



**Stjørdal kommune**

**01.10.2020**

Revidert 05.01.21 etter tilbakemelding fra  
Statsforvalteren i Trøndelag



**Klimasårbarhetsanalyse**  
Stjørdal kommune

## Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	4
2. Oppdraget .....	4
3. Metode – sårbarhetsanalyse.....	4
4. Definisjoner .....	6
5. Kilder .....	8
6 Klimasårbarhetsanalyse .....	10
6.1 Sannsynlighet klimarelaterte hendelser .....	12
6.1.1 Sannsynlighet for ekstremnedbør og flom (1.1. – 1.2).....	12
6.1.2 Sannsynlighet for skred fra fjell (1.3).....	14
6.1.3 Sannsynligheten for skred i løsmasser – jord- og kvikkleireskred (1.4).....	14
6.1.4 Sannsynlighet for skred i snø (1.5).....	15
6.1.5 Sannsynlighet for sterk vind (2.1).....	15
6.1.6 Sannsynlighet for stormflo (2.2) .....	15
6.1.7 Sannsynlighet for tørke (3.1) .....	15
6.1.8 Sannsynlighet for skogbrann (3.2) .....	16
6.1.9 Sannsynlighet for havstigning (3.3) .....	16
6.2 Konsekvenser for liv og helse .....	16
6.2.1 Akutte konsekvenser for liv og helse .....	16
6.2.1.1 Konsekvens av ekstremnedbør og flom (1.1, 1.2) .....	16
6.2.1.2 Konsekvens av skred fra fjell (1.3).....	17
6.2.1.3 Konsekvens av skred fra løsmasser (1.4).....	17
6.2.1.4 Konsekvens av sterk vind (2.1) og stormflo (2.2) .....	17
6.2.1.5 Konsekvens av tørke (3.1) og skogbrann (3.2).....	17
6.2.2 Langsiktige konsekvenser for liv og helse.....	17
6.3 Konsekvenser for ytre miljø.....	18
6.3.1 Akutte konsekvenser for ytre miljø .....	18
6.3.1.1 Konsekvens av ekstremnedbør og flom (1.1, 1.2) .....	18
6.3.1.2 Konsekvens av skred fra fjell (1.3).....	18
6.3.1.3 Konsekvens av skred fra løsmasser (1.4).....	18
6.3.1.4 Konsekvens av stormflo (2.2) .....	18
6.3.1.5 Konsekvens av sterk vind (2.1), tørke (3.1) og skogbrann (3.2) .....	19
6.3.2 Langsiktige konsekvenser for ytre miljø .....	19
6.4 Konsekvenser for materielle verdier.....	19
6.4.1 Akutte konsekvenser for materielle verdier .....	19
6.4.1.1 Konsekvens av ekstremnedbør og flom (1.1, 1.2) .....	20
6.4.1.2 Konsekvens av skred fra fjell (1.3).....	20

6.4.1.3 Konsekvens av skred fra løsmasser (1.4).....	20
6.4.1.4 Konsekvenser av skred i snø (1.5).....	20
6.4.1.5 Konsekvenser av sterk vind og stormflo (2.1, 2.2).....	21
6.4.1.6 Konsekvenser av tørke og skogbrann (3.1 og 3.2) .....	21
6.4.2 Langsiktige konsekvenser for materielle verdier, infrastruktur og tjenesteproduksjon...	21
Litteratur .....	22

## 1. Innledning

Stjørdal kommune har i sin samfunnsdel mål om å være en foregangskommune innen klima- og miljøtiltak. Med tanke på klima innebærer dette målet at kommunen både skal motarbeide klimaendringene ved å redusere utslipp, øke karbonbinding i skog, jord og hav, og tilpasse seg klimaendringene.

Når det gjelder klimatilpasning har kommunen vedtatt følgende strategier for å nå målet:

- Det gjøres utredninger som viser hvordan kommunen kan begrense risiko, sårbarhet og ulemper, men også dra nytte av fordeler som følge av endringer i klimaet
- Kommunen gjennomfører forebyggende tiltak for å begrense og tilpasse oss klimaendringene ved å planlegge og bygge for et fremtidig klima.

Et endret klima vil gi endrede forutsetninger for hvordan kommunen planlegges og driftes. Denne rapporten presenterer en klimasårbarhetsanalyse, og er en del av kunnskapsgrunnlaget til kommunenes klimaplan. Klimasårbarhetsanalysen kartlegger hvilken risiko ulike klimahendelser vil kunne ha på liv og helse, ytre miljø og materielle verdier i Stjørdal mot slutten av dette århundre. Dette slik at kommunen kan lage mål, strategier og tiltak for å håndtere disse risikoene i klimaplanen. Klimasårbarhetsanalysen er utarbeidet som del av «Prosjekt klimatilpasning – fra kartlegging til tiltaksplaner – små/mellomstore kommuner i Trøndelag».

Sentrale myndigheter og lovverket (Sivilbeskyttelsesloven §14) stiller krav til kommunene om å gjennomføre en overordnet analyse av kommunens sårbarhet for framtidige klimaendringer. Plan og bygningsloven (§ 4.3) stiller krav om gjennomføring av ROS-analyser også i reguleringsplaner.

## 2. Oppdraget

Stjørdal kommune er sammen med Oppdal- og Åfjord kommune med i følgende prosjekt; **«Klimatilpasning – fra kartlegging til tiltaksplaner – små/mellomstore kommuner i Trøndelag»**. Prosjektgruppen består av Nettverk klimatilpasning Trøndelag, Statsforvalteren i Trøndelag med sine fagavdelinger (landbruk, samfunnssikkerhet og beredskap, plan og klima- og miljø) og Miljødirektoratet.

Det er utarbeidet en egen veileder til statlige planretningslinjer om klimatilpasning i planer etter plan og bygningsloven på alle plannivåer. Prosjektet har i den forbindelse mål om å få frem eksempler på sektorovergrepene kommunale klimasårbarhetsstrategier for små og mellomstore kommuner, fra fjell til kyst, som kan tjene som eksempler til SPR-veilederen. Videre å gi veiledning og inspirasjon til andre små - og mellomstore kommuner i sitt klimatilpasningsarbeid. Samt å få frem gode eksempler på intern organisering og forankring av klimatilpasningsarbeidet i den politiske og administrative ledelsen.

Stjørdal kommune er i prosess med å utarbeide en klimaplan. Klimaplanen skal være en plan for hvordan kommunen kan benytte sin rolle som samfunnsaktør, og for hvordan kommunen kan driftes på en mer klimavennlig måte. Innenfor denne avgrensningen skal planen omhandle mål, strategier og tiltak for reduksjon av klimagassutslipp, opptak av CO<sup>2</sup> og klimatilpasning. Resultatet av «prosjekt klimatilpasning – fra kartlegging til tiltaksplaner – små/mellomstore kommuner i Trøndelag» blir med dette en del av klimaplanen. Viser til sak PS 77/2020, vedtatt i kommunestyret 10.09.20.

## 3. Metode – sårbarhetsanalyse

Stjørdal har lagt metodikken som framgår av *Veileder til helhetlig risiko- og sårbarhetsanalyse i kommunen* (2014) til grunn for å vurdere kommunens sårbarhet for klimaendringer og

klimarelaterte hendelser. Metoden er utviklet av direktorat for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB). Metoden er beskrevet nedenfor:

### Klimarelaterte hendelser

I klimasårbarhetsanalysen er følgende inndeling av klimarelaterte hendelser benyttet:

1. **Økt nedbør** som kan gi mer ekstremnedbør, flom og ulike typer skred
2. **Økt vind** som kan gi skade og kraftigere stormflo
3. **Varmere klima** som kan føre til økt havstigning og til mer tørke og flere skogbranner

### Konsekvensområder

Når det gjelder analyse av hvilke samfunnsområder som kan bli rammet av klimaendringene, både akutte og langsiktige, så er følgende konsekvensområder vurdert:

1. **Liv og helse**
2. **Ytre miljø** (biologisk mangfold, arealbruk og matsikkerhet)
3. **Materielle verdier** (økonomi, tjenesteproduksjon og infrastruktur)

### Sårbarhet og risiko

Å finne graden av risiko for at en gitt hendelser kan inntre, gjøres ved å vurdere **sannsynligheten** for at hendelsen kan skje og hvilke **konsekvenser** det får om den skjer.

