

Klimaprofil

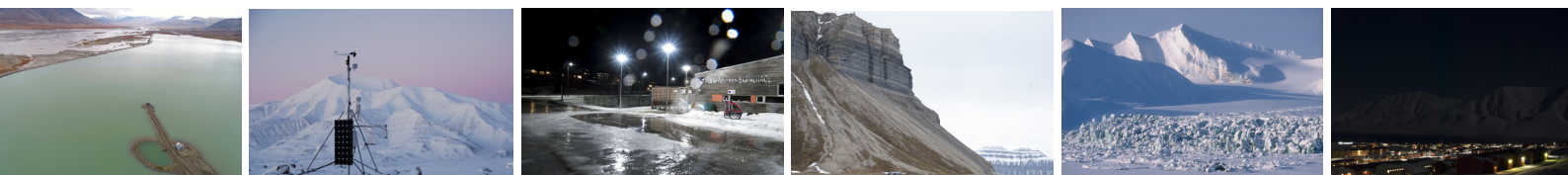
Longyearbyen

Et kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning

Februar 2019



Longyearbyen, 1. mai 2016. Foto: Hanne H. Christiansen



KLIMAPROFIL LONGYEARBYEN

Klimaprofilen gir et kortfattet sammendrag av klimaet, forventede klimaendringer og klimautfordringer i Longyearbyen og områdene omkring. Den er ment som kunnskapsgrunnlag og hjelpemiddel i overordnet planlegging, samt som supplement til Klimahjelperen [1]. Klimaprofilen gir en oversikt over klimarelaterte problemstillinger og opplysninger om hvor en kan få mer detaljert informasjon om disse. Mye av informasjonen i klimaprofilen er hentet fra «Climate in Svalbard 2100» [2] og har fokus på endringer frem mot slutten av århundret (2071–2100) i forhold til 1971–2000. De menneskeskapte klimaendringene vil fortsette også etter 2100 dersom ikke utslippene av klimagasser reduseres vesentlig.




I klimaprofilen legges hovedvekt på klimaendringer ved høyt utslippsscenario fordi regjeringen i Stortingsmeldingen om Klimatilpasning [3] sier at en for å være «føre var» skal legge til grunn høye alternativer fra klimafremskrivningene når konsekvensene av klimaendringer vurderes. Høyt utslippsscenario innebærer at de globale klimagassutslipp fortsetter å øke som i de siste tiårene. «Climate in Svalbard 2100» [2] inkluderer også klimafremskrivninger basert på middels og lave klimagassutslipp. For samme klimagassutslipp kan ulike modeller gi forskjellig resultat, og i klimaprofilen beskrives en midlere verdi basert på flere modeller. I klimaprofilen refererer vi til veiledere. Der slike veiledere ikke er utarbeidet for Svalbard, refereres det til veiledere for fastlands-Norge, fordi disse kan gi nyttig kunnskapsgrunnlag for bl.a. arealplanleggere.

I rapporten «Climate in Svalbard 2100» [2] er det gitt detaljerte data for midlere verdier og spredning for alle årstider, og for ulike klimagassutslipp både frem til 2031–2060 og til 2071–2100.

På klimatilpasning.no finner du veiledning, erfaring og kunnskap om klimatilpasning.

Klimaendringene i Longyearbyenområdet vil særlig føre til behov for tilpasning til temaene markert i rødt i tabell 1. Økt overvåking av naturfarer blir stadig viktigere, samt kontinuerlig vedlikehold av infrastruktur og god beredskap.

ØKT SANNSYNLIGHET





 Kraftig nedbør	Hendelser med kraftig nedbør vil forekomme hyppigere og bli mer intense. Antall episoder med mildvær og regn i vintermånedene vil øke.
Permafrost	De øverste meterne av permafrosten vil tine i kyst- og lavereliggende områder.
 Regn, snøsmelte- og bresmelteflom	Økt nedbør som regn, og økt snø- og bresmelting, vil gi flere og større regnflommer og kombinerte snøsmelte-, bresmelte- og regnflommer.
Erosjon	Sedimenttransport, elve- og kysterrosjon vil øke.
 Snøskred	Snøskred og sørpeskred vil forekomme hyppigere, men mot slutten av århundret vil sannsynligheten for tørrsnøskred reduseres i områder hvor snøsesongen blir kortere og snømengdene reduseres.
 Jord-, flomskred og jordsig	Jord- og flomskred vil forekomme hyppigere. Økt fare for ustabile skrånninger pga. dypere aktivt lag.

