

Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2020 30 stp
Fakultet for landskap og samfunn

Tampen brenner

- En rød tretrinnsstrategi for klimatilpasning av norske byers uterom til et varmere klima

It's getting warmer

- A red three-step-strategy for adaptation of outdoor spaces in Norwegian cities to a warmer climate

Ingunn Mørk

Master i landskapsarkitektur



TAMPEN BRENNER

En rød tretrinnsstrategi for
klimatilpasning av norske byers
uterom til et varmere klima

BIBLIOTEKSIDE

TITTEL Tampen brenner - En rød tretrinnsstrategi for klimatilpasning av norske byers uterom til et varmere klima

TITLE It's getting warmer - A red three-step-strategy for adaptation of outdoor spaces in Norwegian cities to a warmer climate

FORFATTER Ingunn Mørk

VEILEDER Ingrid Merete Ødegård, professor ved fakultet for landskap og samfunn, NMBU

BIVEILEDER Ellen Merete Husaas, professor ved fakultet for landskap og samfunn, NMBU

OPPGAVENTYPE Masteroppgave i landskapsarkitektur, 30 studiepoeng

FORMAT Stående A4

SIDER 215 med vedlegg

EMNEORD Klima, klimaendringer, byklima, mikroklima, folkehelse, biologisk mangfold, klimatilpasning, urban resiliens, økosystemtjenester, klimaregulering

KEYWORDS climate, climate change, urban climate, microclimate, public health, biodiversity, climate adaption, urban resilience, ecosystem services, climate regulation



FORORD

Med denne oppgaven ferdigstiller jeg mitt fem år lange studium for å bli landskapsarkitekt ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Etter ett år på feil studium i Oslo, var det en lettelse å komme til Ås og kjenne på at landskapsarkitekt er det jeg vil bli. Gjennom studiet har jeg blant annet tilegnet meg kunnskap om naturen og samfunnet rundt oss, og fått vekket en motivasjon for å skape uterom der mennesker vil trives og finne glede, forundring eller ro.

Oppgavens tema er klimatilpasning til et varmere klima. Idéen om å skrive om nettopp dette kom som et resultat av sommeren 2018. Dette var en svært tørr og varm sommer. Selv om det var fint med sol og varme, la jeg merke til flere negative sider ved varmen. Vanningsforbud, skogbrannfare, helseproblemer og glovarm asfalt under dyrepoter er eksempler. Gjennom de fem årene på NMBU har jeg opplevd at det har vært stor oppmerksomhet rundt klimatilpasning til mer nedbør. Etter sommeren 2018 ble jeg stadig mer opptatt av hvorfor vi ikke snakker mer om tilpasning til et varmere klima, ikke bare i studieløpet, men også i det offentlige ordskiftet.

Med denne oppgaven ønsker jeg å formidle et behov for klimatilpasning av byens uterom til et varmere klima. Det er nødvendig med en større bevissthet rundt tematikken. For å skape uterom som er komfortable å oppholde seg i, må vi som landskapsarkitekter tilrettelegge og finne gode løsninger for et klima som er i endring. Klimaet blir varmere, og vi må starte tilpasningsarbeidet nå.

Jeg vil takke hovedveilederen min, Ingrid Merete Ødegård, for spennende samtaler, nyttig veiledning og god støtte gjennom hele semesteret.

Takk også til..

..Ellen Merete Husaas for nyttige samtaler om tema i oppstart av oppgaven.

..Kine Halvorsen Thorén og Guro Sørnes Kjerschow som har latt seg intervju.

..Mareile Wolff for nyttig samtale om meteorologi og klima, samt lån av litteratur.

..Per Anker Pedersen for lån av nyttig litteratur.

..Marit Hovi og Mona Vestli i NLA for hjelp til å distribuere spørreundersøkelsen.

..og andre som har bidratt med informasjon og tips til oppgaven.

Tusen takk til samboer, familie og gode venner for gjennomlesning, korrektur, støtte, tålmodighet, råd og motivasjon.