**Risiko er definert som produktet av verdien for sannsynlighet multipliser med verdien for konsekvens.**

For å visualisere risikobildet er det opprettet fargekoder for hver faktor. Disse gjør det enkelt å framstille og å forstå hva som beskrives som *høy, middels og lav risiko*.

Faktor	Risikonivå
1-5	Lav risiko
6-10	Middels risiko
12-25	Høy risiko

Følgende sannsynlighetskategorier er brukt i analysen:

Grad av sannsynlighet	Frekvens
1 <b>Usannsynlig</b>	Sjeldnere enn en gang hvert 100 år
2 <b>Mindre sannsynlig</b>	En gang mellom hvert 50. og 100 år
3 <b>Sannsynlig</b>	En gang mellom hvert 10. og 50 år
4 <b>Meget sannsynlig</b>	En gang mellom hvert år og hvert 10. år
5 <b>Svært sannsynlig</b>	Oftere enn årlig

Følgende konsekvenskategorier er brukt i analysen:

Grad av konsekvens		Områder for påvirkning			
		Liv og helse	Ytre miljø	Materielle verdier	Tjenesteproduksjon og infrastruktur
1	<b>Ubetydelig</b>	Ingen døde. Lette personskader. Ufarlig sykdom Lav psykososial påkjenning	Ubetydelige skader. Mindre enn 10 dg.  Lite viktig område	Kostnad mindre enn 0.5 mill kr.	Forbigående stopp – mindre enn 1 dg.
2	<b>Mindre alvorlig</b>	Ingen døde. Flere med lette personskader.	Skader rettes opp 10 dg-6 mnd.	Kostnad 0.5-10 mill kr.	Stopp 1-5 dg Redusert 1-15 dg.

		Moderat sykdom Moderat psykososial påkjenning	Begrenset område		
3	<b>Alvorlig</b>	Mindre enn 5 døde. Opptil 10 alvorlig skadet. Alvorlig sykdom. 10-20% forhøyet dødsrate. Flere savnet. Høg psykososial påkjenning	Skader rettes opp 0.5-1 år.  Betydelig område	Kostnad 10-100 mill kr.	Stopp 5-10 dg Redusert 15-30 dg.
4	<b>Meget alvorlig</b>	5-10 døde. 20-30 % forhøyet dødsrate. Mange savnet Svært høy psykososial påkjenning	Skader varer 1-10 år.  Stort/sårbart område	Kostnad 100-500 mill kr.	Stopp 10-30 dg Redusert 30-60 dg.
5	<b>Svært alvorlig/ katastrofal</b>	Mer enn 10 døde. Mer enn 20 alvorlig skadet eller svært alvorlig sykdom. 20-30 % forhøyet dødsrate. Svært mange savnet Ekstremt t høg psykososial påkjenning	Varige miljøskader	Kostnad større enn 500 mill kr. Infrastruktur og systemer settes ut av spill	Stopp mer enn 30 dg. Redusert mer enn 60 dg.

**Risikomatrisen** under gir oversikt over fargekoder og tallverdier som ligger til grunn for risikovurderingen.

Konsekvenskategori	5	<b>Svært alvorlig/ katastrofal</b>	5	10	15	20	25
	4	<b>Meget alvorlig</b>	4	8	12	16	20
	3	<b>Alvorlig</b>	3	6	9	12	15
	2	<b>Mindre alvorlig</b>	2	4	6	8	10
	1	<b>Ubetydelig</b>	1	2	3	4	5
			<b>Usannsynlig</b>	<b>Mindre sannsynlig</b>	<b>Sannsynlig</b>	<b>Meget sannsynlig</b>	<b>Svært sannsynlig</b>
			1	2	3	4	5
			<b>Sannsynlighets kategorier</b>				

#### 4. Definisjoner

**Ekstremnedbør:** Nedbørhendelser som kan føre til skade på liv og verdier. I Norge kan ekstremnedbør forårsakes både av kraftige lokale byger og av storstilte frontsystemer (Norsk klimaservicesenter).

**Oversvømmelse:** Flomme over, settes under vann; vannmasse som (skyller over og) fyller opp (Den norske akademiske ordbok). Former for oversvømmelse:

- **Flom:** Flom oppstår når vannstanden i innsjøer og elver går ut over det normale, noe som fører til at vannet flommer ut over landmasser som ellers er tørre. Flom kan også defineres kvantitativt i forhold til størrelse og statistisk gjentakintervall(NVE).
- **Isgang:** Isgang skjer når is i elver brytes opp på grunn av økt vannføring. Isen føres med elva og kan avsettes på elvebredder eller stuves opp ved bruer og andre innsnevninger i elveløpet. Oppstuvning av is ved innsnevninger i elva kan føre til vannstandsøkning bakover oppstuvningen og føre til flom/oversvømmelser selv om vannføringen ikke er spesielt stor(ibid.).

- **Overvann:** Dette er en samlebetegnelse på ansamling og avrenning av vann på tette flater, spesielt i tettbygde/urbane områder, pga. nedbør og/eller smeltevann. Kan føre til store skader og problemer for infrastruktur og transport(ibid.).
- **Regnflom:** Regnflom er flomvannføringer som kommer som følge av regn alene(ibid.).
- **Dambrudd:** Dambrudd skjer når en demning brister. Dette kan skyldes svakheter i konstruksjonen, manglende vedlikehold, eller bevisst ødeleggelse/sabotasje(NVE 2015).
- **Snøsmelteflom:** Snøsmelteflom skjer når flom kommer som følge av snøsmelting alene(NVE).
- **Stormflo:** Over havet er det luft. Når det er lavtrykk, veier ikke denne lufta like mye som når det er høytrykk; den presser ikke like mye ned på havoverflaten. Dette gjør at havoverflaten buler litt opp. Hvis vinden i tillegg blåser slik at vannet stues opp mot land, kan vannstanden bli ekstra høy, spesielt når dette skjer samtidig med at det er springflo. Da kan steder som ligger lavt, bli oversvømt. Dette kalles stormflo(Viksmo-Slettan 2013, s. 26).

**Skred:** Når stein, jord eller snø beveger seg eller sklir ned en fjell- eller dalside. Former for skred:

- **Fjellskred:** Fjellskred er steinmasser på over 10 000 kubikkmeter(NGI).
- **Steinskred:** Steinskred omfatter skred på mellom 100 og 10 000 kubikkmeter stein. Disse kan forårsake store skader på bygninger eller annen infrastruktur i skredbanen. Steinskred opptrer i større fjellsider, fra 50 meters høyde og opp, hvor det finnes svake partier(ibid.).
- **Steinsprang:** Steinsprang er steinskred med et volum under 100 kubikkmeter. Disseforårsaker bare tilfeldige skader og forekommer i alle typer fjellskråninger over 30 grader der det er løse stein(ibid.).
- **Jordskred:** Jordskred er en rask, glidende massestrøm av løsmasser i bratte skråninger med varierende vanninnhold og utenfor definerte vannveier. Jordskred kan forekomme i skråninger langs bekke- og elveløp som følge av erosjon fra vannmasser, som regel i forbindelse med stor vannføring eller flom. Jordskred blir ofte utløst av store nedbørmengder, noen ganger i kombinasjon med rask snøsmelting(NVE 2018).
- **Kvikkleireskred:** Kvikkleire er leire med «kvikke» egenskaper. Det vil si et finkornet sediment hvor kornstrukturen kan kollapse selv om sedimentet i utgangspunktet er ganske fast. Kvikkleire kan være uproblematisk så lenge den ligger uforstyrret i grunnen, men flyter som væske hvis den blir overbelastet og omrørt, slik at den løse kornstrukturen kollapse. Kvikkleireskred kan utvikles hurtig der den faste kvikkleira omdannes til flytende masse(Norges geologiske undersøkelser 2020).
- **Snøskred:** Et snøskred er snø som beveger seg raskt nedover en fjellside eller en skråning. Snøen kan ha ulikt vanninnhold og tetthet. Tørr nysnø har en tetthet på ca. 100 kg/m<sup>3</sup>. Snø som har ligget en stund oppnår typisk en tetthet på 200-300 kg/m<sup>3</sup>, mens våt snø har en tetthet på ca. 400 kg/m<sup>3</sup>. Det skiller mellom ulike typer snøskred og størrelser på snøskred(NVE 2016).
- **Flakskred:** Gjenkjennes ved en markant bruddkant, at flaket glir ut langs et løsere lag nede i snødekket eller ved bakkenivå, og at skredmassene ligger blokkvis (ibid.).
- **Løssnøskred:** Denne skredtypen løsner i løs, ubunden snø eller i våt snø. Skredtypen er lett gjenkjennelig som et "punktskred", der skredet starter i et punkt og brer seg nedover i en pæreform. Snøkrystallene som først løsnet river med seg flere snøkrystaller på sin ferd nedover og skredet brer seg utover. Skredene blir utløst når styrken av bindingene mellom snøkornene avtar (ibid.).
- **Sørpeskred:** Hurtige, flomliknende skred av vannmettet snø. Starter ofte i forsøkninger i relativt slakt terreng, og fortsetter deretter ned elve- og bekkeløp og bratte skråninger. Skredene kan inneholde mye jord- og steinmasser (NVE 2018).