Tabell 1. Sammendrag som viser forventede endringer i Longyearbyen fra 1971-2000 til 2071-2100 i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnssikkerheten.


MULIG ØKT SANNSYNLIGHET

 Svellis	Mer ising om vinteren gir trolig mer svellis i elvene. Økt fare for lokale oversvømmelser pga. smelting som gir økt vannføring og overflateavrenning om våren.
--	--

USIKKERT

 Sterk vind	Små fremtidige endringer i både vindretning og styrke.
 Kvikkleireskred	Ingen kjente forekomster av kvikkleire. Kvikkleire-lignende skred kan imidlertid øke i fremtiden pga. dypere aktivt lag.
 Steinsprang og steinskred	Økt fare, særlig for mindre steinspranghendelser, som følge av hyppigere episoder med kraftig nedbør og dypere aktivt lag.
 Fjellskred	Permafrost som varmes opp og tiner kan spille en rolle i fremtidig utløsning av større fjellskred.

UENDRET ELLER MINDRE SANNSYNLIGHET

 Stormflo	Trolig liten endring. Midlere relativt havnivå vil sannsynligvis synke.
---	---

1 Klimaet og klimaendringer i Longyearbyen

For Svalbard Lufthavn er gjennomsnittlig (1971–2000) årstemperatur $-5.9\text{ }^{\circ}\text{C}$; med vintertemperatur (DJF) på $-13.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ og sommertemperatur på $+4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Laveste temperatur som er målt er $-46.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (i 1986) og høyeste er $+21.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (i 1979). Temperatur under $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ kan forekomme også om sommeren, og temperatur på over $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ kan forekomme midtvinters. Målt årsnedbør er ca. 200 mm, men virkelig nedbør er høyere fordi nedbørmålerne særlig ved snønedbør ikke fanger opp all nedbør som faller. Fjellene rundt Longyearbyen skjermer for nedbør fra de fleste vindretninger, og både i Barentsburg, ved Isfjord Radio og i nærliggende fjellområder er årsnedbøren mer enn dobbelt så høy som i Longyearbyen. Selv om årsnedbøren er lav forekommer det selv vinterstid episoder med kraftige regnskyll.

Årstemperaturen beregnes å øke med ca. $8.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ og årsnedbøren med ca. 40 % frem mot slutten av århundret. Temperaturen beregnes å øke mest om vinteren. Dager med kraftig nedbør vil forekomme oftere, og med større nedbørintensitet. For vind beregnes det små endringer.

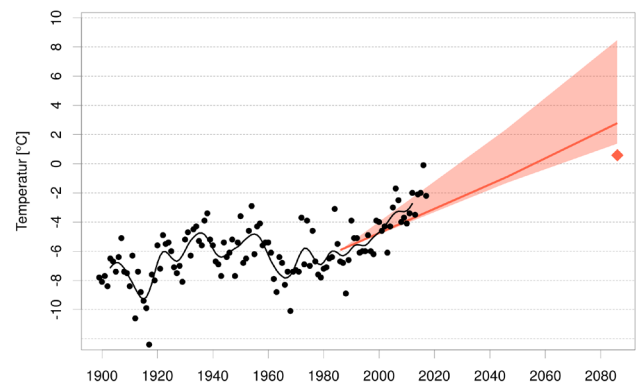
1.1 Fremskrivninger av temperatur og nedbør

Svalbard ligger nær randsonen til den arktiske sjøisen, og beregningene for temperatur og nedbør er svært avhengige av om klimamodellene har realistisk beskrivelse av sjøisutbredelsen. Ettersom et flertall av de globale klimamodellene har for mye sjøis for dagens klima i Svalbard-området, kan øvre del av spennet i endringer i temperatur og nedbør være urealistisk. I tillegg til fremskrivninger med regionale klimamodeller, er det derfor også gjort beregninger med en finskala modell basert på en global modell med realistisk isutbredelse. Resultatene fra finskala-modellen er blant annet benyttet til beregninger av endringer i kraftig nedbør, vind, snø og isbreer. Det er store variasjoner i temperatur og nedbør fra år-til-år og mellom ulike tiårs-perioder. Slike variasjoner vil forekomme også i fremtiden, og vil komme i tillegg til lineære trender. Perioder med synkende temperatur kan derfor forekomme også i fremtiden. Fremskrivningene viser endringer fra 1971–2000, og Figur 1 viser at det allerede har skjedd en temperaturøkning etter denne perioden.