Tusen takk til klassen for fem fine år sammen!

Det siste halvåret på Akropolis ble brått forkortet grunnet pandemien av Covid-19. Siden 12. mars har alt arbeid med oppgaven foregått fra hjemmekontoret. Dette har bydd på noen utfordringer, men med moderne teknologi lar mye seg løse.



Vestby, 20.05.2020



Foto 1.2 Ingunn Mørk

SAMMENDRAG

Klimaet i Norge og verden blir varmere som følge av klimaendringer. I Norge forventer man høyere middeltemperaturer, en økning i antall varme døgn og hetebølgehendelser, samt mer tørke. Samtidig er byer generelt varmere enn omkringliggende rurale områder, kjent som varmeøy-effekten. Varmeøy-effekten kommer i tillegg til klimaendringene, og kan gjøre byer ubehagelig varme for mennesker, samt påvirke biologisk mangfold negativt.

Bakgrunnen for denne oppgaven er en undring over hvorfor klimatilpasning til et varmere klima får lite oppmerksomhet blant landskapsarkitekter og i det offentlige ordskiftet. Utformingen av uterom i en by, herunder for eksempel materialvalg og mengden vegetasjon, er med på å bestemme mikro- og lokalklima, og hvorvidt uterommet bidrar til varmeøy-effekten. Her kan landskapsarkitekter spille en viktig rolle. I oppgaven vil jeg derfor undersøke hvordan landskapsarkitekter kan klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima.

Gjennom en spørreundersøkelse blant medlemmer av Norske landskapsarkitekters forening (NLA), fant jeg at 4 av 5 ønsker mer kunnskap om klimatilpasning til økt temperatur og tørke. I teorikapittelet redegjør jeg for hvorfor det er nødvendig å klimatilpasse byens uterom til et varmere klima. Jeg presenterer en rekke negative virkninger høye temperaturer og mangel på vann kan ha for både folkehelse og biologisk mangfold i byene. Det er nødvendig å arbeide med klimatilpasning til et varmere klima i byene når vi fra et miljøperspektiv ønsker at flest mulig skal bo i by. Dette vil i tillegg styrke byens resiliens og bidra til et godt levemiljø for mennesker, dyreliv og vegetasjon.

Et ordsøk og en gjennomgang av utvalgte relevante planer og føringer, viser at klimatilpasning til et varmere klima generelt får lite oppmerksomhet sammenliknet med klimatilpasning til økt nedbør. I samsvar med føre-var-prinsippet og internasjonale og nasjonale mål om klimatilpasning, er det imidlertid nødvendig at temaet får mer plass. En gjennomgang av seks referanseprosjekter og -dokumenter fra fem europeiske land, viser at vi kan hente kunnskap herfra, både med tanke på strategiske tilnærminger til temaet og konkrete tiltak.

Jeg foreslår en rød tretrinnsstrategi for håndtering av et varmere klima. Den originale tretrinnsstrategien for håndtering av overvann fungerer som forbilde, og jeg mener de to strategiene vil komplimentere hverandre. Strategien kan implementeres på et overordnet nivå, og bidra til større oppmerksomhet rundt temaet, både blant landskapsarkitekter og andre beslutningstakere som er med på å utforme utearealer.

Sammen med strategien presenterer jeg 13 tiltak som kan bidra til klimatilpasning til høye temperaturer og tørke. Dette er tiltak som allerede blir benyttet i prosjekter i dag. Jeg mener imidlertid at tiltakene bør benyttes i større omfang ettersom de har gode effekter i møte med et varmere klima.

Målet med oppgaven er å bidra til økt bevissthet og kunnskap om klimatilpasning til et varmere klima. Denne kunnskapen blir stadig mer nødvendig i møte med klimaendringene, varmeøy-effekten, urbanisering og fortetting, og utfordringer knyttet til folkehelse og biologisk mangfold.

