasning videreføres?
- Hva er verdien av å forebygge mer enn dagens nivå?

Det er sentralt å synliggjøre usikkerheten ved anslagene.

For den første problemstillingen forutsetter vi at gjennomførte klimatilpasningstiltak vedlikeholdes, og at besluttede klimatilpasningstiltak gjennomføres.

For den andre problemstillingen må vi identifisere kostnadene av å forebygge utover dagens nivå (nullalternativet), og nytten i form av reduserte konsekvenser (nytte av risiko-reducerende tiltak).

### 2.2 Avgrensninger

Vurderingene er avgrenset til vurderinger av klimatilpasningstiltak i Fredrikstad og Stryn kommuner. I Fredrikstad ser vi på kostnader ved nullalternativet og verdien av ytterligere forebygging mot ekstrem nedbør. Vurderingen er avgrenset til Kongsten Hageby. I Stryn ser vi på kostnader ved nullalternativet og verdien av ytterligere forebygging mot flom og skred.

Forprosjektet er avgrenset til konsekvenser av den fysiske klimarisikoen. Vi ser med andre ord bort fra overgangsrisiko, ansvarsrisiko og andre typer risiki som følger av klimaendringer og omstilling til lavutslippssamfunnet.

## 3 Sentrale begreper i utredningen

I dette kapitlet gjennomgås begrepene risiko, risikoaksept, risikoaversjon og samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Dette er sentrale begreper i de samfunnsøkonomiske vurderingene som presenteres i kapittel 6 og 7.

### 3.1 Risiko

I samfunnsøkonomisk litteratur har det tradisjonelt vært skilt mellom risiko og usikkerhet. Risiko beskriver situasjoner med ulike mulige fremtidige utfall, og der sannsynligheten for hvert enkelt utfall er kjent og objektiv. Usikkerhet beskriver situasjoner der sannsynlighetene ikke er kjente. Begrepet ambiguity (uklarhet/ manglende presisjon) brukes også i engelsk litteratur om situasjoner der det er vanskelig å sette en bestemt subjektiv sannsynlighet eller sannsynlighetsfordeling, særlig når kunnskapsgrunnlaget er svakt. Utfallet av mynt- eller terningkast har kjente og objektive sannsynligheter, og kan dermed beskrives som risiko i henhold til denne definisjonen, mens resultatet av et travløp er usikkert. Usikkerhet oppstår også når vi også mangler kunnskap om hvilke utfall som er mulige.

*Risikovurdering* handler om å identifisere uønskede hendelser, analysere sannsynligheter for og konsekvenser av hendelsene og evaluere risiko. I risikoidentifisering identifiseres potensielle uønskede hendelser. I risikoanalysen vurderes sannsynlighetene for de uønskede hendelsene som kan opptre og konsekvensene av disse. I risikoevalueringen vurderes den estimerte verdien enten relativt eller mot fastlagte akseptkriterier.

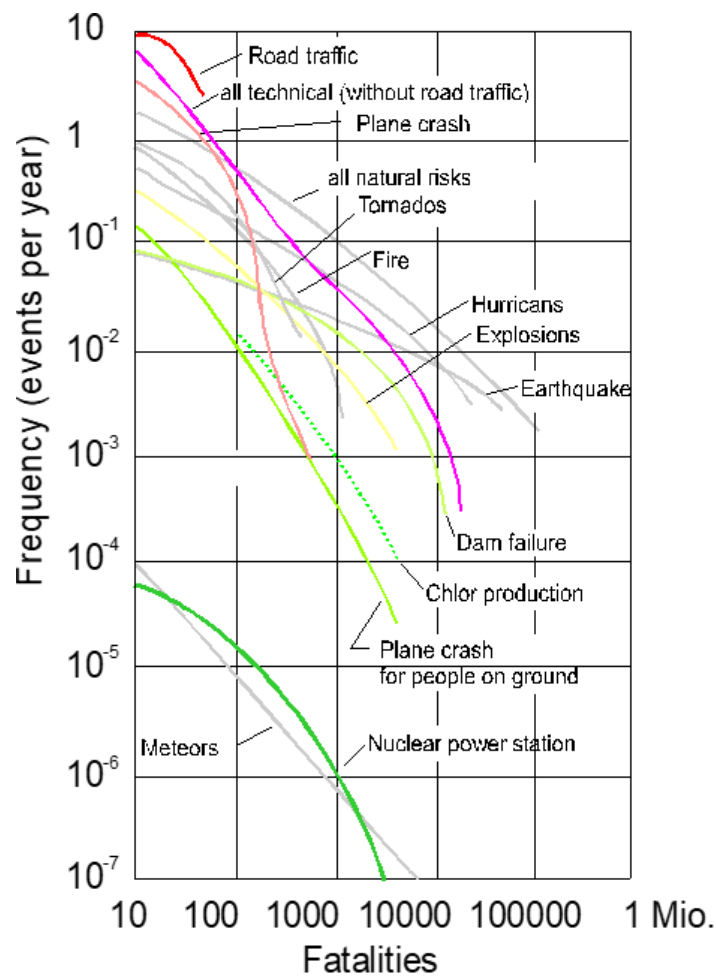
*Risikostyring* er en betegnelse for koordinerte aktiviteter for å vurdere, kontrollere og håndtere risikoen knyttet til farer som samfunnet er omgitt av. Formålet med risikostyring er å vurdere og redusere risikoen der det er nødvendig. Relevante standarder for risikovurdering og -styring er den internasjonale standarden ISO 31000:2018 standarden "Risk management - Principles and guidelines" og den norske NS 5814:2008 "Krav til risikovurderinger".

### 3.2 Risikoaksept

Samfunnsmessig risiko defineres som risikoen for en omfattende eller storskala skade fra en hendelse, der konsekvensene er i en slik målestokk at det fremkaller et sosialt/politisk ansvar. I dette perspektivet inkluderes hendelser med lav sannsynlighet og store konsekvenser. Samfunnsmessig risiko uttrykkes ved F-N kurver i Figur 3.1, som er kurver som illustrerer frekvens (F) og konsekvens av hendelser. Frekvensen av hendelser som forårsaker minst N dødsfall fremstilles som en funksjon av N, i et koordinatsystem, der begge akser er logaritmiske. Kurvene er konstruert fra historiske data for å illustrere og sammenlikne risikoverdier som følge av ulike ulykkehendelser som for eksempel dambrudd, flyulykker og skred. Figuren viser eksempelvis at veitrafikkulykker skjer relativt ofte og resulterer i få dødsfall, mens klimarisiko (all natural risk) representerer situasjoner som for veitrafikkulykker og kan omfatte situasjoner med mange dødsfall. Sammenhengen mellom alvorlighet og frekvens er fallende, det betyr at de mest alvorlige hendelsene (målt i dødsfall) skjer sjeldnere enn hendelser med mindre alvorlige hendelser (få dødsfall).

Figur 3.1

Sammenheng mellom frekvens og konsekvens (målt i dødsfall) for ulike hendelser

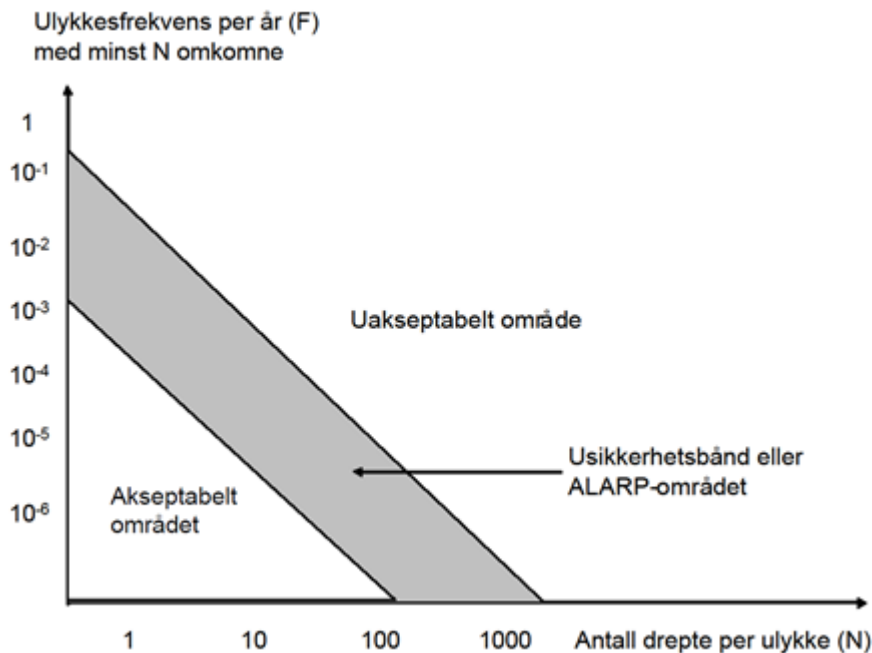


Kilde: Proske (2008)

Et anslag på risikoen alene har begrenset verdi. De fleste akseptkriterier for risiko opererer ikke med et skarpt skille mellom akseptabel og uakseptabel risiko. Det defineres en øvre grense for risikoen, (grense mot uakseptabel risiko) og en nedre grense (grense mot akseptabel risiko). I intervallet mellom akseptabel og uakseptabel risiko bør risikoen reduseres så mye som praktisk rimelig, som regel vurdert ved nytte-kostnadsanalyser.

Formulering av akseptkriterier ved hjelp av F-N kurver kan uttrykke en risikoaversjon, for eksempel at det er lavere aksept for en ulykke som krever 10 menneskeliv enn for 10 ulykker som hver krever ett menneskeliv. Andre risikoakseptkriterier definerer ikke eksplisitt akseptkriterier for hendelser med store konsekvenser og lav sannsynlighet (for eksempel risikoakseptkriteriet for skredhendelser i Hong Kong), men krever separat behandling av slike hendelser. F-N kurver kan brukes for ulike konsekvensklasser (som for eksempel materielle tap) og ulik benevning for farefrekvens (som for eksempel ulykkesfrekvens per milliard personkilometer).

Figur 3.2 Akseptkriterier uttrykt ved F-N kurve



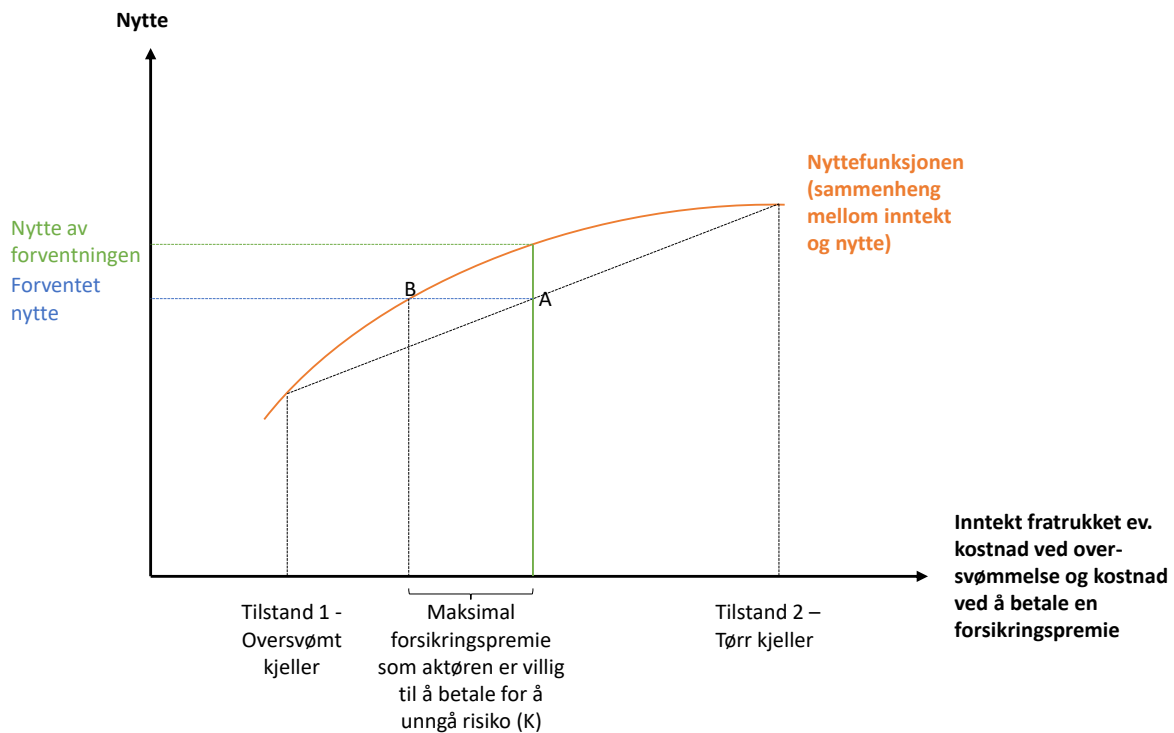
Kilde: Aven m.fl. (2003)

### 3.3 Risikoaversjon

Risikoaversjon vil si at en person, en bedrift eller offentlig virksomhet har en preferanse for sikkert utfall fremfor usikkert utfall. En aktørs holdning til risiko avhenger av vedkommende sin nyttefunksjon. I en beslutning om å inngå en forsikring som eksempelvis gir dekning ved en konsekvens av klimarisiko, som kjelleroversvømmelse, vil en risikoavers aktør foretrekke å inngå forsikringen for å unngå å få en kjelleroversvømmelse uten forsikringsdekning.<sup>5</sup> Situasjonen er illustrert i Figur 3.3, viser en hypotetisk situasjon der det er 50 prosent sannsynlighet for kjelleroversvømmelse (tilstand 1) og 50 prosent sannsynlighet for at det ikke skjer (tilstand 2). Som følge av marginalt avtakende nytte (konkav kurve) er aktørens nytte av forventet inntekt høyere enn forventningen av nytten. Det vil si at vedkommende foretrekker en sikker inntekt fremfor en usikker inntekt, selv om forventningen av de to inntektene er like store. Uten forsikring vil aktøren med risikoaversjon forvente å ende opp med en forventet nytte i punkt A. Vedkommende er villig til å betale opptil K for å unngå å stå overfor usikkerheten om man ender i tilstand 1 eller 2. Det vil si at aktøren maksimalt er villig til å betale K i forsikringspremie for å unngå risiko.

<sup>5</sup> Dette representerer et hypotetisk eksempel siden naturskadepoolen i Norge gir obligatorisk dekning for hendelser utløst av klimaendringer.

Figur 3.3 Risikoaversjon og forsikring



Kilde: Menon Economics

### 3.4 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet og fysisk klimarisiko

Norge er et så lite land at våre utslipp i praksis ikke har noen effekt på samlede utslipp. Vi har dermed begrenset mulighet til å påvirke samlede utslipp og sannsynligheten for klimaendringer og ekstremvær alene. Gjennom tilpasning til endret klima kan vi imidlertid påvirke hvordan økende ekstremvær og hendelser påvirker oss. Gjennom å ivareta klimarisiko i arealplanleggingen kan vi unngå å bygge ut i områder som er eksponert for fremtidige hendelser og derigjennom påvirke konsekvensene av hendelsene. I allerede utbygde områder kan vi gjennomføre sikringstiltak eller ha forhøyet beredskap for å redusere konsekvensene.

Innenfor rammene av forenklet standard økonomisk teori kan man se for seg at beslutningstakeren har to valg, iverksette et risikoreducerende tiltak eller ikke iverksette tiltaket. Gangen er at beslutningstaker først vurderer om forebyggende tiltak skal iverksettes og i neste runde får man vite om hendelsen inntreffer eller ikke. Utfallet avhenger av om beslutningstaker iverksetter et forebyggende tiltak og om hendelsen som beslutningstaker kan velge å forebygge mot inntreffer, se Tabell 3.1. Tabellen viser at eksempelet kan lede til fire forskjellige utfall.



Tabell 3.1 Beslutningen om å iverksette forebyggende tiltak kan resultere i fire utfall

	Ingen hendelse	Hendelse inntreffer
Ikke gjøre noe	Utfall 1 – Beslutningstaker iverksetter ikke tiltak og hendelsen inntreffer ikke.	Utfall 2 – Beslutningstakeren iverksetter ikke tiltak og hendelsen inntreffer.
Iverksette forebyggende tiltak	Utfall 3 – Beslutningstaker iverksetter tiltak og hendelsen inntreffer ikke.	Utfall 4 – Beslutningstakeren iverksetter tiltak og hendelsen inntreffer.

Ifølge standard økonomisk teori, forutsatt at det forebyggende tiltaket i seg selv ikke utløser nytte, står beslutningstaker overfor valget om å ta en forebyggende investering med en kostnad  $I$  i dag som gir:

- Null avkastning hvis hendelsen ikke inntreffer.
- Redusert skadekostnad hvis hendelsen inntreffer.

Hvis vi forutsetter at den reduserte skadekostnaden ved hendelse som kan oppnå med tiltaket uttrykkes som  $\Delta C$  må forventet avkastning på investeringen, altså sannsynligheten for at hendelsen inntreffer multiplisert med  $\Delta C$ , være større enn kostnaden ved å iverksette det forebyggende tiltaket  $I$ . Hvis vi uttrykker sannsynligheten for at hendelsen inntreffer for  $p$  må  $p\Delta C > I$  for at investeringen er en lønnsom investering. Siden sannsynligheten  $p$  i klimarisiko-sammenhenger ofte er en ukjent størrelse har vi fått frem poenget om et det ikke finnes et entydig fasitsvar på om man bør forebygge eller ikke forebygge.

I praksis vil investeringen i det forebyggende tiltaket tas på ett tidspunkt, mens hendelsen kan oppstå på et senere tidspunkt. Basert på at klimaendringene kan øke sannsynligheten for at hendelsen inntreffer og skadeomfang av hendelsen (hvis den inntreffer) er det nærliggende å vurdere utviklingen i årlig sannsynlighet og skadekostnader ved eventuelt hendelse. Når man skal sammenligne virkninger som inntreffer på ulike tidspunkt, bruker man en beregningsmetode som kalles nåverdimetoden. Det innebærer å diskontere alle fremtidige kostnader og nyttevirksomheter med en kalkulasjonsrente. Da blir alle størrelser uttrykt i dagens verdi, altså nåverdien. For eksempel er verdien av 100 kroner i dag høyere enn 100 kroner noen år frem i tid.

Ut over at sannsynligheten for at hendelsen inntreffer er ukjent er det flere forhold som kan komplisere beslutningen ytterligere:

- Sannsynligheten for at hendelsen inntreffer kan være ukjent.
- Skadekostnadene ved hendelse, både med og uten tiltak, kan være ukjent.
- Det forebyggende tiltaket kan påvirke sannsynligheten for at hendelsen inntreffer.
- Tiltaket i seg selv kan utløse nytte- og kostnadsvirkninger utover risikoreduksjonen, som kan være vanskelige å prissette.
- Standard økonomiske analyser ivaretar ikke risikoaversjon.

## 4 Samfunnsøkonomiske virkninger

Hovedformålet med samfunnsøkonomiske analyser er å klarlegge, synliggjøre og systematisere konsekvensene av tiltak og reformer før beslutninger fattes. Slike konsekvenser omfatter blant annet kostnader som belastes offentlige budsjetter, inntekts- og kostnadsendringer for private husholdninger og privat næringsliv, i tillegg til virkninger for miljø, helse og sikkerhet.

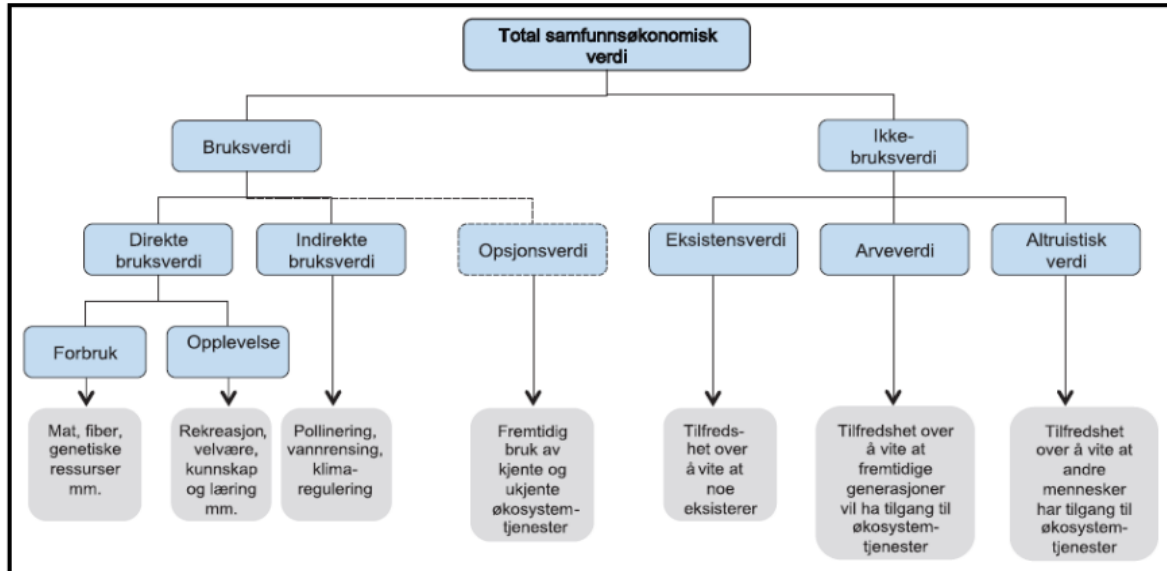
### 4.1 Hva er en samfunnsøkonomisk virkning?

Formålet med samfunnsøkonomisk analyse er å sikre effektiv allokering av samfunnets begrensede ressurser. Analysene bygger på velferdsøkonomiske prinsipper, hvor samfunnets verdi av et tiltak er summen av positive (nytte) og negative (kostnader) virkninger på menneskers velferd. Vi kan skille mellom *konsekvens* som en fysisk endring som oppstår, for eksempel et skred som påvirker en kommunal vei, slik at deler av den blir ødelagt og stengt for trafikk. Samfunnsøkonomiske *virkninger* som følger av en slik konsekvens inkluderer kostnader for å rydde og reparere veien, økt reisetid for trafikanter og andre transportbrukere på veien (f.eks. ved omkjøring) og eventuelle andre materielle skader og tapte liv. Virkninger vil oppstå både i nullalternativet (referansebanen), som følge av klimaendringer, og som følge av tiltak.

Samfunnsøkonomiske virkninger omfatter bredt. I tillegg til virkninger gjennom goder og tjenester omsatt i markeder eller på annen måte prissatt, så vil det i denne konteksten også være relevant med virkninger som ikke er prissatt. Dette inkluderer virkninger som oppstår ved at muligheten for å bruke ulike goder eller ved at det påvirker godene i seg selv. For eksempel vil naturbaserte løsninger, som for eksempel åpne et bekkedrag, kunne øke fordrøyning, men også gi bedre utsikt for beboere og andre som ferdes i nærheten eller gi økte rekreasjonsmuligheter. I tillegg de mer fysiske og direkte kostnadene, kan økt naturfare skape en økt opplevelse av utrygghet for innbyggere og andre enkeltpersoner (P). Denne er løsere knyttet til endringen frekvens / sannsynlighet for naturfarehendelse, siden det er personers *oppfatning* av denne endringen som styrer kostnadsendringen. Kostnadskategorier som kan oppstå som følge av konsekvenser utløst av klimaendringer oppsummeres i Figur 4.1.

Figur 4.1 oppsummerer ulike samfunnsøkonomiske verdier som normalt ikke synliggjøres i markeder og som klimaendringer og tiltak kan påvirke og dermed skape virkninger. Direkte *bruksverdier* viser til bruk av natur- og kulturgoder, som for eksempel mat produsert i jordbruket («forbruk») eller å bruke skog til rekreasjon («opplevelse»). Indirekte bruksverdier viser til de tjenester som hovedsakelig naturen fyller: ved for eksempel at insekter bidrar til pollinering og myrer bidrar til vannrensing. *Opsjonsverdier* uttrykker at folk kan sette pris på muligheten til å kunne bruke disse i framtiden, selv om de ikke nødvendigvis brukes i dag. *Ikke-bruksverdier* viser til at folk kan sette pris på vissheten om at natur, kultur eller annet eksisterer og vil eksistere, for egen del («eksistensverdi»), for andres del («altruistisk verdi») og for framtidige generasjoner («arveverdi»). For eksempel vil en person kunne ha en tilfredshet ved å vite at det finnes hval i norske farvann, selv om den ikke har sett eller har planer om å se dyrene selv.

Figur 4.1 Total samfunnsøkonomisk verdi av natur- og kulturgoder, basert på NOU (2013:10)



Kilde: UNDRR (2015); Kvernevik (2022)

## 4.2 Hvilke samfunnsøkonomiske virkninger er vurdert

I prinsippet skal alle virkninger av betydning inkluderes i samfunnsøkonomiske analyser. I praksis vil ulike virkninger i ulik grad kunne kvantifiseres og inkluderes i analysen, og noen vil måtte vurderes og omtales som ikke-prissatte virkninger.

En overordnet kostnadsfunksjon kan hjelpe oss for å forstå og drøfte virkninger som kan følge av klimaendringene ( $\Delta C$ ), fordelt på kommuneorganisasjonen ( $K_c$ ), kommunens innbyggere ( $I_c$ ) og andre ( $A_c$ ). Kostnadene kan vurderes for naturfarehendelser ( $i$ ) avgrenset til et geografisk område eller hele kommunen. I vår overordnede kostnadsfunksjon defineres *endringen* i kostnader av endringen i frekvens eller sannsynlighet for naturfarehendelsene ( $\Delta F$ ).

$$\Delta C_i = (Kc_i + Ic_i + Ac_i)\Delta F_i + P$$

I tillegg de mer fysiske og direkte kostnadene, kan økt naturfare skape en økt opplevelse av utrygghet for innbyggere og andre enkeltpersoner ( $P$ ). Denne er løserer knyttet til endringen frekvens / sannsynlighet for naturfarehendelse, siden det er personers *oppfatning* av denne endringen som styrer kostnadsendringen. Kostnadskategorier som kan oppstå som følge av konsekvenser utløst av klimaendringer oppsummeres i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Kostnader av klimaendringer, fordelt på kommunen, innbyggere og andre

Aktør	Kostnad
Kommunen ( $K_c$ )	Tidsbruk ved hendelser
	Reparasjoner ved materielle skader
	Erstatninger
Innbyggere ( $I_c$ )	Tap av liv og helse
	Skadet bolig og eiendeler
	Strømbrudd

	Brudd på vann- og avløpsnett
	Vegstenging (omkjøring, forsinkelser)
	Tapte rekreasjonsmuligheter
	Opplevd utrygghet
<b>Andre offentlige aktører (Ac)</b>	Tidsbruk ved hendelser
	Reparasjoner ved materielle skader
<b>Næringsliv (Ac)</b>	Skade på bygninger
	Vegstenging (avhengig av vareverdi, forsinkelse og uforutsigbarhet)
	Strømbrudd
	Redusert produksjon

Virkningene dekket i vår tilnærming er i stor grad sammenfallende med de FNs rammeverk for katastrofe-forebygging (Sendai) er rettet mot, se tekstboks under. Slik vi forstår det er rammeverk vårt i større grad fokusert på å inkludere kommunene og andre offentlige aktører direkte kostnader ( $K_C$  og  $A_C$ ), mens Sendai-rammeverket er bredere og inkluderer også mål og arbeidet utover samfunnsøkonomiske virkninger.

#### Boks 4.1 Sendai-rammeverket

Sendai-rammeverket er FNs rammeverk for katastrofe-forebygging. Rammeverket setter fire prioriteringer for å redusere dagens og framtidig risiko: (i) forstå katastroferisiko, (ii) styrke styring for å håndtere katastroferisiko, (iii) investere i katastrofereduksjon for økt håndteringsevne (resiliens), og (iv) forbedre beredskap for effektiv respons, og «Build Back Better». Rammeverket integrerer økonomiske, strukturelle, lovmessige, sosiale, helsemessige, kulturelle, utdanningsmessige, miljømessige, teknologiske, politiske og institusjonelle virkemidler i samfunnsplanlegging og utvikling, samt økt beredskap for respons og gjenoppbygging.