1.2 Temperatur

Siden 1971 har årstemperaturen økt med nesten $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figur 1), og vintertemperaturen med nesten $8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ulike modellberegninger gir stor spredning for fremtidig temperaturutvikling. Modellerte medianverdier for endring fra 1971–2000 (observerte verdier i parentes) og frem til 2071–2100 er:

- År: $+8.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($-5.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Vinter (DJF): $+11.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($-13.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Vår: (MAM): $+9.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($-9.6\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Sommer (JJA): $+6.0\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($+4.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Høst (SON): $+8.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. ($-4.7\text{ }^{\circ}\text{C}$)



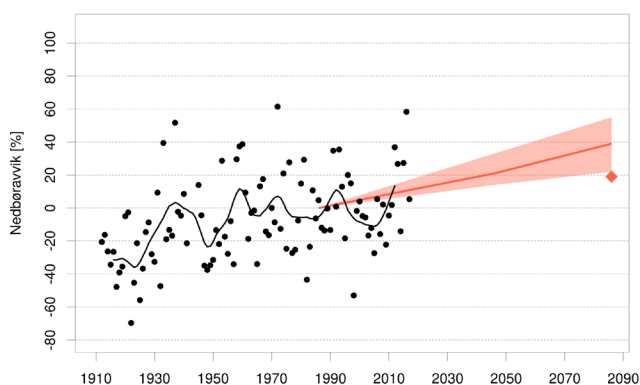
Figur 1. Gjennomsnittlig årstemperatur for Svalbard Lufthavn [$^{\circ}\text{C}$]. Punkt og svart kurve viser hhv. enkeltår og utjevnet variasjon på ti-årsskala basert på observasjoner fra 1900 til 2017. Beregninger for fremtidig klimautvikling for høyt utslippsscenario er vist med rød linje (median) og diamant (finskala modell). Skravert område viser intervallet mellom lav og høy modellberegning.

Temperaturøkningen fører til at antall dager per år med døgnmiddeltemperatur over $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ("vekstdager") vil dobles eller tredobles frem til slutten av århundret, mens antall dager med døgnmiddeltemperatur under $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ("frostdager") vil bli kraftig redusert. Det vil bli en liten økning i dager med maksimumstemperatur over og minimumstemperatur under $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ("nullpasseringer"); - med en reduksjon om sommeren og en økning om vinteren.

1.3 Nedbør

Siden 1971 har målt årsnedbør økt med nesten 20 % (Figur 2), og med størst økning om høsten (nesten 70 %). Ulike modellberegninger gir stor spredning for fremtidig nedbørutvikling. Modellerte medianverdier for endring fra 1971–2000 (observerte verdier i parentes) og frem til 2071–2100 er:

- År: +40 % (196 mm)
- Vinter (DJF): +25 % (51 mm)
- Vår: (MAM): +35 % (41 mm)
- Sommer (JJA): +35 % (52 mm)
- Høst (SON): +40 % (52 mm)



Figur 2. Gjenomsnittlig årsnedbør for Svalbard Lufthavn som avvik [%] fra referanseperioden 1971–2000. Punkt og svart kurve viser hhv. enkeltår og utjevnet variasjon på ti-årsskala basert på observasjoner fra 1912 til 2017. Beregninger for fremtidig klimautvikling for høyt utslippsscenario er vist med rød linje (median) og diamant (finskala modell). Skravert område viser intervallet mellom lav og høy modellberegning.

I de senere år har det vært en tendens til at en større andel av nedbøren i vintermånedene faller som regn. Beregningene tyder på at antall episoder med regnvær i vintermånedene vil tredobles.

Kraftig nedbør

Høyeste målte 1-døgns nedbør ved Svalbard Lufthavn er 43 mm, men i Longyearbyen-området er det lokalt målt vesentlig høyere intensitet; blant annet 75 mm i løpet av ca. 26 timer. En stor del av episodene med kraftig nedbør forekommer i vinterhalvåret, og skyldes storstilt transport av mild og fuktig luft, ofte i såkalte “atmosfæriske elver”. Kombinasjon av vindretning og topografi fører til store lokale forskjeller i nedbørmengder i slike episoder. Beregningene tyder på en økning på ca. 20 % for 1-døgns nedbør med lave returperioder, og ca. 35 % for ekstreme nedbørverdier.

