



Oslo

Klimaetaten

# Klimaendringer og klimautfordringer i Oslo mot år 2100

Jordens klima er i endring. Oslo opplever mer ekstremvær, mindre snø og utfordringer med å håndtere overvann.

# Klima- endringer



## Vær og klima

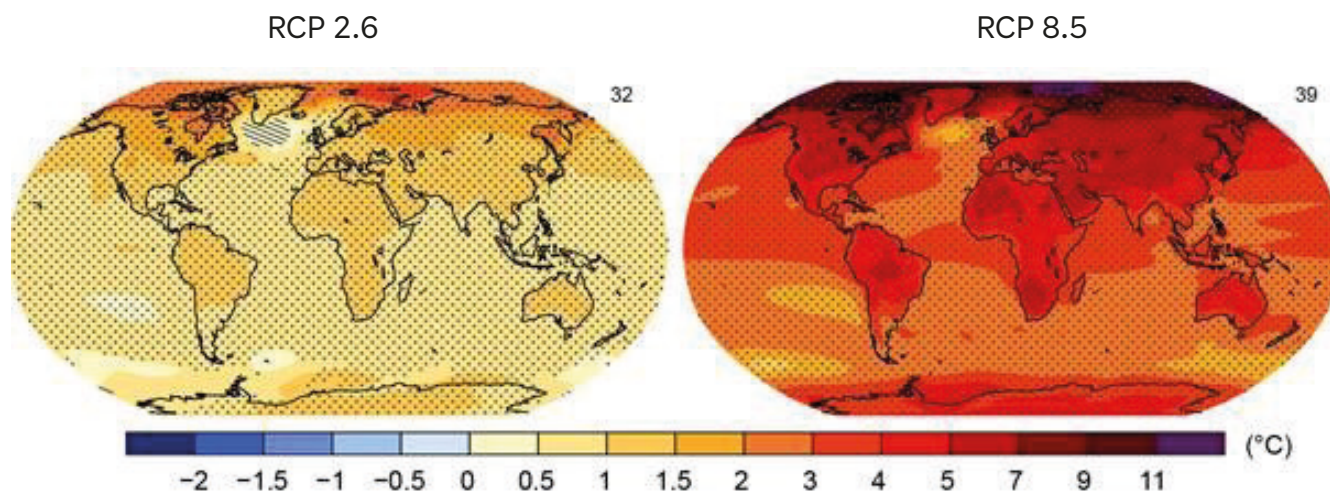
Været varierer naturlig fra dag til dag og år til år. Klimaet er gjennomsnittsværet i en gitt periode, vanligvis over 30 år, også kalt normalværet. Klimaendringer er endringer i gjennomsnittsværet. Klimaet varierer også naturlig over tid. Det er imidlertid bred enighet om at normalværet, eller klimaet, endrer seg i så stor grad at det ikke kan forklares uten å ta med de høye konsentrasjonene av karbondioksid i atmosfæren som følge av menneskelig aktivitet i beregningen.

Når det er ventet katastrofale værphenomener som kan medføre omfattende skade for liv og verdier på fylkes- eller landsdelsnivå sender Meteorologisk institutt ut ekstremværværvarsler. Men ekstremvær kan også brukes for å beskrive ekstreme avvik fra normalværet, noe som er mer hensiktsmessig når man skal vurdere konsekvensene av framtidens klimaendringer. Med klimaendringene vil ekstremvær, definert som ekstreme avvik fra normalen, forekomme såpass ofte at man kan snakke om at nåtidens ekstremvær vil kunne bli framtidens normalvær.

## Framtidens klima

Studier av det framtidige klimaet på jorden gjøres ved hjelp av klimamodeller, der man simulerer utviklingen basert på systematiske observasjoner av hvordan energien fra sola beveger seg gjennom jordsystemene, som havet, isen, landjorda og atmosfæren.

I sin femte hovedrapport fra 2013 har FN's klimapanel satt opp fire utviklingsbaner for klimaet på jorda, kalt representative concentration pathways (RCP), basert på i hvilken grad vi klarer å begrense menneskeskapte utslipp av drivhusgasser i atmosfæren. I den ene enden av spekteret (RCP8.5) har man simulert hva som kan skje med klimaet dersom vi ikke blir enige om globale restriksjoner på klimagassutslipp, og i den andre enden (RCP2.6) hva som kan skje hvis verdens land klarer å forplikte seg til å arbeide for å nå «togradersmålet». Som man kan se av figur 1 vil temperaturen øke mest ved polene, derfor kan økning av gjennomsnittstemperaturen i Norge bli høyere enn den globale gjennomsnittstemperaturen.



Figur 1: Globale temperaturendringer. Endringer i gjennomsnittlig overflatetemperatur på jorda fra 1986-2005 til 2081-2100. Kilde: FNs klimapanel 2013/Miljøstatus.no

I beskrivelsene av de framtidige klimaendringene tar rapporten utgangspunkt i føre-var-prinsippet (Meld. St. 33 2012–2013) og føringen om at høye alternativer fra nasjonale klimaframskrivninger (RCP8.5) legges til grunn når konsekvensene av klimaendringene vurderes (Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning, 2018).

Hovedtendensen i framtidens klima er at det blir mer ekstremvær, både i form av nedbør, tørke, kuldeperioder og hetebølger. Som et resultat av at værtypene vil vare lenger og være mer ekstreme, vil vi også oppleve flere og mer utfordrende tørkeperioder i Norge selv om hovedtendensen er at klimaet blir våtere.