Videre settes det syv globale mål for å redusere konsekvensene av katastroferisiko, og som skal brukes av land til å rapportere på:

- A. Redusere dødelighet ved hendelser og katastrofer innen 2030, målt i gjennomsnittlig antall omkomne per 100.000 innbyggere for perioden 2020-2030 sammenlignet med 2005-2015.
- B. Redusere antall berørte mennesker ved hendelser og katastrofer globalt innen 2030, målt i gjennomsnittlig antall berørte per 100.000 innbyggere for perioden 2020-2030 sammenlignet med 2005-2015.
- C. Redusere økonomiske tap som følge av uønskede hendelser som andel av BNP innen 2030 (tap for landbruket og skader og ødeleggelse på fysisk kapital, boliger, kritisk infrastruktur og kulturarv).
- D. Redusere bortfall av kritisk infrastruktur og kritiske samfunnsfunksjoner, herunder utdanning og helse, innen 2030.
- E. Øke antall land som har nasjonale og lokale strategier for samfunnssikkerhet innen 2020.
- F. Øke internasjonalt utviklingssamarbeid gjennom formålstjenlig og bærekraftig bistand som støtter opp om landenes egne planer for implementering av dette rammeverket innen 2030.
- G. Styrke systemer for (tidlig) varsling og risikoinformasjon til befolkningen innen 2030.

Målene A.-D. dekker de samfunnsøkonomiske virkningene som kan følge av naturfarehendelser, og som også denne rapporten er rettet mot å dekke.

## 5 Metodisk tilnærming og beregningsforutsetninger

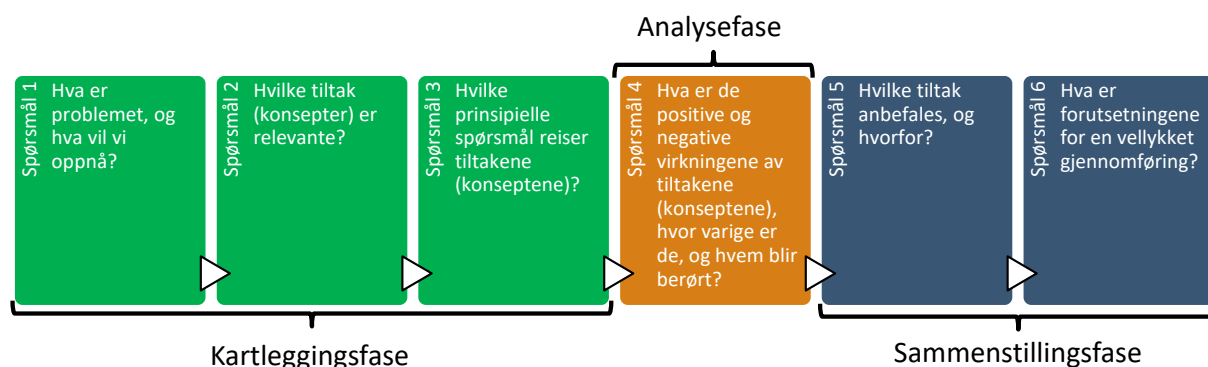
Den samfunnsøkonomiske analysen gjennomføres i tråd med anbefalinger fra Finansdepartementets rundskriv R-109/21 og utredningsinstruksen. Analysen skal kartlegge, synliggjøre og systematisere konsekvensene av tiltaket, sammenliknet med nullalternativet.

### 5.1 Kort om samfunnsøkonomiske analyser

Offentlige ressurser er knappe og det er konkurranse om tilgjengelige midler til ulike formål. Det er derfor viktig at prioriteringer mellom ulike formål, enten de foretas på administrativt eller politisk plan, er velbegrunnede og gjennomtenkte.

I tråd med utredningsinstruksen, se figur 2.1, skal tiltakene som vurderes være løsninger på et konkret problem. Alle relevante tiltak som kan løse problemet bør inngå i analysen. Ved å innlemme alle relevante tiltak i analysen sikrer man at de faktiske avveiningene man står overfor i valget om hvordan man skal løse problemet blir synliggjort.

Figur 5.1 De seks spørsmålene i utredningsinstruksen



Et av formålene med en samfunnsøkonomisk analyse er å kartlegge, synliggjøre og systematisere konsekvenser av tiltak og reformer før beslutninger fattes. Slike konsekvenser omfatter for eksempel kostnader som belastes offentlige budsjetter, investeringskostnader, miljøgevinster og andre velferdsvirkninger. Samfunnsøkonomisk analyse er en måte å systematisere informasjon på. De viktigste forutsetningene for rangering av ulike alternativer bør i størst mulig grad synliggjøres.

En nytte-kostnadsanalyse bygger på en beregning av prissatt nytte og kostnader av tiltaksalternativene, sammenliknet med situasjonen hvis tiltak ikke gjennomføres (nullalternativet). Den prissatte nettoytten suppleres med verbal beskrivelse og eventuelle fysiske indikatorer for ikke-prissatte virkninger.

Dersom den prissatte nytten overstiger kostnadene, og det ikke er vesentlige negative ikke-prissatte virkninger, vurderes et tiltak å være samfunnsøkonomisk lønnsomt. At et tiltak er samfunnsøkonomisk lønnsomt vil ikke si at det er det beste tiltaket. Det kan finnes andre tiltak som løser problemet man ønsker å løse på en bedre måte. Hvis ikke alle relevante tiltak er med i vurderingen kan man heller ikke være sikker på at det lønnsomme tiltaket er det tiltaket med høyest lønnsomhet.

## 5.2 Beregningsforutsetninger

Beregningsforutsetningene i denne analysen bygger på anbefalingene i Finansdepartementets rundskriv «Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.», R-109/21 (Finansdepartementet, 2021). Tabell 5.1 gir en oversikt over beregningsforutsetningene lagt til grunn for analysen. I analysen legger vi, i tråd med standardiserte forutsetninger, til grunn risikonøytralitet. I den avsluttende diskusjonen vurderer vi nærmere hvordan risikoaversjon slår ut på samfunnsøkonomisk lønnsomhet.

Tabell 5.1 Beregningsforutsetningene i analysen

Parameter	Forutsetning
Kalkulasjonsrente	4 prosent per år de første 40 år, 3 prosent per år fra 40 til 75 år og 2 prosent per år etter 75 år.
Sammenstillingsår (første beregningsår)	2025
Bygge- og anleggsperiode	2022-2024
Kroneverdi	2022
Levetid	75 år
Analyseperiode	75 år

Kilde: Menon Economics

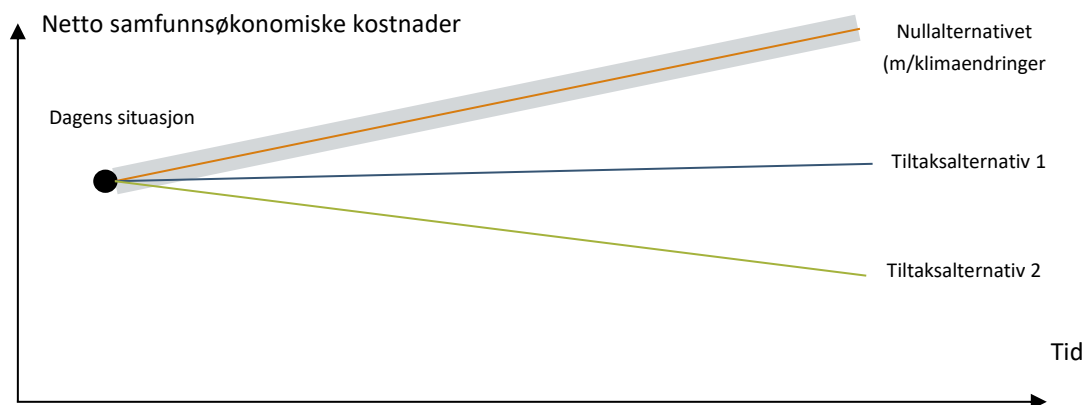
I en samfunnsøkonomisk analyse med tiltak i form av reguleringer, skal man ifølge Finansdepartementet (2021) vurdere hvor langt inn i fremtiden tiltaket vil ha vesentlige virkninger. Hvor lenge tiltakene kan forventes å ha vesentlige virkninger er usikkert. Vi har i analysen valgt å sette analyseperioden til 75 år, samtidig som vi vurderer konsekvensen av å endre analyseperioden til 100 år gjennom en følsomhetsanalyse.

Årsaken til at vi har valgt å legge til grunn en analyseperiode på 75 år i vår hovedberegning er todelt. For det første er prinsippet for fastsettelsen av analyseperiode at den skal settes lik økonomisk relevant levetid. Den økonomisk relevante levetiden løper så lenge tiltaket gir økonomiske interessante effekter. Basert på at klimaendringene er langvarige og tiltakene som iverksettes potensielt kan utløse nytte i 100 til 150 år. Isolert sett trekker det i retning av at analyseperioden høyt. Samtidig bør man vurdere nytte av å fremskaffe informasjon om små størrelser veies opp mot kostnaden ved å skaffe dem. Med en antatt nyttestrøm med lik nominell årlig avkastning og anbefalt diskonteringsrente utgjør veier effekter etter 75 år mindre enn 5 prosent av sin nominelle størrelse. Slik sett gir det liten mening å sette analyseperioden høyere enn 75 år. Vi har imidlertid valgt å vise hvordan det slår ut hvis analyseperioden settes til 100 år i følsomhetsanalysen (se kapittel 6.7 og 7.7).

## 5.3 Spesielt om nullalternativet

For å vurdere kostnader og nyttevirksomheter må dette sammenlignes med noe: nullalternativet. Nullalternativet er her en framskrivning av dagens situasjon til en framtidig, hypotetisk situasjon *uten* tiltakene som vurderes. Det legges til grunn dagens tiltak- og virkemiddelbruk (dagens politikk), men andre aspekter relevant for resultatene framskrives. Særlig relevant er konsekvenser av klimaendringene (som angir endring i ytre påkjenning) og framskrivinger av befolkning og økonomi (som angir hvilke verdier som er eksponert for påkjenningen). Det er viktig å påpeke at nullalternativet altså er en framskrivning, også ofte kalt referansebane eller «business as usual», ikke dagens situasjon. Figur 5.2 illustrerer dette.

Figur 5.2 Illustrasjon av sammenligningsgrunnlaget for analysene



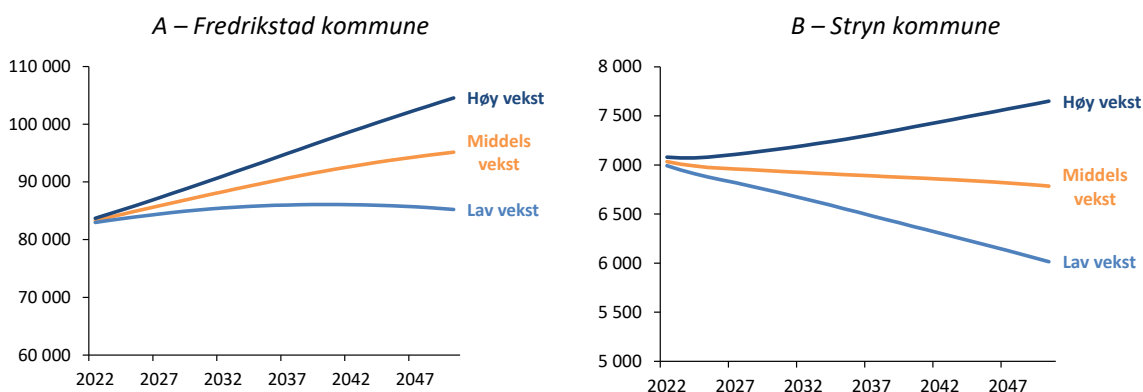
For framskrivingene av klimaendringer, legger vi til grunn de fylkesvise klimaprofilene,<sup>6</sup> publisert av Norsk klimaservicesenter (se også Hanssen-Bauer m.fl. 2015). Disse drøfter og vurderer hva vi kan forvente av konsekvenser som økning i årsnedbør, kraftigere og hyppigere episoder med styrtregn, økt temperatur og større og flere regnflommer. Klimaendringene avhenger både av klimagassutslipp og hvilken tidshorisont man velger for vurderingen. Usikkerheter knyttet til menneskeskapt utslipp er grunner særlig i framtidig økonomisk aktivitet, befolkningsutviklinger, valg av energi-kilder og energieffektivitet. Det er også store usikkerheter knyttet til klimaframskrivinger for ett utslippsscenario. Manglende kunnskap om naturlige klimavariasjoner, samt klimasystemets følsomhet kan også være kilder til feil. Klimamodellene inneholder i seg selv flere begrensninger og usikkerheter. Ved å bruke flere klimamodeller sammen, tas det høyde for disse usikkerhetene, hvor det kan beregnes både middelerverdier og spredning av resultatene. Median-ram-skrivingene gir 50-persentilet, altså resultatet som er "midt på" dersom resultatene sorteres i stigende rekkefølge.

I vurderingene våre er det lagt til grunn medianfram-skrivingene for utslippsscenario "RCP8.5" (Hanssen-Bauer m.fl., 2015). RCP8.5 er det utslippsscenariet hvor det antas at utslippene av klimagasser fortsetter å øke helt fram til slutten av århundret, såkalt "business as usual". Vi beskriver bruken av dette nærmere i hvert av case-beskrivelsene.

For befolkningsvekst har SSB utviklet befolkningsframskrivinger frem til 2050 på kommunenivå, for flere alternativer. Legger vi til grunn middelalternativet i de to kommunene, vil befolkningen samlet sett øke med 14 prosent i Fredrikstad kommune og reduseres med nesten 4 prosent i Stryn kommune, se Figur 5.3. I følsomhetsanalysen ser vi nærmere på hvordan høy og lav vekst påvirker den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av tiltakene.

<sup>6</sup> <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om> [22.03.22].

Figur 5.3 Befolkningsprognoser i Fredrikstad og Stryn



Kilde: Statistisk sentralbyrå

Kostnad og nyttevirkninger anslått og drøftet angis i dagens kroneverdi, i henhold til gjeldende retningslinjer (Finansdepartementets rundskriv R-109/21). Størrelsen på virkninger knyttet til tid, liv eller helse skal imidlertid justeres i henhold til BNP-vekst. Rundskrivet spesifiserer at dette skal prisjusteres med forventet vekst i BNP per innbygger i siste tilgjengelige Perspektivmelding fra Finansdepartementet. Meld. St. 14 (2020–2021) angir en vekst på 0,9 prosent per innbygger. I våre analyser ville det også vært relevant å benytte anslag på økonomisk vekst i å vurdere utviklinger i verdier sårbare for klimaendringer. Vi har ikke gått nærmere inn på dette i forprosjektet.

Andre framtidige utviklingstrekk av relevans for nytte- og kostandsvirkninger i et framtidig samfunn, men som vi ikke har eksplisitt vurdert her, inkluderer teknologisk utvikling (f.eks. økt elektrifisering), demografiske endringer (f.eks. eldre og dermed mer sårbare innbyggere) og andre trender (f.eks. økt bruk av hjemmekontor). Slike utviklinger vil kunne påvirke hvilke verdier som er eksponert for klimaendringene og hvor sårbare disse er. Det kan også ha betydning for tiltakskostnader, og bør undersøkes nærmere senere.

## 5.4 Spesielt om vurderinger av de prissatte virkningene

Så langt vi finner det faglig forsvarlig, forsøker vi å verdsette alle relevante nytte- og kostnadsvirkninger. Som følge av at det er knyttet usikkerhet til framtidige tallfestede størrelser og verdsatte virkninger, legger vi til grunn forventningsrette anslag der det er mulig. Dersom vi ikke har tilstrekkelig informasjon til å beregne forventningsverdier vil vi også bruke intervaller eller gjøre eksempelberegninger der det er mulig for å gi et best mulig grunnlag for å vurdere nytte- og kostander. Dette er i tråd med Direktoratet for økonomistyring (DFØ) sin veileder i samfunnsøkonomiske analyser (2018) og Finansdepartementets rundskriv (2021).

De samfunnsøkonomiske kostnadene og nytten er lik verdien av ressursene som bindes opp og frigjøres av tiltaket. Endringene i ressursbruken skal ifølge DFØ (2018) verdsettes etter alternativkostnadsprinsippet, det vil si hva ressursene er verdt i sin beste alternative anvendelse.

For å kunne summere og sikre sammenlignbarhet mellom ulike nytte- og kostnadsstrømmer i den samfunnsøkonomiske analysen, legger vi til grunn nåverdimetoden. Metoden går ut på å omregne de årlige nytte- og kostnadsstrømmene til en nåverdi. Nåverdien er kroneverdien i dag av samlede nytte- og kostnadsvirkninger som påløper på ulike tidspunkt i analyseperioden. I praksis vil det si at framtidige virkninger diskonteres ved å benytte en kalkulasjonsrente. Kalkulasjonsrenten uttrykker det offentlige avkastningskrav av investeringen per år og er satt lik 4 prosent de første 40 årene, som vist i Tabell 5.1.



## 5.5 Spesielt om vurdering av de ikke-prissatte virkningene

Ikke-prissatte virkninger er alle virkninger på folks velferd som ikke inkluderes i samfunnsøkonomisk analyse med en kroneverdi. Ofte refereres det til disse som fagtemaene innenfor Statens vegvesens håndbok V712 (Statens vegvesen 2021): landskapsbilde, friluftsliv og by- og bygdeliv, naturmangfold, kulturarv og naturressurser, men det inkluderer også andre virkninger som eventuelt ikke vil falle innenfor disse eller de prissatte virkningene, for eksempel endret samfunnsikkerhet. Ikke-prissatte virkninger er altså både relevant for nullalternativet og som virkninger i tiltaksalternativene.

En måte å tilnærme seg ikke-prissatte virkninger på i samfunnsøkonomisk analyse er å anslå antallet personer som berøres, i hvilken grad de påvirkes og indikasjoner enhetsverdien til påvirkningen eller verdiene påvirket (Ulstein m.fl., 2020). For eksempel, en meta-studie av (hovedsakelig nordamerikanske) verdsettingsstudier av ulike friluftslivsaktiviteter gir anslåtte konsumentoverskudd ofte i spennet 100-1000 kr per rekreasjonsdag, avhengig av studie og aktivitet (Rosenberger m.fl., 2017). Dersom et tiltak gir noe bedre mulighet for rekreasjon i nærområdet, anslagsvis 200 flere rekreasjonsdager i året, og det ikke var noen «ikke-prissatte verdier» ved området i nullalternativet, vil en kunne drøfte andre, ikke-prissatte nyttevirkinger med utgangspunkt i indikativt 20 000- 200 000 kr i årlig økt nytte.

## 6 Forebygging mot kjelleroversvømmelser i Kongsten Hageby i Fredrikstad kommune

I utredningen har vi sett nærmere på verdien av å forebygge for kjelleroversvømmelser som følge av ekstremregn i Kongsten Hageby i Fredrikstad. Vi finner at uten forebyggende tiltak utgjør den forventede årlige kostnaden mellom 300 000 og 400 000 kroner per år. Kostnadene skyldes både mulige ekstremregnhendelser med påfølgende kjelleroversvømmelser og kostnaden av at beboerne føler på en utrygghet for at det kan skje (selv om det ikke skjer). Basert på vurdering av virkninger av fem tiltakspakker finner vi at fire av disse er lønnsomme i vår hovedberegning. Den mest lønnsomme tiltakspakken omfatter å gjøre om veiene i Kongsten hageby til flomveier. I vår hovedberegning utløser dette tiltaket et nytte-kostforhold på mellom 1,5 og 2,1. Konklusjonen er robust for endrede forutsetninger. Det betyr at for hver krone som benyttes på forebygging vil man få mellom 1,5 og 2,1 kroner tilbake. Hovedårsaken til at dette tiltaket er så lønnsomt skyldes at veiene i området uansett skal rehabiliteres, slik at store deler av tiltakskostnaden ikke kan tilskrives å gjøre veiene til flomveier.

### 6.1 Innledende beskrivelse

Fredrikstad er Norges syvende største kommune målt etter antall innbyggere, med omtrent 82 000 innbyggere. De to byene Fredrikstad og Sarpsborg regnes ofte som det samme tettstedet – dobbeltbyen Fredrikstad-Sarpsborg. Byen i Fredrikstad kommune ligger ved kysten og ved Glommas utløp, omtrent 100 km sør for Oslo. Fredrikstad har, sammenlignet med vår andre case-kommune Stryn, vesentlig mindre kupert terreng – den høyeste toppen er Østento på 119 moh. Dagens bysentrum ligger på vestsiden av Glomma. Gamlebyen, som ligger på østsiden, er i dag regnet som Nord-Europas best bevarte festningsby, og innehar altså kulturarv av nasjonal og internasjonal betydning.

Fredrikstad kommunes økonomiplan og budsjett for 2022 beskriver at «Bystyrets visjon er å skape et samfunn med like muligheter for alle og som tar klimaendringene på alvor» (Fredrikstad kommune, 2021). Å arbeide mot en slik visjon vil kunne nødvendiggjøre tøffe prioriteringer, med tanke på den innsatsen som kan være nødvendig.

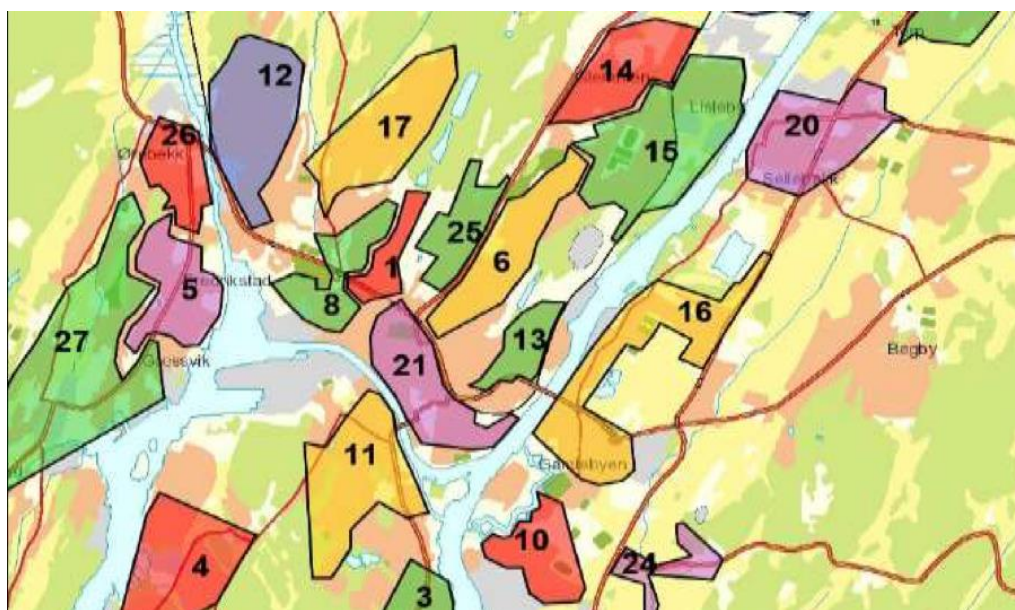
Fredrikstad kommune er en kommune med positiv befolkningsvekst, men samtidig blir befolkningen stadig eldre. Andelen av befolkningen over 65 antas å overta andelen av befolkningen som er under 19 for første gang rundt 2026. Dagens omsorgstjenester kan ikke skaleres på en bærekraftig måte og fokuset må endres fra pleie- og omsorg til mestring og (re)habilitering. Videre har reduserte overføringer over statsbudsjettet redusert det økonomiske handlingsrommet til kommunen. Budsjettet for 2022 fremstår som stramt – det vektlegges allerede i budsjettdokumentets innledning at det ikke er «anledning til å gå utover planlagte rammer uten behandling og avklaring fra overordnet ledelse». Fredrikstad var inkludert i Register om betinget godkjenning og kontroll (ROBEK) fra 2002 til 2007.

For perioder på fire år utformer Fredrikstad kommune «Styringsdokument for kommunens beredskapsarbeid». Sivilbeskyttelsesloven med tilhørende forskrift om kommunal beredskapsplikt gir kommunen det generelle og grunnleggende ansvaret for å ivareta befolkningens sikkerhet og trygghet, og er det sentrale lovverket som kvitteres ut med dette styringsdokumentet. Alle andre dokument som omhandler beredskapsarbeid i kommunen, kommer inn under styringsdokumentet som vedlegg. Dette inkluderer Fredrikstad kommunes overordnede risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse). ROS-analysen danner grunnlag for utarbeidelse av

tiltaksplaner og beredskapsplaner som igjen kan utrede behov for øvelser og evalueringer. Klimaendringer nevnes allerede under redegjørelse for forutsetninger og avgrensning i Fredrikstads gjeldende ROS-analyse. Her påpekes det at klimaendringer gjør at man i fremtiden må legge større vekt på naturhendelser generelt. Når det er sagt, så kvalifiserer ikke klimaendringer i seg selv for å bli tatt med i ROS-analysen, men flere av de hendelsene som er omtalt i ROS-analysen kan få endret risiko som følge av et endret klima. Dette gjelder spesielt for hendelsen «Ekstremvær». Denne hendelsen omfatter sterk vind, stormflo og ekstremnedbør (svært store nedbørsmengder over kort tid).

Avdelingen for Teknisk Drift<sup>7</sup> i Fredrikstad Kommune anser skader fra overvann etter ekstrem nedbør som en av de største utfordringene kommunen står ovenfor. Skadehendelser benyttes aktivt som en del av beslutningsgrunnlaget for hvilke områder som skal prioriteres, illustrert i Figur 6.1.

**Figur 6.1** Prioriteringsområder for Vann og Avløp i Fredrikstad



*Kilde: Fredrikstad Kommune / Ole Petter Skallebakke*

Et område som historisk sett har vært svært eksponert for overvannsproblemer, er syd i Veumdalen, nord i Fredrikstad by. Dette området (område 8 og 17 i Figur 6.1) er del av et forholdsvis stort nedslagsfelt forbundet med Veumbekken. Her er det allerede gjennomført tiltak for å bedre kunne håndtere overvann i fremtiden og dermed redusere skaderisikoen. Det er blant annet lagt nye, oppdimensjonerte vannledninger i det området som er mest utsatt, og det er laget en ny kulvert fra Veumbekken og ut i Seutelva mot vest. Videre er det planlagt å åpne opp 500 meter av den delen av Veumbekken som i dag går i kulvert under Holmegata i Fredrikstad sentrum.

Et annet område som er spesielt utsatt, og som er blant de neste av områdene på tiltakslisten i Fredrikstad kommune, er Kongsten Hageby (område 10 i Figur 6.1). Kombinasjonen av liten helning og grunn av leire gjør området utsatt for overvannsproblematikk i perioder med mye nedbør på kort tid. Den svake helning gjør at vannet ikke renner unna raskt nok og den ikke-permeable leirgrunnen tar ikke til seg overvann. Når det er sagt så er det forholdsvis kort vei til Glomma. Vi har valgt Kongsten hageby som case-område i denne studien, fordi

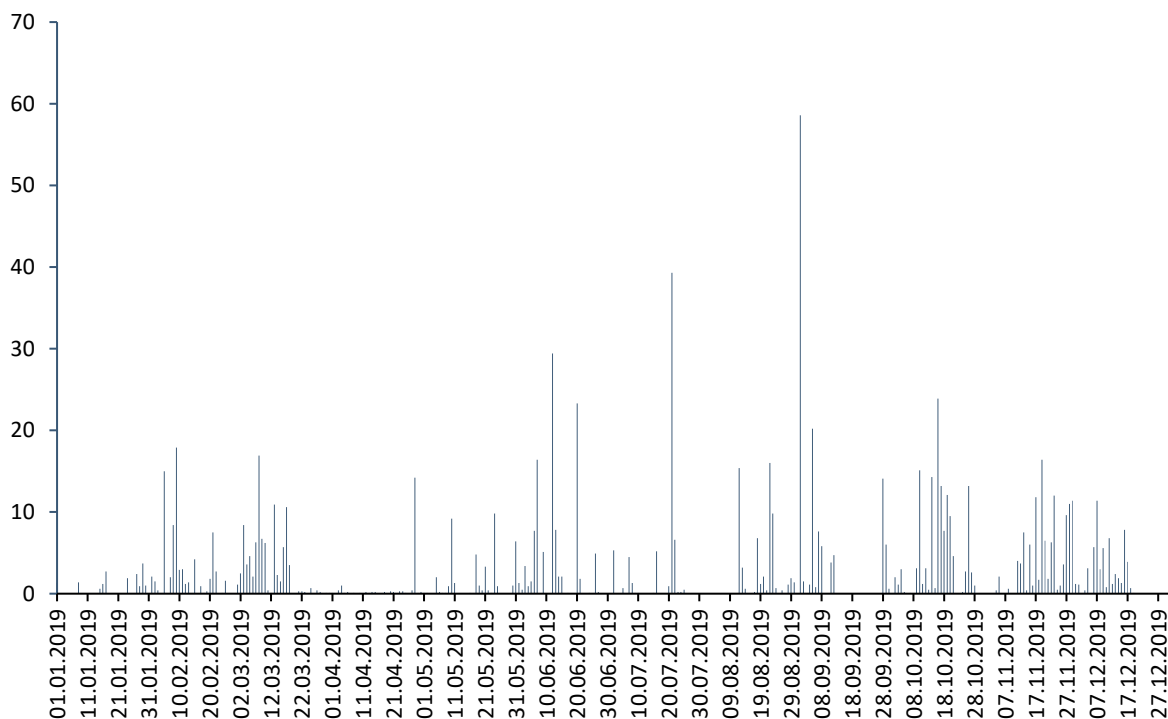
<sup>7</sup> Avdeling for Teknisk Drift omfatter både Vann og Avløp, Vei, Park mm.

det er et område med betydelige boligverdier sårbare mht. økninger i nedbørintensitet og fordi Fredrikstad kommune her vurderer å iverksette tiltak.