ABSTRACT

Climate change is making the climate of both Norway and the world warmer. Norway expects higher mean temperatures, a higher number of warm days and heat wave events, and more drought. Moreover, cities are generally warmer than the surrounding rural areas, known as the urban heat island-effect (UHI). The UHI-effect comes in addition to climate change, and can make cities uncomfortably warm for humans, and affect biodiversity negatively.

The background of this thesis is a wonder of why little attention is paid to climate adaptation to a warmer climate, both among landscape architects and in the public sphere. The design of outdoor spaces in cities, for example choices of materials and the amount of vegetation, can determine the micro- and local climate, and whether the space contributes to the UHI-effect. Landscape architects can play an important part to this. In this thesis, I will examine how landscape architects can adapt outdoor spaces in Norwegian cities to a warmer climate.

A survey among members of the Norwegian Association of Landscape Architects (NLA), showed a desire for more knowledge on climate adaptation to higher temperatures and drought. I explain why there is a need for climate adaptation of outdoor spaces in cities to a warmer climate in the theory chapter. I present multiple negative effects high temperatures and lack of water can have on both public health and biodiversity in cities. It is necessary to climate adapt our cities to a warmer climate when we want people to live in cities from an environment perspective. This will furthermore strengthen the cities' resilience and contribute to a good living environment for humans, animals and vegetation.

A word-search and a review of relevant plans and guidelines shows that climate adaptation to a warmer climate generally receives little attention compared to climate adaptation to more rainfall. It is necessary to give more attention to the topic in accordance with the Precautionary Principle and international and national goals regarding climate adaptation. A review of six reference projects and -documents from five European countries shows that we can gain knowledge from these, both regarding strategic approaches to the topic, and specific measures.

I suggest a red three-step-strategy for handling a warmer climate. It is inspired by the original three-step-strategy for handling stormwater, and I believe the two strategies will compliment each other. The strategy can be implemented at an overall level, and contribute to more attention to the topic, both among landscape architects and other decisionmakers whom contribute to shaping outdoor spaces.

As part of the strategy, I present 13 measures which can contribute to climate adaptation to higher temperatures and drought. These are measures that are already being used today. However, my claim is that these should be used to a greater extent as the climate is getting warmer.

The goal of the thesis is to contribute to more awareness and knowledge on climate adaptation to a warmer climate. This knowledge is becoming increasingly necessary in the face of climate change, the UHI-effect, urbanization and densification, and challenges related to public health and biodiversity.

SENTRALE BEGREPER

ALBEDO beskriver evnen til å reflektere stråling (Botkin og Keller, 2014, s. 491). Mørke materialer har lav albedo, og absorberer mye stråling, mens lyse materialer har høy albedo, og reflekterer mye stråling.

ANTROPOGEN VARME er varme som kommer av menneskelig virksomhet, for eksempel fra forbrenning av olje, kull og gass (Utaaker, 1991, s. 184).

ATMOSFÆREN er et tynt lag av gasser som omslutter jordkloden (Botkin og Keller, 2014, s. 485).

BIOKULL er et materiale som kan benyttes som jordforbedringsmiddel (NIBIO, 2017).

BIOLOGISK MANGFOLD er mangfoldet av økosystemer, arter og genetiske variasjoner innenfor artene, og de økologiske sammenhengene mellom disse komponentene (Naturmangfoldloven, 2009, § 3).

BYKLIMA blir av Oke mfl. (2017, s. 2) definert som utilsiktet klimamodifikasjon som følge av menneskelig aktivitet. Et byklima gis av eksterne og interne kontroller (ibid, s. 36). Eksterne kontroller er byens breddegrad, høyde over havet, nærhet til større vann og de biofysiske karakterene til de omkringliggende områdene (ibid). Interne kontroller er et resultat av byens utforming (ibid).

DRIVHUSEFFEKTEN skjer når konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren øker, og mer varmestråling hindres fra å slippe ut i verdensrommet, og temperaturen på jorda øker (Miljødirektoratet, 2019c).

EMITTERE betyr å sende ut.

EMISSIVITET beskriver utstråling fra et objekt (Utaaker, 1991, s. 29), blant annet langbølget stråling. Emisjonsevne avhenger av objektets overflateegenskaper og temperatur (ibid).