## Fra globale til lokale klimaendringer

Det er store geografiske variasjoner i hvordan klimaendringene arter seg. Ifølge Meteorologisk institutt sine målinger har klimaet i Norge blitt varmere og våtere de siste årene, en endring som særlig har skjedd på slutten av 1900-tallet og inn på 2000-tallet. Disse klimaendringene er ventet å fortsette å øke (Norsk klimaservicesenter, 2015).

Modelleringen av lokale klimaendringer er en kompleks prosess, som innebærer en regional nedskalering av globale klimamodeller som deretter blir bearbeidet ved hjelp av statistikk for å fange opp lokale variasjoner.

At været blir våtere i Norge skyldes blant annet økt fordampning i Sør-Europa, som følge av høyere temperaturer. Så når klimaendringene fører til mindre nedbør i visse områder og mer nedbør i andre, er det ikke selvmotsigende, men to sider av samme sak.

## Klimaendringer i Oslo

Klimaendringene i Oslo er ganske typiske for Norge. Klimaet har blitt, og vil fortsette å bli varmere og våtere. Gjennomsnittstemperaturen i Oslo og Akershus har ifølge Klimaprofilen for Oslo og Akershus økt med 1,7 grader siden målingene begynte på begynnelsen av 1900-tallet, og nedbøren har i samme periode økt med 15 prosent. Nedbørsøkningen skyldes først og fremst en økning i ekstremnedbør, ikke i antall nedbørsdager.

Ifølge Klimaprofil for Oslo og Akershus (Norsk klimaservicesenter, 2017) vil gjennomsnittstemperaturen i Oslo øke med mellom 3 og 6 grader fram mot 2100 og nedbøren øke mellom 5 prosent og 30 prosent, en økning som først og fremst vil komme i form av ekstremnedbør, se tabell 1.



Endringene varierer med sesongene, og de største endringene både i temperatur og nedbør skjer om vinteren. Dette betyr at i Oslo, som i resten av Norge, vil sannsynligheten for snørike vintre gå ned, og man må forvente stor variabilitet og usikkerhet knyttet til snømengden fra år til år. Det vil imidlertid fortsatt kunne bli snørike vintre, noe som skyldes den store variabiliteten i vintertemperaturer. Den langsiktige trenden er imidlertid en betydelig reduksjon i snødekke, og snøsesongen vil kunne bli 2-4 måneder kortere i gjennomsnitt.

Fremover må vi bygge byen på en måte som håndterer hyppigere og mer intenst regn.

Tabell 1: Observert og framskrevet endring av temperatur og nedbør for Oslo ved RCP 8,5.

	1900-1930	1971-2000	2031-2060	2071-2100
Årlig gjennomsnittstemperatur	4,5 °C	6,2 °C	8 °C	10 °C
Endring fra i dag	-1,7 °C	0 °C	2 °C	4 °C
Årlig gjennomsnittsnedbør	655 mm	755 mm	810 mm	870 mm

# Klima- utfordringer

Med klimaendringene vil det bli flere og mer alvorlige klimautfordringer, både som følge av mer ekstremvær og endringer i normalværet, se figur 2.

Oslo har ikke opplevd ekstremvær, definert som katastrofevær over et større geografisk område, i nyere tid, og er mindre værutsatt enn mange andre byer i Norge. Siden 1900 har det imidlertid forekommet lokale jordskjelv, kvikkleireskred, skogbrann, stormflo, sterk vind og ikke minst styrtregn, overvannsproblematikk og flom gjentatte ganger i Oslo, se figur 3.

Mer ekstremnedbør gir akutte utfordringer som overvann, skred og flom, mens høyere gjennomsnittstemperaturer vil kunne føre til gradvis økende utfordringer med blant annet havnivåstigning, hetebølger, tørke, nullgradspasseringer og isdannelse, fukt og råte.

## Utfordringer knyttet til mer ekstremnedbør

Økt ekstremnedbør vil spesielt prege risikobildet i tiden som kommer, noe som kommer tydelig fram i Klimaprofilen for Oslo og Akershus. Siden begynnelsen av 2000-tallet har Oslo opplevd ekstremnedbør i form av styrtregn nesten hvert år, noe som har ført til store materielle skader.

Fram mot 2100 er det forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig, både i intensitet og hyppighet. Nedbørsmengden for døgn med kraftig

nedbør forventes å øke med ca. 20 prosent. Størst økning i døgnnedbørsintensiteten er forventet i vintermånedene med ca. 30 prosent. For korttidsnedbør er det indikasjoner på en enda større økning enn for døgnnedbør. Klimaservicesenteret foreslår et klimapåslag, en økning som følge av klimaendringene, på minst 40 prosent på nedbørshendelser som varer kortere enn tre timer (Norsk klimaservicesenter, 2017). Mer ekstremnedbør vil føre til større utfordringer knyttet til blant annet overvann og urban flom, elflom og skred.

### Overvann og urban flom

Overvann og urban flom er et sammensatt problem som har sammenheng med hvordan vi bygger byene våre. Overvann er regnvann som renner av ugjennomtrengelige flater, som tak, veier og annen infrastruktur, i stedet for å trekke ned i grunnen eller til elver og bekker. Dette kan føre til ukontrollert avrenning eller oppsamling av store mengder forurenset vann. I tillegg har Oslo en gryteformet topografi med mange bratte åser med sentrum nær fjorden, som gjør at regnvannet føres gjennom byens gater i stor fart i form av urban flom.