1.4 Vind

Den dominerende vindretning ved Svalbard Lufthavn er fra sørøst; i perioden november–april forekommer denne vindretningen i mer enn 50 % av tiden. Fremskrivningene med finskala-modellen tyder på små fremtidige endringer i både vindretning og vindstyrke. Usikkerheten i fremskrivningene for vind er stor, og det anbefales at kunnskap om lokale vindforhold tas med i planleggingen.

2. Kryosfære: Snø, isbreer og permafrost

2.1 Snø

Dagens forhold

Antall dager med snødekke har gradvis minket siden 1970-tallet (observasjoner ved Svalbard Lufthavn). For tidsrommet 1958–2017 viser simuleringer at maksimale snømengder har økt noe. Mildvær om vinteren er blitt hyppigere, med flere regn-på-snø-episoder.

Det beregnes en betydelig reduksjon i snømengdene og antall dager med snødekke fra dagens klima (1971–2000) til slutten av århundret (2071–2100), ved høye klimagassutslipp. I lavereliggende områder beregnes nesten 6 måneder reduksjon i dager med snødekke, mens for høyereliggende områder, tilsvarende Platåberget 445 moh., beregnes ca. 3,5 måneder reduksjon.

Fremtidige endringer

Med økende temperatur og en økende andel av nedbøren i form av regn, også om vinteren, forventes det at snømengdene vil fortsette å minke, både i lavlandet og i høyereliggende fjellområder. Det vil bli flere smelte-episoder om vinteren. Selv om trenden går mot kortere snøsesong og mindre mengder snø, kan store år-til-år-variasjoner føre til at det også i fremtiden forekommer enkelte snørike år.

2.2 Isbreer

Dagens forhold

Isbreene omkring Longyearbyen er i hovedsak dalbreer. Observasjoner på 1930-tallet, sammenlignet med observasjoner på 1990/2000-tallet viser at breene generelt har minket noe i størrelse. Bogerbreen, nær Longyearbyen, har hatt negativ netto massebalanse siden 1970-tallet. Kalving og marin smelting er også viktig for breer som ender i havet.

Fremtidige endringer

Alle isbreene i området er forventet å smelte mer og bli stadig mindre, men hvor raskt dette går er svært usikkert. I dag er det ingen kjente utfordringer med jøkulhlaup (bredemte eller morenedemte sjøer som brister med store flommer som resultat) fra breer omkring Longyearbyen, men med økt nedsmelting av breer er det en liten mulighet for at dette kan oppstå i fremtiden.

2.3 Permafrost

Dagens forhold

Permafrostdybden i de lavereliggende delene i og rundt Longyearbyen er typisk 100–200 m. Gjennomsnittlig permafrosttemperatur på 10–20 m dybde varierer fra ca. $-2,5$ °C til ca. -5 °C. Generelt er temperaturen i permafrosten høyest ved kysten og i lavlandet. I områder med tykt snødekke om vinteren er permafrosten lokalt varmere. Disse områdene er også de mest sensitive for oppvarming. Siden 2009 har temperaturen i permafrosten i områdene rundt Longyearbyen økt, raskest i de øvre jordlagene. Tykkelsen av det aktive laget i lavere deler av Longyearbyen-området er mellom 1 og 2 m. Både tykkelsen på det aktive laget og temperaturen har blitt målt siden 2000 i Adventdalen og siden 1998 ved Janssonhaugen og siden 2009 på Kapp Linné.

Fremtidige endringer

Mot slutten av århundret viser beregninger at de øverste meterne av permafrosten i kyst- og lavereliggende områder tiner ved høye klimagassutslipp. På enkelte steder tiner permafrosten minst 5 meter under bakkeoverflaten, mens det fortsatt vil være permafrost dypere enn 10 meter. Hvor raskt oppvarmingen og tiningen av permafrosten går er blant annet styrt av isinnholdet i grunnen. I deler av Longyearbyen er grunnen svært

salt og isrik, noe som reduserer hastigheten på tiningen. For de fleste lavtliggende områder på Svalbard antyder beregningene at mye av permafrosten kan forsvinne mot slutten av århundret. Den økte permafrosttemperaturen vil også kunne medføre dårligere bæreevne og økte setningshastigheter for bygg og infrastruktur [4].