## 6.2 Problembeskrivelse og nullalternativ

Den 1. september 2019 ble det i Fredrikstad målt til sammen 58 mm regn over en periode på 3 timer ved Strømtangen Fyr (se Figur 6.2) og 66 mm over en periode på to timer ved Øyenkilen, som er værstasjonene henholdsvis nest nærmest og nærmest Fredrikstad by. Nedbøren førte til store lokale oversvømmelser i byen og 2 400 rapporterte skader. Skadene var svært omfattende for mange av de berørte. De innrapporterte skadene omhandler ofte oversvømmelse og vanninntrenging i kjeller. Totalt for hele perioden anslår fagfolk i Fredrikstad kommune, etter gjennomgang av data fra forsikringsselskapene, at det var snakk om forsikringsutbetalinger på kr 375 millioner kroner i forbindelse med hendelsen, hvor egenandeler ikke er med i beregningen. I tillegg til skadene på privat eiendom ble det rapportert skader på en lang liste kommunale bygninger (se Vedlegg 3) og flere veier kollapset eller sto under vann.

Figur 6.2 Nedbør i millimeter per døgn i 2019 målt ved Strømtangen Fyr utenfor Fredrikstad

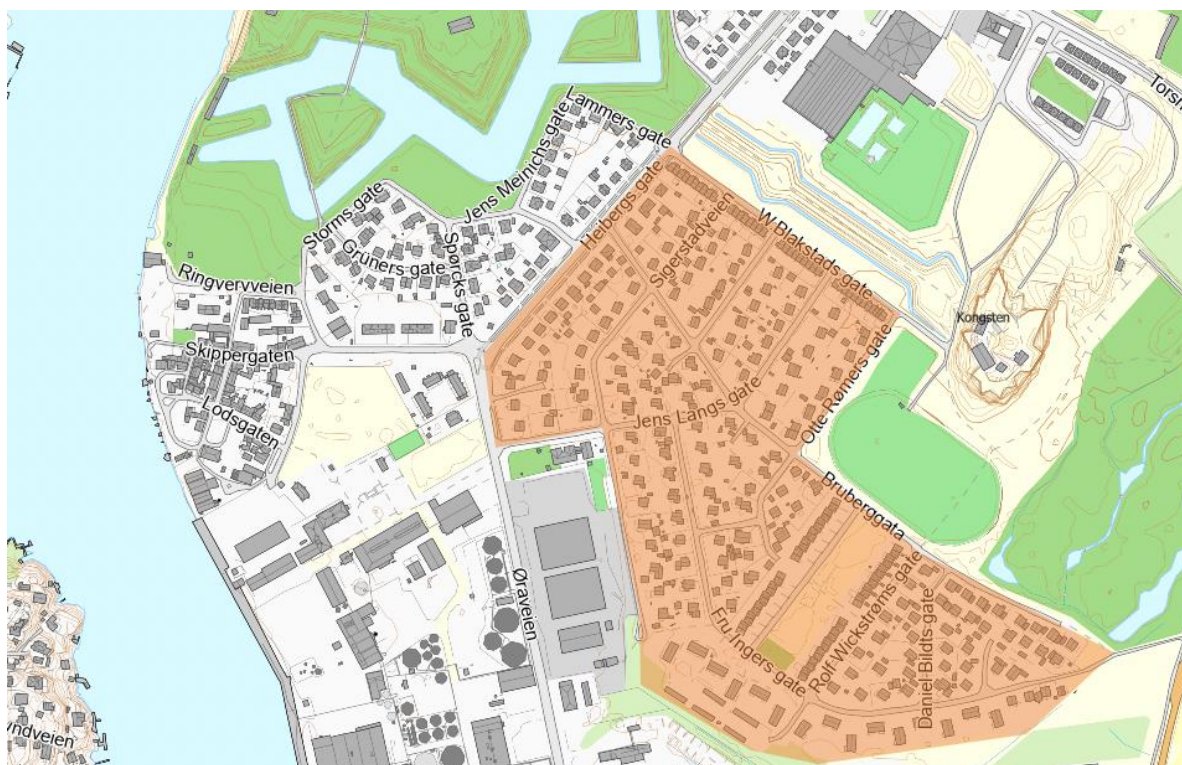


Kilde: Klimaservicesenteret

Caseområdet Kongsten Hageby er illustrert ved kartutsnitt i Figur 6.3. Det aktuelle området ligger på østbredden av Glomma, rett syd for Gamlebyen. Primærområdet er avgrenset til småhusbebyggelsen som ligger innenfor Heibergs gate, W. Blakstads gate, Otte Rømers gate, Bruberggata og det gamle industriområdet til De Norske Fabrikker (DeNoFa) AS. Bebyggelsen mellom Heibergs gate og Gamlebyen, som inkluderer det historisk viktige bygningsmiljøet Vaterland, er ikke en del av analyseområdet og relativt færre registrerte kjelleroversvømmelser. Likevel så kan disse husene være utsatt om fremtiden byr på mer intens nedbør. Av den grunn er disse husstandene inkludert i beregningen av kostnad forbundet med usikkerhet knyttet til mulig fremtidig skade. Dette beskrives nærmere i avsnitt 6.2.2.

Figur 6.3

Kongsten hageby. Mot vest ligger Glomma, på bredden er De Norske Fabrikker (DeNoFa) AS og den gamle trehusbebyggelsen Vaterland. Nord på kartet vollgravene til Gamlebyen. Case-området vårt er all småhusbebyggelse midt på kartet.



Kilde: Fredrikstad kommune

### 6.2.1 Kostnadsframskrivinger

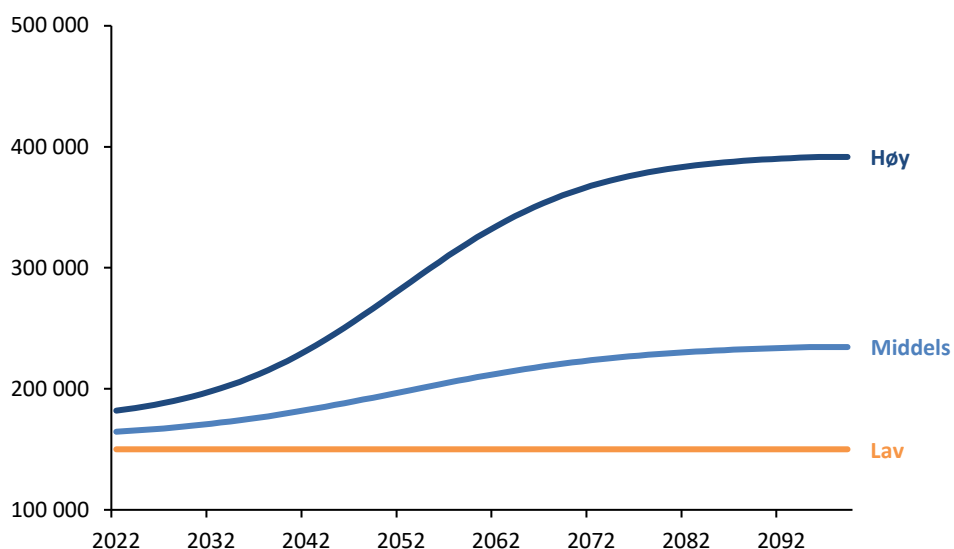
Vi har utformet tre forskjellige prognoser for hvordan skadekostnadene kan utvikle seg i Kongsten Hageby 100 år frem i tid. Disse utgjør til sammen tre forskjellige antagelser for nullalternativet i den samfunnsøkonomiske analysen.

Vi tar utgangspunkt i data på skader sammenstilt av Finans Norge for å anslå gjennomsnittlig forsikringsutbetaling for skader forbundet med ekstremnedbørhendelsen 1. september 2019 i hele Fredrikstad kommune. Fra disse dataene ser vi fra tre relevante kategorier, i de to primære datasett for forsikringssaker. Disse tre kategoriene er skader kategorisert som «Flom» i Norsk Naturskadepool (NASK) og skader kategorisert som «Ytre påvirkning» eller «Stopp i avløp, tilbakeslag» i Vannskadestatistikken (VASK). Gjennomsnittlig forsikringsutbetaling for disse tre kategoriene for skader som inntraff 1. september 2019 i Fredrikstad var henholdsvis 311 000, 145 000 og 186 000 kroner. En gjennomsnittlig skadeutbetaling, vektet for antall skader i hver kategori, ligger på 170 000 kroner. Om skaden anses som en naturskade er egenandelen fastsatt til 8 000 kroner, men i noen tilfeller er skaden å regne som en vannskade og da kan egenandelen være over dobbelt så høy. I tillegg er det vanlig ved slike skader at det gjøres utbedring av bygningsmasse som ikke kommer som ikke er direkte relatert til skaden. Basert på disse antagelsene legger vi til grunn en kostnad på 200 000 kroner for hver vannskade som følge av ekstremregn av liknende art som det av 1. september 2019.

Etter samråd med representanter for vann og avløp i kommunen, anslår vi at ved en hendelse som likner på den i 2019 så kan opptil 150 boligbygninger rammes av kjelleroversvømmelse i Kongsten Hageby. Dette utgjør et totalt skadeomfang på 30 millioner kroner for hele området. Med en antagelse om at 2019-regnet har en

returperiode på 200 år tilsvarer dette en forventet årlig kostnad på 150 000 kroner<sup>8</sup> for hele området. En slik årlig forventet kostnad er illustrert ved den laveste kurven i Figur 6.4. Denne kostnadsframskrivingen er betegnet «Lav» ettersom den fremstår for oss som en nedre skranke for et anslag på fremtidige kostnader ved styrtregn.

Figur 6.4 Forskjellig scenarioer for utvikling i årlig skadeomfang for Kongsten Hageby, målt i 2022-kroner per år



Kilde: Klimaservicesenteret og Finans Norge, bearbejdet av Menon Economics

Ifølge klimaprofilen for Østfold og Oslo/Akershus (Norsk klimaservicesenter, 2017) anbefales en klimafaktor på minst 1,4 for regnskyll med kortere varighet enn 3 timer, 100 år frem i tid. I Kommuneplanens arealdel for Fredrikstad kommune lyder bestemmelsen at en klimafaktor på 1,5 må legges til grunn for all planlegging og dimensjonering av overvannstiltak (Fredrikstad Kommune, 2016). Et slikt påslag betyr at en antar at det kommer 50 prosent mer regn. Utfordringen da er å anslå en konsekvens av en slik økning. I første omgangen antar vi at det er en lineær sammenheng mellom økningen i regn og konsekvensen. Det betyr at vi antar 50 prosent økning i konsekvensene av ekstremnedbørshendelser 100 år frem i tid. En kostnadsprognose som illustrerer dette er gitt ved den midterste kurven i Figur 6.4, markert «Middels». Kostnadsbanen er vesentlig høyere enn den lave, men likevel i tråd med en forholdsvis konservativ klimaframskriving.

Den siste kostnadsframskrivingen er merket «Høy» i Figur 6.4. Denne er betydelig høyere enn de to andre. Om man ser på tabeller for intensitet, varighet og frekvens (IVF) for Fredrikstad ser man at nedbøren som fant sted i byen 1. september 2019, ligger innenfor konfidensintervallet for regn med en returperiode på 100 år. Vi har i denne kostnadsframskrivingen antatt en økning i intensitet og hyppighet over tid, som i scenario «Middels», men med et vesentlig høyere platå. Dette platået reflekterer en økning i konsekvens av økt nedbør på 100 prosent, i tillegg til en kortere returperiode.

## 6.2.2 Kostnad ved utrygghet forbundet med kjelleroversvømmelser

På samme måte som en ofte knytter en verdi til en mulighet, knytter man en kostnad til en usikkerhet. Kostnaden ved usikkerheten forbundet med en mulig fremtidig skade er et viktig velferdstap som ofte ignoreres i forbindelse med samfunnsøkonomisk analyse. Gjennom undersøkelser som bygger på prinsippet om betinget verdsettelse

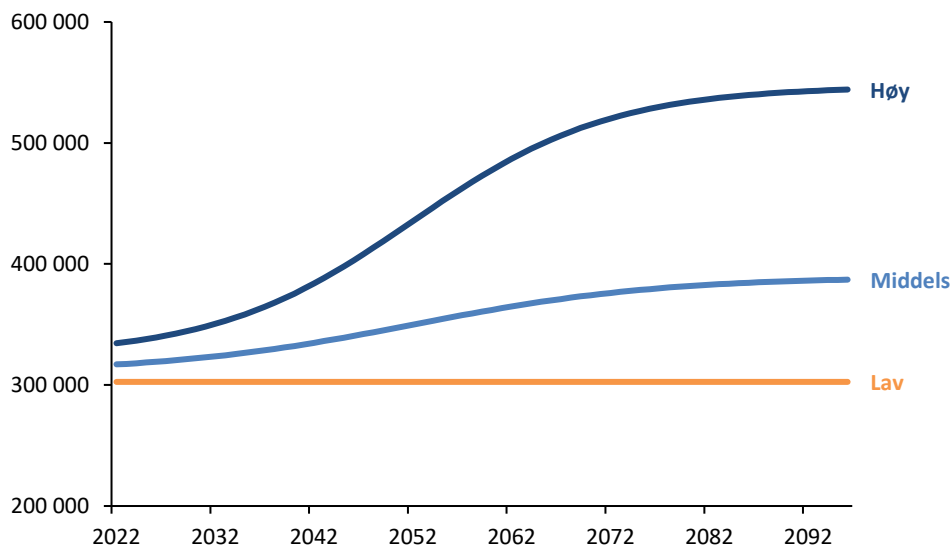
<sup>8</sup> Total skadeutbetaling = Antall Boliger x Forsikringsutbetaling = 150 x 200 000 kroner = 30 millioner kroner.  
Forventet årlig kostnad = Sannsynlighet x Total skadeutbetaling = (1/200) x 30 millioner kroner = 150 000 kroner.

er utrygghet forbundet med en mulig kjelleroversvømmelse prissatt for norske husholdninger (Torgersen & Navrud, 2017). Disse undersøkelsene har avdekket maksimal villighet husholdninger har for å betale for å kvitte seg med utrygghet knyttet til kjelleroversvømmelser fullstendig.

Både husholdninger som er eksponert for urban flom og husstander som er i nærheten av noen som er eksponert har positiv betalingsvilje for å unngå slik usikkerhet. I våre beregninger har vi inkludert disse verdsettingstallene, slik at hver av de 150 eksponerte husstandene i Kongsten Hageby som er direkte eksponert for kjelleroversvømmelse tillegges en ekstra årlig kostnad på 750 kroner. Hver av de 50 husstandene som er i nærheten av de eksponerte husstandene tillegges en ekstra årlig betalingsvilje for å unngå skader på 800 kroner<sup>9</sup>. Dette indikerer et høyere velferdstap blant de som tror at de kan bli påvirket av overvann, sammenliknet med de som faktisk har blitt påvirket. Dette kan forklares ved at folk som har opplevd en oversvømt kjeller finner ut at det ikke var så ille som de trodde, eller at de har gjort tiltak for å begrense konsekvensene av en fremtidig ulykke, som gjør at de bekymrer seg mindre.

I tillegg til at ved et overvannstiltak unngår forventet skade, reduserer man usikkerheten an en mulig skade i tillegg. Dette medfører ekstra nytte av tiltakspakkene vi vurderer. Den samlede kostnaden for nullalternativet, med både forventet skadeomfang og usikkerhet forbundet med kjelleroversvømmelser, er vist for lavt, middels og høyt anslag i Figur 6.5. Neddiskonterte kostnader over 75 år utgjør mellom 7,2 og 9,4 millioner kroner. Det gir forventede årlige kostnader<sup>10</sup> på mellom 300 000 og 400 000 kroner.

**Figur 6.5** Samlede samfunnsøkonomisk kostnader i nullalternativet, målt i 2022-kroner per år



Kilde: Klimaservicesenteret, Finans Norge og Torgersen & Navrud (2017), bearbeidet av Menon Economics

### 6.3 Tiltakspakker som er vurdert

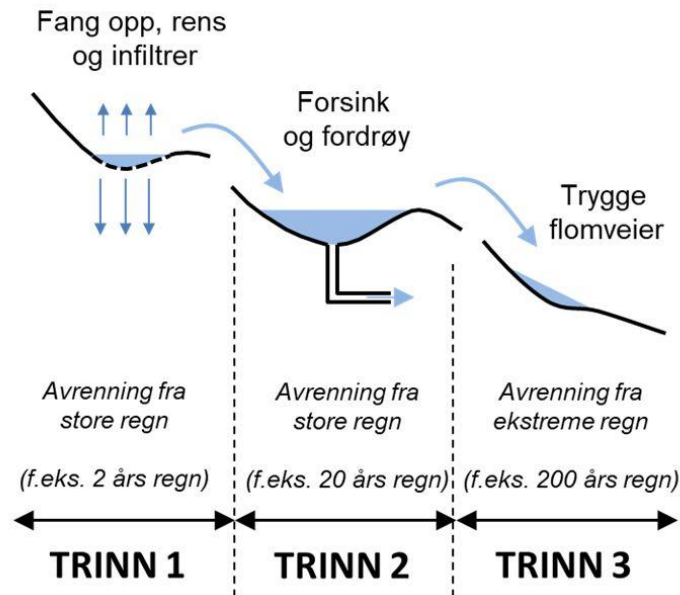
I samråd med ressurspersoner i Fredrikstad kommune har vi konkretisert tre tiltakspakker med formål å redusere risikoen for kjelleroversvømmelser i Kongsten Hageby. Tiltakspakkene er utviklet med bakgrunn i Norsk Vanns tre-trinns strategimodell for overvannshåndtering (Lindholm, 2008), Figur 6.6, som illustrerer hvordan overvann

<sup>9</sup> Disse tallene representerer en empirisk betalingsvilje – Fredrikstad kommune har ingen hjemmel for å kreve inn dette beløpet.

<sup>10</sup> Annuitet.

samles opp og håndteres i forskjellige typer reservoarer. Dette rammeverket illustrerer hvordan små nedbørsmengder kan infiltreres i grunnen, større nedbørsmengder kan fordrøyes og forsinkes, mens for ekstreme nedbørsmengder er det nødvendig med trygge flomveier for å lede vannet trygt videre.

**Figur 6.6** Strategi for håndtering av overvann i tre trinn avhengig av nedbørintensitet

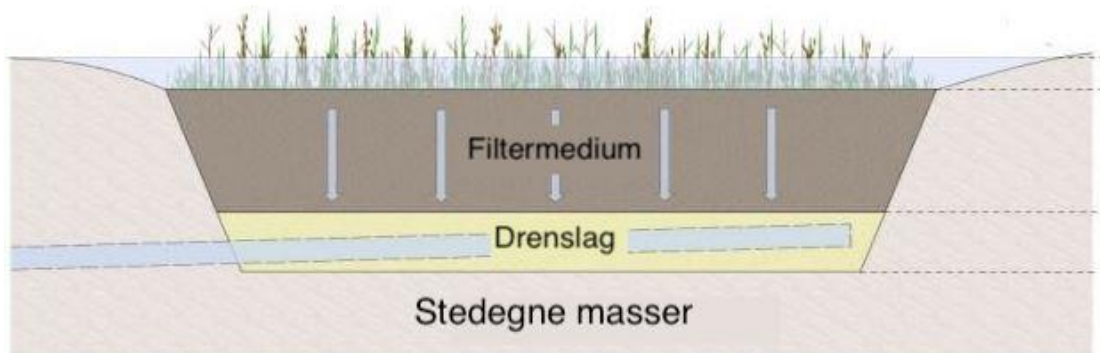


Kilde: Norsk Vann

Tiltakspakkene vurderes hver for seg. Selv om det er interessant og kanskje mest hensiktsmessig å vurdere kombinasjoner av de tre tiltakspakkene vi foreslår, så er kombinert effekt vanskeligere å anslå. Antagelig vil ikke samlet effekt av kombinasjonstiltakspakker være en ren sum av effekten til bestanddelene, så for enkelhets skyld betraktes de derfor i første omgang isolert. Deretter fremstiller vi også en kombinasjon av tiltakspakkene.

### 6.3.1 Tiltakspakke 1: Takvann til terreng og anlegging av regnbed

**Figur 6.7** Illustrasjon av regnbed



Kilde: Paus & Braskerud (2013).

Isolert sett koster ikke tiltaket med å føre takvann til terreng mye og dessuten er det et tiltak som ikke krever noen bestemte ferdigheter. Av denne grunn har flere husstander i området ved eget initiativ koblet



taknedløpene fra felles avløpsnett.<sup>11</sup> Grunnen til at husstandene har gjort dette er antagelig at dreneringen rundt huset, den private stikkledningen eller kommunens avløpsledning i gaten raskt når kapasitet ved et kraftig regnfall. Dette kan derfor føre til hyppigere oversvømte kjellere.

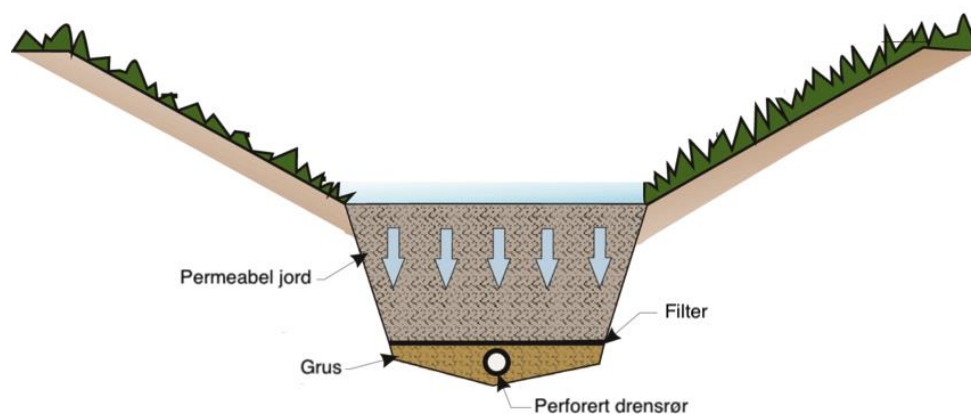
Takvann til terreng alene fører uansett til *mer* overvann og ikke mindre. Derfor mener vi det er hensiktsmessig å kombinere bortledning av takvann til terreng med anleggelse av regnbed, illustrert i Figur 6.7, slik at takvannet flyttes til et annet sted. Regnbed er en beplantet forsenkning i terrenget som tilføres overvann på overflaten. Oppsamlet overvann infiltreres ned i grunnen til grunnvann eller underliggende drensssystem. På denne måten er et regnbeds funksjon å forsinke avrenning fra regnfall på hustakene. Regnbedet tørrlegges etter hvert regnskyll, slik at det står klart til å motta overvann fra neste hendelse.

Ved anleggelse av regnbed er det viktig å gjøre denne anleggelsen slik at en ikke trenger å felle trær eller fjerne annen vegetasjon. Trær og annen vegetasjon kan bidra til å fange opp noe vann ved regnskyll og til å holde grunnvannsnivået relativt sett lavere. Dette kan bidra til at bakken får noe bedre infiltrasjonskapasitet.

Siden denne tiltakspakken avhenger av at noe gjøres på privat eiendom, antar vi at berørte husstander i stor grad retter seg etter de anbefalinger som legges frem av avdeling for vann og avløp i kommunen. Denne tiltakspakken er dimensjonert for å håndtere 17 millimeter nedbør i løpet av en periode på 3 timer, i henhold til intensitets-varighet-frekvens-kurven for nedbør med returperiode på 2 år.

### 6.3.2 Tiltakspakke 2: Veigrøfter, infiltrasjonsgrøfter og «swales»

Figur 6.8 Illustrasjon av en «swale» - kombinert infiltrasjons- og fordrøyningstiltak



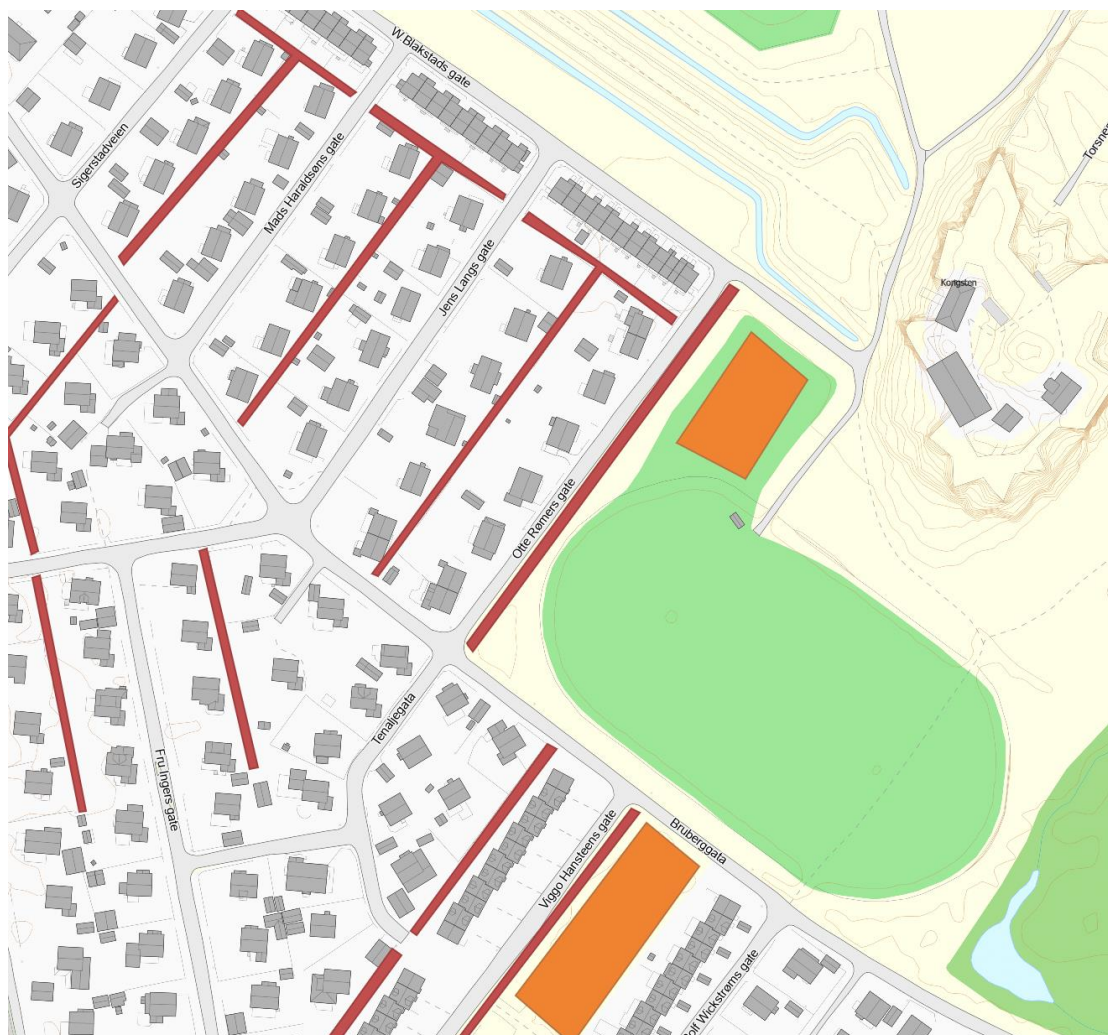
Kilde: Michigan State University

Dette tiltaket er mer omfattende og vektlegger fordrøyning av større mengder overvann, i tråd med trinn to fra Figur 6.6. Denne tiltakspakken kan altså uten hinder kombineres med tiltakspakke 1, for økt effekt. Tiltakspakken inkluderer graving av grøfter langs veier, mellom eiendommer og på åpne grøntarealer. Med antagelse om at nedbør fordeler seg uniformt over området, er det viktig å spre grøftene utover området for å sørge for jevn fordrøyning av vannet. Det er ikke hensiktsmessig med store grøfter eller fordrøyingsbasseng bare noen få steder, spesielt i et område som Kongsten Hageby hvor helningen er liten. Da vil det ta lang tid for overvannet å

<sup>11</sup> På befaring i området har vi observert at flere husstander har koblet takrennene fra felles avløpsnett. Årsaken til hvorfor husstandene har gjort det vet vi ikke.

nå frem til fordrøyningstiltaket og da har skaden allerede skjedd. Planlegging av mindre, små fordrøyningsbasseng vil også redusere konsekvensen av et eventuelt tett drenerør, samt å gjøre det enklere å foreta en stegvis skalering og utbygging. Uansett så kan det være lurt å gjøre en grundigere topografisk kartlegging i kombinasjon med hydrologisk modellering for å avdekke eventuelle lokale områder der vann samles og fordrøyning har størst effekt. Uten å ha gjort en slik studie tror vi likevel det er hensiktsmessig å anlegge spesielle fordrøynings- og infiltrasjonstiltak kalt «Swales» på de grøntområdene som finnes i området, se illustrasjon Figur 6.9. En Swale ser fra overflaten ut som en grunn grøft, men i tillegg bytter man ut masser fra grunnen med permeabel jord og grus som kan holde på mer vann enn den massen som er der naturlig kan. Dette gjelder spesielt for grunnen i analyseområdet, ettersom den er av leire som er lite permeabel. Et aktuelt område for et slikt tiltak er gressplenen mellom Viggo Hansteens gate og Rolf Wickstrøms gate.