Fortetting og gjenbygging av elver og bekker skaper stadig større utfordringer med overvann og urban flom. Kombinert med flere og mer intense styrtregnepisoder som følge av klimaendringer, vil dette kunne skape enda større press på vannledningsnett, og føre til økt fare for urban flom og vannskader i byområder. Derfor bør man ta hensyn til dette i planleggingen og utforme mer klimatilpassede bygninger og infrastruktur. Når store mengder regnvann ledes til renseanleggene,



Det blir billigere for samfunnet å forebygge for skader fra overvann og flom, heller enn å reparere i ettertid.

reduseres kvaliteten på renseprosessen og forurenset vann slippes ut i fjorden.

Overvannsproblematikk og urban flom har allerede kostet hundretalls millioner kroner i form av direkte skader, både for kommunen, bedrifter og privatpersoner. I tillegg fører redusert framkommelighet, som følge av for eksempel stengte veier og oversvømte T-banestasjoner, til et indirekte verdiskapningstap i form av tapt produktivitet. Jo mer intens regnvær, desto større konsekvenser. Dette gjør det viktig å forebygge overvann og urban flom i kommunens planlegging.

Oslo kommunes tverrsektorielle strategi for overvannshåndtering i Oslo fram mot 2030 (Oslo kommune, 2013) går ut på at overvann skal håndteres åpent og lokalt og utnyttes som en ressurs i bylandskapet. Lokal håndtering av overvann skal være en naturlig del av tidlig planlegging, og et felles ansvar blant kommunale etater, privat næringsliv og byens innbyggere.

### Elveflom

Elveflomfaren i Oslo er først og fremst knyttet til kraftig nedbør. Det er stor forskjell på regulerte og uregulerte vassdrag. Akerselva er regulert, og muligheten for å holde igjen vann i Maridalsvannet er et viktig virkemiddel for å unngå oversvømmelse. I regulerte vassdrag er det langvarig regn som gir utfordringer, mens man i uregulerte elver og bekker må være forberedt på at vannstandsøkningen kan komme svært fort som følge av lokal, intens nedbør. I Oslo går dessuten flere bekker og elver i kulvert under bakken, og feil eller manglende vedlikehold i vannføringssys-

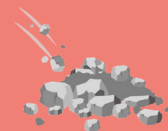
## ØKT SANNSYNLIGHET



Det er forventet et episoder med **kraftig nedbør** øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Dette vil også føre til mer overvann



Det forventes flere og større **regnflommer**, og i mindre bekker og elver må man forvente en økning i flomvannføringen



Økt fare for **jord- og flomskred** som følge av økte nedbørsmengder



Som følge av havnivåstigning forventes **stormflonivået** å øke

## MULIG ØKT SANNSYNLIGHET



Det forventes små endringer i sommernedbør, og høyere temperaturer og økt fordampning kan derfor gi økt fare for **tørke** om sommeren



Økt erosjon som følge av kraftig nedbør og økt flom i elver og bekker kan utløse flere **kvikkleireskred**

## UENDRET ELLER MINDRE SANNSYNLIGHET



**Snøsmelteflommene** til komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret



Kortere **isleggingssesong**. Ennå vinterisganger i innlandet, men mindre ismengder. Elvene ved kysten vil ha lite is