**Klimasårbarhet:** Hvor utsatt samfunnet er for klimaendringer og samfunnets evne til å tilpasse og forebygge konsekvensene av endringene.

**Risiko:** En vurdering av om en hendelse kan skje, hva konsekvensene vil bli og usikkerhet knyttet til dette. I ROS-tabellen er risiko framstilt som produktet av sannsynlighet x konsekvens.

**Sannsynlighet:** Brukes som mål på hvor trolig vi mener det er at en bestemt hendelse vil inntreffe, innenfor et tidsrom, gitt vår bakgrunnskunnskap.

## 5. Kilder

For å kunne anslå risiko knyttet til ulike klimahendelsene har vi både sett på prognoser for klima i framtiden, dagens klima og klimahistorikk. Kommunen har i dag lite systematisk informasjon om hvordan klimaendringene vil påvirke oss i framtiden. Det er viktig å ha med det lokale perspektivet i analysen, da det er stor variasjon i hvordan konsekvensene av klimaendringene slår ut.

For å finne informasjon om dagens klima og prognoser for framtiden har vi i hovedsak brukt klimaprofil Nord-Trøndelag som kilde. Klimaprofilen gir et kortfattet sammendrag av dagens klima, forventede klimaendringer og klimautfordringer. Klimaprofilene har fokus på endringer fra dagens klima (1971 – 2000) og til slutten av århundret (2071 – 2100) med fortsatt økte klimagassutslipp. Tabell nedenfor viser et sammendrag av klimaprofilen for Nord-Trøndelag:

SANNSYNLIG ØKNING	
 Ekstrem nedbør	Det forventes at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette vil også føre til mer overvann
 Regnflom	Det forventes flere og større regnflommer, og i mindre bekker og elver må man forvente en økning i flomvannføringen
 Jord-, flom- og sørpeskred	Økt fare som følge av økte nedbørmengder
 Stormflo	Som følge av havnivåstigning forventes stormflomnivået å øke
MULIG SANNSYNLIG ØKNING	
 Tørke	Til tross for mer sommernedbør, kan høyere temperaturer og økt fordampning gi økt fare for tørke om sommeren
 Isgang	Kortere isleggingsesong, hyppigere vinterisganger samt isganger høyere opp i vassdragene enn i dag
 Snøskred	Med et varmere og våtere klima vil det oftere regne på snødekt underlag. Dette kan redusere faren for tørrsnøskred og øke faren for våt snøskred i skredutsatte områder
 Kvikkleireskred	Økt erosjon som følge av økt flom i elver og bekker, kan utløse flere kvikkleireskred. Nord-Trøndelag er særlig utsatt for kvikkleireskred.
SANNSYNLIG UENDRET ELLER MINDRE	
 Snøsmelteflom	Snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret
USIKKERT	
 Sterk vind	Trolig liten endring
 Steinsprang og steinskred	Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke hyppigheten av disse skredtypene, men hovedsaklig for mindre steinspranghendelser
 Fjellskred	Det er ikke forventet at klimaendringene vil gi vesentlig økt fare for fjellskred

Tabell 1: Sammendrag av forventede endringer fra perioden 1971 - 2000 til 2071 - 2100 i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnsikkerheten.



Med tanke på havnivå og stormflo har vi brukt kartverkets digitale verktøy «Se havnivå i kart» for å finne hvordan disse klimahendelsene vil påvirke Stjørdal mot slutten av dette århundre.

Begge disse kildene tar utgangspunkt i høye klimagassutslipp. Dette fordi regjeringen i Meld.St.33 (2012 – 2013) Klimatilpasning i Norge, sier at en, for å være «føre var», skal legge til grunn høye alternativer fra de nasjonale klimaframskrivningene når konsekvensene av klimaendringer skal vurderes. Dette høye utslippsscenariet bygger på at de globale klimagassutslippene fortsetter å øke som i de siste tiårene.

NVE Atlas har blitt brukt til å se på klimahistorikk for flom og skred i Stjørdal. Vi har også brukt dette verktøyet for å finne effektene av 200-årsflom. Vi har i tillegg sett på tidligere analyser som er gjennomført i og for Stjørdal kommune. Dette spesielt med tanke på flom og overvann.

Fullstendig liste over kilder som er brukt i denne rapporten kan leses i litteraturlisten.

## 6 Klimasårbarhetsanalyse

Med bakgrunn i metodikken for ROS-analyser og kilder beskrevet i kap. 4 er det gjennomført en overordnet analyse av Stjørdals klimasårbarhet. Den framgår av tabellen under. Analysen viser sannsynligheten for at hver av de klimarelaterte hendelsene kan skje, graden av konsekvens av hendelsene og hvilke klimahendelser som gir størst risiko for påvirkning i Stjørdal. Kap. 6.1 – 6.4 beskriver vurderingene som ligger bak tallene i tabellen.

Klimaendringer – utredningstema					Sannsynlighet		Klimasårbarhet – konsekvens - risiko konsekvens faktor (hvite felt) risikograd (farget) Risiko= sannsynlighet x konsekvens			
Hovedårsak	Klimarelatert hendelse		Hendelser - detaljer			Faktor	Liv og helse	Ytre miljø - Biologisk mangfold - Arealbruk og matsikkerhet	Materielle verdier/ økonomi - Tjenesteprod. - Infrastruktur	
1	Økt nedbør	1.1	Ekstremnedbør	1.1.1	Over- svømmelse	Meget sannsynlig	4	1	2	3
						Risiko		4	8	12
		1.2	Flom	1.2.1	Regnflom	Svært sannsynlig	5	1	2	2
						Risiko		5	10	10
		1.2.2	Snøsmelte- flom	Sannsynlig	3	1	1	1		
				Risiko		3	3	3		
		1.2.3	Isgang	Meget sannsynlig	4	1	1	2		
				Risiko		4	4	8		
		1.3	Skred fra fjell	1.3.1	Steinskred, -sprang	Meget sannsynlig	4	3	1	2
						Risiko		12	4	8
		1.3.2	Fjellskred	Mindre sannsynlig	2	2	2	2		
				Risiko		4	4	4		
		1.4	Skred i løss- masser	1.4.1	Jordskred	Svært sannsynlig	5	1	2	2
						Risiko		5	10	10
		1.4.2	Kvikkleire- skred	Sannsynlig	3	4	5	4		
				Risiko		12	15	12		
		1.5	Skred i snø	1.5.1	Løssnø/ flak	Mindre sannsynlig	2	1	1	1
						Risiko		2	2	2
		1.5.2	Sørpe	Mindre sannsynlig	2	1	1	1		
				Risiko		2	2	2		

Klimaendringer – utredningstema				Sannsynlighet		Klimasårbarhet – konsekvens - risiko konsekvens faktor (hvite felt) risikograd (farget) Risiko= sannsynlighet x konsekvens		
Hovedårsak	Klimarelatert hendelse		Hendelser - detaljer		Faktor	Liv og helse	Ytre miljø - Biologisk mangfold - Arealbruk og matsikkerhet	Materielle verdier/ økonomi - Tjenesteprod. - Infrastruktur
2	Økt vind	2.1	Sterke vinder	Meget sannsynlig	4	2	3	2
				Risiko		8	12	8
		2.2	Stormflo	Meget sannsynlig	4	1	2	2
				Risiko		4	8	8
3	Varmere klima Økt lokal temp.	3.1	Tørke	Meget sannsynlig	4	1	3	1
				Risiko		4	12	4
		3.2	Skogbrann	Sannsynlig	3	2	4	2
				Risiko		8	12	6
		3.3	Havstigning	Svært sannsynlig	5	1	3	3
				Risiko		5	15	15

Sårbarhetsanalysen gjennomført i Stjørdal kommune viser at vi har 22 hendelser som havner innenfor lav, akseptabelt risikonivå (grønt), 13 hendelser innenfor middels, tolerabelt risikonivå (gul), og 10 hendelser med høy, uakseptabel risiko (rød).