3 Effekter på hydrologi

Temperaturøkningen vil gi gradvis mindre breer, og i en periode vil derfor økt bresmelting gi økt avrenning og flomstørrelser. Om senhøsten, vinteren og våren ventes det i tillegg økt vannføring fordi nedbøren øker og fordi mer av nedbøren kommer som regn. I Longyearelva opptrer årets største flom om sommeren. Flomfare i et endret klima skal tas hensyn til ifølge Byggeforskrift for Longyearbyen [5]. Det ventes også større utfordringer knyttet til sedimenttransport i Longyearelva (se kap. 4). Vannressursloven er ikke gjort gjeldende for Svalbard [6], se ellers Svalbardmiljøloven [7]. Økt aktsomhet og overvåkning anbefales.

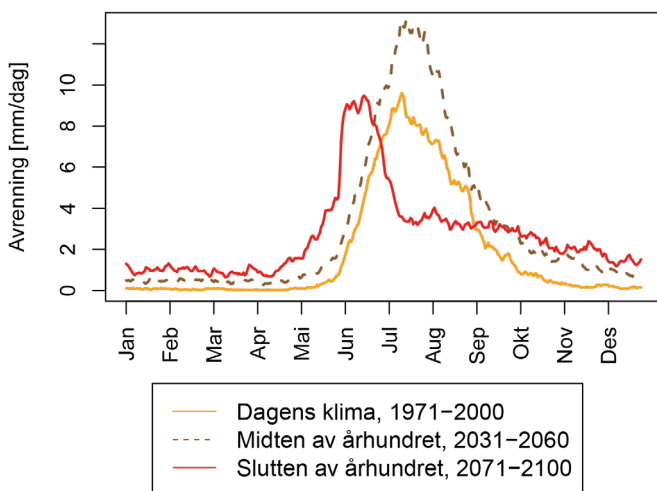
3.1 Flom og vannføring

Dagens forhold

Elvene på Svalbard har lav vannføring om vinteren når nedbøren lagres som snø, og den høyeste vannføringen opptrer fra juni til september når smeltevann fra snø og breer, samt regnvann, renner ut i elvene. Dersom det også kommer regn under snø- og bresmeltingen vil flommene bli spesielt store, men rask smelting alene kan også gi store flommer. Ved NVEs målestasjon for vannføring i De Geerdalen er det registrert flere store flomhendelser fra begynnelsen av 1990-tallet og frem til i dag. Den største flommen siden registreringene startet, var i juli 2000. Da ble det målt uvanlig høy temperatur, som førte til kraftig smelting, samtidig med regn. Vinterflommer blir ikke registrert fordi sensorene ikke registrerer vannføring i frostperioden (fra ca. oktober til juni). Bortsett fra muntlige rapporter og bilder, vet vi derfor ikke størrelsen på vannføringen forårsaket av kraftig regn i vinterhalvåret.

Fremtidige endringer

Økt nedbør og bresmelting fører til en økning i gjennomsnittlig årlig vannføring i Longyearelva mot slutten av århundret, helt til breene blir så små at avrenningen reduseres igjen. Mot midten av dette århundret ventes høyere avrenning på grunn av større bidrag fra bresmelting (Figur 3, brun, stiplet linje). Mot slutten av dette århundret ventes derimot en nedgang i årsvannføringen, selv om maksimalvannføringen er uendret i forhold til referanseperioden (Figur 3, rød linje). Resultatene er svært sensitive til hvor stor temperaturøkningen og bresmeltingen blir.



Figur 3: Sesongfordeling av avrenning i Longyearelva for dagens klima (1971–2000, gul linje), og for høyt utslippsscenario for midten av århundret (2031–2060, stiplet brun linje) og slutten av århundret (2071–2100, rød linje).

Endringene i en bestemt årstid kan derfor bli store mot slutten av århundret: Senhøstes og om vinteren og våren forventes økt vannføring fordi mer nedbør vil komme som regn i stedet for snø, og nedbøren øker. Sent på våren forventes økt vannføring fordi snøsmeltingen vil foregå tidligere enn i dag. Om sommeren/tidlig høst, etter at snøen har smeltet, ventes vannføringen å minke fordi det er mindre bre igjen i nedbørfeltet. Nøyaktig hvor brå nedgangen i vannføringen blir om sommeren/høsten er usikkert.

Det er også stor sannsynlighet for at flommene vil øke. Den høyeste vannføringen ventes å inntreffe tidligere på året på grunn av tidligere snøsmelting. Det er ikke laget flomfarekart (flomsonekart) for Svalbard, men det er utført en flomberegning for Longyearelva [8]. Fordi flomfarekart ikke finnes, gjelder anbefalingene som står i NVEs retningslinje 2–2011 [9] for dagens klima også for fremtiden.