## USIKKERT

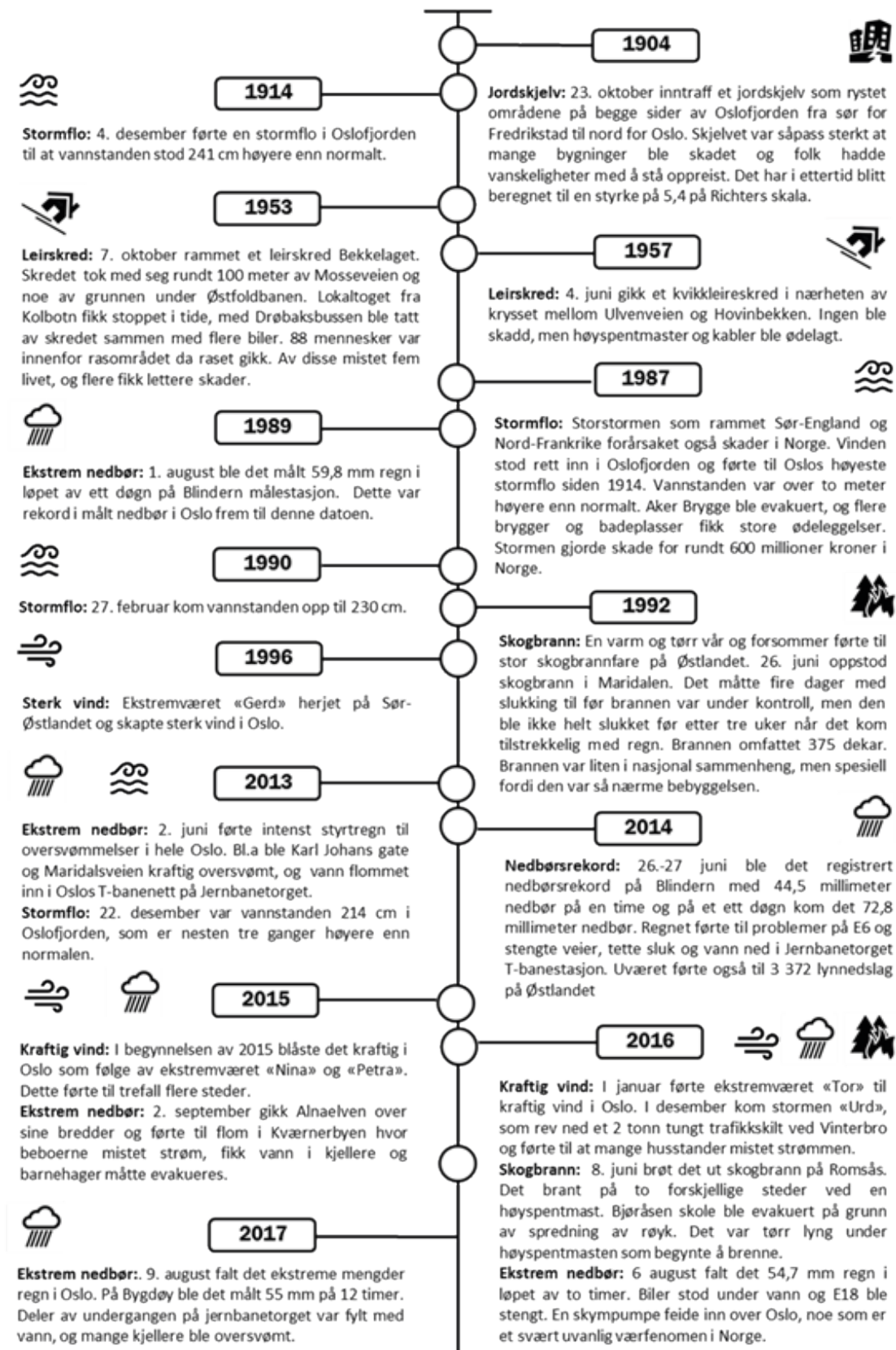


Trolig liten endring av **sterk vind**



Oftere episoder med kraftig nedbør kan øke hyppigheten av disse skredtypene, men hovedsakelig for mindre **steinspranghendelser**

## Oversikt over utvalgte ekstreme værhendelser i Oslo fra 1900 til i dag



Figur 3:: Utvalgte ekstreme naturhendelser i Oslo fra 1900 til i dag.



temene kan øke risikoen for overvann og urban flom. Det har vært flere kostbare elveflomhendelser i Oslo de siste årene som følge av kraftig regnvær. Et eksempel er flommen i det underjordiske vannføringsystemet til Alnaelva, 2. september 2015, som resulterte i omfattende oversvømmelse av nybygde Kværnerbyen. Flom og oversvømmelse kan gjøre skade på og skape problemer for bebyggelse, infrastruktur og byliv.

Årsvannføringen i Oslos vassdrag har økt som følge av mer nedbør, og vil fortsette å øke med 20 prosent fram mot 2100 (Norsk klimaservicesenter, 2017). Dette vil medføre flere og kraftigere elveflommer i Oslo. Akkurat hvor store konsekvenser denne økningen har, er avhengig av vassdragets utforming. I trange og grunne elver og bekker kan det medføre at dagens 200-årsflom blir en femårshendelse, mens det i brede og dype elver kan bli en 50-årshendelse. I mindre bekker og elver og bratte vassdrag som reagerer raskt på regn, anbefaler NVE i sitt veiledningsmateriale derfor et klimapåslag på hele 40 prosent. Faren for snøsmelteflom vil minke med redusert snødekke i tiden fremover.

Det er viktig å ha oversikt over flomsoneer rundt eksisterende elver og bekker, flomveier gjennom bebygde områder, beliggenhet for kritiske kulverter og bruer, og hvor vannet renner når disse er tette. For å ha kontroll på vannet anbefaler NVE at flest mulig vassdrag får gå i åpen løsning. Oslo jobber med å gjenåpne lukkede vassdrag, både for å ha kontroll på vannmengdene og for å skape gode blågrønne løsninger. Kommunen opererer i dag med hensynssoner for elveflom, men på grunn av det anbefalte klimapåslaget på mellom 20 prosent og 40 prosent kan ikke kommunen ta utgangspunkt i at områder som tidligere har vært ansett som tilstrekkelig sikre for bebyggelse vil tilfredsstille kravene i plan- og bygningsloven og byggteknisk forskrift med hensyn til flomfare i framtiden.

### Skred

Skred er en klimautfordring knyttet til lokale terrengforhold. Men været, og særlig ekstremnedbør, er ofte en utløsende årsak.

Kvikkleire er en type leire som finnes i områder som tidligere var havbunn, men som har hevet seg siden siste istid og blitt ustabil eller «kvikk». Dette gjelder store deler av Oslo. Kvikkleiren er uproblematisk så lenge den får ligge uforstyrret, men kan flyte som væske hvis den blir påvirket utenfra. Kvikkleireskred utløses ofte som et resultat av menneskelig aktivitet,

men erosjon som følge av store nedbørsmengder og høy nedbørintensitet kan også utløse et skred. I tillegg til kvikkleireskred kan Oslo oppleve flomskred og jordskred, som vanligvis utløses i forbindelse med ekstremnedbør eller snøsmeltning. Flomskred brukes oftest om skred som opptrer langs bekke- og elveløp eller i forlengelse av disse, mens jordskred kan arte seg som plutselige utglidninger eller gradvise sig i vannmettede løsmasser i fjell- eller dalsider.

Konsekvensene av skred kan være svært alvorlige for bygninger og infrastruktur, naturverdier, liv og helse. Det er ikke uvanlig at mange menneskeliv går tapt i forbindelse med skred i tettbygde strøk. Særlig store og plutselige skred, som kvikkleireskred, er blant de mest skadelige klimautfordringene vi kan oppleve i Oslo.