EVAPORASJON er den energikrevende prosessen der vann fordampes fra flytende form til damp.

EVAPOTRANSPIRASJON er et samlebegrep for fordampning fra transpirasjon og evaporasjon.

FOLKEHELSE er befolkningens helsetilstand (Folkehelseloven, 2011 § 3).

FØRE-VAR-PRINSIPPET handler om å ta forholdsregler for å unngå potensiell skade.

FREMMEDE ARTER er arter som kan fortrenge naturlig forekommende arter og føre til irreversible endringer i økosystemet (St. meld. 33 (2012-2013) s. 16).

HETEBØLGE er en lengre periode med særdeles varmt vær, ofte i sammenheng med høy luftfuktighet (Klimaetaten, 2020, s. 41). I Oslo vil mer enn tre sammenhengende dager med maksimumstemperaturer på 28 °C eller mer anses som en hetebølge (ibid, s. 42).

HYPERTERMI er en tilstand der kroppstemperaturen blir farlig høy (Brown, 2010, s. 129).

HYPOTERMI er en tilstand der kroppstemperaturen blir farlig lav (Brown, 2010, s. 129).

KLIMA er gjennomsnittlig vær over en lang periode, ofte år eller tiår (Botkin og Keller, 2014, s. 485).

KLIMAENDRINGER er gjennomsnittlig endring av vær over en lengre periode, vanligvis over tretti år (Klimaetaten, 2019a, s. 8).

KLIMAREGULERING er en regulerende økosystemtjeneste (NOU 2013: 10, s. 135), som handler om at økosystemer kan regulere klima både lokalt og globalt gjennom ulike biokjemiske og biofysiske effekter (ibid, s. 141).

KLIMATILPASNING er planlegging som tar høyde for hvordan klimaet kan komme til å endre seg i framtiden (Hanssen-Bauer mfl. 2015, s. 14).

KONDUKSJON er en av fire primære kilder til varmetap i mennesker (Brown, 2010, s. 10). Konduksjon kan gi varmetap gjennom direkte kontakt med omgivelsene (Hauge, 2018).

KONVEKSJON er en av fire primære kilder til varmetap i mennesker (Brown, 2010, s. 10). Konveksjon skjer når kalde luftmolekyler kolliderer med eksponert, varmere hud, og tar med seg noe av kroppsvarmen når de "spretter tilbake" (Utaaker, 1991, s. 116).

LOKALKLIMA er en klimaskala som strekker seg fra 100 m - 20 km i horisontal utstrekning, og 10 cm - 1 km i vertikal utstrekning (Utaaker, 1991, s. 20). Lokalklima bestemmes av storstilte vær- og klimaforhold, overflatetyperne i området og områdets topografi (ibid, s. 26).

MIKROKLIMA er en klimaskala som strekker seg fra 1 cm - 1000 m i horisontal utstrekning, og 1 cm - 10 m i vertikal utstrekning (Utaaker, 1991, s. 20). Mikroklima bestemmes av storstilte vær- og klimaforhold, overflatetyperne i området og områdets topografi (ibid, s. 26).

OVERVANN er nedbør eller smeltevann som gir overflateavrenning (NOU 2015: 16).

PERMEABLE FLATER er overflater som slipper vann gjennom i større eller mindre grad.

RESILIENS er et karaktertrekk ved et system som er tilrettelagt for å kunne håndtere potensielle påvirkninger, og raskt gjenoppta sin funksjon (Stavland og Bruvoll, 2019, s. 34).

RURAL beskriver noe som er landlig.

STOMATA er spalteåpninger i blader som regulerer transport av karbondioksid og vanndamp (Utaaker, 1991, s. 100). Planter kan regulere eget vanntap ved å regulere størrelsen på stomata (ibid, s. 103).

STRÅLINGSENERGI er energi som overføres ved hjelp av elektromagnetisk stråling (Hofstad, 2019). Normalt blir strålingsenergi omdannet til varmeenergi når den absorberes av en mottaker (ibid).