Tabell under viser til største risikofaktorene for **liv og helse**:

Hendelser	Risiko
Steinskred/steinsprang	12
Kvikkleireskred	12
Sterke vinder	8
Skogbrann	8

Tabell under viser de største risikofaktorene for **ytre miljø**:

Hendelser	Risiko
Kvikkleireskred	15
Sterke vinder	12
Tørke	12
Skogbrann	12
Havstigning	15
Oversvømmelse	8
Regnflom	10

Jordskred	10
Stormflo	8

Tabell under viser de største risikofaktorene for **materielle verdier**:

Hendelser	Risiko
Oversvømmelser	12
Kvikkleireskred	12
Havstigning	15
Regnflom	10
Isgang	8
Steinskred/steinsprang	8
Jordskred	10
Sterke vinder	8
Stormflo	8
Skogbrann	6

## 6.1 Sannsynlighet klimarelaterte hendelser

### 6.1.1 Sannsynlighet for ekstremnedbør og flom (1.1. – 1.2)

#### **Ekstremnedbør og oversvømmelser (1.1 og 1.1.1)**

Klimaprofilen vurderer at det er økt sannsynlighet for ekstremnedbør. I følge Klimaprofil Nord-Trøndelag vil årsnedbøren øke med ca. 20%. Sesongmessig fordeler dette seg slik:

- Vinter: ca 10%
- Vår: ca. 5%
- Sommer: ca. 25%
- Høst: ca 30%

Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider. Dette vil stille større krav til overvannshåndteringen i fremtiden. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør forventes å øke med ca 20 %. Størst økning i intensitet (ca. 25 %) er forventet sommer og høst. For varigheter kortere enn ett døgn, er det indikasjoner på større økning enn for døgnnedbør. Inntil videre foreslås det et klimapåslag på minst 40 % på regnskyll med kortere varighet enn 3 timer(Norsk klimaservice 2016).

Basert på værmeldinger samlet i perioden 1985-2015, er gjennomsnittet for årlig nedbør ca. 600 mm på Værnes målestasjon. I Stjørdal er det blitt registrert flere hendelser med ekstremnedbør (eks. på noen år: 1998, 2011, 2016, 2017). 12. juni 2011 (1. pinsedag) kom det spesielt mye nedbør. I løpet av noen timer på ettermiddagen ble det registrert 40 mm på Værnes. Dette tilsvarer ca 75 % av månedsnedbøren i løpet av noen timer(Timeanddate). Det ble i etterkant registrert skader i kjellere i sentrum.

Mer regn, harde overflater og tettere bebyggelse gjør at vi stadig oftere opplever at kjellere, uteområder og veier oversvømmes. Asfalt og betong gir byene mange tette flater. Det gir dårlig eller ingen infiltrasjon. Infiltrasjon er når vannet går ned i grunnen og blir til grunnvann eller renner til en bekk eller en elv. Klimaendringene gir mer regn, flere ekstremhendelser, mer vann å ta hånd om.

Det er utarbeidet en flommodell over sentrumsområdet i Stjørdal som inkluderer avrenning på

terreng og i overvannsnett. Modellen er simulert med 200-års regn inklusive 20 % klimapåslag (anbefaling i dag er 40% klimapåslag for korttidsnedbør). Denne viser at ledningsnett for overvann er svært effektivt og leder overflatevannet til nærmeste resipient med god kapasitet. Bare ca. 2 % av vannet som går inn i ledningsnett kommer ut igjen på overflaten, opp gjennom kummer på grunn av oppstuvninger. Dette bidrar til å redusere sannsynligheten for oversvømmelser. I Stjørdal sentrum er det veinettet som er mest utsatt for oversvømmelser.

Områder utenfor Stjørdal sentrum er mer utsatt for oversvømmelser. Her er det et redusert ledningsnett for overvann. Det er også steder hvor det er naturlige nedsenkninger i terrenget og hvor overvann samles. Det har vært flere hendelser med oversvømmelser opp gjennom årene(DHI 2015). Et flomsonekart over Stjørdal viser at ved en 200-årsflom vil i underkant av 200 bygninger bli berørt av oversvømmelse(NVE Atlas).

*Det vurderes å være meget sannsynlig (faktor 4) at oversvømmelser oppstår i Stjørdal.*

### **Regnflom og snøsmelteflom (1.2.1 og 1.2.2)**

Klimaprofilen vurderer at det er økt sannsynlighet for regnflom og uendret sannsynlighet for snøsmelteflom. Regnflommer forventes å bli større. Økt forekomst av lokal intens nedbør øker sannsynligheten for flom i tettbygde strøk og i små, bratte vassdrag. Gradvis reduserte snømengder vil gi gradvis mindre snøsmelteflommer(Norsk klimaservice 2016).

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har over en tidsperiode studert regnflommer og snøsmelteflommer hver for seg. Resultatene for 1972 til 2012 viser at stadig flere flommer var forårsaket av regn enn av snøsmelting, selv om det var mange vassdrag med små endringer. Det vil si at vi får stadig flere regnflommer og færre snøsmelteflommer(Bakke 2014).

Vi ser at regn betyr stadig mer og snøsmelting betyr stadig mindre for å gi økt flom i Norge. På Østlandet tyder resultatene på at regn har erstattet snøsmelting som den viktigste årsaken til flom(ibid.). I Stjørdal er det også regnflom som mest sannsynlig forårsaker flom.

I dag kjennetegner det Nord-Trøndelag at årets flom forekommer på vinteren i flere vassdrag. Årsaken er mye regn i kombinasjon med snøsmelting. I Stjørdalselva er det ingen årstid som peker seg ut med hensyn til når årets største flom forekommer. Den største flommen i Stjørdalselva ble registrert i januar 2006 (pga. store nedbørmengder og snøsmelting)(Norsk klimaservice 2016).

*Det vurderes å være svært sannsynlig (faktor 5) at regnflom oppstår i Stjørdal. Det vurderes å være sannsynlig (faktor 3) at snøsmelteflom oppstår i Stjørdal.*

### **Isgang (1.2.3)**

Klimaprofilen vurderer at det er mulig økt sannsynlighet for isgang. Klimaendringer med økt temperatur gir kortere perioder med is, og mindre og tidligere vårisganger. Vinterisganger med skader er vanlig i Trøndelag. Ved mildvær og store nedbørhendelser som regn, går det i dag vinterisganger i en sone litt inn fra kysten. Denne sonen vil gradvis flyttes lenger inn i landet og til større høyder over havet. Utover i dette århundret ventes vinterisganger å skje hyppigere og høyere opp i vassdrag enn i dag, og også i andre vassdrag enn det som tidligere har vært vanlig(Norsk klimaservice 2016).

Rask temperaturøkning og mye nedbør gir gunstige forhold for isgang. Isgang oppstår når vannstanden i elva blir høyere på grunn av mildvær, regn og snøsmelting. Økt vannstand fører til at isen på elva løftes opp og løsner fra land. Den legger seg der det er grunt og hvor den danner ispropper som til slutt presses nedover elva. Dette skjer ofte i Stjørdalselva, Gråelva og Sona.

Et av de faste vårtegnene er når elveisen brytes opp av smeltende vann under vårløsninga. De siste ti årene har imidlertid dette fenomenet oppstått stadig hyppigere også utenom denne årstiden.