Det er ikke ofte det skjer alvorlige skredhendelser i Oslo. To store kvikkleireskred ble utløst på 50-tallet. Ellers har det gått noen mindre jordskred i Oslo de siste årene, men det finnes ikke samlede data på det. Siden de fleste typer skred kan utløses av ekstremnedbør vil det kunne bli flere skred i Oslo som en konsekvens av klimaendringene. Særlig mindre jord- og flomskred vil kunne bli vanligere og mer skadelige. Det er usikkert om det blir endringer i sannsynligheten for steinsprang og steinskred. Det er imidlertid ikke grunn til å anta at det vil bli flere av de sjeldne og alvorlige skredhendelsene.

Det er viktig at faren for alle type skred vurderes nøye i tråd med kravene i byggteknisk forskrift ved nye utbyggingsprosjekter.



Figur 4: Figuren viser satellittbilder over Maridalsvannet i Oslo i 2019 og på omtrent samme dato i året med ekstrem tørke i 2018. Bildene er hentet fra Sentinelsatellittene 2A og 2B, som er en del av Copernicus <https://www.copernicus.eu/en>

## Utfordringer knyttet til gradvis stigende temperaturer

Klimaendringene fører til en gradvis økning i gjennomsnittstemperaturene globalt. I Oslo har gjennomsnittstemperaturen steget med nesten 2 grader siden begynnelsen av 1900-tallet. I tråd med «føre var»-prinsippet må vi forvente at temperaturen kan stige med ytterligere 2 grader fram mot 2040, og 4 grader mot slutten av århundret (Norsk klimaservice-senter, 2017). Denne oppvarmingen kan føre til gradvis utvikling av klimautfordringer, som krever en langsiktig klimatilpasning av Oslo.

Høyere temperaturer endrer de økologiske forutsetningene for det biologiske mangfoldet og medfører at flere fremmede arter vil kunne etablere seg, inkludert arter som bringer med seg sykdommer som kan smitte mennesker, såkalte vektorbærere.

### Hetebølge

Hetebølge er et relativt begrep. En hetebølge er en lengre periode med særdeles varmt vær, ofte i sammenheng med høy luftfuktighet. Det er ingen universell definisjon på hva som utgjør en hetebølge, og det som er normalt i varme klimaer vil kunne være en hetebølge i kaldere klimaer. For Oslo vil mer enn tre dager med 28 grader eller mer betraktes som en hetebølge.

Nord-Europa har, i likhet med store deler av resten av verden, vært truffet av en rekke alvorlige hetebølger de siste årene. De har også ført til noen unormalt varme somre i Oslo som i 2014 og 2018. Klimaendringene vil bidra til langt flere og mer alvorlige hetebølger fram mot 2100. På grunn av det relativt kjølige klimaet i Norge har det vært lite fokus på hetebølger her i landet, men siden vi ikke er spesielt godt tilpasset høye temperaturer vil selv temperaturer rundt 30 grader over tid kunne utgjøre alvorlige utfordringer. I tråd med «føre-var-prinsippet» bør vi være forberedt på rundt 20 prosent flere dager med hetebølger, med gjennomsnittstemperaturer på 10-12 grader over normalen fram mot 2100. Til sammenlikning lå rekordmåneden juli 2018 5,8 grader over normalen i Oslo (Meteorologisk institutt, 01.08.2018).

Hetebølger har alvorlige konsekvenser i deler av verden hvor man ikke er forberedt på høye temperaturer. Unormalt varme perioder kan ha store konsekvenser for natur og dyreliv, men også for menneskers liv og helse. Slike perioder kan å øke risikoen for blant annet dehydrering, heteslag og hjerteproblemer, særlig

blant syke og eldre. Ekstremvarme går også ut over generell komfort og trivsel for folk flest. Mange norske arbeidsplasser og skoler har ikke klimaanlegg, og temperaturer på rundt 30 grader vil derfor kunne lede til redusert arbeidseffektivitet, og øke risikoen for at det skjer feil og uhell på norske arbeidsplasser. De som arbeider utendørs med tungt arbeid har enda større utfordringer. Hetebølger er dessuten ofte assosiert med høy luftforurensning og ozon-konsentrasjon ved bakken, noe som ifølge Europas miljøbyrå forårsaker luftveissykdommer og for tidlig død (Miljødirektoratet, 23.9.2017).