TERMISK KOMFORT er en sinnstilstand der man er tilfreds med det termiske miljøet (Oke mfl. 2017, s. 395).

TRANSPIRASJON er en prosess i planter der vann fordampes gjennom bladene.

TØRKESTRESS kommer som følge av reduksjon i vanntilførselen til en plante, slik at stoffomsetning, vekst og utvikling påvirkes merkbart (tørkestress, 2012).

URBAN beskriver noe som er bymessig.

URBAN RESILIENS handler om å finne løsninger som forbereder byer på kjente og ukjente utfordringer (100 Resilient Cities, 2018, s. 10). Fra et klimatisk perspektiv er en resiliert by utformet for å beskytte innbyggere og infrastruktur fra ekstreme værhendelser (Oke mfl. 2017, s. 12).

UTSLIPPSSCENARIOER er utviklet for å beskrive forskjellige framtidsscenarioer for utslipp av klimagasser (Hanssen-Bauer mfl. 2015, s. 93). Framtidige klimaendringer i Norge beregnes med grunnlag i tre scenarioer; RCP2.6 stabile klimagassutslipp de første årene og en kraftig reduksjon fra 2020, RCP4.6 stabile/svakt økende utslipp til 2040, deretter reduserte utslipp, og RCP8.5 kontinuerlig vekst i klimagassutslipp (ibid).

VARMEKAPASITET er den energimengden som må tilføres et stoff for å få en temperaturøkning (Thue, 2002, s. 4.57).

VARMESTRESS kan oppstå i vegetasjon ved høye temperaturer eller tørke fordi planter blant annet benytter vann til temperaturregulering og avkjøling av bladverket (UIO, 2019).

VARMEØY-EFFEKTEN beskriver fenomenet at byer generelt er varmere enn omkringliggende rurale områder (Oke mfl. 2017, s. 197).

VARME DØGN er dager med middeltemperatur over 20 °C (Hanssen-Bauer mfl., 2015, s. 101).

ØKOSYSTEMTJENESTER er økosystemenes direkte og indirekte bidrag til menneskelig velferd (NOU 2013: 10, s. 10).

	Bibliotekside	
	Forord	6 - 7
	Sammendrag/Abstract	8 - 9
	Sentrale begreper	10 - 11
	Innholdsfortegnelse	12 - 13
1	BAKGRUNN	14
	1.1 Bakgrunn	15 - 17
	1.2 Problemstilling og mål	18
	1.3 Oppgavens avgrensning	19
	1.4 Oppgavens struktur	20 - 21
	1.5 Metode	22 - 23
2	EGEN EMPIRI	24
	2.1 Spørreundersøkelsen	25 - 43
	2.2 Intervju	44 - 47
	Deloppsummering	48 - 49
3	TEORI	50 - 51
	3.1 Klima og klimaendringer	52 - 62
	3.2 Byklima	63 - 75
	3.3 Folkehelse	76 - 96
	3.4 Biologisk mangfold	97 - 103
	3.5 Klimatilpasning	104 - 117
	Deloppsummering	118 - 119
4	PLANER, FØRINGER OG MÅL	120 - 121
	4.1 Ordsøk	122 - 124
	4.2 Utvalgte planer	125 - 130
	4.3 Mål om klimatilpasning	131
	Deloppsummering	132 - 133
5	REFERANSEPROSJEKTER	134 - 135
	5.1 Sverige	136 - 137
	5.2 København	138 - 139
	5.3 Bymilen	140 - 141
	5.4 Nederland	142 - 143
	5.5 Wien	144 - 145
	5.6 Paris	146 - 147
	Deloppsummering	148 - 149
6	STRATEGI OG TILTAK	150 - 151
	6.1 Strategiutvikling	152 - 155
	6.2 Den røde treleddsstrategien	156 - 157
	6.3 Tiltak	158 - 185
	Deloppsummering	186 - 187
7	KONKLUSJON	188
	7.1 Konklusjon	189
	7.2 Refleksjon	190 - 191
	Litteraturliste	192 - 199
	Figurliste	200 - 201
	Fotoliste	202 - 203
	Vedlegg 1	204 - 205
	Vedlegg 2	206 - 211
	Vedlegg 3	212 - 213
	Vedlegg 4	214 - 215