3.2 Svellis

Svellis er is som bygger seg opp i elveleiet ved en prosess som kalles kjøving. Utover høsten reduseres vannføringen i Longyearelva, og vannet siger frem i lav hastighet på underlaget og fryser til hard, glatt is. Svellis dannes særlig i kuldeperioder med lite tilsig. Om våren når temperaturen øker, og snøsmelting starter i nedre deler av vassdraget, fører dette til at isen i elva smelter. Det er få eller ingen isganger av betydning og ingen kjente skader fra isgang. I fremtiden ventes det mer ising om vinteren, og dette vil trolig føre til mer svellis i elvene. Dette kan videre gi økt fare for lokale oversvømmelser på grunn av smelting som gir økt vannføring om våren.

4 Erosjon (elv og kyst) og sedimenttransport

Dagens forhold

I sin naturlige tilstand var Longyearelva et forgrenet elvesystem, som rant fra dalbreene og nedover til utløpet i havet. Utbygging i Longyeardalen med veier, broer og bygninger har endret elvas naturlige løp til et begrenset og innsnevret elveløpssystem. Stabiliteten i elveløpet opprettholdes ved å fjerne flomavsetninger. I 2016 startet NVE med flom- og erosjonssikring av Longyearelva, ved at steinmasser legges langs begge elvesidene. For å unngå at det nye erosjonssikrede elveløpet fylles med masser fra elva skal det bygges en sedimentasjonsdam.

Fremtidige endringer

Det er forventet at elveerosjon og sedimenttransport vil øke fremover mot slutten av århundret. Økningen skyldes økende vannføring og økning i flom på grunn av økt temperatur, økt bresmelting og kraftig nedbør.

Erosjonen er også forventet å øke som en konsekvens av at permafrosten tiner, og dybden til det aktive laget øker. Dermed blir mer masse tilgjengelig for erosjon. Økt aktsomhet for jordskred og flomskred også utenfor bebygde områder og overvåking av eventuell pålagring i den øvre delen av elva kan være nødvendig.

Nåværende og fremtidig oppvarming og tining av permafrost vil også øke kysterrosjonen, spesielt der kystlinjen bare består av sedimenter. Dette må tas hensyn til ved arealplanlegging og bygging av ny infrastruktur i Longyearbyen og det må vises økt aktsomhet for kysterrosjon i og nær strandsonen. Bevaring av kulturminner er også viktig, for eksempel ble den fredede fangsthytta Fredheim i 2015 flyttet 50–60 m inn fra stranden på grunn av kysterrosjon.

5 Effekter på skred

Fordi meteorologiske faktorer er viktige utløsningsårsaker til skred, vil klimaendringer føre til økt sannsynlighet for de fleste typer skred i de kommende tiårene. Skredfaren er også sterkt knyttet til lokale terrengforhold. I bratt terreng vil klimautviklingen kunne gi økt hyppighet av skred som er knyttet til regnskyll/flom og snøfall. Faren for vannrelaterte skred som flomskred, jordskred og sørpeskred vil øke. Ved utredning og kartlegging av skredfare i forbindelse med arealplanlegging og utbygging er det viktig at alle typer skred vurderes nøye. NVEs retningslinje 2–2011 [9] og NVEs veileder 8/2014 «Sikkerhet mot skred i bratt terreng» [10] gir veiledning om utredning av fare for ulike skredtyper. Faresone for skred i bratt terreng finnes for områder omkring Longyearbyen, mens bratthetskart finnes for hele Svalbard på NVE-Atlas: <https://gis3.nve.no/link/> og se for øvrig [11] og [12]. Økt aktsomhet og overvåking anbefales.

5.1 Snøskred og sørpeskred

Dagens forhold

I Longyearbyen har det vært flere snøskred med tap av menneskeliv og store materielle ødeleggelser de senere årene. Disse episodene har ført til økt fokus på skredsikring av bebyggelse og infrastruktur og økt beredskap. I etterkant av skredulykken i 2015 ble det etablert skredbanevarsling for utsatt bebyggelse i Longyearbyen, og senere ble Nordenskiöld Land opprettet som en fast varslingsregion på varsom.no. Sørpeskred er for eksempel vanlig i smelteperioden i Vannledningsdalen i Longyearbyen og langs Flyplassveien.