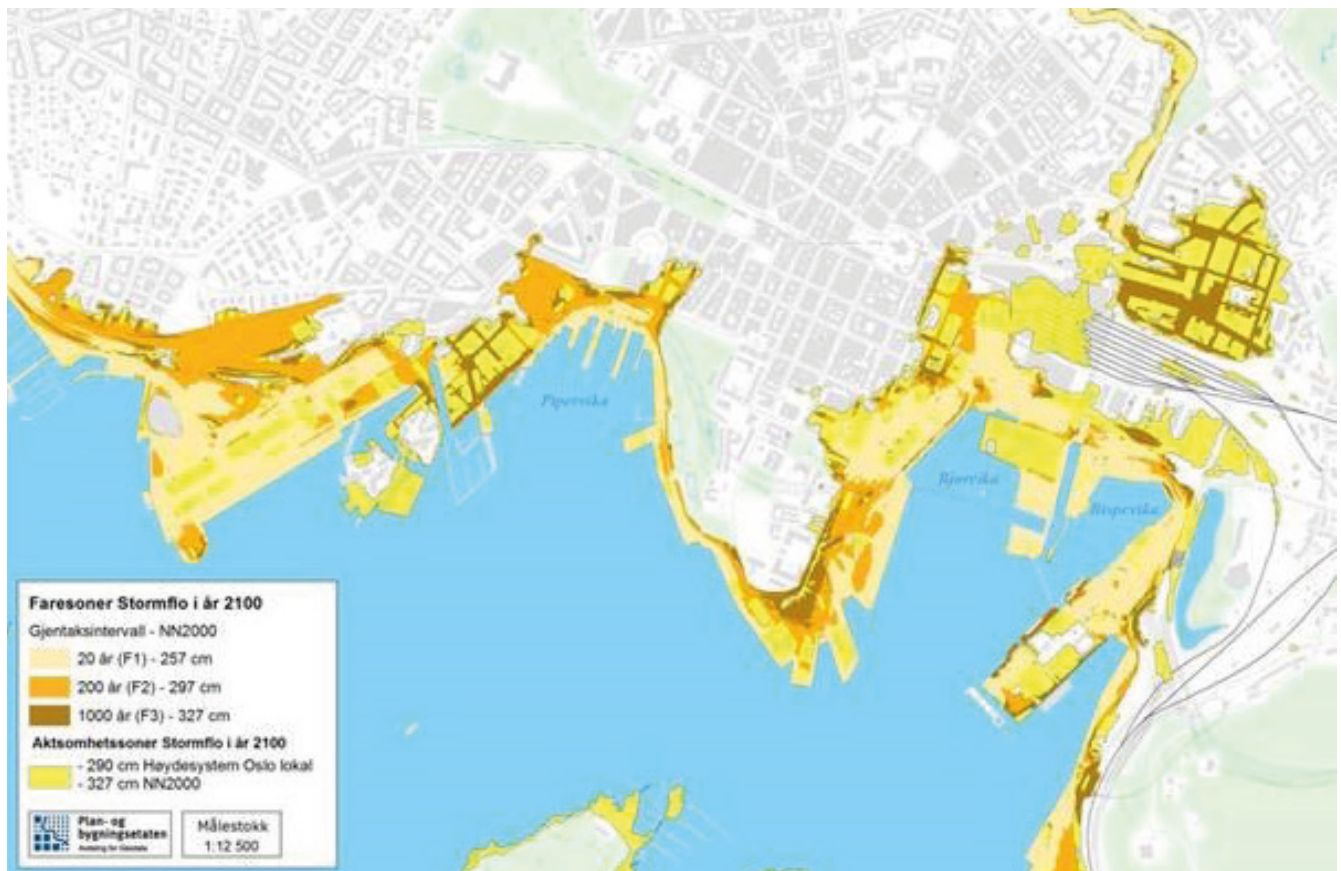
### Tørke

Tørke vil si vedvarende underskudd på vann over et større område. Lengre perioder uten nedbør forplanter seg i vannkretsløpet, og kombinert med høy fordampning kan jorda tørke ut, grunnvannsnivået synke og vannføringen i bekker og elver bli svært liten.

Tørke har blitt en stadig større utfordring i store deler av Europa som et resultat av gradvis økende gjennomsnittstemperaturer. I Norge, i likhet med andre deler av Nord- og Øst-Europa, ser man imidlertid at klimaet blir våtere når gjennomsnittstemperaturene øker. Det kan kanskje virke selvmotsigende at forekomsten av tørke vil kunne øke også her, men dette skyldes at nedbørsmønstrene varierer mer fra år til år, og at værtyper varer lengre på et sted. Høytrykk med varmt vær og sol vil for eksempel kunne bli liggende lenge og gi tørke slik som sommeren 2018, selv om gjennomsnittsnedbøren går opp, se figur 4. I tillegg vil snøsmeltingen foregå tidligere og fordampningen øke både om våren og sommeren. Dermed er det sannsynlig at man kan få lengre perioder med liten vannføring i elvene om sommeren, lengre perioder med lav grunnvannstand og større markvannunderskudd.

Konsekvensene av tørke kan bli svært alvorlige og kostbare, og forverres jo lenger tørken foregår. Det kan få alvorlige konsekvenser for jordbruket og den nasjonale matsikkerheten, og kan føre til avlingssvikt og førmangel. Høye temperaturer kombinert med lite nedbør og mye vind fører dessuten til uttørking av skogene. Dette gjør skogbrannfaren ekstra stor, og det skal mindre til før branner oppstår.

Vannmangel og dårligere vannkvalitet er en annen konsekvens av langvarig tørke. Oset vannbehandlingsanlegg ved Maridalsvannet leverer 90 prosent av Oslos drikkevann, men Oslo kommune jobber nå med å etablere en ny reservevannforsyning fra Holsfjorden. Den er planlagt ferdig i 2028. Selv om vi har mye



Figur 5: Utdrag av faresonekart for stormflo i 2100 (Plan- og bygningssetaten i Oslo)

ferskvann i Norge, vil det i perioder med tørke kunne bli lokal vannmangel. Etter langvarig tørke vil dessuten store mengder forurensning som ligger oppsamlet på overflaten kunne renne ut i vannkilder på kort tid, og påvirke både badevann- og drikkevannskvalitet.