*Det vurderes å være meget sannsynlig (faktor 4) at isgang oppstår i vassdragene i Stjørdal.*

### *6.1.2 Sannsynlighet for skred fra fjell (1.3)*

#### **Steinsprang og Steinskred (1.3.1)**

Klimaprofilen vurderer det som usikkert om sannsynligheten for steinskred og steinsprang vil øke. Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke hyppigheten av disse skredtypene. Steinsprang og steinskred påvirkes av frost- og rotsprengning, og utløses ofte av økt vanntrykk i sprekksystemer i forbindelse med intens nedbør. Hyppige episoder med kraftig nedbør vil derfor kunne øke hyppigheten av disse skredtypene, men hovedsakelig på mindre hendelser (Norsk klimaservice 2016).

Fra perioden 1890 – 2020 er det registrert 101 hendelser med steinskred og steinsprang i Stjørdal kommune (NVE Atlas).

*Det vurderes å være meget sannsynlig (faktor 4) at steinspranghendelser oppstår i Stjørdal.*

#### **Fjellskred (1.3.2)**

Klimaprofilen vurderer det som usikkert om sannsynligheten for fjellskred vil øke. Det er ikke forventet at klimaendringene vil gi økt fare for fjellskred. Store fjellskred er hovedsakelig forårsaket av langsiktige, geologiske prosesser knyttet til sprekksystemer og andre geologiske forhold. Det er foreløpig ikke grunnlag for å si at klimautviklingen fører til økt hyppighet av eller størrelse på store fjellskred (Norsk klimaservice 2016).

I skredhistorikken til NVE er det kun registrert et lite fjellskred (steinblokker 100-10000 m<sup>3</sup>) i Stjørdal (NVE Atlas).

*Det vurderes å være mindre sannsynlig (faktor 2) at fjellskredhendelser oppstår i Stjørdal.*

### *6.1.3 Sannsynligheten for skred i løsmasser – jord- og kvikkleireskred (1.4)*

Klimaprofilen vurderer at det for Nord-Trøndelag er økt sannsynlighet for jordskred og kvikkleireskred. Dette som følge av økte nedbørsmengder

Fra år 1100 til 2020 er det registrert 107 skred fra løsmasser i Stjørdal (NVE). Vi ser at de siste årene er registrert flere skred i løsmasser årlig. De fleste av disse skredene er jordskred, men det er også registrert enkelte kvikkleireskred.

#### **Kvikkleireskred (1.4.2)**

Økt erosjon som følge av flom i elver og bekker kan utløse flere kvikkleireskred. Nord-Trøndelag er særlig utsatt for kvikkleireskred (Norsk klimaservice 2016). I kommunen er det flere områder med kvikkleire. Kart fra NVE viser at det er store forekomster med kvikkleire i Skjelstadmarka, Hegra, Fossli, Skatval og Lånke (NVE skrednett). De fleste kvikkleireskredene utløses av menneskelig aktivitet, eksempelvis graving. Erosjon i elver og bekker er også årsak til kvikkleireskred. Økt erosjon som følge av hyppigere og større flommer kan også utløse flere kvikkleireskred (Norges geologiske undersøkelser 2020).

*Det vurderes å være sannsynlig (faktor 3) at kvikkleireskred oppstår i Stjørdal.*

### **Jordskred (1.4.1)**

Det er særlig grunn til økt aktsomhet mot skredtypene jord- flom- og sørpeskred, fordi disse skredtypene kan bli både vanligere og mer skadelige. Klimautviklingen vil likevel ikke ha noen innvirkning på aktsomhetsområdene som er markert på de nasjonale aktsomhetskartene for jord- og flomskred(Norsk klimaservice 2016).

*Det vurderes å være svært sannsynlig (faktor 5) at jordskred oppstår i Stjørdal.*

#### *6.1.4 Sannsynlighet for skred i snø (1.5)*

Klimaprofilen vurderer at det for Nord-Trøndelag er mulig økt sannsynlighet for snøskred. Med et varmere og våtere klima vil det oftere falle regn på snødekket underlag. Dette kan redusere faren for tørrsnøskred og øke faren for våtsnøskred i skredutsatte områder (Norsk klimaservice 2016).

For perioden 1836 – 2013 er det registrert 4 snøskred i skredhistorikken til NVE. Det er registrert 3 snøskred på 1800-tallet, ingen på 1900-tallet og et skred på 2000-tallet (NVE Atlas).

*Det vurderes å være mindre sannsynlig (faktor 2) at skred i snø oppstår i Stjørdal.*

#### *6.1.5 Sannsynlighet for sterk vind (2.1)*

I de nasjonale klimaprofilene er det knyttet usikkerhet til i hvor stor grad klimaendringene vil gi mer vind og sterkere vind i Norge, selv om det globalt viser seg at de sterkeste vindene som noensinne er målt, er målt de siste ti årene (Norsk klimaservice 2016). Nyere studier viser at det er -sannsynlig at det vil bli en økning av sterk og ekstremt sterke værfronter. Disse vil bringe med seg kraftig nedbør og strek vind(Schemm, S., M. Sprenger, O. Martius, H. Wernli, and M. Zimmer, 2017).

Fra 1992 – 2020 har Trøndelag blitt berørt av 18 tilfeller av ekstremvær med sterk vind(Wikipedia).

*Det vurderes å være svært sannsynlig (faktor 4) at sterk vind vil oppstå i Stjørdal.*

#### *6.1.6 Sannsynlighet for stormflo (2.2)*

Klimaprofilen vurderer at det er økt sannsynlighet for stormflo i Nord-Trøndelag. Dette blant annet som følge av økt havstigning. Sterke vinder i kombinasjon med springflo gjør at bølger strekker seg lenger inn på land(Norsk klimaservice 2016). Prosjektgruppen har ikke funnet systematisk oversikt over tidligere episoder med stormflo i Stjørdal.

*Det vurderes å være meget sannsynlig (faktor 4) at det vil oppstå stormflo i Stjørdal.*

#### *6.1.7 Sannsynlighet for tørke (3.1)*

Klimaprofilen vurderer at det er mulig økt sannsynlighet for tørke. Til tross for mer nedbør, kan høyere temperaturer og økt fordampning gi økt fare for tørke om sommeren.

Gjennomsnittstemperatur vil ifølge klimaprofilen øke med ca. 4,5 °C i løpet av dette århundret sammenlignet med perioden 1971 - 2000. Den største temperaturøkningen beregnes for vinter og vår med ca. 5,0 °C, mens sommertemperaturen er beregnet å øke med ca. 4,0 °C(Norsk klimaservice 2016). I utarbeidelsen av denne rapporten har ikke prosjektgruppen hatt tilgang til data som sier noe om lokale historiske tørkeperioder. Det er derfor vanskelig å vurdere sannsynligheten for tørkeepisoder i framtiden.

*Det vurderes å være sannsynlig (faktor 4) at tørke oppstår i Stjørdal.*

#### *6.1.8 Sannsynlighet for skogbrann (3.2)*

Klimaprofil Nord-Trøndelag beregner mulig økt sannsynlighet for tørke. Økt hyppighet av tørkeperioder vil gi større risiko for skogbrann. Skogbranner som rammer store områder av for eksempel barskog, kan også skje i Trøndelag og Stjørdal (Norsk klimaservice 2016).

Stjørdal har store skog- og markområder. På grunn av klimaet har kommunen vært lite utsatt for store skogbranner. Reglene for bålrensing i skog og mark er forholdsvis strenge i tiden 15. april til 15. september. Men den senere tids klimaskapte hendelser (tørke over lengre tid) gjør at sannsynligheten for en større skogbrann øker. Stjørdal opplevde en skogbrann høsten 2014, der det ble benyttet skogbrannhelikopter. Stjørdal brann- og redningstjeneste ble bedt om bistand, og var sentrale i innsats og organisering av det norske bidraget for å få kontroll på de svenske skogbrannene i Jämtland sommeren 2018 (Rønning B. mfl. 2019).

*Det vurderes å være meget sannsynlig (faktor 3) at skogbrann vil oppstå i Stjørdal.*

#### *6.1.9 Sannsynlighet for havstigning (3.3)*

Det er flere grunner til at havet stiger. De to viktigste er smelting av fastlandsis, som på Grønland, Antarktis og mindre isbreer rundt om i verden, og økt vanntemperatur.