Hele skredløpet i Vannledningsdalen åpnes med bulldoser før smeltingen inntreffer om våren for å hindre utløsning av store ødeleggende sørpeskred. Mildværshendelser midtvinters og påfølgende sørpeskred, som i 2012, viser

at denne løsningen ikke gir god nok sikkerhet for bebyggelsen og infrastruktur fordi slike skred kan komme tidligere på året.

Fremtidige endringer

Ved en økning av ekstreme hendelser med kraftig snøfall eller kraftig regn på snø, kan vi forvente økt antall snøskred, inkludert våtsnøskred og sørpeskred. Mot slutten av århundret vil sannsynligheten for tørrsnøskred reduseres i områder hvor snøsesongen blir kortere og snømengdene reduseres.

5.2 Jordskred, flomskred og jordsig

Dagens forhold

Jord- og flomskred har tidligere ført til ødeleggelser i Longyeardalen (for eksempel i juli 1972 og oktober/november 2016), og spor i form av raviner og avsetninger etter tidligere hendelser er synlig i terrenget, for eksempel i fjellsiden Sukkertoppen. Gamle gruveganger har tipper på utsiden, og i skråninger nær disse er jordsig utbredt.

Fremtidige endringer

Sammen med mer nedbør og økt hyppighet av episoder med kraftig nedbør, vil sannsynligheten for ulike typer løsmasseskred som jord- og flomskred og utglidninger øke. Det må vises økt aktsomhet mot skred og skråningsprosesser knyttet til permafrost og prosesser i det aktive laget. Økende dybde på det aktive laget og tining av permafrost kan i utsatte områder føre til utglidninger av det aktive laget og mindre overflateutglidninger. Skråninger og gruvetipper kan begynne å sige med økende hastighet på grunn av økt dybde av det aktive laget, høyere permafrosttemperatur og økt nedbør [13].

5.3 Andre skredtyper (Steinsprang, steinskred, fjellskred og kvikkleireskred)

Permafrost som varmes opp og tiner kan spille en rolle i fremtidig utløsning av større fjellskred. Økt temperatur vil mange steder gi flere fryse-tine-sykluser og kan dermed føre til flere steinsprang. Økt dybde av det aktive laget og høyere permafrosttemperatur fører til mer aktive skråningsprosesser og betydelig større ustabilitet i fjellsidene.

Marin grense (65 moh.) utgjør en øvre grense for hvor kvikkleire kan forekomme. Det finnes per dags dato ingen kjente forekomster av kvikkleire omkring Longyearbyen. Selv ved økende dybde på det aktive laget, er det små muligheter for at kvikkleire kan dannes i fremtiden fordi utvasking av salter fra grunnvannet er en svært langsom prosess. Likevel skal det vises aktsomhet for at *kvikkleire-lignende skred* kan øke i fremtiden, på grunn av dypere aktivt lag.

6 Havis, havnivå- endringer og stormflo

Havis

Siden 1979 har havisen minket, særlig i september når utbredelsen er på sitt minste. Omkring 2006 skjedde en endring til mye kortere perioder med isdekte fjorder om vinteren i og omkring Isfjorden. Før 2006 var gjennomsnittlig isdekning 50 dager, mens etter 2006 ble det redusert til omkring 22 dager per år [2]. En økt periode med åpen fjord har endret lokalklimaet og spesielt ført til økte vintertemperaturer i Longyearbyen. Frem mot slutten av århundret, forventes overflatetemperaturen i Isfjorden å øke, mest ytterst og minst innerst i fjorden. Beregninger for middels klimagassutslipp viser at haviskonsentrasjonen vil minke noe sammenlignet med i dag. Med høye utslipp forventes større temperaturøkninger enn ved middels utslipp. Det kan føre til at havisen blir helt borte i Isfjorden.

Havnivå og stormflo

Havnivået er nødvendig å kjenne til ved fastsetting av eiendomsgrenser, bygging i strandsonen, forsikringsoppgjør og liknende [14]. I Longyearbyen er gjentakintervaller for stormflo for 20 år, 200 år og 1000 år henholdsvis 1,33, 1,44 og 1,51 moh. [2]. Det relative havnivået i Longyearbyen er forventet å synke, fordi landhevningen vil være større enn den forventede havnivåstigningen. I tillegg er det viktig å være oppmerksom på at bølger kan få stadig større betydning for blant annet kysterrosjon (se kap. 4) fordi Isfjorden stadig oftere vil være isfri.