**Figur 6.9** Eksempel på områder der det kan være aktuelt å anlegge infiltrasjonsgrøfter i rødt; mellom eiendommer og langs gaten der det er plass. I figurene er det også markert aktuelle områder for å anlegge Swales i oransje, på større ledige grøntområder.



Kilde: Fredrikstad Kommune / Menon

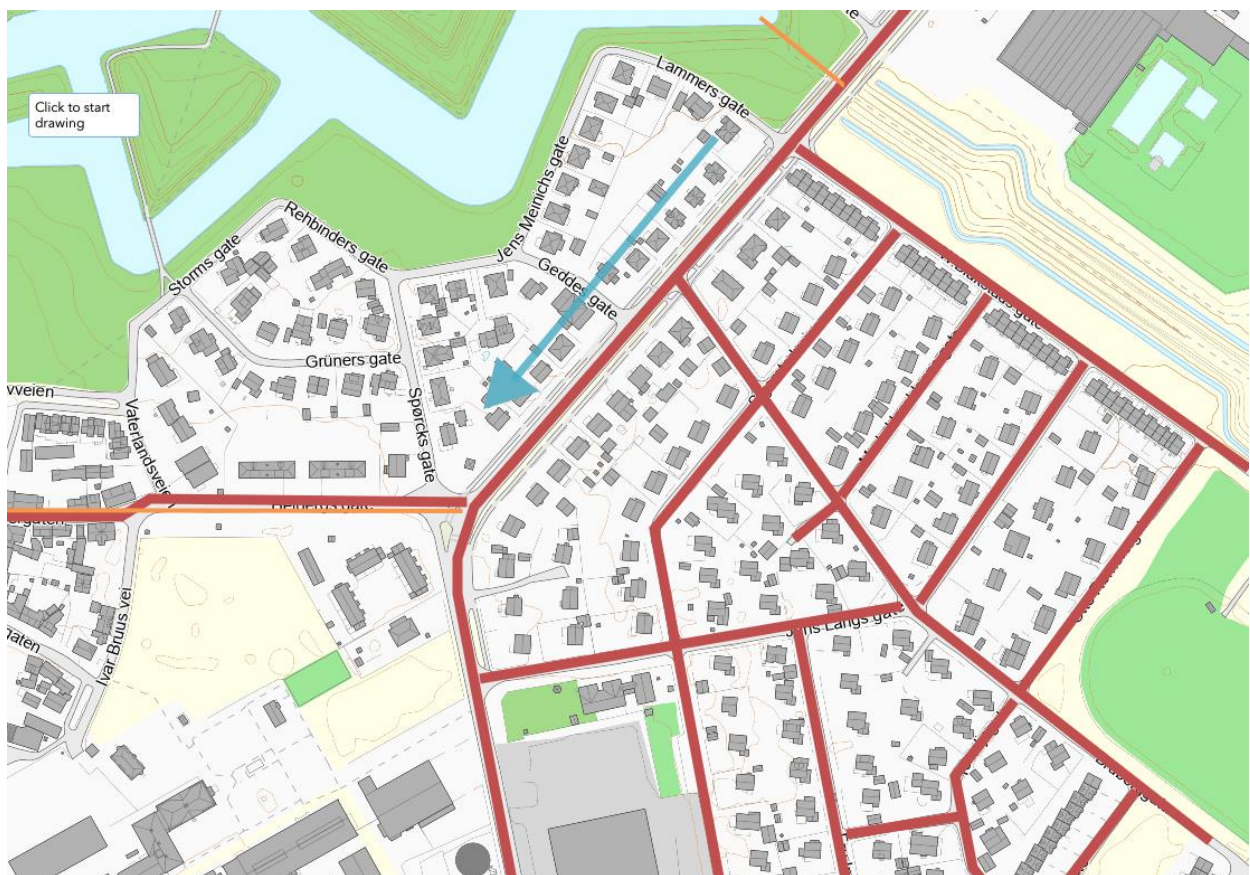
### 6.3.3 Tiltakspakke 3: Vei som flomvei

I de mest ekstreme nedbørstilfellene er trygge flomveier spesielt viktig. Utfordringen i Kongsten Hageby er at det er liten helning i terrenget - til gjengjeld er det kort vei til en stor resipient av vann, nemlig Glomma. Vannet som

oversvømmer området renner derfor før eller siden alltid ut i havet, men det tar gjerne en stund før dette skjer. Derfor er det viktig å sørge for at vannet har et sted å renne som ikke skader bebyggelse og andre verdier i analyseområdet.

Det tiltaket som i størst grad sørger for at dette blir oppnådd, er å gjøre om på hvordan veiene i området er utformet. I dag er veiene bygget slik at de er det høyeste som finnes der de er og de er i tillegg høyest langs midten for at vannet skal renne av. Resultatet er at overvann aldri blir liggende i veibanen, men renner mot veikanten. Et kraftfullt tiltak som sørger for trygge flomveier, er å senke veiene og å sørge for at de er lavest på midten, i en svak V-form. Dette betyr at eventuelle sluk må plasseres midt i veien for å ta unna vannet.

**Figur 6.10** Veier som bør endres slik at de kan fungere som flomveier i rødt. Ny kulvert for å lede vann vekk i oransje. Generelt heller terrenget svakt nedover i pilens retning.



*Kilde: Fredrikstad Kommune / Menon*

Endring av veier er isolert sett et svært kostbart tiltak, men det kan kombineres med en allerede planlagt utbedring av veiene i området. I så fall vil det være svært liten ekstrakostnad forbundet med en endring av veiene. Generelt bør man kartlegge hvor man vil få størst effekt ved å omgjøre veier til flomveier. Spesielt her bør tiltaket kombineres med utbedring eller anleggelse av fortau, eller legging av kantstein for høyest effekt.

I sammenheng med utbedring av veinettet bør man se på muligheter for å legge nye rør og kulverter på steder hvor disse vil ha høy ytelse for å lede vekk overvann. Et eksempel er å legge et avløpsrør med rist fra Heibergs gate, midt mellom og parallelt med Lammers gate og Carsten Ankers gate, og ut i vollgraven til Gamlebyen. Fra krysset Øraveien – Heibergsgate går det allerede en 1 000 millimeter overvannsledning som leder ut i Glomma, som en kan vurdere å utbedre eller dimensjonere opp nå som mer vann vil føres mot denne.

## 6.4 Kostnadsvirkninger av tiltakspakkene

Kostnadsvirkningene av tiltakspakkene omfatter tiltakskostnader, ulemper for innbyggerne og finansieringskostnader. Offentlige tiltak, som klimatilpasning representerer, kan finansieres på ulike måter. Finansieringskildene kan være økt inntektsskatt, innføring av bompenger og økte gebyrinntekter.

Ifølge Finansdepartementets rundskriv (Finansdepartementet, 2021) skal kostnader som finansieres av skatter beregnes som 20 prosent av netto offentlig finansieringsbehov som tiltaket utløser, sammenliknet med nullalternativet. Begrunnelsen for hvorfor skattefinansiering representerer en samfunnsøkonomisk kostnad er at økt inntektsskatt innebærer at prisen på fritid blir lavere. Det betyr at prisen på å ta seg fri fra jobb reduseres og at flere lønnstakere vil endre sitt arbeidstilbud. Vridningen fra arbeidstid til fritid representerer et effektivitetstap for økonomien og en kostnad av tiltaket som vurderes.

På samme måte som for økt inntektsskatt har økte gebyrkostnader en potensiell vridende effekt. Det handler ikke om tilpasning av arbeidstid, men hvor man velger å bosette seg. Økte gebyrinntekter i Fredrikstad gjør det relativt sett dyrere å bo i Fredrikstad i forhold til i andre kommuner, som på marginen kan bidra til at innbyggere i Fredrikstad velger å flytte til andre kommuner eller at personer som i utgangspunktet ville flyttet til kommunen velger å ikke gjøre det. For å vurdere omfanget av disse vridningseffektene er det nyttig å ha et forhold til hvor mye dyrere det vil bli å bo i Fredrikstad. Som vi kommer tilbake til koster tiltakspakke 3, den dyreste tiltakspakken, 4,4 millioner kroner fordelt over tre år. Forutsatt at gebyrkostnadene ikke differensieres mellom innbyggere<sup>12</sup> innebærer det at tiltakspakken øker kostnadene ved å bo i Fredrikstad med 1,5 millioner kroner per år i tre år for alle husholdningene i bykommunen. Per 1. januar 2022 var det om lag 36 000 husholdninger i Fredrikstad. Gebyrøkningen per husholdning utgjør dermed 42 kroner per år i tre år. Basert på at kostnaden er liten og utgjør en marginal del av en eventuell kostnad av å flytte har vi lagt til grunn at gebyrfinansieringskostnaden i det samfunnsøkonomiske regnestykket er null.

### 6.4.1 Tiltakspakke 1: Takvann til terreng og anleggelse av regnbed

Denne tiltakspakken er dimensjonert for å håndtere 2-årsregn i løpet av en periode på tre timer. Ifølge intensitet-varighet-frekvens-kurver for Fredrikstad tilsvarer dette omtrent 17 millimeter nedbør i løpet av tre timer. Siden det er nedbør fra tak som ledes til regnbed, i stedet for ned i felles avløpsnett, må regnbedene kunne håndtere samlet nedbør fra hele takarealet. Tommelfingerregelen man typisk bruker i dimensjonering av regnbed til slike formål er at arelalet av regnbedet bør være omtrent 10 prosent av arealet til taket på huset. Beregninger av arealer til et utvalg av husflatene i området tilsier at gjennomsnittlig takareal er omtrent 100 m<sup>2</sup>. Vi har ikke konkretisert hvordan tiltaket realiseres.<sup>13</sup>

Det er verdt å reflektere over hvor mange husstander som frivillig vil delta på en slik ordning. Siden det er husstander i området som av eget initiativ har ført takvann til terreng, er sannsynligheten null for at ingen deltar. På motsatt side tror vi sannsynligheten er like lav for at *alle* husstander deltar. Antallet husstander som blir med på tiltakspakken ligger derfor et sted mellom disse to ytterpunktene. Vi antar for enkelhets skyld at halvparten av husstandene i området vil være med på gjennomføring av tiltakspakken. Ved innføring av dette tiltaket vil god

---

<sup>12</sup> I Fredrikstad kommune betaler huseier for vann og avløp etter mengde dersom de har vannmåler. De fleste har ikke vannmåler og betaler etter størrelse på bygningen. Det er fastsatt kategorier av bygninger etter størrelse, gebyret er ikke per m<sup>2</sup>.

<sup>13</sup> Det kan eksempelvis skje som en dugnad, der kommunene veileder og husstandene gjennomfører arbeidet.

kommunikasjon med og medvirkning fra beboere kunne gjøre at andelen som velger å gå med på gjennomføringen.

For å lede takvann til terreng gjør vi følgende antagelser for hva slags arbeid og materiell som er nødvendig: For de aller fleste boliger i området er det kun nødvendig å koble takrennene fra avløpsrør som går til felles avløpsnett til nye rør som leder mot de nyanlagte regnbedene. Materiellet som kreves er noen meter rør, til en pris per meter som kan variere fra 100 kroner til 1000 kroner per meter. Arbeidet som er begrenset til et dagsverk per hus på omtrent 3 600 kroner, med utgangspunkt i medianlønn for en ansatt i kommunesektoren, oppjustert for arbeidsgiveravgift, pensjon og sosiale utgifter. Rundt regnet legger vi derfor til grunn en kostnad per husstand for endring av takrenner på 5000 kroner.

Med en antagelse om at anleggelse av et enkelt regnbed koster 1 200 2022-kroner per m<sup>2</sup> (Hernes, 2018), og en kostnad på 5 000 kroner per husstand for å føre takvann til terreng i henhold til antagelse over, vil tiltaket til sammen koste 850 000 kroner. I tillegg vil det påløpe driftskostnader på 18 kroner per m<sup>2</sup> regnbed, eller 9 000 kroner per år.

Et tiltak hvor man endrer på hagearealer på private eiendommer, vil nødvendigvis medføre noen ikke-prissatte virkninger. Et regnbed er her antatt å ha et areal på 10 m<sup>2</sup> som kan stjele plass som ellers ville vært benyttet til lek og rekreasjon i hagen. Når det er sagt så er 10 m<sup>2</sup> en forholdsmessig liten andel av den typiske tomten i området, som vi anslår å ha en størrelse på mellom 300 og 700 m<sup>2</sup>. Vi ser på et slikt velferdstap som neglisjerbart i den videre analysen.

#### **6.4.2 Tiltakspakke 2: Veigrøfter, infiltrasjonsgrøfter og «swales»**

Dette tiltaket innebærer å grave grøfter mellom private eiendommer, langs veier der det er plass, og på kommunens grøntarealer. Vi anslår at det blir nødvendig å grave grøfter som er 1m brede, og til sammen 800m lange. Investeringskostnadene for en grøft er anslått til 1 100 2022-kroner per m<sup>2</sup>. I tillegg så er flere av de større gressplenene i området godt egnet for å anlegge Swales på til sammen 750 m<sup>2</sup>, som har en antatt kostnad på 3 500 2022-kroner per m<sup>2</sup> (Hernes, 2018). Både Swales og grøfter har nokså lave vedlikeholdskostnader på 18 kroner per m<sup>2</sup> per år. Til sammen blir samlet investeringskostnad for denne tiltakspakken cirka 3,5 millioner kroner og årlig driftskostnad 28 000 kroner.

På samme måte som regnbed så vil infiltrasjonsgrøftene ta areal som kunne vært brukt til andre formål. I tillegg så vil grøfter som graves langs veier kunne ta plass som normalt ville vært brukt som parkeringsplasser for biler. Etter befaring på området er vår erfaring at dette er spesielt viktig for boligene som ligger langsmed W. Blakstads gate. Her benytter samtlige husstander kommunal grunn på andre siden av veien som parkering (i tillegg til at de fleste husstander benytter egen eiendom som garasje).

Angående Swales som anlegges på åpne grøntarealer, så vil disse kunne gjøre krav på arealer som i dag brukes til rekreasjon og fritidssysler. Denne virkningen vil dog være begrenset ettersom en Swale fremstår som en forsenkning i terrenget. Et eventuelt velferdstap vil kunne kompenseres ved ny beplantning eller annen opprusting av grøntområdene samtidig som implementering av tiltaket. Statistisk sentralbyrå sine befolkningsprognoser (se delkapittel 5.3) tilsier at det er en forventning om at Fredrikstad kommune vil få en befolkningsvekst de neste 30 årene. Arealene som beslaglegges av swales kan derfor utnyttes til boligtomter i fremtiden. Hvis swalesene beslaglegger slike arealer utløser tiltakspakke 2 en arealkostnad som burde inkluderes som en samfunnsøkonomisk kostnad. Basert på at swalsene ikke beslaglegger så store områder at det går ut over mulighetene til å etablere tomter har vi valgt å se bort fra virkningen.

### 6.4.3 Tiltakspakke 3: Vei som flomvei

Dette tiltaket innebærer endring av veiene i tiltaksområdet. Kostnaden forbundet med å bygge vei varierer med en rekke forhold, først og fremst type veidekke og bredden på veien. Mesteparten av veiene i området er enkelt vei som er mindre enn 6 meter bred. Unntaket er Heibergs gate som er omtrent 10m bred og som i tillegg har sykkel- og gangsti på hver side. I løpemetertatistikk samlet inn av Statens Vegvesen ligger kostnaden på utbedring av 2-felts mellom 20 000 kroner og 150 000 kroner per meter (Statens Vegvesen, 2018). Det foreligger ikke noen sammenstilling av løpemetertpriser forbundet med utbedring av smalere vei enn dette. Ettersom mesteparten av veiene i området er smalere og enklere enn denne typen antar vi at den gjennomsnittlige kostnaden for utbedring av veien i området ligger i nedre del av dette sjiktet, på kr 35 000 per meter. Den samlede lengde med veier som må endres i tiltaksområdet anslår vi til omtrent 1 000 meter. Vedlikeholdskostnaden for veien anslås til 50 kroner per løpemetert per år.

Videre omfatter tiltaket å legge kantstein eller anlegge fortau der det vil bidra til å sikre trygg flomvei. Investeringskostnaden for et slik tiltak er anslått til 20 000 kroner, basert på løpemetertprisstatistikk for å anlegge ny sykkel- og gangvei. Distansen det blir nødvendig å anlegge kantstein og eller fortau på er omtrent halvparten av lengden av veiendringer som må til, altså 500 meter. Vedlikeholdskostnaden antar vi at blir 50 kroner per meter per år.

Den siste delen av tiltakspakken innebærer å utbedre vannledninger og kulverter. I en plan for utbedring av vei er det vanlig praksis i Fredrikstad kommune å utbedre eksisterende avløpsnett samtidig. Disse kostnadene er derfor inkludert i estimatene over, men i analyseområdet vil det være aktuelt med en ekstra kulvert for å lede vann direkte til aktuelle resipienter uten å måtte renne igjennom hele området. I tillegg regner vi med en oppjustering av dimensjonen på vannledninger man normalt ville lagt. Disse er tegnet inn på kartet i Figur 6.10. Vi har lagt til en ekstra investeringskostnad i form av en rund sum på 500 000 kroner, og en ekstra årlig driftskostnad på 20 000 kroner, etter samråd med fagfolk i kommunen.

Totale investeringskostnader av denne tiltakspakken er beregnet til 40,5 millioner kroner og de årlige driftskostnadene til 60 000 kroner. En utbedring av veiene er imidlertid ikke et rent overvannstiltak, men også noe som man er nødt til å gjøre etter hvert som veiene trenger fornyelse. Dette er et godt argument for at ikke alle kostnadene bør inkluderes i kostnadene for tiltakspakken. Ettersom arbeidet og materialene som trengs til å utbedre veiene er de samme som i en hvilken som helst annen situasjon, antar vi at det kun oppstår merkostnader forbundet med planlegging og prosjektering. Prosjekteringskostnadene ved et typisk kommunalt veiprojekt ligger på omtrent 10 prosent av de totale kostnadene. Vi legger derfor til grunn en *merkostnad* på 10 prosent av de totale kostnadene for veiutbedring.

Ved denne tiltakspakken er det også kostnader forbundet med endret veisikkerhet og fremkommelighet som følge av tiltaket. Når veiene endres slik at vann ikke lenger lett renner av dem så øker sjansen for ulykker og minker fremkommeligheten. Vi anser faren for ulykker som begrenset ettersom dette er et boligområde med lav fartsgrense. Videre så viser tidligere erfaring at fremkommelighetsproblemene vil ha begrenset varighet. Selv etter den ekstreme nedbøren i 2019 tok det mindre enn et døgn før mesteparten av overvannet hadde rent vekk fra området.

Utvidelse av vei kunne ha flere kostnader for nærliggende bebyggelse enn de som inngår i kostnadsanslagene over. Alternativkostnaden avhenger av hva arealene brukes til i dag (evt. hva de kunne vært brukt til). Hager vil ha en verdi for de som eier og oppholder seg i disse, men også for personer som ferdes i området (utsikt til hage er normalt høyere verdsatt enn vei). Kostnader for trafikanter og andre i bygge- og anleggsperioden er heller ikke inkludert, og disse kan være betydelige (Bruvoll m.fl., 2022).

## 6.5 Nyttevirkninger og effekt av tiltakspakkene

Anslag for nyttevirksomheter har vi kommet frem til i samråd med representanter for byplanlegging, samt vann og avløp i Fredrikstad kommune. Nyttens som blir utløst som konsekvens av å gjennomføre tiltakspakkene er antatt å komme i form av redusert risiko knyttet til kjelleroversvømmelser og redusert kostnad forbundet med overvann. Reduserte skader vil ikke kun redusere den anslåtte skadestyrken som fremgår av Figur 6.4, men også redusere kostnaden av opplevd utrygghet, som vi omtaler i avsnitt 6.2.2. Kostnadsreduksjonen er antatt å være en prosentandel av de totale fremskrevne kostnadene, vist i Tabell 6.1, opptil 10 prosent, 35 prosent og 70 prosent for henholdsvis tiltakspakke 1, 2 og 3. I samme tabell inkluderer vi også antatt effekt av å implementere alle tiltakspakkene.

Tabell 6.1 Antatt effekt av tiltakspakkene i form av reduserte kostnader forbundet med skader fra overvann, i prosent av anslåtte kostnader

Tiltakspakke	Effekt (skadestyrkereduksjon), målt i prosent reduksjon av risiko i nullalternativet
1: Takvann til terreng og anleggelse av regnbed	10
2: Grøfter og Swales	35
3: Vei som flomvei	70
Samlet effekt av alle tiltakspakker	90

Kilde: Dialog med ressurspersoner i Fredrikstad kommune

I tillegg til de intenderte nyttevirksomhetene av tiltakene, vil tiltakspakkene kunne medføre andre samfunnsøkonomiske virkninger. Tiltakspakke 1 og 2 innebærer økt arealbruk til overvannshåndtering. Disse arealene har en alternativverdi, som vil kunne uttrykkes i eiendomskostnader kommunen eventuelt vil møte, men det kan også være eksterne virkninger knyttet til disse. For eksempel vil reduksjon i hage-områder til fordel for regnbed gi mindre rekreasjonsmuligheter, som kan medføre endret folkehelse. Naturbaserte løsninger vil imidlertid oftere gi tilleggsnytte, ikke tilleggskostnader, sammenlignet med tekniske løsninger, som bevaring av naturmangfold, gi grønne lunger i byområder eller at blågrønne løsninger øker eiendomsprisene i området (Magnussen m.fl., 2017).

## 6.6 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

I det følgende redegjøres det for den samfunnsøkonomiske lønnsomheten til de forskjellige tiltakspakkene. Vi har for hver av de tre tiltakspakkene beregnet nåverdi, årlig netto nytteverdi og årlig netto nytteverdi per husholdning i området.

I Tabell 6.2 er resultatene for tiltakspakke 1, som omfatter endring av takrenner for å lede takvann til terreng og etablering av regnbed. Dette er det billigste av tiltakene vi har foreslått, og vi ser at det er lønnsomt kun under det høyeste av våre valgte nedbørsmengdescenarioer.

Tabell 6.2 Prissatt samfunnsøkonomisk netto nytte av tiltakspakke 1, nåverdi (2025) i 2022-kroner

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Kostnad ved takvann til terreng og etablering regnbed	-1 192 000	-1 192 000	-1 192 000

Verdi av redusert sannsynlighet for kjelleroversvømmelser	500 000	643 000	891 000
Velferdsgevinsten av redusert utrygghet ved kjelleroversvømmelser	509 000	509 000	509 000
<b>Prissatt netto nåverdi over 75 år</b>	<b>-183 000</b>	<b>-40 000</b>	<b>208 000</b>
<b>Prissatt årlig verdi (annuitet)</b>	<b>-8 000</b>	<b>-1 700</b>	<b>8 800</b>
<b>Prissatt årlig verdi per husholdning</b>	<b>-27,2</b>	<b>-6,0</b>	<b>30,9</b>
<b>Prissatt nytte / kostnad</b>	<b>0,84</b>	<b>0,97</b>	<b>1,17</b>

Tiltakspakke 2, som omfatter graving av infiltrasjonsgrøfter og anleggelse av tørre infiltrasjonsbasseng (Swales), som er vist i Tabell 6.3, er også kun lønnsomt. for det høye scenarioet for skadeomfang.

Tabell 6.3 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 2, nåverdi (2025) i 2022-kroner

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Kostnad ved å anlegge infiltrasjonsgrøfter og Swales	-4 637 000	-4 637 000	-4 637 000
Verdi av redusert sannsynlighet for kjelleroversvømmelser	1 751 000	2 250 000	3 119 000
Velferdsgevinsten av redusert utrygghet ved kjelleroversvømmelser	1 780 000	1 780 000	1 780 000
<b>Prissatt netto nåverdi over 75 år</b>	<b>-1 105 000</b>	<b>-606 000</b>	<b>263 000</b>
<b>Prissatt årlig verdi (annuitet)</b>	<b>-47 000</b>	<b>-25 600</b>	<b>11 000</b>
<b>Prissatt årlig verdi per husholdning</b>	<b>-164,7</b>	<b>-90,1</b>	<b>39,1</b>
<b>Prissatt nytte / kostnad</b>	<b>0,76</b>	<b>0,87</b>	<b>1,06</b>

Tiltakspakke 3, som innebærer en utbedring av veier samt legging av kantstein og oppdimensjonering av vannledninger, er ved vurdering *kun* som et overvannstiltak ulønnsomt. Dette er ikke overraskende, ettersom det finnes andre årsaker til å bygge veier enn utelukkende å lede overvann vekk, som forhåpentlig ville gjort et vei-prosjekt samfunnsøkonomisk lønnsomt. Likevel så ser vi at ved å bygge vei på en måte som gjør at de lettere kan lede vann vekk for å unngå skader, kan man anta at en kvart krone av hver krone investert kommer tilbake som nytte knyttet til redusert sannsynlighet og usikkerhet for kjelleroversvømmelser.