1

BAKGRUNN

- 1.1 Bakgrunn
- 1.2 Mål og problemstilling
- 1.3 Oppgavens struktur
- 1.4 Oppgavens avgrensning
- 1.5 Metode

Dette kapitlet gir en introduksjon til oppgavens tema, samt rammer for oppgaven.



1.1 BAKGRUNN

KLIMAENDRINGENE - VÅR TIDS STØRSTE UTFORDRING

Klimaendringene er ifølge FN-sambandet (u.å.) en av de største utfordringene verden står overfor i dag. I 2019 var den globale gjennomsnittstemperaturen 1.1 °C varmere enn gjennomsnittet for 1850-1900, og dermed det nest varmeste året som er målt, etter 2016 (WMO, 2020). Siden 1980 har hvert tiår vært varmere enn det forrige (ibid).

Gjennom Parisavtalen har flesteparten av verdens land inngått en avtale om å begrense global oppvarming til maksimum 2 °C, og helst ikke mer enn 1.5 °C sammenliknet med førindustrielt nivå (FN-sambandet, 2019b). Ifølge Klimarisikoutvalget (NOU 2018: 17, s. 15) er imidlertid ikke utslippsreduksjonene landene har forpliktet seg til gjennom Parisavtalen nok for å begrense oppvarmingen til 2 °C. For å møte framtidens klima er det derfor nødvendig at vi ikke bare reduserer utslipp, men også tilpasser oss slik at vi kan redusere de mulige negative virkningene av klimaendringene.

FOKUS PÅ ØKT NEDBØR

Klimaet i Norge blir varmere, våtere og villere. Jeg ser at klimatilpasningsarbeidet i Norge i stor grad handler om å forberede oss på et våtere klima. Norsk Klimaservicesenter (u.å.-a) har utarbeidet klimaprofiler for Norges fylker (før 2020) som skal fungere som kunnskapsgrunnlag om klimautfordringer for overordnet planlegging. Forsiden til 15 av de 18 klimaprofilene viser en hendelse knyttet til flom eller problematikk knyttet til vann, se figur 1.2. Dette gir en indikasjon på hvilke klimautfordringer Norsk Klimaservicesenter vurderer som viktigst.



Figur 1.2 Forsiden til 15 av 18 klimaprofiler viser utfordringer knyttet til vann (Norsk Klimaservicesenter, u.å.-a)

Hver Klimaprofil har et sammendrag som viser forventede endringer fra 1971-2000 til 2071-2100 i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnssikkerheten. Figur 1.3 viser forventede endringer for Oslo og Akershus. I de øvrige klimaprofilene er det også gjennomgående økt sannsynlighet for kraftig nedbør, regnflom og jord-, flom- og sørpeskred, og mulig økt sannsynlighet for tørke. Klimaprofilene beskriver at det forventes små endringer i sommernedbør, og derfor medfører høyere temperaturer og økt fordampning økt fare for tørke om sommeren (Norsk Klimaservicesenter, 2017). Økt temperatur nevnes ikke som en mulig endring i klima som alene kan ha betydning for samfunnssikkerheten.