7 Overvann og ising

Episoder med mildvær og regn om vinteren har økt i Longyearbyen de siste årene. Regn om vinteren fører til flere utfordringer for samfunnet i Longyearbyen, som for eksempel ising på bakken (stengte veier, kansellerte flyavganger), sørpeskred og nediset infrastruktur (kraftlinjer, antenner). I Longyearbyen er det dårlig utbygd, og om vinteren isfylte, stikkledninger/kulverter for bortledning av overflatevann. Blir det regn eller snøsmelting om vinteren kan dette medføre store lokale overvannsproblemer som igjen kan føre is og issvelling mot bebyggelsen. Longyearbyen Lokalstyre er årlig involvert i forebygging av slike utfordringer. Utfordringene med overvann forventes å bli større enn i dag på grunn av hyppigere og mer intens korttidsnedbør (kap.1.3), og det er derfor viktig å ta hensyn til dette i forhold til infrastruktur og bebyggelse.

Usikkerhet knyttet til klimaberegningene

Det er generelt stor usikkerhet i beregningene av dagens og fremtidens klima i Arktis. For dagens klima er usikkerheten knyttet til svært få og korte tidsserier med observasjoner på Svalbard. For fremtidsklimaet er usikkerheten stor omkring fremtidige menneskeskapt utslipp, naturlig klimavariabilitet og utilstrekkelige klimamodeller. Fordi Svalbard ligger nær randsonen til den arktisk sjøisen, er beregningene av fremtidig klimautvikling svært avhengig av om klimamodellene har realistisk beskrivelse av dagens og fremtidens sjøisutbredelse.

Litteratur

(I nettversjonen av klimaprofilen på klimaservicesenter.no er det aktive lenker til bakgrunnsdokumentene)

- [1] DSB TEMA/Klimahjelperen (2015). [En veileder i hvordan ivareta samfunnsikkerhet og klimatilpasning i planlegging etter plan- og bygningsloven](#)
- [2] Hanssen-Bauer mfl. (Red.) (2019). Climate in Svalbard 2100 – a knowledge base for climate adaptation. NCCS Report no. 1/2019 (www.klimaservicesenter.no)
- [3] Meld. St. 33 (2012–2013). [Klimatilpasning i Norge - regjeringen.no](#)
- [4] Rongved, J. L. mfl. (2017) Forventede klimaendringers langsiktige konsekvenser for bygging og forvaltning på Svalbard. [Delrapport 3](#). Statsbygg, Rapport nr. IAS2171-2
- [5] [Byggeforskrift for Longyearbyen](#) (2016)
- [6] Lov om vassdrag og grunnvann ([Vannressursloven](#))
- [7] Lov om miljøvern på Svalbard ([Svalbardmiljøloven](#))
- [8] Stenius, S. 2016. Flomberegning for Longyearelva, Spitsbergen, Svalbard (400). [NVE Oppdragsrapport A 7-2016](#)
- [9] NVE (2014). Flaum- og skredfare i arealplanar. [Retningslinje 2-2011](#) (revidert 22.05.2014)
- [10] Schanche, S. (red.) (2014). Sikkerhet mot skred i bratt terreng. [NVE Veileder 8-2014](#)
- [11] Hannus, M. m. fl. (2016). Skredfarekartlegging i utvalgte områder på Svalbard, [NVE Rapport 91-2016](#)
- [12] Gundersen, J. mfl. (2018). Skredrapport Sukkertoppen, [NVE rapport 80-2018](#)
- [13] Rouyet, L. mfl. (2017). Deformasjonskartlegging rundt Longyearbyen ved bruk av satellittbasert radarinterferometri, [NORUT rapport 13/2017](#)
- [14] www.kartverket.no/sehavniva

Bildestripe på forsiden:

Isdammen, øst for Longyearbyen. Foto: Simon Oldani/NVE

Janssonhaugen, Adventdalen. Foto: Ketil Isaksen/MET

Kraftig nedbør og ising i Longyearbyen. Foto: Ketil Isaksen/MET

Spor etter løsmasseskred og aktive skråningsprosesser ved Skansbukta i Billefjorden. Foto: Ketil Isaksen/MET

Fridjofbreen “surger” ut i Van Mijenfjorden. Foto: Ketil Isaksen/MET

Longyearbyen. Foto: Ketil Isaksen/MET