Når temperaturen i havet stiger, utvider vannet seg. Varmt vann opptar mer plass enn kaldt vann. Effekten av dette er større i dype hav som Norskehavet, enn i grunne hav som Nordsjøen og Barentshavet. Det skyldes at dype hav har større vannmasser som varmes opp. Men sirkulasjonen i havet gjør likevel at effekten av dette fordeler seg inn over kontinentalsoklene (Barentswach 2014).

I Stjørdal er forventet havstigningsnivå med klimapåslag 49 cm i år 2100.

*Det vurderes å være svært sannsynlig (faktor 5) at sterk vind vil oppstå havstigning i Stjørdal*

## **6.2 Konsekvenser for liv og helse**

Sårbarhetsanalysen for Stjørdal viser at det er faren for steinskred, steinsprang og kvikkleireskred som er de klimarelaterte hendelsene som utgjør høyest risiko for konsekvensområdet liv og helse i Stjørdal. Faren for sterke vinder og skogbrann utgjør middels risiko

Når vi har vurdert konsekvensen for liv og helse har vi i hovedsak sett på de *akutte* konsekvensene, men også prøvd å ta inn de *langsiktige konsekvensene* for liv og helse. De akutte og langsiktige konsekvensene er vurdert nedenfor.

### *6.2.1 Akutte konsekvenser for liv og helse*

#### *6.2.1.1 Konsekvens av ekstremnedbør og flom (1.1, 1.2)*

Det er ingen eller få som har omkommet av ekstremnedbør eller flom i Stjørdal (NVE 2020). De direkte konsekvensene av ekstremnedbør og oversvømmelser utgjør først og fremst fare for de materielle verdiene, men også liv og helse kan settes i fare ved kraftig nedbør som gir oversvømmelser og flom. En utsatt gruppe kan være gamle og syke som det er vanskelig å evakuere i en flomsituasjon. Ekstremnedbør og flom kan ha flere følgehendelser som har konsekvens for liv og helse. Dette kan eksempelvis være trafikkulykker, skred og dambrudd (DSB 2016). Stjørdal har totalt 16 dammer. Rapport på hvordan økt nedbør har innvirkning på dambrudd i Stjørdal, er under utarbeiding av Sweco.



### 6.2.1.2 Konsekvens av skred fra fjell (1.3)

#### **Steinskred og steinsprang (1.3.1)**

Klimahistorikken viser at det er 3 mennesker som har omkommet i Stjørdal grunnet steinskred og steinsprang(NVE Atlas).

Steinskred og steinsprang skjer stort sett på steder der det ikke oppholder seg mennesker, men også der det er mennesker. Det har blant annet vært flere steinsprang på E14 de siste årene(NVE Atlas).

#### **Fjellskred (1.3.2)**

Klimahistorikken til NVE viser at det kun er registrert et lite fjellskred i Stjørdal. Fjellskredet er registrert i området Hommelvik – Hell i 2011. Det var ingen omkomne(NVE Atlas).

### 6.2.1.3 Konsekvens av skred fra løsmasser (1.4)

Klimahistorikken til NVE viser at ingen mennesker er omkommet som følge av jordskred i Stjørdal, mens hele 19 mennesker er omkommet i kvikkleireskred(NVE Atlas).

Jordskred og kvikkleireskred kan gi alvorlige konsekvenser for folk som blir rammet. Faren for liv og helse er størst ved kvikkleireskred. Det er fare for skred i områder der det kan oppholde seg mennesker, men det er gjort flere sikringstiltak for å redusere denne faren de siste årene(NVE Atlas 2).

### 6.2.1.4 Konsekvens av sterk vind (2.1) og stormflo (2.2)

Sterk vind, særlig i kombinasjon med stormflo, kan utgjøre fare for liv og helse. Stormflo kan være farlig dersom folk oppholder seg i sjønære områder når det er sterk vind og gjerne springflo.

Også i indre deler av kommunen kan sterk vind være farlig. Folk som oppholder seg i skogsområder eller i sentrale deler av kommunen kan bli rammet av fallende trær, greiner eller flygende gjenstander. Slike situasjoner kan utgjøre risiko for liv og helse.

### 6.2.1.5 Konsekvens av tørke (3.1) og skogbrann (3.2)

Skogbranner i Norge forårsaker sjelden tap av menneskeliv, og gir få personskader. En rekke skogbranner i andre deler av verden de siste par årene, har vist at det er meget farlig for liv og helse å oppholde seg i områder hvor skogbrann utvikler seg. I tillegg spres giftig røyk fra skogbrannene over store avstander. Som følge av økt temperatur, tørke og økt vind kan vi få flere og større skogbranner. Brannmannskap er spesielt utsatt ved skogbranner, da de under slukningsarbeidet kan bli omringet av brann, men også utsatt for giftige gasser.

## 6.2.2 Langsiktige konsekvenser for liv og helse

De langsiktige konsekvensene på liv og helse av klimaendringene har til nå vært lite undersøkt og beskrevet. Lite forskning gir svakt kunnskapsgrunnlag for å kunne si mer om hvilke konsekvenser klimaendringene vil gi på liv og helse, i et langsiktig perspektiv. Folkehelseinstituttet omtaler i rapporten Helsetilstanden i Norge (2018) følgende hovedpunkter som mulige langsiktige konsekvenser klimahendelser vil kunne ha for liv og helse:

- Temperaturøkning kan øke utbredelsen av flått, og dermed utbredelsen av flåttrelaterte sykdommer.
- Temperaturøkning kan øke utbredelsen av pollenproduserende planter og dermed øke forekomsten av pollenallergi.

- Økt forekomst av posttraumatisk stresslidelse (PTSD), depresjon og angstlidelser er påvist i etterkant av ekstremvær og naturkatastrofer.
- Klimaendringene påvirker bolig, matproduksjon og utbredelsen av smittsomme sykdommer andre steder i verden. Slik kan få indirekte følger for Norge

(Folkehelseinstituttet 2018)

### 6.3 Konsekvenser for ytre miljø

Konsekvensene av klimaendringene på ytre miljø generelt har vært utredet av ulike forskningsmiljø og forskningsprogram, men det er fortsatt stort behov for mer kunnskap om klimaendringenes virkninger på økosystem, naturtyper og arter.

Sårbarhetsanalysen for Stjørdal viser at det er faren for kvikkleireskred, sterke vinder, tørke, skogbrann og havstigning som er de klimarelaterte hendelsene som utgjør høyest risiko for konsekvensområdet ytre miljø i Stjørdal. Faren for oversvømmelse, regnflom, jordskred og stormflo utgjør middels risiko.

Når vi har vurdert konsekvensen for ytre miljø har vi både sett på akutte og langsiktige konsekvenser. Nedenfor er en vurdering av disse.

#### 6.3.1 Akutte konsekvenser for ytre miljø

##### 6.3.1.1 Konsekvens av ekstremnedbør og flom (1.1, 1.2)

Myr- og våtmarksområder kan ta opp store nedbørsmengder uten å ta skade, mens naturtyper og arter langs bekker og vassdrag er sårbare for kraftig elveflom, fordi vannmassene kan rive med seg vegetasjon og artene som lever der. Naturen er tilpasset store skiftninger i nedbørsforhold og de fleste naturtypene vil klare å restaurere seg selv dersom de blir utsatt for slike hendelser. Konsekvensene av ekstrem nedbør, oversvømmelse og flom utgjør en negativ påvirkning av natur og miljø dersom området blir satt under vann. De fleste naturtypene vil klare seg bra dersom de blir utsatt for kortvarig ekstrem nedbør eller regnflom.

Mer nedbør kan i tillegg gi økt utvasking av miljøgifter fra gamle fyllinger, hvilket kan være svært uheldig for alt liv.

Et flomsonekart over Stjørdal viser at ved en 200-årsflom vil 4216 daa fulldyrka jord, 5 daa overflatefyrka jord, 23 daa inmakrsbeite, 541 åpen fastmark og 1378 daa skog bli berørt (NVE Atlas 3).