ØKT SANNSYNLIGHET	
 Kraftig nedbør	Det er forventet 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- og flomskred	Økt fare som følge av økte nedbørmengder
 Stormflo	Som følge av havnivåstigning forventes stormflonivået å øke
MULIG ØKT SANNSYNLIGHET	
 Tørke	Det forventes små endringer i sommernedbør, og høyere temperaturer og økt fordampning kan derfor gi økt fare for tørke om sommeren
 Kvikkleireskred	Økt erosjon som følge av kraftig nedbør og økt flom i elver og bekker kan utløse flere kvikkleireskred

Figur 1.3 Forventede endringer i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnssikkerheten, for Oslo og Akershus (Norsk Klimaservicesenter, 2017)

Rapporten *Klima i Norge 2100* skal gi grunnlagsinformasjon for klimatilpasningsarbeidet i Norge (Hanssen-Bauer mfl, 2015, s. 8), og forskerne bak rapporten mener hovedproblemet for det norske samfunnet er knyttet til mer nedbør og konsekvensene av dette (Rommetveit, 2015). Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (2019, s. 9) mener den mest umiddelbare klimautfordringen i Norge er økt nedbør og nedbørintensitet med tilhørende fare for flom og skred. De presiserer at sommeren 2018 viste at tørke med konsekvenser som skogbrann og reduserte avlinger er en annen mulig side av klimaendringene, men anbefaler kommunene at de i større grad enn i dag tar hensyn til økt nedbør med tilhørende økt fare for flom og skred i arealplanleggingen (ibid, s. 10). I 2015 kom en egen offentlig utredning om overvann; NOU 2015: 16 *Overvann i byer og tettsteder - som problem og ressurs*, og overvannsproblematikk blir tungt prioritert av politikere i mange kommuner (Jordbakke mfl. 2017, s. 19).

Oppmerksomhet rundt økt nedbør og konsekvensene av dette er både viktig og nødvendig. Som følge av den varme og tørre sommeren 2018 ble jeg imidlertid nysgjerrig på hvorfor det ikke også snakkes om temperaturstigning og tørke i klimatilpasningsarbeidet og blant landskapsarkitekter. Ifølge Miljødirektoratet (2018a, s. 18) har løsninger for å møte høye temperaturer og tørke ikke hatt stort fokus i Norge. Klimaetaten (2020, s. 40) skriver at det har vært mindre oppmerksomhet rundt de gradvise klimautfordringene som følger av høyere temperaturer, enn de akutte klimautfordringene som følger av mer ekstremnedbør. De mener høyere temperaturer er en utfordring som krever en langsiktig klimatilpasning av norske byer. "En klimatilpasning som ikke må vente til det er for sent" (ibid). Dette er bakgrunnen for oppgaven.

TØRKESOMMEREN 2018

Sommeren 2018 har fått tilnavnet *tørkesommeren*, blant annet av Meteorologisk institutt som har gitt ut rapporten *Tørkesommeren 2018* (Skaland mfl. 2019). Året 2018 hadde den klart varmeste mai-juli-perioden siden nasjonal målestart i 1900, med 3.1 °C over 1961-1990-normalen for denne perioden (ibid, s. 10). Østlandet lå hele 4.3 °C over normalen for perioden (ibid, s. 16). 20 målestasjoner målte 10 eller flere tropedager, som defineres som dager med maksimumstemperatur på 30 °C eller mer i løpet av dagen (ibid, s. 27).

De rekordhøye temperaturene ga stor fordampning (Skaland mfl. 2019, s. 28). Det kom i tillegg 24 prosent mindre nedbør enn 1961-1990-normalen fra mai til juli, som gjør sommeren 2018 til den fjerde tørreste siden nasjonal målestart i 1900 (ibid, s. 13). I midten av juli var omtrent hele Norge preget av tørke, som blant annet førte til at jord og bekker tørket ut, samt rekordlav grunnvannstand og vannføring (ibid, s. 3). Sommeren regnes som den mest ekstreme skogbrannperioden i Norge noensinne, og førte til restriksjoner på vannbruk, tomme brønner, økte strømpriser, samt skader på økosystemer (ibid).

Den langvarige tørkeperioden knyttet til naturlige variasjoner i jetstrømmen og et vedvarende høytrykk, men de høye temperaturene knyttes også til klimaendringene (Skaland mfl. 2019, s. 4). Risikoen for at Nord-Europa opplever en hetebølge som den i 2018 er mer enn dobbelt så stor med klimaendringene som den ville vært uten (ibid). Ifølge rapporten innebærer klimaendringene at vi i framtiden vil få mange somre i Oslo som vil være varmere enn tørkesommeren 2018. Til tross for at nedbøren forventes å øke, må vi være forberedt på hyppigere og mer alvorlige tørkesomre i Sør-Norge (ibid).