### Havnivåstigning og stormflo

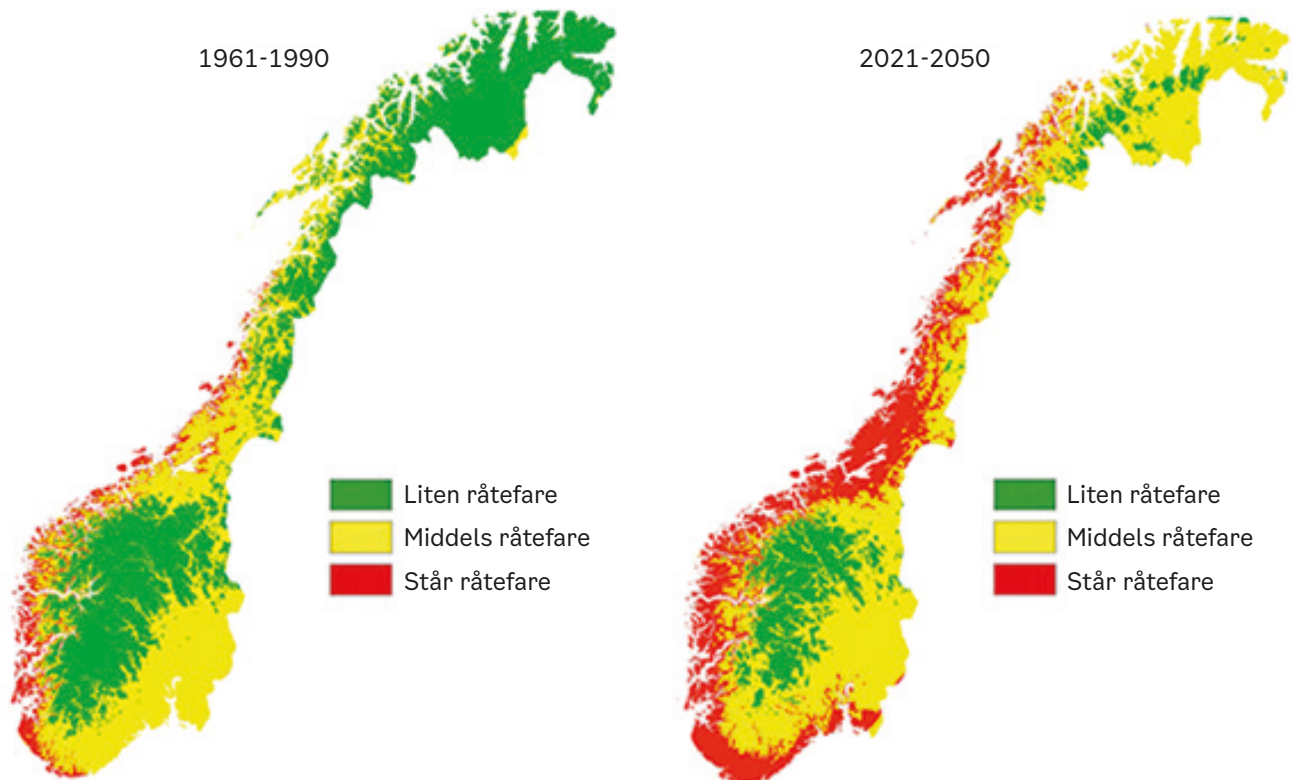
Gradvis stigende gjennomsnittstemperaturer, både på land og i havet, fører til at det globale havnivået stiger. Dette skyldes først og fremst landis som smelter og renner ut i havet, og at vann utvider seg når det blir varmere. Samtidig kan landmasser stige eller synke. I Skandinavia løfter landet seg fortsatt som en konsekvens av at isen som presset landmassene ned under siste istid har smeltet.

Differansen mellom havnivåstigning og landheving kalles endring i relativt havnivå. Det er store lokale forskjeller i landhevingen i Norge, og dermed i den relative havnivåstigningen som følge av klimaendringene. I Oslo hever landet seg konstant, og byen har frem til nå opplevd et synkende relativt havnivå. Men dette fallet har avtatt i hastighet. Dette er fordi den globale

havnivåstigningen går stadig raskere (Simpson m.fl., 2015).

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) utga i 2016 en oppdatert veileder om håndtering av havnivåstigning og stormflo. De anbefaler at en relativ havnivåstigning på 47 cm fram mot 2100 skal legges til grunn for framtidig planlegging i Oslo (DSB, 2016). Oslo kommune har laget et eget faresonekart for stormflo, med tilhørende hensynssone, se figur 5. Dersom man planlegger tiltak innenfor denne sonen må man utrede og risikovurdere stormfloxaren.

En av de største utfordringene med relativ havnivåstigning er at sannsynligheten for og konsekvensene av stormflo øker. Stormflo oppstår når kraftige lavtrykk kombinert med pålandsvind skyver vannmasser inn mot land slik at vannstanden blir unormalt høy. Dersom en stormflo sammenfaller med springflo (omkring ny- og fullmåne), kan man få ekstra høy vannstand. Stormflo kan føre til at byer som ikke blir direkte oversvømt av stigende havnivå likevel kan få utfordringer med oversvømmelse. I forbindelse med stormflo er



Figur 6: Råterisiko fram mot 2100: Råteindeks for Norge i perioden 1961-1990 sammenlignet med scenario fram mot 2050. Kilde: Lisø, K.R. og Kvande, T.: Klimatilpassning av bygninger, SINTEF Byggforsk, Oslo 2007

dessuten bølger en potensiell kilde til skader, både ved direkte bølgeslag og ved overskylling som øker oversvømmelsers rekkevidde. Stormflo, særlig i kombinasjon med bølger, koster allerede samfunnet svært mye, og vil koste enda mer i framtida. Oslo er imidlertid ikke blant de mest utsatte byene i Norge på grunn av landheving og den beskyttede posisjonen innerst i Oslofjorden.