##### 6.3.1.2 Konsekvens av skred fra fjell (1.3)

Konsekvensen av skred fra fjell vurderes å være liten for ytre miljø i Stjørdal.

##### 6.3.1.3 Konsekvens av skred fra løsmasser (1.4)

I områder utsatt for skred fra løsmasser vil mye av det levende livet i naturen gå tapt, inntil naturen selv klarer å restaurere seg gjennom ulike utviklingstrinn (suksesjoner).

Dersom Stjørdal blir rammet av nye jordskred eller kvikkleireskred kan dette gi alvorlige konsekvenser for det lokale landbruket, natur og miljø. Graden av skade vil være avhengig av dagens bruk av området, naturtype og omfanget på skredet.

##### 6.3.1.4 Konsekvens av stormflo (2.2)

Stormflo opptrer plutselig og kan gi store skader på natur iløpet av kort tid.

Ved 200-års stormflo med dagens havnivå vil areal på 1,14 km<sup>2</sup> bli berørt. 76% av dette arealet er natur og 21% er areal brukt til primærnæring(sehavnivå).

Ved 200-års stormflo med forventet havnivå for 2090 vil areal på 1,8 km<sup>2</sup> bli berørt. 72% av dette arealet er natur og 27% er areal brukt til primærnæring (ibid.).

#### 6.3.1.5 Konsekvens av sterk vind (2.1), tørke (3.1) og skogbrann (3.2)

Sterk vind kan utgjøre en fare for natur og miljø, spesielt for skogen. Det er flere eksempler på at sterk vind har gitt skader på skogen også i Stjørdal, selv om det er relativt lite sterk vind i Stjørdal.

I perioder med høy temperatur og lite nedbør kan tørke oppstå. Noen naturtyper er tilpasset tørkeperioder og vil ikke påvirkes nevneverdig av lite nedbør en periode, mens andre naturtyper er mer sårbare for tørke, spesielt hvis det skjer flere sesonger på rad.

Skogbrann kan lett følge i kjølvannet av tørkeperioder i skogsområdene. Skogbrann er en sterk trussel for vegetasjonen og dyrelivet som blir rammet, og i de fleste branner vil det meste av det levende livet i området gå tapt. Etter noen år vil naturen klare å restaurere seg selv, gjennom ulike suksesjoner (utviklingstrinn), men det tar lang tid å bygge opp et skogsområde etter en brann.

#### 6.3.2 Langsiktige konsekvenser for ytre miljø

##### **Konsekvensen av havstigning (3.3)**

Havstigning vil på noe lengre sikt, fram mot århundreskiftet, gi store konsekvenser for det sjønære naturlandskapet; naturtyper og de tilhørende artene. Strandenger er den naturtypen som er mest utsatt. Her vil vegetasjon og dyreliv, med en rekke arter som er bundet til denne naturtypen, bli rammet. Også elveos og elvedelta, med de naturkvalitetene som er knyttet til slike områder, vil bli negativt påvirket. Blant annet er en rekke fuglearter bundet til slike områder.

##### **Effekten av klimaendringer på arter og naturtyper**

Klimaendringene kan føre til store endringer i norsk natur. Vi ser allerede konturene av flere forandringer. Både arter og naturtyper er truet av klimaendringene (Miljøstatus 07.2020). Det har vært vanskelig å ta disse konsekvensene inn i analysen, da vi vet for lite om hvilke langsiktige effekter klimaendringene vil ha på arter og naturtyper i Stjørdal.

#### 6.4 Konsekvenser for materielle verdier

Sårbarhetsanalysen for Stjørdal viser at det er faren for oversvømmelser, kvikkleireskred og havstigning som er de klimarelaterte hendelsen som utgjør høyest risiko for konsekvensområdet materielle verdier i Stjørdal. Faren for regnflom, isgang, jordskred, sterk vind, stormflo og skogbrann utgjør middels risiko

Noen konsekvenser kan oppstå akutt, mens andre vil bli mer tydelig i et langsiktig perspektiv, eks. havstigning. Med et varmere og våtere klima vil vi kunne få skader på ulike materialer og økt fare for råteskader på bygninger og kulturminner. Dette vil kunne skje over et lengre tidsrom.

Når vi har vurdert konsekvensen for materielle verdier har vi både sett på *akutte* og *langsiktige* konsekvenser. Nedenfor er en vurdering av disse.

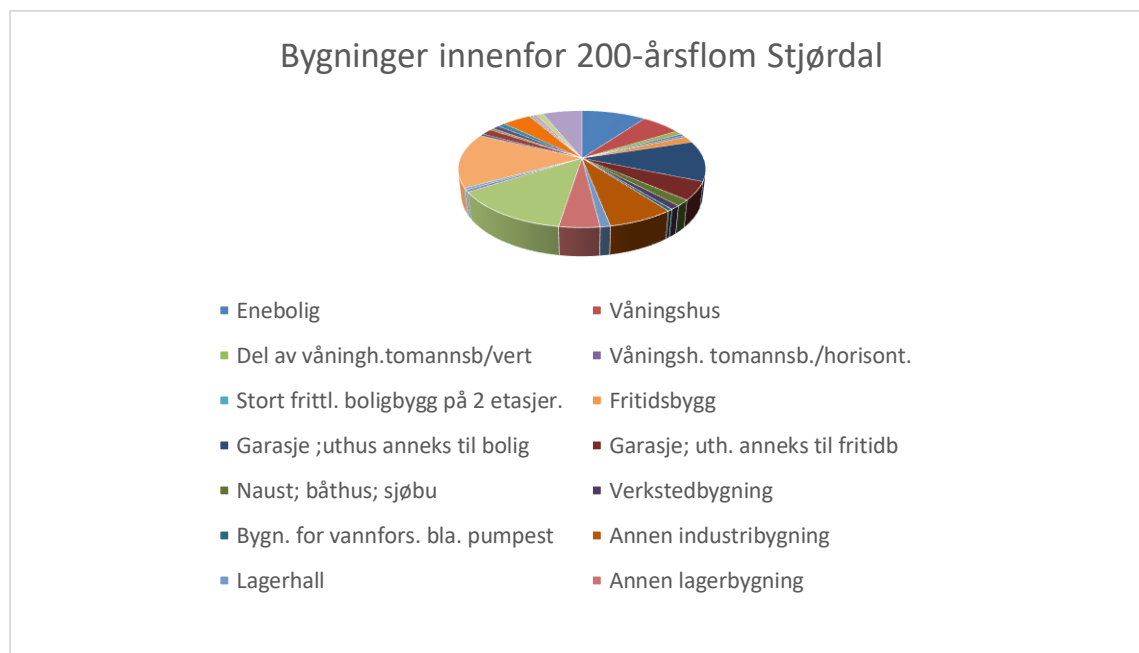
##### 6.4.1 Akutte konsekvenser for materielle verdier

De fleste høyrisikohendelsene kan, når som helst, påvirke og skade kritisk infrastruktur som for eksempel vann- og avløp, veier, jernbane, strøm- og kraftforsyning, kommunikasjonslinjer, transport, havneområder og bygningsmasse.

#### 6.4.1.1 Konsekvens av ekstremnedbør og flom (1.1, 1.2)

Konsekvensene av ekstrem nedbør og oversvømmelse utgjør først og fremst en fare for de materielle verdiene ved at områder kan bli satt under vann eller vann trenger inn i bygg og anlegg. Styrregn kan ramme alle steder, og det er umulig å forutse hvor disse kraftige regnskyllene kan komme. Mer overvann kan gi hyppigere og større skader på bygg, veger og infrastruktur.

Et flomsonekart over Stjørdal viser at ved en 200-årsflom vil i underkant av 200 bygninger bli berørt av oversvømmelse. Diagram nedenfor viser typer bygninger som vil bli berørt (NVE Atlas)



#### 6.4.1.2 Konsekvens av skred fra fjell (1.3)

##### Steinskred og steinsprang (1.3.1)

Steinskred og steinsprang skjer stort sett på steder der det ikke oppholder seg mennesker, men kan også skje i områder der det er mennesker. Selv om steinsprangfaren er begrenset til få områder, kan det ikke utelukkes at det kan skje hendelser med effekt også på materielle verdier. Dette kan eksempelvis være vei (E14), biler, ulike bygg, kraftlinjer

##### Fjellskred (1.3.2)

Konsekvensen av fjellskred er svært liten da det ifølge historikken kun er registrert et fjellskred i Stjørdal. Det er svært lite sannsynlig at fjellskred vil skade materielle verdier i Stjørdal.