Tabell 6.4 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 3a, nåverdi (2025) i 2022-kroner

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Kostnad ved å utbedre veier, legge kantstein, utbedre kulverter/rør	-45 642 000	-45 642 000	-45 642 000
Verdi av redusert sannsynlighet for kjelleroversvømmelser	3 502 000	4 501 000	6 239 000
Velferdsgevinsten av redusert utrygghet ved kjelleroversvømmelser	3 561 000	3 561 000	3 561 000
<b>Prissatt netto nåverdi over 75 år</b>	<b>-38 579 000</b>	<b>-37 581 000</b>	<b>-35 843 000</b>



Prissatt årlig verdi (annuitet)	-1 629 000	- 1 587 000	-1 514 000
Prissatt årlig verdi per husholdning	-5 700	-5 600	-5 300
Prissatt nytte / kostnad	0,15	0,18	0,21

I Tabell 6.5 er lønnsomhetsberegningene for samme veiendringene som den som i Tabell 6.4, men her har vi kun inkludert det som antas å være merkostnaden av veiendringen som følge av å gjøre veiene om til trygge flomveier. Denne merkostnaden er antatt å være 10 prosent av den totale kostnaden. Under disse antagelsene fremstår et slikt tiltak som det mest lønnsomme av alle tiltakspakkene, både i absolutte tall og krone-for-krone. Videre så er sannsynlighetsreduksjon av kjelleroversvømmelser tilstrekkelig for lønnsomhet også i middels scenario for skadeomfang.

Tabell 6.5 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 3b, nåverdi (2025) i 2022-kroner

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
<i>Merkostnad</i> ved å utbedre veier, legge kantstein, utbedre kulverter/rør	-4 564 000	-4 564 000	-4 564 000
Verdi av redusert sannsynlighet for kjelleroversvømmelser	3 502 000	4 501 000	6 239 000
Velferdsgevinsten av redusert utrygghet ved kjelleroversvømmelser	3 561 000	3 561 000	3 561 000
<b>Prissatt netto nåverdi over 75 år</b>	<b>2 499 000</b>	<b>3 497 000</b>	<b>5 235 000</b>
<b>Prissatt årlig verdi (annuitet)</b>	<b>105 500</b>	<b>147 000</b>	<b>221 000</b>
<b>Prissatt årlig verdi per husholdning</b>	<b>371</b>	<b>520</b>	<b>778</b>
<b>Prissatt nytte / kostnad</b>	<b>1,55</b>	<b>1,77</b>	<b>2,15</b>

Til slutt har vi gjort beregninger for å kombinere alle tiltakspakkene for en fullstendig sikring i henhold til tretrinnsstrategien for overvannshåndtering (se Figur 6.6). En slik kombinert tiltakspakke fremstår også som lønnsomt, men i relative mål noe mindre lønnsomt enn veiendringstiltaket hvor kun merkostnader er regnet med.

Tabell 6.6 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av en alle tiltakspakker under ett (1, 2 og 3b), nåverdi (2025) i 2022-kroner

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
<i>Merkostnad</i> ved å takvann til terreng, grave grøfter, anlegge Swales og vei som flomvei	-10 400 000	-10 400 000	-10 400 000
Verdi av redusert sannsynlighet for kjelleroversvømmelser	4 753 000	6 108 000	8 467 000
Velferdsgevinsten av redusert usikkerhet for kjelleroversvømmelser	4 832 000	4 832 000	4 832 000
<b>Prissatt netto nåverdi over 75 år</b>	<b>-808 000</b>	<b>547 000</b>	<b>2 906 000</b>
<b>Prissatt årlig verdi (annuitet)</b>	<b>-34 100</b>	<b>23 100</b>	<b>122 700</b>

Prissatt årlig verdi per husholdning	-120	81	432
Prissatt nytte / kostnad	0,92	1,05	1,28

Ut fra de forutsetninger som vi har lagt til grunn i vår hovedberegning er tiltakspakke 3b den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme. Den tiltakspakken bygger på forutsetningen om at veiene i Kongsten hageby skal fornyes, noe som er vurdert til å være ganske sannsynlig. Basert på at usikkerheten rundt flere av forutsetningene er stor er det nyttig å gjennomføre en følsomhetsanalyse av de mest sentrale forutsetningene før vi konkluderer.

## 6.7 Følsomhetsanalyser av sentrale forutsetninger

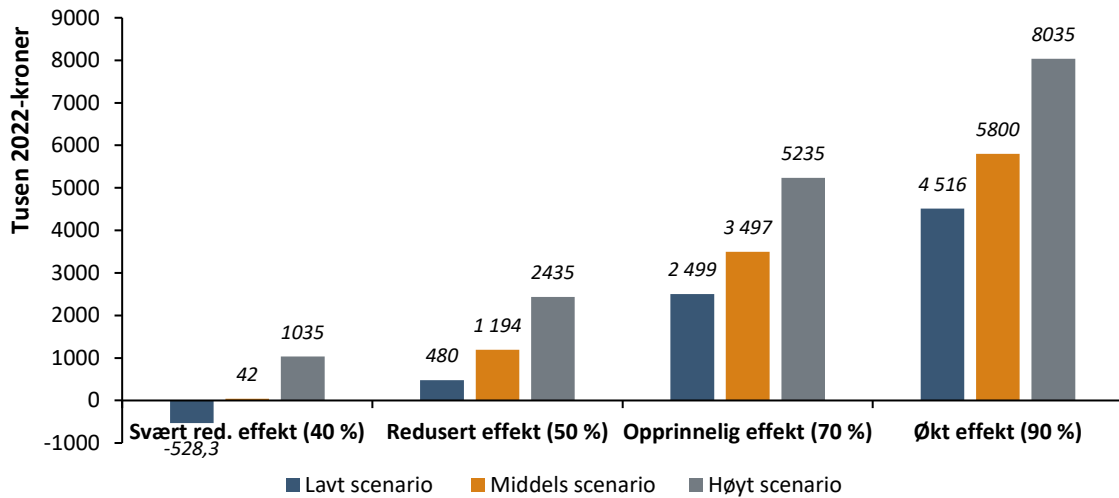
Vi har gjennomført følsomhetsanalyser av beregningene for samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Følsomhetsanalysene, som kan sees på som en hva-hvis-analyse, omfatter at vi endrer på en av forutsetningene av gangen og ser hvordan endringen slår ut på samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Siden vi har ivaretatt usikkerheten ved klimaendringene, operasjonalisert til hvor ofte 2019-regnet vil inntreffe de neste 100-årene, gjennom å ha med trippelanslag gjennomgående i analysen – har vi sett nærmere på hvordan samfunnsøkonomisk lønnsomhet endres av endret:

- Befolkningsutvikling - gjennom å undersøke hvordan prissatt netto nytte påvirkes av at befolkningsveksten er lav og høy.
- Tiltakseffekt - gjennom å undersøke hvordan prissatt netto nytte påvirkes av at klimatilpasningstiltakene har lavere og høyere effekt på omfanget av kjelleroversvømmelser.
- Analyseperiode – gjennom å undersøke hva hvis analyseperioden endres fra 75 til 100 år.

Resultatene av denne analysen er gjengitt i sin helhet i vedlegg 1. Helt overordnet kan vi si at våre konklusjoner om at tiltakspakke 3b er den mest lønnsomme er robust for endrede forutsetninger. Den mest betydningsfulle usikkerheten er forutsetningen om tiltakspakkenes effekt på samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Ved høyere forutsetninger for tiltakseffekt endres konklusjonene om at til tiltakspakke 1 og 2 er samfunnsøkonomisk ulønnsomme til at de blir lønnsomme. Tiltakspakke 3b viser imidlertid størst robusthet for endret tiltakseffekt, se Figur 6.11.

Figur 6.11

Nåverdier (2025) av prissatt nettonytte hvis vi antar at effekten av tiltakspakke 3b blir høyere, lavere og mye lavere, i tusen 2022-kroner



## 6.8 Samlet vurdering

Vi har sett nærmere på verdien av å forebygge for kjelleroversvømmelser som følge av ekstremregn i Kongsten Hageby i Fredrikstad. Vi finner at uten forebyggende tiltak utgjør den forventede årlige kostnaden<sup>14</sup> mellom 300 000 og 400 000 kroner per år. Kostnadene skyldes både mulige ekstremregnhendelser med påfølgende kjelleroversvømmelser og kostnaden ved at beboerne føler på en utrygghet for at det kan skje (selv om det ikke skjer). Basert på vurdering av virkninger av fem tiltakspakker anslår vi at fire av disse er lønnsomme. Den mest lønnsomme tiltakspakken omfatter å gjøre om veiene i Kongsten hageby til flomveier. Dette tiltaket utløser et nytte-kostnadsforhold på mellom 1,5 og 2,1, noe som betyr at for hver krone som benyttes på forebygging vil man få mellom 1,5 og 2,1 kroner tilbake. Hovedårsaken til at dette tiltaket er så lønnsomt er at veiene i området uansett skal rehabiliteres, slik at store deler av tiltakskostnaden ikke kan tilskrives å gjøre veiene til flomveier. Slik sett er det et eksempel på at lønnsom klimatilpasning kan handle om å se mulighetene for klimatilpasning sammen med andre tiltak (som når man uansett skal gjøre anleggsarbeider).

Følsomhetsanalysene viser også at den samfunnsøkonomiske lønnsomheten av å gjøre veiene i Kongsten Hageby til flomveier er robust for endrede forutsetninger.

Vi kan konkludere med at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å gjøre veiene i Kongsten Hageby til flomveier. Basert på at tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt med dagens omfang av ekstremregn (dagens klima,) virker beslutningen om å gjøre veiene i Kongsten Hageby til flomveier å være en fornuftig beslutning. Det er viktig å presisere at tiltakets lønnsomhet er avhengig av at veiene gjøres om til flomveier når man uansett skal rehabilitere veiene i området. Det er også viktig å presisere at det kan finnes andre tiltak som er mer lønnsomme i Fredrikstad kommune.

Fordelingseffektene ved tiltaket er at beboerne i Kongsten Hageby får det bedre som følge av at de vil oppleve færre kjelleroversvømmelser og i større grad slipper å leve i usikkerhet for at det kan skje, mens øvrige innbyggere får økte VA-gebyrer.

<sup>14</sup> Annuitet.

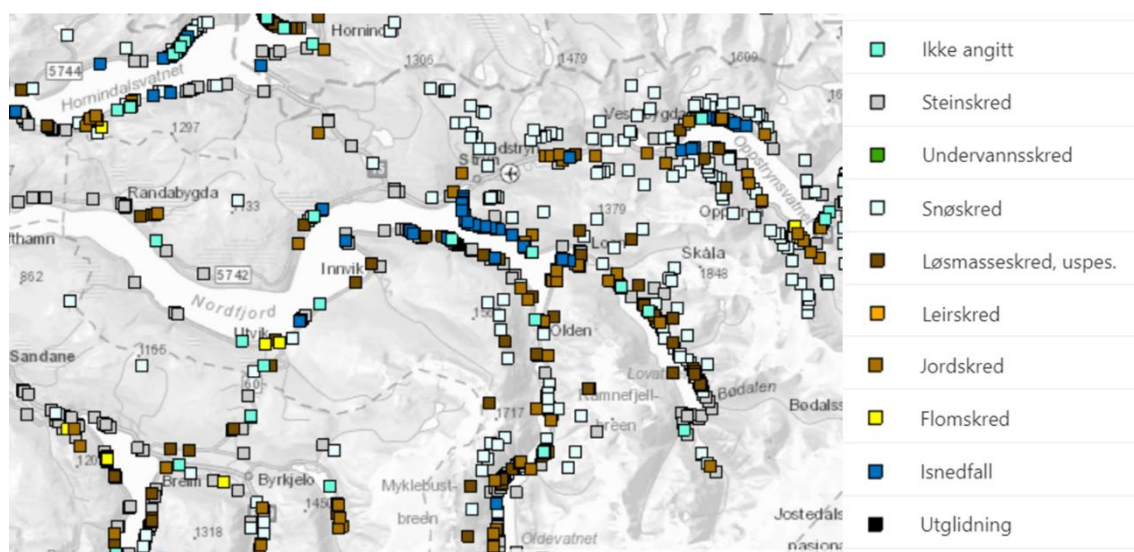
## 7 Forebygging av skader fra flom og skred i Stryn kommune

I utredningen har vi sett nærmere på verdien av å forebygge for flom- og skredhendelser i hele Stryn kommune. Vi har avgrenset vurderingen til gevinster av sikring på bygningsverdier, spart personskade og sparte menneskeliv og kommunens kostnader i forbindelse med hendelser. Videre gevinster kan omfatte færre skader på veier og annen infrastruktur og økt trygghetsfølelse for de som bor og oppholder seg i kommunen. Vi anslår at forventet årlig kostnad av skredkonsekvenser (knyttet til byggskaade og tap av liv/helse) i Stryn kan utgjøre 55,7 millioner kroner per år og at skadekostnad av flom på bygninger i Stryn kan utgjøre 28,0 millioner kroner per år. Basert på vurdering av virkninger av tre sikringsstrategier finner vi at lønnsomheten avhenger av faresonen det sikres i. Samtlige sikringsstrategier er lønnsomme for sikring i skredfaresone 1/100år og flomfaresone 1/200år. Sikringsstrategi 3, dvs. Sikring på et nivå lavere enn det TEK 17 krever for ny bebyggelse, er den mest lønnsomme sikringsstrategien. Denne strategien gir nytte-kostnadsforhold for sikring i skredfaresone 1/100år og flomfaresone 1/200år på hhv. 4,8 og 6,2. Det betyr at for hver krone som benyttes på forebygging, vil en minst spare hhv. 4,8 og 6,2 kroner, gitt de nyttevirkningene vi fanger opp i beregningene.

### 7.1 Problembeskrivelse og nullalternativet

Stryn kommune ligger innerst i Nordfjord i Vestland fylke (tidligere Sogn og Fjordane). Landskapet i området preges av fjorder, isbreer, elver og innsjøer. Det er høye og bratte fjell, dype daler med skogkledde og fruktbare fjellsider og dalbunner. Kommunen ligger like vest for vannskillet som skiller Vest- og Østlandet med sterke orografiske effekter på nedbør og vær. De topografiske og klimatiske forholdene gjør at kommunen er utsatt for flom og skred av ulike typer, som snø- og sørpeskred, steinsprang og jord- og flomskred. Stryn kommune har gjentatte ganger blitt utsatt for mindre og større flom- og skredhendelser som har rammet bebyggelse og infrastruktur. Figur 7.1 viser tidligere skredhendelser. Et utvalg av hendelser er kort beskrevet under figuren.

Figur 7.1 Tidligere skredhendelser i Stryn og omegn



Kilde: NVE atlas

### 7.1.1 Tidligere flom- og skredhendelser

**Snøskred i hele Stryn kommune 1868:** Vinteren 1868 var den verste katastrofenvinteren som har rammet Vestlandet noen gang. I alt ble 150 mennesker drept av skred. I Sogn og Fjordane var det 59 drepte og i Stryn ble 39 mennesker drept på gårdene Gjørven, Tenden og Sundal i perioden 6. - 26. Februar 1868.

Den 6. februar 1868 ble gården Sundal i Oppstryn rammet av et snøskred som resulterte i 13 dødsfall. I tillegg døde 31 kyr og 120 sauer og geiter. Samme dag ble også flere bygninger ødelagt av snøskred, men uten at menneskeliv gikk tapt. Den 11. februar 1868 ble 15 mennesker på Gjørven i Stryn drept da et 2,5 kilometer bredt snøskred sopte med seg husene på Ærebruket og Monsbruket. Den 26. februar 1868 ble 11 mennesker drept av et sørpeskred på gården Tenden i Stryn. Alle husene ble ødelagt og 26 kyr og 60 sauer døde.

**Skred på Yri i Oldedalen 15. November 2013:** Oldedalsveien ble skylt på vannet av et jordskred (Figur 7.2). Skredet rammet også bebyggelse, men ingen menneskeliv gikk tapt. Andre steder i Oldedalen gikk det steinskred som sperret veien. Bygda mistet også strømforbindelsen som følge av skredhendelser.

Figur 7.2 Jordskred i Oldedalen, november 2013



Foto: Krister Kristensen, NGI

**Flommen i Utvik, 24. Juli 2017** førte til store materielle ødeleggelser, men ingen personer ble skadd. Begge elvene som renner gjennom Utvik gikk over sine bredder. To broer ble vasket vekk av vannmassene, deriblant broen på fylkesvei 60 inn i bygda. Dette medførte at Utvik mistet veiforbindelse og bygda ble helt isolert. De hardest rammede bygningene i Utvik ble løftet av grunnmuren og flyttet nedover elven. 50 personer, både turister og fastboende ble evakuert. Innbyggerne i Utvik mistet også strøm og vann.

Figur 7.3

Flom i Utvik, juli 2017

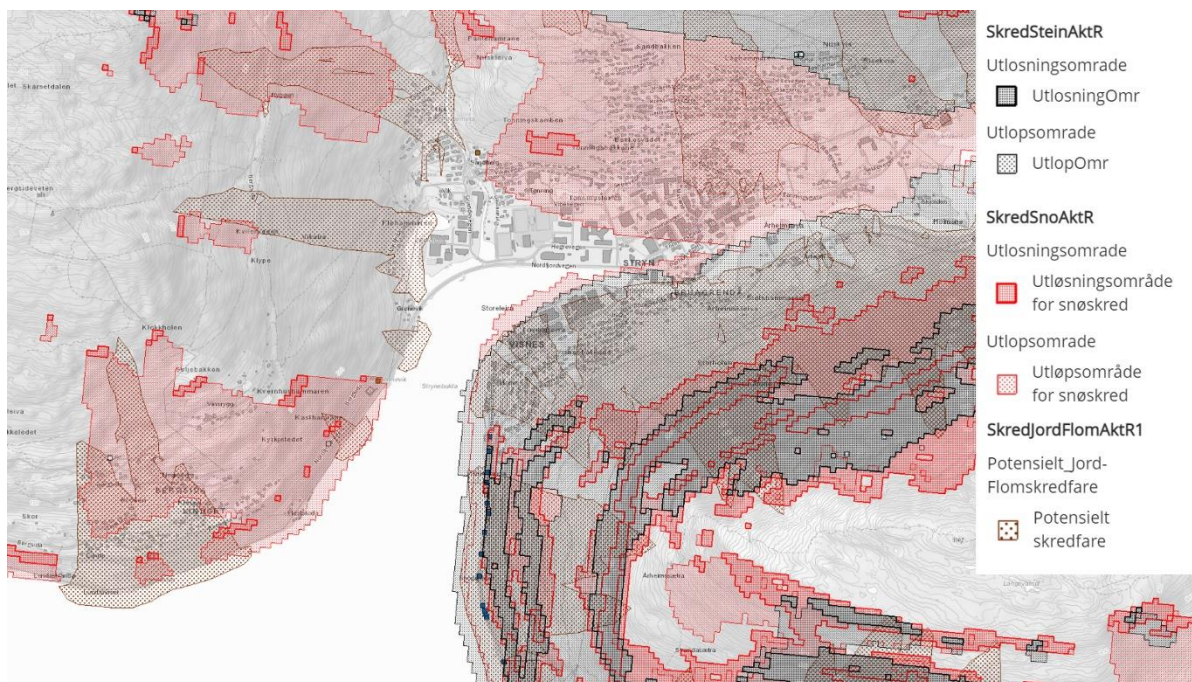


Kilde: Tanja Selbervik Hage / NTB scanpix

### 7.1.2 Om analyseområdet - dagens situasjon

Som nevnt i kapittel 4 er det utarbeidet landsdekkende aktsomhetskart for flom og skred. Figur 7.4 viser aktsomhetsområder for skred i bratt terreng rundt Stryn sentrum. Det finnes tilsvarende kart for alle andre deler av kommunen i NVE atlas.

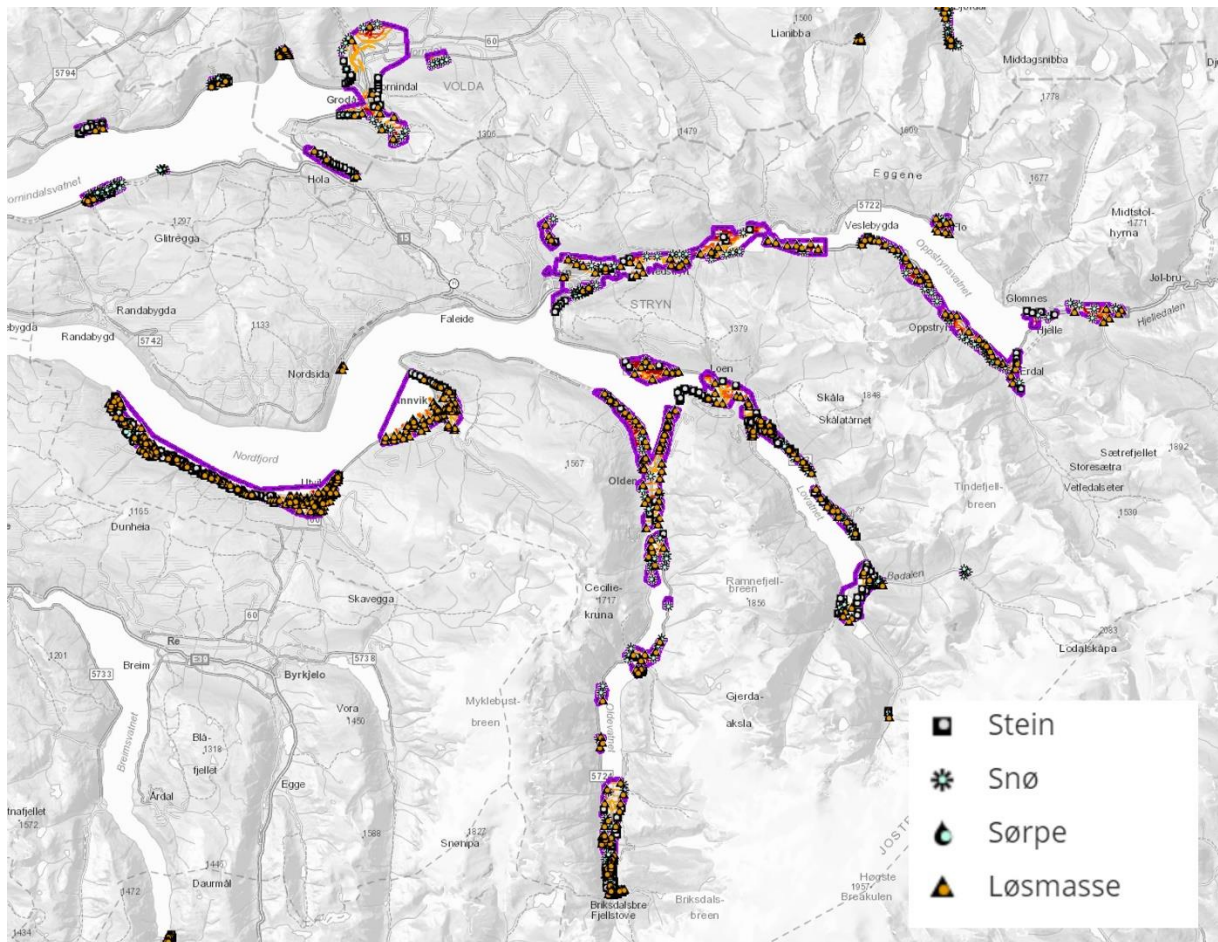
Figur 7.4 Aktsomhetskart for skred i Stryn sentrum\*



\*Kartet illustrerer Stryn sentrum som et eksempel. Kilde: NVE atlas

I Stryn kommune er det også gjennomført faresonekartlegging av for skredfare. Figur 7.5 viser kartlagte områder med lilla omriss. Symbolene inne i omrissene viser dimensjonerende faretype i henhold til symbolforklaringen i figuren.

**Figur 7.5** Områder kartlagt mht. skred i bratt terreng i Stryn kommune



Kilde: NVE atlas

En del av bebyggelsen i Stryn ligger enten i kartlagte faresoner eller i aktsomhetsområder. For å lage oversikt over bebyggelsen i disse sonene er det hensiktsmessig å dele bygningene inn i bygningskategorier. I de følgende analysene er det benyttet to hovedstrategier for kategorisering av bygninger:

1. Kategorier i tråd med sikkerhetsklassene (S1-S3 og F1-F3) definert i TEK17 (Tabell 7.1)
2. Egendefinerte kategorier, definert ut fra potensielle skadegrader og bygningens funksjon (Tabell V3.1).

TEK17 setter krav til sikkerhet for byggverk mot naturpåkjenninger og inndeler bygninger i tre sikkerhetsklasser for skred og tre for flom, se Tabell 7.1. Kravene er gradert etter sikkerhetsklassene, formulert som største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for naturpåkjenningen. Den første type kategorisering er derfor spesielt godt egnet for å identifisere bygninger som har tilfredsstillende sikkerhet i henhold til TEK17. Den andre typen kategorisering er utarbeidet med tanke på vurdering av konsekvenser, både direkte materielle konsekvenser og indirekte økonomiske konsekvenser.

Tabell 7.1 Sikkerhetsklassene og sikkerhetskravene i TEK17

Sikkerhets- klasse for skred	Kjennetegn	Største nominelle årlige sann- synlighet	Sikkerhets- klasse for flom	Kjennetegn	Største nominelle årlige sann- synlighet
<b>S1</b>	Byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer. Små økonomiske eller andre samfunns-messige konsekvenser	1/100	<b>F1</b>	Byggverk med lite personopphold. Små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser	1/20
<b>S2</b>	Byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer. Middels økonomiske eller andre samfunns-messige konsekvenser	1/1000	<b>F2</b>	Byggverk beregnet for personopphold	1/200
<b>S3</b>	Byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer. Store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser	1/5000	<b>F3</b>	Byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensning på omgivelsene	1/1000

Kilde: DiBK (2017)

For videre vurderinger må en identifisere bebyggelse som er eksponert for flom og skred ved hjelp av GIS-analyser. Dette omfatter bebyggelse innenfor de kartlagte faresonene. I områder der det ikke er utført farekartlegging, vurderes bebyggelse i aktsomhetsområder. For hver faretype (flom og skred) telles bygninger innen de ulike faresonene og i aktsomhetsområdene. Opptellingen gjøres ved at kart over bebyggelse (FKB data) kombineres med faresone- og aktsomhetskartene i en GIS-analyse. Her beregnes også samlet areal av grunnflaten for de eksponerte bygningene. Både for flom og skred er det tatt utgangspunkt i eksisterende faresoner og aktsomhetssoner. Dette betyr at vurderingene for skred er gjort for gjentaksintervallene 100 år, 1000 år og 5000 år, og for flom 200 år.<sup>15</sup>

Tabellene V3.2 og V3.3 i Vedlegg 2 viser identifisert eksponert bebyggelse fra disse GIS-analysene. Tabellene viser eksempelvis at det ligger 67 eneboliger i faresone 1/100 år for skred og 34 eneboliger i faresone 1/200 år for flom.

### 7.1.3 Beregning av kostnader av potensielle konsekvenser fra flom og skred i dagens situasjon

Den eksponerte bebyggelsen vil ha ulike sannsynlighet for å bli rammet av flom eller skred, avhengig av hvilken faresone bebyggelsen ligger i. I dette delkapitlet vurderes de maksimale skadekostnadene gitt at all bebyggelse i en faresone rammes. Skadekostnadene på bygninger beregnes på bakgrunn av bygningstype, hvor stor skaden av en bygninger forventes å være (angitt som en skadegrad på en skala mellom 0 og 1), størrelsen på bygningen

<sup>15</sup> Det er ikke utført faresonekartlegging for 1/200år og 1/1000år. Derfor er kun faresone 1/200år vurdert her.)



og enhetskostnader/verdier av bygningene per m<sup>2</sup>. Disse beregningene gjøres ved å multiplisere samlet areal av grunnflaten av eksponert bebyggelse (gitt i Tabellene V3.2 og V3.3 i Vedlegg 2) med:

1. Skadegrad spesifikk for bygningstype og faretype. For skred benyttes et vektet gjennomsnitt av skadegrad, skjønnsmessig vektet i henhold til forekomst av skredtyper i Stryn.
2. Kostnader/verdier per m<sup>2</sup> spesifikk for hver bygningskategori.
3. Gjennomsnittlig antall etasjer per bygningskategori.

For punkt 1 og 2 benyttes standardverdier fra NVEs nytte-kostnadsverktøy. Resultatet av beregningene er gitt i Tabellene V3.4 for skred og V3.5 for flom i Vedlegg 2.