### Nullgradspasseringer og isdannelse

Om vinteren kan temperaturen i perioder svinge mellom pluss- og minusgrader i løpet av et døgn, såkalte nullgradspasseringer. Mildere vintre, og stadige nullgradspasseringer kan forårsake tine- og frysesykluser. Disse kan igjen føre til isdannelse på veier, tak, luftlinjer og annen infrastruktur, særlig kombinert med høy luftfuktighet og nedbør. Perioder med rundt null grader kan også føre til våt og tung snø. Dette kan igjen føre til materielle skader og skader på liv og helse. Milde vintre har de senere årene ofte forårsaket lengre perioder med nullgradspasseringer. Klimaframskrivningene for Norge viser at antall frostdager vil avta i framtida, men det er vanskelig å si noe sikkert om sannsynligheten for nullgradspasseringer. Dette skyldes at de fleste framskrivningene angir

gjennomsnittlig døgn- eller månedstemperatur, og ikke fanger opp temperatursvingningene i løpet av dagen.

### Fukt og råte

Et varmere og våtere klima vil føre til at klimautfordringer knyttet til fukt kan bli større. Fukt er en utfordring når det legger seg i bygningsdeler, særlig treverk, hvor det blant annet kan føre til råte. I Norge har vi gjennom tidene brukt mye tre som bygningsmaterialer, og de siste årene har tre blitt løftet opp som et mer miljøvennlig alternativ til stål og betong - også i større og mer komplekse bygninger enn det som var mulig tidligere. Det blir stadig viktigere å ta hensyn til at klimaet kan bli fuktigere. Hvorvidt fukt oppstår har både sammenheng med nedbørsmønstre og temperaturer. Ved høyere temperaturer kan lufta ta opp mer vanddamp. Da går luftfuktigheten opp, mens nedbør, særlig i sammenheng med vind, kan føre til mer direkte fuktproblematikk.

Risikoen for fukt- og råteskader forventes å øke kraftig fram mot 2100, se figur 6. Økt nedbør og et varmere klima vil gi økt råtefare for ytterkledningen på norske hus, deriblant i Oslo. Råtefaren er i dag størst langs kysten, og mindre i fjellene og på innlandet. Allerede

i 2050 vil områder med høy råtefare øke drastisk, en økning som vil fortsette mot slutten av århundret. Fram mot 2100 vil for eksempel stort sett alle eksisterende bygninger i Oslo gå fra å ligge i moderat til høy råterisikoklasse.

### **Lokalklima, vind og varmeøyer**

Usikkerheten i klimaframskrivningene for vind er stor, men utformingen av byen har stor innvirkning på lokalklimaet. Lokalklima defineres som forholdet mellom prosesser som skjer i terrengoverflaten gitt av krefter i atmosfæren og prosesser som er mer lokale og terrengbundne. De lokale klimaforholdene er blant annet påvirket av landskapets topografi som styrer vindstrømmene, vegetasjonens utbredelse og sammensetning, jordbunnstype og avstanden til havet. I byer er det i stor grad det bygde landskapet, bygninger, gater, plasser og parker, som skaper lokalklimaet. For eksempel vil mange typer inngrep som endrer terrenget, fjerner vegetasjon og fyller igjen vassdrag føre til at den lokale vindstyrken øker, vindretninger endres og lokal temperatur og luftfuktighet påvirkes. Klimaendringene fører blant annet med seg et økt behov for å fortette byen for å unngå unødvendige klimagassutslipp knyttet til transport, noe som også har innvirkning på lokalklimaet.

Manglende planlegging for lokalklimatiske forhold vil medføre endringer i vind- og luftgjennomstrømningsforhold og kunne lede til en rekke utfordringer som skygge, vindtunneler, kuldegroper og varmeøyer. Særlig kritisk er kanskje oppdemmingen av forurenset luft ved å bygge igjen utluftningskorridorer, fjerne vegetasjon og/eller legge vannveier i rør. Store konsentrasjoner av luftforurensning kan gi alvorlige skadevirkninger på mennesker og miljøet. Redusert luftkvalitet og krevende lokale vindforhold vil dessuten kunne redusere trivselen og bruken av byområder. Konsekvenser av varmeøyer er det samme som nevnt under hetebølger.


A photograph of a person wearing a bright blue winter jacket and a patterned knit hat, standing on a snowy hillside. They are looking out over a city at night, with the lights of the city appearing as a bokeh of warm yellow and orange lights against the dark blue twilight sky. The person is seen from behind, looking towards the horizon.

Nåtidens  
ekstremvær  
kan bli  
framtidens  
normalvær

# Om delrapporten

Dette notatet baserer seg på «Klimaprofil for Oslo og Akershus» (Norsk Klimaservicesenter, 2017) som ble overlevert Oslo kommune første kvartal 2017. Klimaprofilen utgjør en av flere fylkesvise klimaprofiler som baserer seg på forskningsrapporten «Klima i Norge 2100» (Norsk Klimaservicesenter, 2015). Denne delrapporten har noe oppdatert klimainformasjon, det er begrenset til det geografiske Oslo og legger noe mer vekt på utfordringer med temperaturendringer. Norsk klimaservicesenter, Meteorologisk institutt, Norges vassdrags- og energidirektorat og Nansensenteret har bidratt i arbeidet med å utdype informasjonen om Oslo basert på Klimaprofilen.

Denne delrapporten er en kortversjon av et kapittel i Klimasårbarhetsanalyse for Oslo om klimaendringer og klimautfordringer. Analysen har vurdert konsekvenser av klimaendringer og tilpasningsevne til klimaendringene i Oslo. For mer informasjon om Klimasårbarhetsanalysen og bakgrunnsrapporter se [klimaoslo.no](http://klimaoslo.no). For mer informasjon om klimaendringer se [klimaservicesenteret.no](http://klimaservicesenteret.no).



Oslo Kommune  
Klimaetaten  
Olav Vs gate 4, 0161 OSLO

2019  
[klimaoslo.no](http://klimaoslo.no)  
[oslokommune.no](http://oslokommune.no)