#### 6.4.1.3 Konsekvens av skred fra løsmasser (1.4)

Dersom Stjørdal blir rammet av et jordskred eller et kvikkleireskred kan dette gi alvorlige konsekvenser både for mennesker, natur og materielle verdier. Hvor store konsekvensene vil være om det rammer materielle verdier, er avhenger av hvor skredet skjer og skredets omfang. Historisk har kvikkleireskred skadet materielle verdier i Stjørdal. Det er satt inn flere sikringstiltak mot kvikkleireskred de siste årene. Kvikkleireskred i bebygde områder kan medføre store økonomiske konsekvenser (Norsk klimaservice 2016).

#### 6.4.1.4 Konsekvenser av skred i snø (1.5)

Skred i snø vil skje i områder som gjør at de ikke vil få konsekvenser for materielle verdier i Stjørdal.

#### 6.4.1.5 Konsekvenser av sterk vind og stormflo (2.1, 2.2)

Sterk vind i kombinasjon med springflo gir stormflo, som gjør at bølger strekker seg lenger inn på land, men hendelsene er relativt kortvarige. Stormflo opptrer plutselig og kan gi store skader i løpet av kort tid.

I årene som kommer er det forventet økt hyppighet av stormflo som kan føre til oversvømmelse og skader på bebyggelse og infrastruktur i sjønære områder. Sterk vind utgjør også en risiko for materielle verdier, fordi sterk vind på utsatte områder kan gi store skader på bygg og anlegg, særlig på bygg med lav kvalitet

Ved 200-års stormflo, med dagens havnivå, vil areal på 1,14 km<sup>2</sup> bli berørt. Av dette arealet er 2% bygninger. 39 bygninger og 3,4 km med vei vil bli oversvømt(kartverket).

Ved 200-års stormflo med forventet havnivå for 2090 vil areal på 1,8 km<sup>2</sup> bli berørt. 2% av dette arealet er bygninger. 87 bygninger og 5,2 km med vei vil bli oversvømt (ibid.).

Stormflom med 200-års gjentakelsesintervall i dag, vil forekomme hvert 10 år i 2100.

#### 6.4.1.6 Konsekvenser av tørke og skogbrann (3.1 og 3.2)

I perioder med tørke kan skogbrann oppstå og spre seg raskt, særlig hvis det også er sterk vind. Skogbranner ute av kontroll kan være farlig for liv og helse og det ytre miljø, men kan også utgjøre en fare for de materielle verdier. Både hus, gårdsbruk og hytter kan rammes, og også ulike former for anlegg knyttet til annen infrastruktur som veier, strømlinjer, næringsbygg etc.

### 6.4.2 Langsiktige konsekvenser for materielle verdier, infrastruktur og tjenesteproduksjon

#### **Havstigning (3.3)**

Økt havnivå er en trussel for de sjønære arealer, bygg og infrastruktur. Havstigning vil skje gradvis, men vil ikke være noen stor trussel før mot slutten av århundret og de påfølgende tiår. Økt havnivå er utfordrende fordi det betyr at situasjonen er permanent og hastigheten i stigningen er i dag økende. Med forventet havstigningsnivå med høye utslipp fram mot 2090 vil et areal med 0,33 km<sup>2</sup> bygninger og 1 km vei være oversvømt ved middel høyvann (kartverket).

## Litteratur

Bakke, Hanne (2017, 08. februar). *Regn vil forårsake framtidens flommer*. Hentet 28.09 fra <https://forskning.no/nve-klima-partner/regn-vil-forarsake-framtidens-flommer/366225>

BarentsWatch (2014, 25. juni). Flere grunner til at havet stiger. Hentet 25.09.20 fra <https://www.barentswatch.no/artikler/Havniva/>

Den norske akademiske ordbok. *Oversvømmelse*. <https://naob.no/ordbok/oversv%C3%B8mmelse>

DHI (2017, mai). Stjørdal flommodellering.

DSB (2016). Risikoanalyse av regnflom i by. Krisescenarioer 2016 – analyse av alvorlige hendelser som kan ramme Norge.

Folkehelseinstituttet (2018, mai). Helsetilstanden i Norge 2018. Hentet 24.09.20 fra <https://www.fhi.no/publ/2018/fhr-2018/>

Kartverket. Sehavnå. Hentet 28.09.20 fra <https://kartverket.no/til-sjos/se-havniva>

[Miljøstatus\(2020, juli\). Effekten av klimaendringer på norsk natur](https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/klimaendringer-i-norge/effekter-av-klimaendringer-pa-norsk-natur/). Hentet 20.09.20 fra <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/klimaendringer-i-norge/effekter-av-klimaendringer-pa-norsk-natur/>

NGI, Steinskred og fjellskred. <https://www.ngi.no/Tjenester/Fagekspertise/Steinskred-og-fjellskred>

Norges geologiske undersøkelser (2020, 04. Juni). *Kvikkleire og kvikkleireskred*. <https://www.ngu.no/emne/kvikkleire-og-kvikkleireskred>.

Norsk klimaservicesenter. Ekstremnedbør. <https://klimaservicesenter.no/faces/mobile/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/dimensjonerend e-nedbor>

Norsk klimaservice 2016 (2016, oktober). *Klimaprofil Nord-Trøndelag. Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning*. <https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-nord-tr%C3%B8ndelag/attachment/12033?ts=15dcb37f736>

NVE. *Ordliste for flom*. <https://www.varsom.no/flom-og-jordskredvarsling/ordliste-for-flom/>

NVE 2015. Dammer og vassdragsanlegg – definisjoner. <https://www.nve.no/damsikkerhet-og-kraftforsyningsberedskap/damsikkerhet/dammer-og-vassdragsanlegg-definisjoner/?ref=mainmenu>

NVE 2016. Fakta 1/2016. Snøskred – tørre og våte. [http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2016/faktaark2016\\_01.pdf](http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2016/faktaark2016_01.pdf)

NVE 2018. Faktaark 5-13. Jordskred og flomskred. <https://www.varsom.no/til-nedlasting/faktaark/?ref=mainmenu>

NVE 2018. Faktaark 6-13. Hva er sørpeskred? [http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2013/faktaark2013\\_06.pdf](http://publikasjoner.nve.no/faktaark/2013/faktaark2013_06.pdf)

NVE (2020, 28. september). Mailutveksling med Avdelingsingeniør Amund Frogner Borge

NVE Atlas. Kart og rapport hentet 22.09.20 fra  
<https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

NVE Skrednett. Hentet 22.09 fra <https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>  
Rønning, B., Kiplesund, O.J., Laugtug, P.K., Rønning, H., Buan, T., Klefsåsvold, A., Holltrø, P.A., Brekke, H., Haugdahl, G.; Larsen, T.A., (2019, 1. august). Stjørdal Brann og redningstjeneste – Risiko- og sårbarhetsanalyse for Stjørdal kommune.

Schemm, S., M. Sprenger, O. Martius, H. Wernli, and M. Zimmer (2017), Increase in the number of extremely strong fronts over Europe? A study based on ERA-Interim reanalysis (1979–2014), Geophys. Res. Lett., 44, 553–561, [doi:10.1002/2016GL071451](https://doi.org/10.1002/2016GL071451).  
[www.nature.com/nclimate/journal/v7/n2/full/nclimate3218.html](http://www.nature.com/nclimate/journal/v7/n2/full/nclimate3218.html)

Timeanddata. Værnes målestasjon. Hentet 28.09.20 her  
<https://www.timeanddate.no/vaer/@3136768/klima>

Viksmo-Slettan, Olav; (år?) Full storm: Naturkatastrofer og ekstremvær i Norge. Gyldendal

Wikipedia. Liste over ekstremvær i Norge. Hentet 22.09.20 fra  
[https://no.wikipedia.org/wiki/Liste\\_over\\_ekstremv%C3%A6r\\_i\\_Norge](https://no.wikipedia.org/wiki/Liste_over_ekstremv%C3%A6r_i_Norge)