Personskadekostnadene er beregnet for personer som oppholder seg i de skredutsatte bygningene. Beregningene er gjort ved å benytte standardverdier fra NVEs nytte-kostnadsverktøy for sårbarhet liv (som er spesifikk for bygningstype og faretype), antall personer per bygning og typisk oppholdstid i bygningen. Resultatet av beregningene er gitt i Tabellene V3.6 for skred. Det er ikke gjort beregninger av personskadekostnader for flom, da flomkartleggingen omfatter saktevoksende flommer, antatt uten fare for tap av liv og helse.

For å kompensere for at ikke det ikke er gjennomført faresonekartlegging for all potensiell flom- og skredutsatt bebyggelse, er disse beregningene oppjustert basert på potensielle skadekostnader i aktsomhetsområder. Forutsetningene bak denne oppjusteringen er beskrevet i Vedlegg 2. Resultatet av de oppjusterte beregningene er oppsummert i Tabell 7.2.

**Tabell 7.2** Beregnede skadekostnader (bygningsskade og tap av liv/helse) i skred- og flomfaresoner, korrigert vha. info fra aktsomhetssonene, målt i millioner 2022-kroner

Kostnader skredfaresone 1/100 år	Kostnader skredfaresone 1/1000 år	Kostnader skredfaresone 1/5000 år	Kostnader flomfaresone 1/200år
2 774	18 113	49 447	5684

For beregning av kommunens kostnader i forbindelse med hendelser ble det tatt utgangspunkt i data fra kommunen. Stryn kommune har opprettet prosjekter med tilhørende kostnader for flom- og skredhendelser innen kommunen. Fra kommunens sammenlagte kostnader i forbindelse med flomhendelser de siste 20 år ble det beregnet en årlig kostnad på 1,6 millioner kroner. Siden samtlige rapporterte hendelser var knyttet til flom, ble det ikke gjort beregninger av kostnader knyttet til skredhendelser.

#### 7.1.4 Endring av naturfarebildet i fremtidig klima

Basert på klimaprognooser kan vi i Norge forvente klimaendringer som økning i årsnedbør, kraftigere og hyppigere episoder med styrtregn, økt temperatur og større og flere regnflommer (Hanssen-Bauer m.fl. 2015). Idet følgende er det tatt utgangspunkt i klimaframskrivningsresultater fra medianframskrivningene for utslipps-scenario "RCP8.5" (Hanssen-Bauer m.fl., 2015), som er nærmere beskrevet i delkapittel 5.3.

Været er en av de største utløsningsmekanismene for skred, og klimaendringene vil derfor i stor grad påvirke faren for noen skredtyper (dvs. gi økt hyppighet og intensitet), selv om lokale forhold knyttet til terreng og grunnforhold også er avgjørende. Faren for flom påvirkes direkte av økte nedbørsmengder. Norsk klimaservicesenter har, basert på utslipps-scenariet RCP8.5, anbefalt klimapåslag på:

- 30-50 prosent for dimensjonerende nedbør med varighet 1-24 timer

- 0, 20 eller 40 prosent for flomvannføring avhengig av flomtype og vassdragstype

Dette påvirker de ulike faretypene:

- **Flom:** Påvirkes direkte av klimaendringenes økte nedbør
  - Responsen vil være forskjellig mellom store og små vassdrag, der de små har en raskere respons, mens de større vassdragene reagerer langsommere og vil i større grad påvirkes av langvarig nedbør.
  - Ifølge Lawrence (2016) forventes en økning på 20 prosent på fremtidige flommer i større vassdrag og 40 prosent i mindre vassdrag. Dette avhenger også av hvor i landet vassdraget ligger, prosesser som fører til flom og størrelsen på nedbørfeltet. Unntak er de store vassdragene dominert av snøsmelteflom i innlandet, der det ikke er forventet at vårfloppen kommer til å øke i framtiden, dvs. 0 prosent påslag er anbefalt.
- **Jord- og flomskred:** Påvirkes direkte og i betydelig grad av økt nedbør
  - Relativt kortvarig intens nedbør antas mest utslagsgivende for utløsning av skred
  - For endring i sannsynlighet mot slutten av dette århundret er det naturlig å ta utgangspunkt i prognosene for 90 minutters nedbør
- **Steinsprang:** Kan utløses av kraftig nedbør, men sammenhengen er ikke entydig
  - Utløses også av fryse-tine prosesser (frostsprengning), vind, etc.
  - De store usikkerhetene gjør at det er naturlig å anta uendret sannsynlighet for steinsprang
- **Snø- og sørpeskred:** Påvirkes av økt nedbør og økt temperatur
  - Mer snø i høyden, men samtidig stiger både snøgrensen og tregrensen med økt temperatur
  - Store variasjoner, store usikkerheter mht. sannsynligheter
  - Hyppigheten av sørpeskred forventes å øke med økende temperatur og nedbør, som vil føre til flere regn-på-snø episoder. Lokasjoner for sørpeskred sammenfaller ofte med flomskred-banene

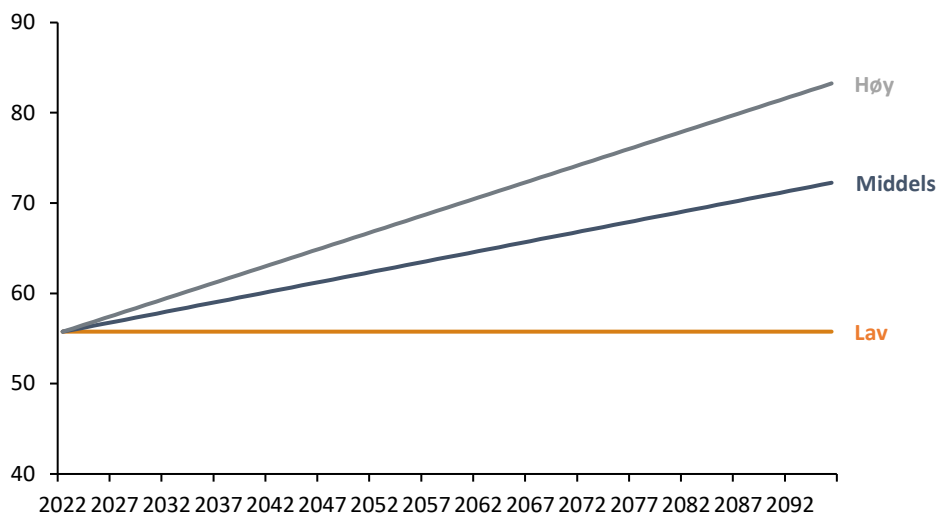
I Stryn er de aktuelle skredtypene jord- og flomskred, steinsprang samt snø- og sørpeskred. Basert på resonnementene ovenfor, antar vi at frekvensen av jord- og flomskred vil øke, frekvensen av steinsprang vil være tilnærmet uendret, frekvensen av snøskred vil være uendret eller kan til og med gå ned, mens frekvensen av sørpeskred øker. Samlet sett vil derfor skredfrekvensen i Stryn øke. Det er imidlertid vanskelig å anslå hvor stor økningen vil bli, men det foreslås å gjøre vurderinger for ulike kvantifiseringer av økningen i skredfrekvens, på hhv. 0, 30 og 50 prosent økning i skredfrekvensene. Som nevnt over anbefales det å dimensjonere for en økning på 20-40 prosent i flomstørrelse. For enkelthets skyld ser vi i det videre her på økning på 20 prosent og 40 prosent i flomfrekvensene.

### 7.1.5 Kostnadsframskrivninger

Basert på de overnevnte forutsetninger har vi grunnlaget for å estimere forventede kostnader forbundet med skred- og flomhendelser 100 år frem i tid, se Figur 7.6 og Figur 7.7. Grunnet de store usikkerhetene både i klimaframskrivningene og deres effekt på fremtidige skredfrekvenser og videre på skadeomfang, er kostnadsframskrivningene ikke ment som kostnadsprognoser, men som eksempler på hvordan kostnadene for skred- flomkonsekvensene kan utvikle seg fremover i tid. Figur 7.6 viser at forventede kostnader forbundet med konsekvenser av skredhendelser som rammer eksisterende bebyggelse i dag er rundt 56 millioner kroner per år. Avhengig av hvor stor økningen i skredhyppighet blir forventer vi at konsekvenskostnadene vil øke til mellom 56 og 83 millioner kroner per år i løpet av de neste 100 år. Formen på kurven for kostnadsutviklingen vil avhenge av

fremtidige utslippsscenarier. Ved en relativt rask og betydelig reduksjon i klimagassutslippene vil den største delen av veksten i forventede årlige skadekostnader komme frem mot 2060, for deretter å flate ut. Drøftingene i kapittel 7.1.4 tar imidlertid utgangspunkt i RCP8.5, der klimagassutslippene ikke reduseres og årsmiddeltemperaturen i Norge øker tilnærmet lineært. Kostnadsutviklingen frem mot 2100 er derfor illustrert som en lineær funksjon.

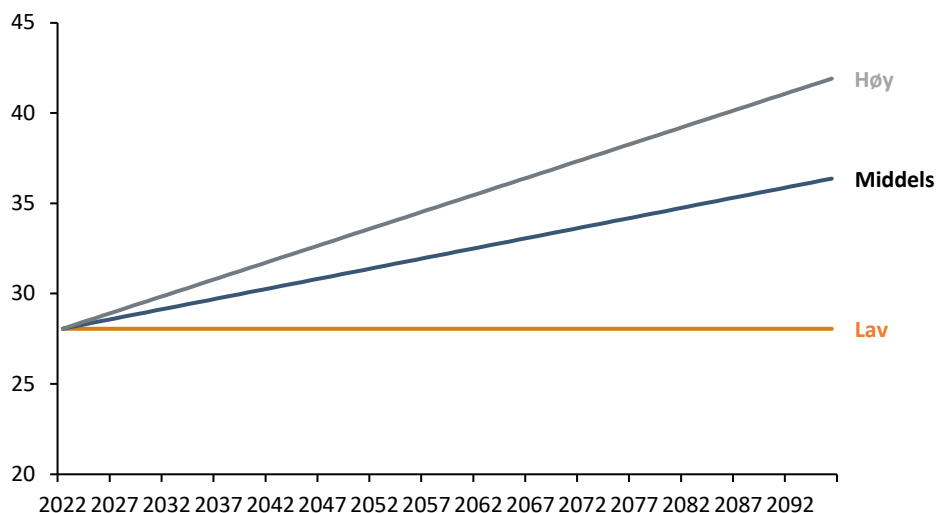
**Figur 7.6**      **Forskjellig utviklingsbaner for utvikling i forventede årlige kostnader (for bygningsskade og tap av liv og**



**helse) forårsaket av skredhendelser i Stryn kommune, målt i millioner 2022-kroner per år**

Figur 7.7 viser at dagens forventede skadekostnader av flomhendelser på eksisterende bebyggelse er om lag 29 millioner kroner per år. Basert på våre forutsetninger forventer vi at denne årlige skadekostnaden for flomhendelser for eksisterende bebyggelse vil utvikle seg til fra om lag 28 millioner kroner per år til mellom 28 og 42 millioner kroner per år. Som for skredhendelser legger vi en lineær økning i årlige forventede skadekostnader til grunn.

**Figur 7.7**      **Forskjellig utviklingsbaner for utvikling i forventede årlige kostnader av flomhendelser i Stryn kommune (for bygningsskade og kommunens utgifter), målt i millioner 2022-kroner per år**



## 7.2 Tiltakspakker som er vurdert

Skred- og flomrisiko kan reduseres med god arealplanlegging (ved å tilpasse arealbruk til farebildet og unngå utbygging i fareområder), med fysiske sikringstiltak som reduserer sannsynlighet for eller konsekvensene av flom- og skredhendelser, og gjennom godt beredskapsarbeid som utføres før og under en hendelse for å begrense skadeomfanget. Det er vanlig å dele inn i fysiske sikringstiltak og organisatoriske tiltak. Fysiske tiltak omfatter enhver fysisk konstruksjon som har til hensikt å redusere risiko. Disse inkluderer tekniske tiltak for å forhindre skred samt barrierer og beskyttende konstruksjoner (f.eks. skredvoller eller skredgjerder) for å stanse eventuelle skred eller lede skredmassene bort fra eksponerte objekter. I vedlegg 2 gis en kort oversikt over vanlige sikringsløsninger for skred og flom. TEK 17 setter krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger for ny bebyggelse (DiBK, 2017).

### 7.2.1 Vurdering av sikring mot skred og flom på kommunenivå

Flom- og skredsikring av bebyggelse vil bestemmes og dimensjoneres ut fra lokale forhold. En sikringsløsning kan bestå av en kombinasjon av ulike fysiske og ikke-fysiske sikringstiltak. Slike løsninger velges på bakgrunn av detaljerte vurderinger og modellberegninger, både når det gjelder valg av hvilke typer tiltak som passer best i den spesifikke situasjonen og når det gjelder dimensjoneringen av tiltaket (for eksempel hvor høy og hvilken utforming skredvollen skal ha, hvor stort trykk fangnettet skal tåle, etc.). Nytte-kostanalyser av ulike typer tiltak og ulike dimensjoner av tiltaket er også vesentlig for å kunne vurdere hvilke typer sikring og hvilke dimensjoner av en sikringsløsning som gir best lønnsomhet for en akseptabel restrisiko.

Den lønnsomme sikringsløsningen for en lokalitet er ikke nødvendigvis lønnsomme for en annen lokalitet. For å gjøre vurderinger på kommunenivå kunne man gjøre casestudier for et representativt utvalg lokaliteter, der sikring mot flom og skred studeres.<sup>16</sup> Deretter kunne resultatene generaliseres. Vi har imidlertid valgt en mer overordnet vurdering som ser på den fysiske klimarisikoen samlet og for så å vurdere lønnsomheten av sikringsstrategier for hele kommunen. Fordelen med denne tilnærmingen er at vurderingene i større grad er overførbare til andre kommuner, ulempen er at vi ikke legger opp til å løse konkrete problemer som kommunen står overfor.

I vurderingen tar vi utgangspunkt i typiske kostnader av sikringsprosjekter for bebyggelse, basert på tidligere sikringsprosjekter for å kunne gi et anslag på sikringskostnader. Vurdering av sikring vil da ikke vurderes ut fra enkeltprosjekter, men det blir i stedet vurdert hvilken strategi for sikring som er mest lønnsom. Sikringsstrategiene som er vurdert i dette arbeidet omfatter både type bygninger og gjentaksintervall for naturhendelse som bygningen er utsatt for. De totale kostnadene av sikring for Stryn kommune vil avhenge av hvilken sikringsstrategi som benyttes. I det videre arbeidet er 3 ulike sikringsstrategier vurdert. De er beskrevet i delkapitlene nedenfor og oppsummert i Tabellene 7.3 og 7.4.

Det er viktig å presisere at den overordnede vurderingen ikke gir konkrete svar på hvordan kommunen kan og bør sikre, men tilnærmingen belyser hvor store problemene er og hvilken overordnet strategi som bør velges ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv. Denne overordnede vurderingen bør naturligvis suppleres med konkrete vurderinger av løsningsvalg og virkninger av de ulike løsningsvalgene, slik vi har gjort for håndtering av overvann i Fredrikstad.

---

<sup>16</sup> På det nivået vi har gjort ekstremregnhendelser i Kongsten Hageby i Fredrikstad.

**Tabell 7.3 Konkretisering av tre sikringsstrategier for skredhendelser**

	Sikkerhetsklasse S1	Sikkerhetsklasse S2	Sikkerhetsklasse S3
Sikringsstrategi 1	Sikres i alle faresoner	Sikres i alle faresoner	Sikres i alle faresoner
Sikringsstrategi 2	Sikres i faresone 1/100 år	Sikres i faresone 1/100 år og 1/1000 år	Sikres i alle faresoner
Sikringsstrategi 3	Sikres ikke i noen av faresonene	Sikres i faresone 1/100 år	Sikres i faresone 1/1000 år

**Tabell 7.4 Konkretisering av tre sikringsstrategier for flomhendelser**

	Sikkerhetsklasse F1	Sikkerhetsklasse F2	Sikkerhetsklasse F3
Sikringsstrategi 1	Sikres i faresone 1/200 år	Sikres i faresone 1/200 år	Sikres i faresone 1/200 år
Sikringsstrategi 2	Sikres ikke	Sikres i faresone 1/200 år	Sikres i faresone 1/200 år
Sikringsstrategi 3	Sikres ikke	Sikres ikke	Sikres i faresone 1/200 år

## 7.2.2 Sikringsstrategi 1: Sikring av all bebyggelse som ligger innenfor faresonene

Innen denne sikringsstrategien sikres alt av bebyggelse, dvs. bygninger innen sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 samt F1, F2 og F3 sikres for alle faresoner (her er kun 1/200 års flomfaresonen vurdert). Dette er en svært konservativ tilnærming, og strengere enn det lovverket spesifiserer for ny bebyggelse. Strategien er et eksempel på et ytterpunkt av analysen.

## 7.2.3 Sikringsstrategi 2: Sikring av bebyggelse i henhold til kravene i TEK17

Denne sikringsstrategien innebærer et sikkerhetsnivå som tilsvarer kravene til ny bebyggelse, som er spesifisert i TEK17.

- For skred vil dette innebære at all bebyggelse (dvs. innen S1, S2 og S3) sikres i faresonen 1/100 år, bygninger innen sikkerhetsklasse S2 og S3 sikres i faresonen 1/1000 år og bygg i sikkerhetsklasse 3 sikres i faresone 1/5000 år.
- For flom vil dette innebære at all bebyggelse sikres i faresone 1/20 år, bygninger innen sikkerhetsklasse F2 og F3 sikres i faresone 1/200 år, bygninger innen sikkerhetsklasse F3 sikres i faresonen 1/1000 år. Siden vi her kun gjør vurderinger for faresone 1/200 år består strategien i å sikre F2 og F3 bebyggelse i faresone 1/200 år.

## 7.2.4 Sikringsstrategi 3: Sikring av bebyggelse, på ett nivå lavere enn det som spesifisert i TEK17

Kravene til sikkerhet mot naturhendelser i TEK17 gjelder som nevnt for ny bebyggelse. Det finnes ikke krav til sikring av eksisterende bebyggelse i norsk lovverk. Vanlig praksis er imidlertid å sikte mot kravene i TEK17, men å akseptere et lavere sikkerhetsnivå for eksisterende bebyggelse enn for ny bebyggelse. Det foreslås derfor her å studere en sikringsstrategi, som er ett nivå lavere enn det som er spesifisert i TEK17, nærmere bestemt:

- Sikring av bygninger innen sikkerhetsklasse S2 og S3 i skredfaresonen 1/100 år, sikring av bygninger i sikkerhetsklasse S3 i skredfaresonen 1/1000 år. Ingen sikring i skredfaresonen 1/5000 år

- Sikring av bygninger innen sikkerhetsklasse F2 og F3 i flomfaretsonen 1/20 år, sikring av bygninger i sikkerhetsklasse F3 i flomfaretsonen 1/200 år. Ingen sikring i flomfaretsonen 1/1000 år. Siden vi her kun gjør vurderinger for faresone 1/200 år består strategien i å sikre F2 og F3 bebyggelse.

### 7.3 Samfunnsøkonomiske kostnader

Samfunnsøkonomiske kostnader av klimatilpasning / sikringsstrategier består alltid av kostnadene ved å gjennomføre tilpasningen og eventuell skattefinansieringskostnad. Ifølge Finansdepartementets rundskriv (Finansdepartementet, 2021) skal skattefinansieringskostnader beregnes som 20 prosent av netto offentlig finansieringsbehov som tiltaket utløser, sammenliknet med nullalternativet. Sikringsstrategiene som vurderes vil delvis finansieres av staten og delvis finansieres av kommunen selv, og er således finansiert av skatteinntekter. Vi ser derfor ingen grunn til å avvike fra Finansdepartementets tilrådning å legge til grunn en skattefinansieringskostnad på 20 prosent.

Klimatilpasning kan også utløse andre kostnadsvirkninger, som redusert fremkommelighet, reduserte arealverdier og visuell forurensing. Disse kostnadsvirkningene, som ikke er noe mindre viktig enn tiltakskostnadene, vil i stor grad fremgå når man vurderer konsekvenser på et lavere geografisk nivå enn kommunenivå. De er derfor vanskelig å gjøre konkrete vurderinger av når vi har valgt en overordnet analytisk tilnærming. Vi har derfor valgt å sette kostnadsvurderingene til sikringsstrategiene til tiltakskostnader, det vil si kostnaden med å få på plass klimatilpasningen. I samfunnsøkonomisk vurdering av løsninger på ulike problemer i ulike deler av kommunen bør imidlertid alle relevante kostnadsvirkninger tas med i vurderingen. Spesielt fordi disse virkningene kan være avgjørende for hvilket tiltak som er mest lønnsomt.

I prosjektet "Flom og skred – sikringsbehov for eksisterende bebyggelse (FOSS)" har det blitt utviklet en metodikk for bedre å kunne analysere det samlede behovet for sikringstiltak mot flom og skred av eksisterende bebyggelse i Norge, Kalnes m.fl. (2021). Metodikken bygger på en rekke forutsetninger og forenklinger, som blant annet tar høyde for at det er store områder i Norge som ikke er farekartlagt. Rapporten legger sikkerhetskravene i TEK17 til grunn for beregning av sikringsbehovet. Enhetsprisene for sikring mot flom og skred er dels erfaringstall fra NVEs regionkontorer for gjennomførte sikringstiltak og dels erfaringstall fra andre kilder enn NVE (for eksempel budsjetter Statens Vegvesen bruker, samt konkrete prosjekter fra NGIs portefølje). Kalnes m.fl. (2021) benytter to typer enhetspriser: Enhetspris per bygning for sikring mot flom/skred og enhetspris per løpemeter for ulike sikringstiltak, som ga liknende resultater når det gjaldt sammenlagte sikringskostnader. I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i enhetspriser for sikring av bygning fra FOSS-prosjektet. Disse er gjengitt i Tabell 7.5 nedenfor.

Tabell 7.5 Enhetspriser for sikring for flom og skred, i 2022-kr

Faretype	Lavt anslag	Middels anslag	Høyt anslag
<b>Skred</b>	319	530	742
<b>Flom</b>	219	365	511

Kilde: Kalnes m.fl. (2021)

Kostnader av de ulike sikringsstrategiene for Stryn er vist i Tabell 7.6 og Tabell 7.7. Tabellene viser antall bygg som må sikres i hver faresone for de ulike sikringsstrategiene. For eksempel innebærer sikringsstrategi 1 sikring av 347 bygg i skredfaretsonen 1/100 år, mens strategi 3 innebærer sikring av 195 bygg i samme sone. Sikringskostnader per faresone er gitt i parentes under antall bygg. Det er benyttet middels anslag (jf. Tabell 7.5).

Tabell 7.6 Antall bygninger og samlede sikringskostnader for skredutsatt bebyggelse i Stryn for ulike sikringsstrategier

Sikrings-strategi	Antall bygninger som må sikres per faresone og per strategi (Sikringskostnader per faresone, middels anslag, i NOK)		
	1/100 år	1/1000 år	1/5000 år
<b>1 – Alt sikres</b>	365 (193 Mill.)	1826 (968 Mill.)	3376 (2316 Mill.)
<b>2 – TEK17</b>	365 (193 Mill.)	1047 (555 Mill.)	33 (18 Mill.)
<b>3 – Egen- definert</b>	195 (103 Mill.)	15 (8 Mill.)	0 0

Tabell 7.7 Antall bygninger og samlede sikringskostnader for flomutsatt bebyggelse i Stryn

Sikrings-strategi	Antall bygninger som må sikres	Sikringskostnader
	1/200 år	Totale kostnader (middels anslag) i millioner kroner
<b>1 – Alt sikres</b>	1 132	413
<b>2 – TEK17</b>	681	249
<b>3 - Egendefinert</b>	14	5,2

## 7.4 Nyttevirkninger av tiltakene

Hovedmålet med klimatilpasning er å redusere den fysiske klimarisikoen. Det handler om å iverksette tiltak i dag for å sikre økonomiske verdier. Klimatilpasningen kan innebære sikring av økonomiske verdier som menneskers helse og trygghet, infrastruktur og bygninger, næringsliv/samfunn og naturmiljøer. I vår vurdering har vi prissatt sikringsstrategienes innvirkning på reduksjon i materielle skadekostnader på eksisterende bebyggelse, reduksjon i dødsfall og personskader og reduksjon i kommunens kostnader i forbindelse med hendelser (redning, evakuering og opprydding). Ideelt sett skulle vurderingen blitt supplert med sikringsstrategiens forventede virkning på:

- Skader på infrastruktur - veier, strømnnett, vannforsyning etc.
- Skader på bebyggelse som forventes å oppføres i analyseperioden
- Tap i næringslivet (eksempelvis ødelagt landbruksjord eller mindre turistbesøk)
- Skader på natur, miljø og tap av friluftslivsområder

I tillegg kommer nytteverdier som er uavhengig av om hendelser skjer:

- Økte eiendomsverdier for risikoutsatte eiendommer innenfor områder som sikres
- Økt trygghetsfølelse for de som oppholder seg områder som sikres (vi delvis overlapper med økte eiendomspriser)

Den risikoreducerende effekten på eksisterende bebyggelse av et klimatilpasningstiltak vil avhenge av hvordan tiltaket er dimensjonert, som for eksempel:

- Hvor sterkt er steinspranggjerdet?
- Hvor mange bolter er benyttet for å sikre en fjellskjæring?
- Hvor høye er de installerte støtteforbygningene som skal forhindre snøskred?

De sikringsprosjektene som danner grunnlaget for å beregne enhetspriser for sikring per bygning antas å være godt dimensjonert. Det antas derfor at sikringen utført i de prosjektene vil ha en stor effekt på reduksjon av skader og at kun de mest ekstreme (og sjeldne) flom- og skredhendesene vil kunne føre til skader. Det er derfor i det videre antatt en risikoreducerende effekt av tiltakene på 80 prosent.

#### 7.4.1 Beregning av nytteverdi av sikringsløsninger

Tabell V3.7 viser beregnede nyttevirksomheter av skredsikring og Tabell V3.8 viser beregnede nyttevirksomheter av flomsikring for bygning i Stryn; gitt som årlig brutto nytte og avrundet til nærmeste 100 000 kroner. Årlig risikoreduksjon er det man kan spare i skadekostnader per år ved å sikre, mens potensielle skadekostnader er de maksimale skadekostnadene om all bebyggelse innenfor en faresone blir rammet av skred. I beregningene er det antatt at sannsynligheten for at en bygning rammes av skred eller flom samsvarer med den faresonen bygningen ligger i (for eksempel 1/100år). Om en bygning eller område er sikret skal dette fanges opp av faresonene. Men om faresonekartene ikke er oppdatert etter at sikring er implementert kan faresonen indikere en for høy sannsynlighet.

#### 7.4.2 Nyttevirksomheter av sikringsstrategi 1: Sikring av all bebyggelse som ligger innenfor faresonene

Sikring av samtlige bygninger som befinner seg i 1/100 år skredfaresonen gir anslagsvis en årlig verdi av risikoreduksjon på 22,2 millioner kroner, se Tabell V3.7. De tilsvarende tallene for 1/1000 års skredfaresonen og 1/5000 års skredfaresonen er hhv. 14,5 og 7,9 millioner kroner. Tallene i parentes viser potensielle skadekostnader av det som sikres. Selv om de potensielle skadekostnadene er høyest i 1/5000 år skredfaresonen er det i denne faresonen at sikring gir lavest årlig risikoreduksjon. Det henger sammen med at sannsynligheten for skred er svært lav i denne sonen og nyttevirksomheten av et tiltak vil avhenge av skredsannsynligheten.

Sikring av samtlige bygninger som befinner seg i 1/200 år flomfaresonen gir en årlig verdi i risikoreduksjon på 22,7 millioner kroner (Tabell V3.8)

#### 7.4.3 Nyttevirksomheter av sikringsstrategi 2: Sikring av bebyggelse i henhold til kravene i TEK17

For 1/100 år skredfaresonen innebærer denne strategien sikring av samtlige bygninger i denne faresonen, hvilket gir samme resultat som sikringsstrategi 1, dvs. årlig verdi av risikoreduksjon på 22,2 millioner kroner (Tabell V3.7). I 1/1000 år og 1/5000 år skredfaresonene blir færre bygninger sikret sammenliknet med sikringsstrategi 1. Årlig verdi av risikoreduksjonen er hhv. 13,9 og 0,5 millioner kroner. Tallene i parentes viser potensielle skadekostnader av det som sikres. Nå er det 1/1000 års skredfaresonen som har de høyeste potensielle skadekostnadene (av det som sikres), mens 1/5000 års sonen har de laveste potensielle skadekostnadene av det som sikres. Den høyeste årlige risikoreduksjonen oppnås også for denne sikringsstrategien i 1/100 år skredfaresonen.

Strategien innebærer sikring av bygninger innen sikkerhetsklasse F2 og F3 som befinner seg i 1/200 år flomfaresonen. Dette gir en årlig verdi av risikoreduksjon på 22,3 millioner kroner (Tabell V3.8).



#### 7.4.4 Nyttevirkninger av sikringsstrategi 3: Sikring av bebyggelse på ett nivå lavere enn det som spesifisert i TEK17

For 1/100 år skredfaresonen innebærer det sikring av bygninger i sikkerhetsklassene S2 og S3. Dette gir en nåverdi av risikoreduksjon på 21,1 millioner kroner (Tabell V3.7). I 1/1000år skredfaresonen sikres kun bygninger i sikkerhetsklasse S3, hvilket gir en årlig verdi av risikoreduksjonen på 1,0 millioner kroner. For denne strategien sikres ingen bygninger i 1/5000år skredfaresonen.

For flom innebærer strategien sikring av bygninger innen sikkerhetsklasse F3 som befinner seg i 1/200 år flomfaresonen. Dette gir en årlig verdi av risikoreduksjon på 1,3 millioner kroner (Tabell V3.8).

### 7.5 Samfunnsøkonomisk lønnsomhet

For å belyse den samfunnsøkonomiske lønnsomheten for de virkningene vi inkluderer i denne analysen, ser vi tiltakskostnadene opp mot nytten av redusert risiko. Vedlikeholdskostnad per år er skjønnsmessig satt til 1 prosent av investeringskostnaden. For øvrig legger vi til grunn forutsetningene beskrevet i delkapittel 5.2. For befolkningsendring har vi lagt til grunn middels scenario fram til 2050 (Figur 5.3), med lineær framskrivning ut analyseperioden.

Resultatene oppsummeres i Tabell 7.8 - Tabell 7.10. Tabellene viser at ikke alle sikringsstrategier er samfunnsøkonomisk lønnsomme i våre beregninger og at lønnsomheten avhenger av faresonen det sikres i. Samtlige sikringsstrategier er lønnsomme for sikring i skredfaresone 1/100år og flomfaresone 1/200år, mens ingen av strategiene gir lønnsom sikring i skredfaresone 1/5000år. For både skred og flom er det sikringsstrategi 3 som er den mest lønnsomme.

Tabell 7.8 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av sikringsstrategi 1 i Stryn, nåverdi (2025) i millioner 2022-kroner

	Skredfaresone 1/100 år	Skredfaresone 1/1000 år	Skredfaresone 1/5000 år	Flomfaresone 1/200 år
Kostnader for etablering og vedlikehold av sikringstiltakene inkl. skattefinansieringskostnaden	-268	-1 340	- 3 207	-572
Verdi av sparte kommunale hendelseskostnader	N.A.	N.A.	N.A.	45
Verdi av risikoreduksjon for bygningsskade på eksisterende bygninger	323	198	110	777
Verdi av sparte liv	445	303	164	N.A.
<b>Prissatt nettonytte over 75 år</b>	<b>500</b>	<b>-839</b>	<b>-2 933</b>	<b>249</b>
<b>Prissatt nytte / kostnad</b>	<b>2,87</b>	<b>0,37</b>	<b>0,09</b>	<b>1,44</b>

Tabell 7.9 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av sikringsstrategi 2 i Stryn, nåverdi (2025) i millioner 2022-kroner

	Skredfasesone 1/100 år	Skredfasesone 1/1000 år	Skredfasesone 1/5000 år	Flomfasesone 1/200 år
Kostnader for etablering og vedlikehold av sikringstiltakene inkl. skattefinansieringskostnaden	-268	-769	-24	-344
Verdi av sparte kommunale hendelseskostnader	N.A.	N.A.	N.A.	40
Verdi av risikoreduksjon for bygningsskade på eksisterende bygninger	323	139	3	727
Verdi av sparte liv	445	283	13	N.A.
<b>Prissatt nettonytte over 75 år</b>	<b>500</b>	<b>-347</b>	<b>-8</b>	<b>422</b>
<b>Prissatt nytte / kostnad</b>	<b>2,87</b>	<b>0,55</b>	<b>0,69</b>	<b>2,23</b>

Tabell 7.10 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av sikringsstrategi 3 i Stryn, nåverdi (2025) i millioner 2022-kroner

	Skredfasesone 1/100 år	Skredfasesone 1/1000 år	Skredfasesone 1/5000 år	Flomfasesone 1/200 år
Kostnader for etablering og vedlikehold av sikringstiltakene, inkl. skattefinansieringskostnaden	-143	-11	N.A.	-7
Verdi av sparte kommunale hendelseskostnader	N.A.	N.A.	N.A.	3
Verdi av risikoreduksjon for bygningsskade på eksisterende bygninger	274	5	N.A.	42
Verdi av sparte liv	413	29	N.A.	N.A.
<b>Prissatt nettonytte over 75 år</b>	<b>544</b>	<b>23</b>	<b>-</b>	<b>37</b>
<b>Prissatt nytte / kostnad</b>	<b>4,80</b>	<b>3,11</b>	<b>NA</b>	<b>6,21</b>

Ut fra resultatene kan man observere følgende:

- Sikring i skredfasesone 1/100år og flomfasesone 1/200år er lønnsomt uavhengig av valg av sikringsstrategi.
- Den mest konservative sikringsstrategien (1-Alt sikres) gir den laveste lønnsomheten, mens den mindre konservative sikringsstrategien (sikring etter TEK17) gir høyere lønnsomhet. Den minst konservative sikringsstrategien (3-Egendefinert) gir den høyeste lønnsomheten blant de studerte strategiene. Det er

imidlertid ikke slik at jo mindre konservativ en strategi er, desto høyere er lønnsomheten. Hvis vi for eksempel definerer en strategi der ingen bygninger sikres, (dvs. En strategi som er enda mindre konservativ enn strategi 3) vil denne gi lavere lønnsomhet enn strategi 3.

- En overordnet og nyansert strategisk tilnærming til samfunnsøkonomisk analyse, slik vi har lagt til grunn for Stryn kommune, bidrar til overinvestering enkelte steder og underinvestering andre steder. Årsaken er at nyttekostnads-forholdet i ulike deler av kommunen ikke er konstant, men varierer spesielt med sannsynlighet for hendelse og verdi av det som sikres. Den beste strategien er en nyansert strategi som bygger på konkrete nytte-kostnadsanalyser av ulike områder i kommunen, på et så detaljert nivå som vi har vist for Fredrikstad. Med en nyansert tilnærming til hver enkelt klimarisiko og område i kommunen vil man opparbeide seg kunnskap om hvilke tiltak som er lønnsomme og gir høyest lønnsomheten. Det legger grunnlag for å sette sammen en tiltakspakke for kommunen som er optimalisert for å oppnå høyest samlet samfunnsøkonomisk lønnsomhet. En annen fordel med en nyansert tilnærming er at kunnskap om lønnsomheten av ulike klimatilpasningstiltak for ulike klimautfordringer i ulike områder gjør det mulig å prioritere hva som skal gjøres og når tiltak skal iverksettes. Det er relevant fordi offentlige virksomheters budsjettbetingelse begrenser mulighetsrommet for å gjennomføre alle lønnsomme tiltak samtidig.

Som nevnt ovenfor representerer disse nytte-kost forholdene nytten ved unngått bygningsskade, personskade og kommunens kostnader ved hendelser.

Inkludering av andre typer konsekvenser vil kunne endre nytte-kostnadsforholdet. Dersom sikringstiltakene også reduserer skade på annen infrastruktur, vil disse nyttevirkningene av tiltakene komme i tillegg. Dette kan eksempelvis innebære reduserte reparasjonskostnader, redusert veistengingstid og redusert avbruddstid for strøm og vann. For innbyggere vil slike effekter, sammenlignet med nullalternativet, kunne gi redusert reisetid, bedre beredskap og redusert opplevd utrygghet. For næringslivet vil slike effekter, sammenlignet med nullalternativet, blant annet kunne gi bedret produksjon av varer og tjenester og redusert risiko for tap ved transport av tidskrittisk gods. Med tanke på resultatene som fremkommer av sikringstiltakene for bygningene, vurderer vi at tilsvarende virkninger vil kunne legges til for annen infrastruktur og dermed gjøre lønnsomme tiltak mer lønnsomme. For mulige virkninger av klimatilpasningstiltak for vei, se for eksempel Selseng m.fl. (2019) og Solheim m.fl. (2018).

Siden slike nyttevirkinger ikke er inkludert, vil også nytte-kostforholdet for sikring av bygninger av stor økonomisk betydning eller med viktige samfunnsmessige funksjoner være underestimert. Disse vil gå inn under sikkerhetsklasse S2 eller S3 i Tabell 7.1 eller under bygningskategori nr. 5-9 i Tabell 7.2.

## 7.6 Følsomhetsanalyser

Som nevnt i kapittel 7.1.4 vil frekvensen av flom og skred øke som følge av klimaendringene. Hvor stor økningen blir avhenger både av klimagassutslipp og hvilken tidshorison man velger for vurderingen. For et gitt utslippsscenario og en fastsatt tidshorison vil det likevel være usikkerheter knyttet til størrelse på endring i klimaparametre og effekt av klimaparametre på flom og skred. Oppsummert er de viktigste usikkerheter knyttet til:

- Frekvens av flom og skred i fremtiden (antatt økning i størrelsesorden 0 prosent – 50 prosent)
- Sikringskostnader per bygning for flom og skred (se variasjonsbredde i Tabell 9.11) kan variere mellom +/- 40 prosent
- Befolkningsutvikling

- Analyseperiode av et sikringstiltak (Se kapittel 5.2)

For usikkerhet i frekvens av naturfare og levetid av sikringstiltak vil de verdiene som er benyttet i analysene representere nedre anslag (dagens situasjon). Inkludering av usikkerhet og fremtidige endringer ville bidra til høyere nytte-kostnadsverdier enn det som er beregnet i kapittel 7.5. Når det gjelder sikringskostnader derimot er det benyttet medianverdier. Ved å benytte de høyeste estimatene av kostnader kunne man finne det laveste anslaget på nytte-kostnadsforhold.

## 7.7 Samlet vurdering

Dagens regelverk setter strenge krav til sikkerhet mot naturfarer ved etablering av ny bebyggelse. For eksisterende bebyggelse gjelder ikke tilsvarende krav. Sikkerhetskravene før 2017 (dvs. før TEK 17) var også mindre strenge enn i dag. Derfor ligger en del av bebyggelsen innenfor faresoner, der den ikke hadde vært tillatt bygd i dag. I dette kapitlet har vi regnet på de gjennomsnittlige årlige kostnader av bygningsskade og personskaade i områder eksponert for flom og skred i Stryn kommune. Disse beløper seg til 56 mill. for skred og 28 mill. for flom. Økte flom- og skredfrekvenser som følge av klimaendringer vil øke disse kostnadene.

For å vurdere lønnsomhet av sikring, har vi fokusert på strategier for sikring, heller enn lønnsomhet av konkrete tiltak og sikringsprosjekter. I korthet beskriver de ulike strategiene ulike typer regler for om bygninger i de ulike faresonene skal sikres eller ikke. Den mest konservative strategien innebærer sikring av all flom- og skredutsatt bebyggelse, mens den minst konservative sikringsstrategien innebærer sikring på ett nivå lavere enn det som kreves i dagens regelverk (TEK 17). Som en midlere sikringsstrategi vurderes sikring iht. dagens regelverk for ny bebyggelse. Jo større sannsynlighet det er for at en bygning rammes av en naturhendelse, desto større er lønnsomheten av sikring. Lønnsomheten øker også med økende verdi og viktighet av bygningen som sikres.

Siden forventet skadeomfang avhenger av sannsynlighet og konsekvens, og tiltakene som vurderes i all hovedsak er konsekvensreducerende, vil sannsynligheten for at naturhendelsene oppstår være en avgjørende usikkerhet i lønnsomhetsvurderingene.

Det er viktig at sikringsløsninger tilpasses lokale forhold for blant annet å dimensjonere tiltaket. God lønnsomhet av et tiltak kan oppnås om tiltaket dimensjoneres slik at det gir høyest mulig risikoreducerende effekt (nytte) i forhold til kostnadene av tiltaket.

## 8 Oppsummering og avsluttende betraktninger

I utredningen har vi sett nærmere på verdien av å forebygge mot kjelleroversvømmelser som følge av ekstremregn i Kongsten Hageby i Fredrikstad og sikringsstrategier for skred- og flomhendelser i Stryn kommune. Avslutningsvis er det nyttig å oppsummere våre erfaringer fra arbeidet, hvilke begrensninger og usikkerheter som finnes, samt barrierer for å realisere lønnsomme tiltak og kunnskapshull.

### 8.1 Erfaringer vi har gjort oss

I dette forprosjektet ser vi nærmere på hvordan samfunnsøkonomiske analyser, det vil si analyser av nytte- og kostnadsvirkninger, kan identifisere de mest lønnsomme klimatilpasningstiltakene. Som praktiske eksempelstudier har går vi nærmere inni tiltak som:

- Reduserer omfanget av kjelleroversvømmelser utløst av ekstremregn i Kongsten Hageby i Fredrikstad kommune.
- Reduserer faren for skader av skred- og flomhendelser i Stryn kommune.

De mest lønnsomme tiltakene forventes å gi høy velferdsmessig avkastning. I Fredrikstad finner vi at 1 krone investert i tiltak for å redusere sannsynligheten for kjelleroversvømmelser kan gi mellom 1,5 og 2,1 krone i avkastning. I Stryn finner vi at lønnsomheten avhenger av faresonen som sikres. Samtlige sikringsstrategier er lønnsomme for sikring av skred som forventes å forekomme hvert hundrede år og sikring av flom som forventes å forekomme hvert tohundrede år. Den mest samfunnsøkonomisk lønnsomme sikringsstrategien vi har identifisert tilsier at 1 krone investert for å redusere faren for skredskade gir en avkastning på mellom 4,2 og 6,2 kroner. Vi har kun prissatt nytten av redusert skade på bygninger, tap av liv og helse og kommunens kostnader (redning, evakuering og opprydding) i Stryn. Det er derfor grunn til å tro at avkastningen av klimatilpasningen er betydelig høyere, når en tar med andre nytteverdier, som for eksempel nytten for annen infrastruktur og ikke-prissatte verdier som opplevd utrygghet.

Basert på de teoretiske vurderingene og eksempelberegningene finner vi at:

- Samfunnsøkonomisk analyse er et egnet verktøy for å identifisere samfunnsøkonomisk lønnsomme strategier (overordnede sikringsstrategier) og konkrete løsningsvalg.
- De mest lønnsomme tiltakene kan representere løsninger som innebærer samarbeid mellom ulike tjenesteområder i kommunen.
- Innbyggernes betalingsvilje for å redusere sannsynligheten for hendelser og derved redusere følelsen av utrygghet kan være avgjørende for om tiltakene som vurderes er lønnsomme eller ikke.
- Klimatilpasningstiltakene kan utløse nytte som ikke avhenger av hendelsene, som økte rekreasjonsverdier og forbedret naturmangfold.
- Noen klimatilpasningstiltak som vi har vurdert lønnsomheten av har dårlig lønnsomhet og bør derfor ikke gjennomføres med mindre forutsetningene endres og lønnsomheten øker.
- Finansielle begrensninger hos stat og kommune kan være avgjørende for om samfunnsøkonomisk lønnsomme klimatilpasningstiltak blir realisert.
- For lønnsomme klimatilpasningstiltak overstiger samlet betalingsvilje kostnadene. Det vil si at det er mulig å utarbeide finansieringsmodeller som bidrar til å realisere lønnsomme tiltakene, som ikke blir realisert i dag.

## 8.2 Usikkerheter ved vurderingene som er gjort

Vurderingene og beregningene i denne rapporten omfattes av følgende usikkerheter:

- **Hendelsesusikkerhet.** Omfanget av hendelser i casekommunene kan utvikle seg annerledes enn vi har lagt til grunn, noe som kan utløse både høyere og lavere nytte av de vurderte tiltakene og sikringsstrategiene. Vi har forsøkt å illustrere denne usikkerheten ved å variere omfanget av hendelser i et lavt, et middels og et høyt anslag på kostnader i nullalternativene og i lønnsomhetsvurderingene. Siden fremtidig utvikling i omfanget av hendelser er så usikker, må dette tas med i forståelse og bruk av resultatene fra rapporten.
- **Beregningsusikkerhet.** Beregningene bygger på gjennomtenkte forutsetninger og følsomhetsvurderinger. Forutsetningene som er lagt til grunn kan likevel være lavere eller høyere enn vi har forutsatt.
- **Ufullstendighet for Stryn.** Spesielt for sikringsstrategier i Stryn har vi ikke kunnet vurdere alle mulige nyttevirksomheter. Dette trekker i retning av at den faktiske nettoytten vil være høyere enn anslått.
- **Risikonøytralitet versus risikoaversjon.** Beregningene som er gjennomført bygger på standard økonomisk metode. Det innebærer at vi forutsetter at aktørene er risikonøytrale. Risikoaverse aktører betyr at alle tiltakene ville hatt høyere nytte, lønnsomheten ville vært høyere og flere tiltak ville vært samfunnsøkonomisk lønnsomme. Hvis aktørene er risikoaverse undervurderer vi nytten og lønnsomheten for alle tiltak og sikringsstrategier som er vurdert. Feilen vi gjør er størst for tiltak med størst risikoreduserende effekt, noe som taler for at risikoaversjon ikke endrer rangeringen av de vurderte tiltakene.

Oppsummert er det stor usikkerhet ved resultatene. Dette er årsaken til at vi har lagt stor vekt på å få frem usikkerheten i følsomhetsanalyser, med et lavt, middels og høyt anslag på beregnet nettoytte. Analysene viser at samfunnsøkonomiske analyser er et nyttig verktøy for å identifisere de mest lønnsomme klimatilpasningsstiltak og for å prioritere mellom tiltak. I et foreslått hovedprosjekt er det naturlig at vi utvikler metoden for å ivareta overnevnte usikkerheter.

## 8.3 Barrierer for å identifisere og realisere lønnsomme tiltak

Økt bruk av samfunnsøkonomiske analyser av klimatilpasningstiltak øker kvaliteten på beslutningsunderlagene, men er ikke nødvendigvis nok til at de mest lønnsomme tiltakene skal bli identifisert og realisert. Det er flere barrierer å påpeke i denne sammenheng:

- **Begrenset kompetanse og begrenset bevissthet om viktigheten av gode beslutningsunderlag.** Metodikken for samfunnsøkonomisk analyse er i kontinuerlig utvikling<sup>17</sup>, noe som også vil bedre forutsetningene for at samfunnsøkonomiske analyser tas i bruk. Slike analyser er lite anvendt i kommunal sektor i dag. Kommunesektoren er ikke underlagt krav til systematiske utredninger av tiltak, som beskrives i utredningsinstruksen. Det synes å være manglende bevissthet rundt viktigheten av gode beslutningsunderlag, og følgelig manglende prioritering av og kompetanse til å gjennomføre systematisk utredningsarbeid. Veien å gå for å bryte ned denne barrieren er informasjon, og å utvikle veiledere og

---

<sup>17</sup> Eksempelvis utvikler Menon Economics i samarbeid med Norconsult, NGI og DHI en veileder i samfunnsøkonomiske analyser for vannbransjen på oppdrag fra Norsk Vann. Bruk av samfunnsøkonomisk analyse for valg av klimatilpasningstiltak er en sentral del av veilederen som utvikles.

eksempler på hvordan samfunnsøkonomiske analyser av klimatilpasningstiltak kan gjennomføres. Denne rapporten er et eksempel denne typen informasjon.

- **Metodiske barrierer.** For at samfunnsøkonomiske analyser skal ha høyest mulig verdi bør flest mulige virkninger la seg prissette. Det er gjennomført verdsettingsstudier i Norge, eksempelvis Torgersen & Navrud (2018), og det er behov for flere. Blant annet behov er det for verdsettingsstudier av betalingsvilje for å unngå utrygghet knyttet til skred og flom.
- **Finansielle barrierer.** NVE støtter utvalgte tiltak mot skred- og flomhendelser (av typer som vi har sett nærmere på i Stryn) . Når tiltaket blir delfinansiert av NVE støtter NVE normalt sett inntil 80 prosent av sikringstiltakskostnadene, og kommunen tar resten av kostnaden. For Stryn er både NVEs rammer og prioriteringer på den ene siden og eget økonomisk handlingsrom på den andre avgjørende for hvor mye midler som kan settes av til sikringstiltak. Når omfanget av lønnsomme sikringstiltak er så stort som det er i Stryn, og de like fullt må betale mellom 20 og 100 prosent av sikringskostnadene, vil ikke alle lønnsomme tiltak kunne realiseres på kort sikt. Når tiltaket er samfunnsøkonomisk lønnsomt vil det si at samfunnet samlet sett har en betalingsvilje for å iverksette klimatilpasningen som overstiger kostnadene.<sup>18</sup> Når finansieringen blir en barriere for å realisere lønnsomme tiltak, eksisterer et uforløst potensial. Det er derfor da behov for å utvikle finansieringsordninger som bidrar til å realisere de lønnsomme tiltakene.

---

<sup>18</sup> Begrepet betalingsvilje kan brukes for alle nyttevirkninger. Altså den samlede nytten er lik samfunnets samlede betalingsvilje. Det gjelder også når det er snakk om sparte skadeposter. For med full informasjon og risikonøytrale aktører (våre antakelser) vil aktørene ha en betalingsvilje som er lik de sparte kostnadene.

## Referanseliste

Aven T., Boyesen M., Heinzerling G. & Njå O. (2003): *Risikoakseptkriterier og akseptabel risiko i transport sektoren - En kunnskapsoversikt*, Rapport RF – 2003/072, Rogalandforskning.

Bruvoll A., Handberg Ø. N., Sundvor I., Westberg N., Arnesen T., Ellingsen L.A-W., Grieg E. & Grønvik O. (2022): *Indirekte utslipp og eksterne kostnader i transportsektorens bygg- og anleggsfase*, Menon-rapport 2022/20, Menon Economics.

DiBK (2017): *Veiledning om tekniske krav til Byggverk*, Veiledning til kapittel 7 - Sikkerhet mot naturpåkjenninger, Direktoratet for byggkvalitet, 2017.

Direktoratet for økonomistyring (2018): *Veileder i samfunnsøkonomiske analyser*.

Finansdepartementet (2021): *Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv.*, R-109/21, Finansdepartementet.

Fredrikstad Kommune (2021): *Økonomiplan 2022-2025 og årsbudsjett 2022*, vedtatt 09.12.21.

Hanssen-Bauer I., Førland E.J., Haddeland I., Hisdal H., Mayer S., Nesje A., Nilsen J.E.Ø., Sandven S., Sandø A.B., Sorteberg A. & Ådlandsvik B. (2015): *Klima i Norge 2100 – Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015*, Norsk Klimaservicesenter, NCCS Report 2/2015 203pp.

Hernes R. R. (2018): *Kostnader ved lokale overvannstiltak*, Ås: NMBU.

Klemetsen M. E. og Dahl M. S. (2020): *Hvor godt er norske kommuner rustet for klimaendringer? Spørreundersøkelse om klimatilpasning våren 2020*, CICERO Report 2020:05.

Kvernevik E. (2022): *Klimaendringer og samfunnsøkonomisk nytte*, presentasjon for Menon 30. april 2022.

Lindholm O. (2008): *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*, Norsk Vann Rapport 162.

Magnussen K. m.fl. (2017): *Naturbaserte løsninger for klimatilpasning*, Menon-rapport 2017-61, Menon Economics.

Meld. St. 14 (2020–2021): *Perspektivmeldingen 2021*, Oslo: Finansdepartementet.

NOU (2013:10). *Naturens goder - om verdien av økosystemtjenester*, Oslo: Miljøverndepartementet.

Lawrence D. (2016): *Klimaendringer og fremtidige flommer i Norge*, NVE rapport nr. 81/2016, NVE.

Kalsnes B., Solheim A., Sverdrup-Thygeson K., Dingsør-Dehlin F., Wasrud J., Indrevær K. og Bergbjørn K. (2021): *Flom og skred – sikringsbehov for eksisterende bebyggelse (FOSS) - beskrivelse av metodikk og resultater*, NVE rapport Nr. 20/2021, NVE.

Paus K. H. & Braskerud B. C. (2013): *Forslag til dimensjonering og utforming av regnbed for norske forhold*, innsendte artikler til Vannforeningen, 2013.

Pedersen S., Kjelsaas I., Halvorsen C. A. & Aalen P. (2022): *Kartlegging av kommuner som har utfordringer med å løse de lovpålagte oppgavene*, Menon-rapport 2022/46, Menon Economics.



Proske, D. (2008): *Catalogue of Risks: Natural, Technical, Social and Health Risks*, published by Springer, ISBN: 978-3-540-79554-4.

Riksrevisjonen (2022): *Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med å tilpasse infrastruktur og bebyggelse til et klima i endring*, Dokument 3:6 (2021–2022), Riksrevisjonen.

Rosenberger R.S., White E.M., Kline J. D., & Cvitanovich C. (2017): *Recreation Economic Values for Estimating Outdoor Recreation Economic Benefits From the National Forest System*, United States Department of Agriculture.

Selseng T., Handberg Ø.N., Hveem E.B., Bruvoll A. & og Aall C. (2019): *Morgondagens klimarisiko og kostnyttevurderingar for veg - testing av to verktøy for Statens vegvesen*. *Vestlandsforskningsrapport* nr. 12.

Solheim A. m.fl. (2018): *Metodikk for risiko- og sårbarhetsanalyse for naturfare i tidlig planfase*, *NGI-rapport* nr. 20180631-01-R.

Statens vegvesen (2021): *Konsekvensanalyser, Håndbok V712*.

Torgersen, G., & Navrud, S. (2018): *Singing in the rain: Valuing the economic benefits of avoiding insecurity from urban flooding*, *Journal of Flood Risk Management*, 11(4).

Ulstein H. m.fl. (2020): *Forbedring av metode for vurdering av ikke-prissatte virkninger i samfunnsøkonomiske analyser*, *Menon-rapport 2020/62*, Menon Economics.

UNDRR (2015): *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030*, Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR).

# Vedlegg 1 – Følsomhetsanalyser, Kongsten Hageby

## Befolkning

Tabell V1.1 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 1 ved ulike befolkningsframskrivinger. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Lav befolkningsprognose	-251 000	-120 000	106 000
Middels befolkningsprognose	-183 000	-40 000	34 000
Høy befolkningsprognose	-120 000	34 000	303 000

Tabell V1.2 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 2 ved ulike befolkningsframskrivinger. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Lav befolkningsprognose	-1 343 000	-886 000	-92 000
Middels befolkningsprognose	-1 105 000	-606 000	263 000
Høy befolkningsprognose	-883 000	-345 000	595 000

Tabell V1.3 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 3a ved ulike befolkningsframskrivinger. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Lav befolkningsprognose	-39 055 000	-38 140 000	-36 553 000
Middels befolkningsprognose	-38 579 000	-37 581 000	-35 843 000
Høy befolkningsprognose	-38 134 000	-37 058 000	-35 178 000

Tabell V1.4 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 3b ved ulike befolkningsframskrivinger. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Lav befolkningsprognose	2 023 000	2 938 000	4 525 000
Middels befolkningsprognose	2 499 000	3 497 000	5 235 000
Høy befolkningsprognose	2 943 000	4 019 000	5 900 000

## Tiltakseffekt

Tabell V1.5 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 1 ved ulike antagelse om effekt av tiltakspakken. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Redusert effekt - 5 prosent	-688 000	-616 000	-492 000
Opprinnelig effekt - 10 prosent	-183 000	-40 000	208 000
Økt effekt - 15 prosent	826 000	1 111 000	1 608 000

Tabell V1.6 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 2 ved ulike antagelser om effekt av tiltakspakken. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Redusert effekt - 20 prosent	-2 619 000	-2 334 000	-1 837 000
Opprinnelig effekt - 35 prosent	-1 105 000	-606 000	263 000
Økt effekt - 50 prosent	408 000	1 121 000	2 363 000

Tabell V1.7 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 3a ved ulike antagelser om effekt av tiltakspakken. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Redusert effekt - 50 prosent	-40 597 000	-39 884 000	-38 642 000
Opprinnelig effekt - 70 prosent	-38 579 000	-37 581 000	-35 843 000
Økt effekt - 90 prosent	-36 561 000	-35 278 000	-33 043 000

Tabell V1.8 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 3b ved ulike antagelser om effekt av tiltakspakken. Nåverdi i 2022-kroner.

	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
Svært redusert effekt - 40 prosent	-528 000	42 000	1 035 000
Redusert effekt - 50 prosent	480 000	1 194 000	2 435 000
Opprinnelig effekt - 70 prosent	2 499 000	3 497 000	5 235 000
Økt effekt - 90 prosent	4 516 000	5 800 000	8 035 000

## Levetidutvidelse

Tabell V1.9 Prissatt samfunnsøkonomisk nettonytte av tiltakspakke 3b ved øking av levetid fra 75 til 100 år. Nåverdi i 2022-kroner.

Tiltakspakke	Lavt scenario for skadeomfang	Middels scenario for skadeomfang	Høyt scenario for skadeomfang
1: Takvann til terreng og anleggelse av regnbed			
Nåverdi over 75 år	-183 000	-40 000	208 000
Nåverdi over 100 år	-73 000	111 000	437 000
2: Grøfter og swales			
Nåverdi over 75 år	-1 105 000	-600 000	263 000
Nåverdi over 100 år	-705 000	-60 000	1 079 000
3a: Vei som flomvei			
Nåverdi over 75 år	-38 579 000	-37 581 000	-35 843 000
Nåverdi over 100 år	-37 796 000	-36 507 000	-34 228 000
3b: Kun merkostnad av vei som flomvei			
Nåverdi over 75 år	2 499 000	3 497 000	5 235 000
Nåverdi over 100 år	3 514 000	4 804 000	7 082 000

## Vedlegg 2 – Dokumentasjon til kapittel 7

### Vanlige sikringsløsninger for flom og skred

I Boks V3.1 beskrives endel "tradisjonelle" tiltak for sikring mot flom og skred. Imidlertid er det viktig å være klar over at Miljødirektoratet krever at naturbaserte løsninger (Nature Based Solutions – NBS) skal vurderes ved alle klimatilpasningstiltak, herunder også sikringstiltak mot flom og skred.

#### Boks V3.1 Sikringstiltak for flom og skred

**Sikring mot snøskred og sørpeskred.** De vanligste sikringstiltakene mot snøskred er:

- Etablering av støtteforbygninger i utløsningsområdene, som har til hensikt å holde snøen på plass, slik at skred ikke utløses. Ved store høydeforskjeller må det bygges flere rader med en viss avstand (vanlig er ca. 30 m).
- Terrengtiltak i form av voller i utløpsområdene som har til hensikt å lede, bremse eller stanse skred-massene.
- Snøoverbygg av betong kan benyttes der store skred passerer over en vei eller jernbane. Denne formen for sikring er svært kostbar og er lite egnet for sikring av bebyggelse.
- Sørpeskred sikres gjerne etter samme prinsipper som gjelder for flomskred.

**Sikring mot steinskred og steinsprang.** De vanligste sikringstiltakene mot steinskred og steinsprang er:

- Rensk og fjerning av løst berg gjennomføres for mindre stein det ikke er hensiktsmessig å sikre og på blokker som vurderes som for risikable å sikre (Nilsen, 2016).
- Bolting er en vanlig sikringsmetode for blokker av en betydelig størrelse som ikke lar seg rense.
- Sikring med nett utføres på flere forskjellige steder, både skjæringsflater, oppsprukket berg og naturlige fjellskrenter. På urmasser med til dels store og løse steinblokker brukes nett i noen tilfeller.
- Steinspranggjerdet/fanggjerdet kan benyttes for sikring i utløpsområdet. Varierer i styrke fra 100 kJ og opp mot 10 000 kJ. I tilfeller der ikke ett steinspranggjerdet er tilstrekkelig, kan de plasseres i flere rekker.
- Voller er en utbredt form for sikring også for steinsprang og steinskred. Ofte anlegges voller i kombinasjon med dempende materiale der blokker er forventet å lande.

**Sikring mot jord- og flomskred.** Sikringstiltak mot jordskred blir vanligvis gjennomført på følgende måter:

- Stabilisering ved dreneringstiltak som har til hensikt å hindre oppbygning av vann-trykk i løsmassene. Slike tiltak er mest relevant dersom utløsningsområdet er lett tilgjengelig.
- Terrengtiltak i utløpsområdene som har til hensikt å lede, bremse eller stanse skred-massene, for å forhindre at de treffer bygninger og kritisk infrastruktur. Disse tiltakene er oftest voller eller en kombinasjon av voller og fangdammer. Høyden på tiltakene er avhengig av forventet hastighet og volum på skredmassene. Fangdammer må tømmes etter store hendelser, noe som medfører en vedlikeholdskostnad.
- I tillegg er etablering av stikk-renner/-kilverter/-skredbru for å sikre gjennomløp under veier viktige. For store bekkeløp med mye vann og stor massetransport vil skredbru med stor lys-åpning være å foretrekke for å redusere faren for gjentetting. For mindre bekkeløp kan det være tilstrekkelig med stikk-renne. I mange tilfeller kan det også være aktuelt å plastre løpene for å hindre erosjon.

**Sikring mot flom.** En rekke tiltak kan iverksettes for både å redusere flomfaren og for å redusere konsekvensene av en flom. For å redusere faren (sannsynligheten) for flom i vassdraget er forskjellige typer fordrøyning høyere i nedbørsfeltet en mulighet. Bruk av eksisterende dammer (mange eldre slike i Norge) eller etablering av nye er mulig, selv om slike dammer ofte ligger høyt opp i vassdragene i Norge og vi således bidra lite til å kunne dempe flomtopper siden mye av vanntilførselen (nedbør og snøsmelting) foregår nedenfor dammene. Bevaring av myrområder og vegetasjon kan også være like viktige tiltak som etablering av kunstige fordrøyningsanlegg. For å redusere konsekvenser av en flom, er flomvoller (noen ganger i kombinasjon med pumpe-verk) og heving eller andre tiltak på bygninger de vanligste tiltakene. I tillegg kan man identifisere kritiske punkt i vassdraget og gjøre modifikasjoner i disse, som utforming eller øking av elvas tverrsnitt, for å øke kapasiteten, samt tiltak for å håndtere mulig drivgods og masseavalgring langs vassdraget.

Kilde: NGI

Figur V3.1 Eksempel på skredsikring av vei

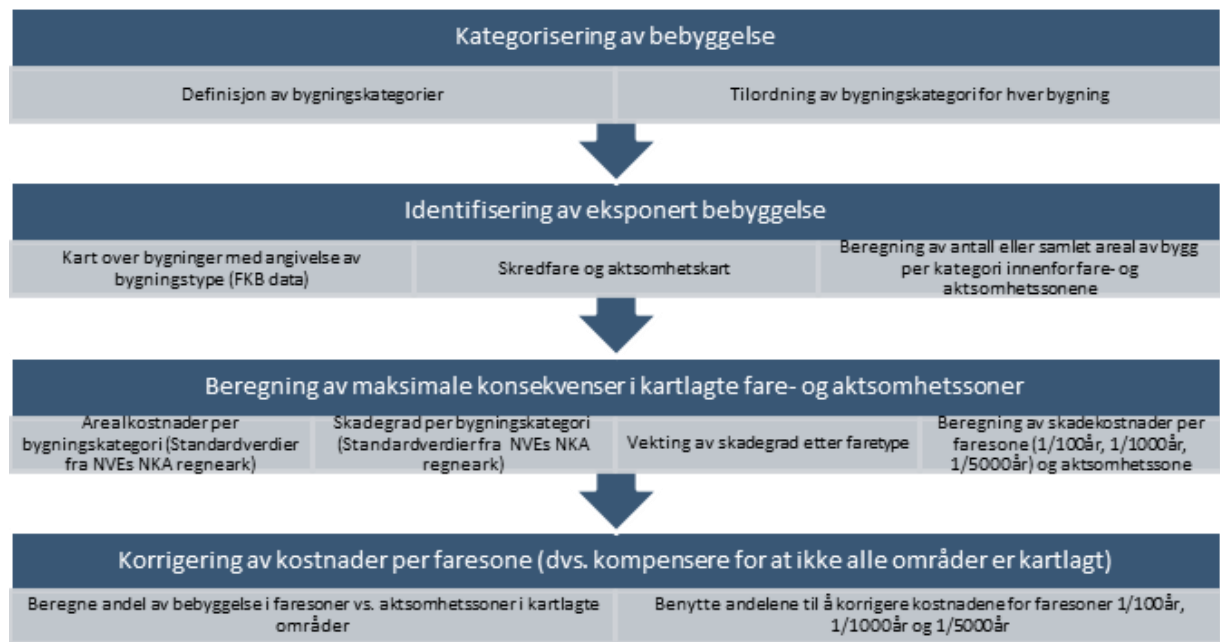


Kilde: NGI

### Dokumentasjon til konsekvensberegninger

Analysesteg for beregning av kostnader for skade på bebyggelse er fremstilt i Figur V3.1. Disse stegene omfatter kategorisering av bebyggelse, identifisering av eksponert bebyggelse, beregning av maksimale konsekvenser i kartlagte fare- og aktsomhetssoner og korrigerings av kostnader per faresone, for å kompensere for at ikke alle potensielle fareområder er kartlagt. Beregning av personskadekostnader følger de samme analysestegene, men benytter i tillegg data om personopphold og sårbarhet liv i konsekvensberegningene. Analysestegene og resultatene fra hvert steg er beskrevet mer i detalj nedenfor.

Figur V3.2 Analysesteg for beregning av skade på bebyggelse



### Kategorisering av bebyggelse

For definisjon av bygningskategorier ble det benyttet to ulike kategoriseringer. I tillegg til sikkerhetsklassene definert i TEK17 (DiBK; 2017), som beskrevet i hoveddokumentet ble det også etablert en egendefinert kategorisering av bygningene, som består av 10 bygningskategorier, se Tabell V3.1. Hensikten med denne kategoriseringen var å raffinere kategoriseringen av bygningene og med det muliggjøre en mer detaljert konsekvensvurdering. Bygningskategoriene som er definert tilsvarer i stor grad de bygningskategoriene som finnes i NVE verktøyet, for å kunne tilordne hver bygning innen en kategori en typisk skadegrad (På en skala fra 0 til 1) hvis rammet av flom og skred. Den skadegraden er gitt i NVEs nytte-kostnadsverktøy. I tillegg er det etablert bygningskategorier som er hensiktsmessige når indirekte konsekvenser skal vurderes, som for eksempel konsekvenser av tap av kommunale tjenester.

Tabell V3.1 Egendefinerte bygningskategorier

Kategorinr.	Kategorinavn	Kjennetegn
0	Skur, garasje etc.	Enkle konstruksjon, ikke fast opphold
1	Fritidsbolig	Tidvis fast opphold av personer, ofte lavere byggverdi enn bolig
2	Enebolig, rekkehus, o.l.	Enkelt boenheter
3	Flerboligbygg	Flere boenheter i samme bygg. Ofte flere etasjer
4	Helse, oppvekst, utdanning, fengsel	Opphold av mange personer, som er mer krevende å evakuere enn gjennomsnittspersonen
5	Idrett, kultur, religion	Opphold av mange personer
6	Bygg knyttet til infrastruktur (også samfunnskritisk)	Bygg nødvendig for ulike type infrastruktur (vei, havn, strøm, vann...).
7	Tjenestenæring og andre kommunale tjenester	Høy tetthet av personer per kvm, ansatte eller kunder
8	Industri og annen produksjon	Bygg med potensielt høye verdier i form av maskiner o.l., og hvor transport av varer inn/ut er viktig og kan være tidskritisk
9	Primærnæringer	Gj. mindre fysiske verdier per kvm (maskiner etc.) enn kategorien over

### Identifisering av eksponert bebyggelse

Som nevnt i hoveddokumentet må det gjøres en identifisering av bebyggelse som er eksponert for flom og skred. For hver faretype (dvs. Flom og skred) ble det gjort en opptelling av bygg innen de ulike faresonene (dvs. 1/100 år, 1/1000 år og 1/5000 år for skred og 1/200 år for flom) og i aktsomhetsområdene. Opptellingen ble gjennomført ved at kart over bebyggelse (FKB data) ble kombinert med faresone- og aktsomhetskartene i en GIS-analyse. Resultatet er vist i Tabell V3.2 for skred og Tabell V3.3 for flom.

Tabell V3.2 Antall bygg og samlet grunnflate av bygg innenfor fare- og aktsomhetsområder for skred i Stryn

Bygnings-kategori-nummer	Faresone 1/100 år		Faresone 1/1000 år		Faresone 1/5000 år		Innenfor aktsomhetsområde snø/stein/jord- og flomskred og utenfor kartlagt område	
	Antall bygninger	Samlet areal (m <sup>2</sup> )	Antall bygninger	Samlet areal (m <sup>2</sup> )	Antall bygninger	Samlet areal (m <sup>2</sup> )	Antall bygninger	Samlet areal (m <sup>2</sup> )
0	142	14 909	639	82 858	1484	195754	464	38088



1	30	2 508	151	11 903	326	31623	158	10040
2	67	8 715	433	61 895	1215	177960	189	27011
3			8	2 003	17	4154		
4			6	760	14	6354	3	1744
5			5	3 316	32	8230	4	949
6			3	389	5	449	3	304
7	2	2 122	14	7 801	45	26081	11	3739
8	4	1 025	21	7 462	48	30302	14	5760
9	54	3 355	217	12 952	415	25544	249	12805

Kilde: Faresonekart og aktsomhetskart fra NVE atlas, FKB data

Tabell V3.3 Antall bygg og samlet grunnflate av bygg innenfor fare- og aktsomhetsområder for flom i Stryn

Bygningskategori- nummer	Faresone 1/200 år		Innenfor aktsomhetsområde og utenfor kartlagt område	
	Antall	Samlet areal (m <sup>2</sup> )	Antall	Samlet areal (m <sup>2</sup> )
0	87	8 859	911	91 192
1	6	485	425	43 553
2	34	4 375	489	74 208
3	3	985	14	3 280
4	2	1 786	9	4 533
5	2	488	25	6 506
6	0	0	12	861
7	8	4 685	37	23 064
8	21	25 819	59	74 741
9	16	907	402	21 215

Kilde: Faresonekart og aktsomhetskart fra NVE atlas, FKB data

#### Beregning av maksimale konsekvenser i kartlagte fare- og aktsomhetsområder

Som beskrevet i hoveddokumentet ble skadekostnadene beregnet på bakgrunn av bygningstype, hvor stor skaden av et bygg forventes å være (angitt som en skadegrad på en skala mellom 0 og 1), størrelsen på bygget og enhetskostnader/verdier av bygg per m<sup>2</sup>. Disse beregningene ble gjennomført ved å multiplisere samlet areal av grunnflaten av eksponert bebyggelse (fra tabellene V3.2 og V3.3) med:

1. Skadegrad spesifikk for bygningstype og faretype. For skred benyttes et vektet gjennomsnitt av skadegrad, skjønsmessig vektet i hht. Forekomst av skredtyper i Stryn
2. Kostnader/Verdier per m<sup>2</sup> spesifikk for hver byggkategori
3. Gjennomsnittlig antall etasjer per byggkategori

For punkt 1 og 2 benyttes standardverdier fra NVEs nytte-kostnadsverktøy. Resultatet av beregningene er gitt i Tabellene V3.4 for skred og V3.5 for flom.

**Tabell V3.4** Beregnede skadekostnader i kartlagte fare- og aktsomhetssoner for skred i Stryn, målt i millioner 2022-kroner

Bygningskategori-nummer	Kostnader faresone 1/100 år	Kostnader faresone 1/1 000 år	Kostnader faresone 1/5 000 år	Kostnader aktsomhetsområde utenfor kartlagt område
0	99	551	1 301	253
1	73	344	915	290
2	56	4 005	11 514	1 748
3	0	68	143	0
4	0	42	348	95
5	0	121	300	35
6	0	14	16	11
7	77	285	951	136
8	37	272	1 105	210
9	94	472	931	467
<b>Sum</b>	<b>973</b>	<b>6 174</b>	<b>17 525</b>	<b>3 246</b>

Kilde: Faresonekart og aktsomhetskart fra NVE atlas, FKB data

**Tabell V3.5** Beregnede skadekostnader i kartlagte fare- og aktsomhetssoner for flom i Stryn, målt i millioner 2022-kroner

Bygningskategorinummer	Kostnader faresone 1/200 år (Mill. Kr)	Kostnader aktsomhets-område utenfor kartlagt område (Millioner Kr)
0	19	198
1	11	1 021
2	236	4 001

3	23	77
4	98	248
5	18	237
6	0	31
7	171	841
8	942	2 726
9	33	774
Sum	1 550	10 154

Kilde: Faresonekart og aktsomhetskart fra NVE atlas, FKB data

Personskade er beregnet for personer som oppholder seg i de skredutsatte bygningene. Beregningene er gjort ved å benytte standardverdier fra NVEs nytte-kostnadsverktøy for sårbarhet liv (som er spesifikk for bygningstype og faretype), antall personer per bygning og typisk oppholdstid i bygget. Resultatet av beregningene for skred er gitt i Tabell V3.6.

**Tabell V3.6** Tapte liv eller sammenlagt personskade i kartlagte fare- og aktsomhetssoner for skred i Stryn, gitt at hele faresonen eller aktsomhetssonen rammes

Bygningskategori-nummer	Personskade faresone 1/100 år	Personskade faresone 1/1 000 år	Personskade faresone 1/5 000 år (Millioner kr)	Personskade aktsomhetsområde utenfor kartlagt område (Millioner kr)
0	0,4	1,9	4,5	1,4
1	2,0	10,0	21,5	10,4
2	31,8	205,8	577,4	89,8
3	0	6,3	13,5	0
4	0	20,3	47,3	10,1
5	0	3,1	19,7	2,5
6	0	0,8	1,3	0,8
7	0,2	1,4	4,5	1,1
8	0,4	2,1	4,8	1,4
9	0,27	1,1	2,1	1,2
<b>Sum</b>	<b>35,1</b>	<b>252,6</b>	<b>696,4</b>	<b>118,7</b>

Kilde: Faresonekart og aktsomhetskart fra NVE atlas, FKB data

### Korrigering av kostnader per faresone

For å korrigere for at ikke alle potensielle faresoner er kartlagt er det benyttet informasjon fra aktsomhetsområdene. Antall bygg er beregnet innenfor kartlagte fare-soner og innenfor aktsomhetsområdene. I tillegg er det tatt hensyn til de få områdene der enten faresoner eller registrerte skredbaner strekker seg utenfor aktsomhets-områdene. Det er gjort beregninger av dette både for Stryn kommune og for Vestland fylke. Dette gir videre en prosentandel av bygninger som ligger i faresoner og innenfor registrerte skredbaner i forhold til det antall som ligger i aktsomhetssonene. Prosentandelen varierer med faresonen. For skred viste beregninger innenfor definerte kartleggingsområder at cirka 6 prosent av bygg i aktsomhetssoner ligger i 1/100 års sonen, 30 prosent av bygg i aktsomhetssonen ligger i 1/1000 års sonen og 70 prosent av bygg ligger i 1/5000 års sonen. For flom ga tilsvarende beregninger at cirka 40 prosent av bygg i aktsomhetssonen ligger i 1/200 års sonen. De kartlagte fare-sonene er grundig befart og regnes derfor som langt sikrere enn aktsomhetsområdene med tanke på om bygninger er utsatt eller ikke. Innenfor hver faresone legges da den beregnede prosentandelen av antall bygninger og tilhørende kostnader i aktsomhetsområdene. Resultatene av oppjusteringen er vist i Tabellene 7.2 for skred og 7.3 for flom i hoveddelen av dokumentet.

### Dokumentasjon til beregning av nyttevirkninger av tiltakene

Sikringsstrategiene som er beskrevet i kapittel 7.2 vil innebære ulikheter mht. antall og type bygg som sikres. Følgelig vil også verdiene av det som sikres og nyttevirkningene av sikringsstrategiene være ulike. Tabell V3.7 viser nyttevirkninger av skredsikring knyttet til unngått byggskaide og sparte liv og helse. Tabell V2.8 viser nyttevirkninger av flomsikring knyttet til unngått bygningsskaide.

**Tabell V3.7** Beregnede nyttevirkninger av skredsikring av bebyggelse i Stryn (knyttet til byggskaide og tap av liv/helse) for de ulike sikringsstrategiene og for ulike faresoner. Tabellen viser i tillegg samlede skadekostnader av det som sikres. Beløpene er i millioner 2022-kroner.

Sikrings-strategi nr	Årlig risikoreduksjon* (Potensielle skadekostnader i millioner kroner av det som sikres)		
	1/100 år	1/1000 år	1/5000 år
<b>1 – Alt sikres</b>	22,2 (2 774)	14,5 (18 113)	7,9 (49 448)
<b>2 – TEK17</b>	22,2 (2 774)	13,9 (17 398)	0,5 (3 136)
<b>3 - Egendefinert</b>	21,1 (2 640)	1,0 (1 266)	0 (0)

\*Antatt 80 prosent risikoreducerende effekt av tiltakene.

**Tabell V3.8** Beregnede nyttevirksomheter av flomsikring av bebyggelse i Stryn (knyttet kun til byggskaade) for de ulike sikringsstrategiene og for ulike faresoner. Tabellen viser i tillegg samlede skadekostnader av det som sikres. Beløpene er i millioner 2022-kroner.

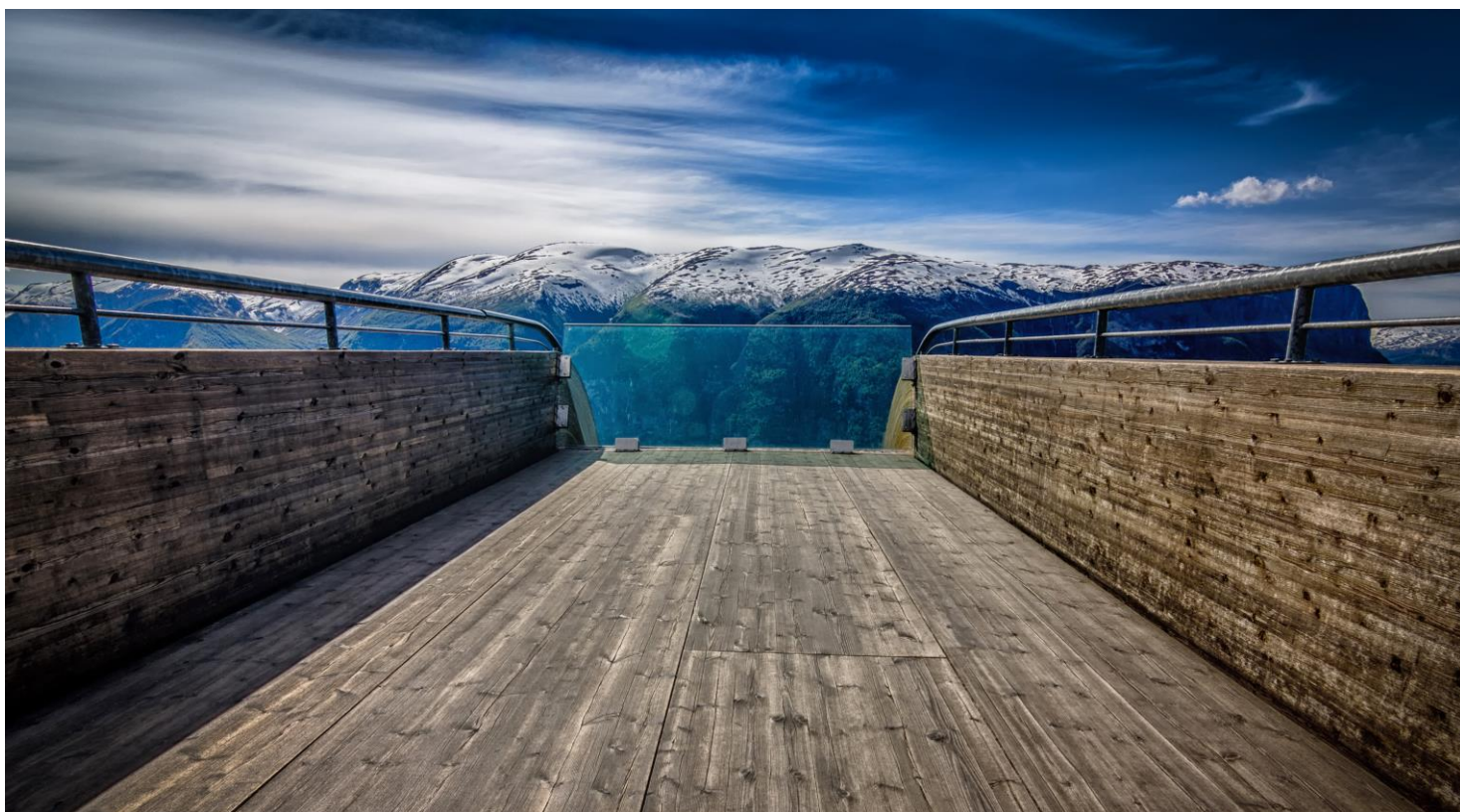
Sikrings-strategi nr	Årlig risikoreduksjon* (Potensielle skadekostnader i millioner kroner av det som sikres)
	1/200 år
<b>1 – Alt sikres</b>	22,7 (5 684)
<b>2 – TEK17</b>	22,3 (5 586)
<b>3 - Egendefinert</b>	1,3 (323)

\*Antatt 80 prosent risikoreducerende effekt av tiltakene.

## Vedlegg 3 – Skader på kommunale bygninger i Fredrikstad i forbindelse med ekstremnedbør 1. september 2019

Bygninger	Skadeomfang
Kongstenhallen	Vann i kjeller, kulverter og bowling
Solliheimen	Vann i kjeller
Glemmen sykehjem	Vann i kjeller
Blomsterøyhallen	Banedekke i hallen
Gressvik ungdomsskole	Vann i kjeller under gymsal
Hurrød skole	Vann i vaktmesterkontor, kjeller
Rekustad skole	Skolekjøkken og SFO
Trara skole	Brakke
Østsiden sykehjem	Vann i kjeller
Onsøy rådhus	Vann i kjeller
Østsiden eldrecenter	Kjeller, 4 leiligheter
Rolvøy sykehjem	Avd Solsikke
Borge barneskole	Garderobe
FRIS skole - Østsiden	Vann i kjeller
Fredrikstad rådhus	Vann i Kjeller
Fredrikstad stadion	Banedekke
Lisleby samfunnshus	Kjeller, taklekkasje
Slevik skole	Gymsal
Borgehallen	Banen og toalett
Stjernehallen	Garderobe, styrkerom og FKK
Borge ungdomsskole	Gymbygg
Gudeberg skole	Vann i kjeller
Kråkerøy helsestasjon	Vann i kjeller
Byarkivet	Vann i kjeller
Kvernhuset skole	Vann i kjeller
St. Croix-huset	Vann i kjeller
Kjølborg skole	Vann i kjeller
Sentralidrettsanlegget Lisleby	Kunstgress, gressbane, kjeller i klubbhus

Kilde: NRK



Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Vi er et medarbeidereiet konsultentselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked. Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt. Alle offentlige rapporter fra Menon er tilgjengelige på vår hjemmeside [www.menon.no](http://www.menon.no).

+47 909 90 102 | [post@menon.no](mailto:post@menon.no) | Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo | [menon.no](http://menon.no)