Tørkesommeren 2018 kan ses på som en oppvekker. Ifølge Klimaetaten (2020, s. 95) var det få som visste hva høyere temperaturer kunne medføre for Oslo som by før sommeren 2018. De ser derfor behov for mer kunnskap om konsekvenser av framtidens klima for å få et bedre beslutningsgrunnlag for samfunnsutviklingen og arealbruk (ibid).

- Sommeren 2018 slår sommeren 1947 langt ned i støvlene

En rekke ekstreme værrekorder er satt denne sommeren, men det er ikke sikkert de blir stående lenge.

- Sommeren 2018 var en forsmak på framtidens somre

Her er tallene som viser at 2018 er tidenes varmeste og tørreste somer

Klimaforskere: Sommeren 2018 ga en forsmak på fremtidens somre

Aldri har det vært målt flere soltimer i mai, juni og juli i Oslo enn i år. Klimaforskerne mener vi må forberede oss på større sprik i sommerværet fremover.

Meteorologene om tørkesommeren 2018: «Svært uvanlig og førte til store konsekvenser»

Langsiktige konsekvenser etter en het sommer

Figur 1.4 Skjermbilde av diverse artikkeloverskrifter etter sommeren 2018

1.2 PROBLEMSTILLING OG MÅL

HOVEDPROBLEMSTILLING

Hovedproblemstillingen for oppgaven er:

Hvordan kan landskapsarkitekter klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima?

Dette skal utforskes ved hjelp av flere delproblemstillinger som er koblet til de ulike kapitlene, vist i figur 1.5.

MÅL

Målet med oppgaven er å rette oppmerksomhet mot et tema som er lite undersøkt i norsk sammenheng. Jeg ønsker å bidra til at norske landskapsarkitekter, planleggere og beslutningstakere kan få en økt bevissthet om utfordringene knyttet til et varmere klima. Jeg ønsker videre å presentere løsninger som kan tas i bruk av landskapsarkitekter og andre som utformer byene våre. Oppgaven skal være et ytterligere argument for hvorfor vi trenger mer natur i byene.

KAPITTEL	DELPROBLEMSTILLING	METODE
2	Hva er status for norske landskapsarkitekters kunnskap og holdninger om klimatilpasning til et varmere klima?	Spørreundersøkelse og intervju
3	Hvorfor er det nødvendig å klimatilpasse byens uterom til et varmere klima?	Litteraturgjennomgang
4	Hvordan håndteres klimatilpasning til et varmere klima i norske planer og føringer?	Ordsøk og dokumentgjennomgang
5	Hvordan jobbes det med klimatilpasning av byers uterom til et varmere klima i utlandet, og kan kunnskapen overføres til Norge?	Dokumentgjennomgang
6	Hva innebærer det å klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima?	Strategiutvikling

Figur 1.5 Kapitler, delproblemstillinger og metode

1.3 OPPGAVENS AVGRENSNING

TEMATISK AVGRENSNING

Klimaendringene vil gi en rekke utfordringer, for eksempel knyttet til havnivåstigning og overvann. I denne oppgaven konsentrerer jeg meg om klimatilpasning til et varmere klima, herunder høyere temperaturer og tørke.

Klima og klimaendringer er et stort og komplisert felt. Det er mange prosesser og komponenter som er med på å skape både klima og endringer i klima. Til tross for relativt klar tale fra FNs klimapanel, hersker det også en diskusjon om hvorvidt klimaendringene skyldes menneskeskapt eller naturlige årsaker. Det er derfor nødvendig å gjøre noen avgrensninger knyttet til klima og klimaendringer, og i oppgaven vil jeg derfor se på de viktigste prosessene som knytter seg til temperaturstigning og tørke.

Et varmere klima kan gi problemer året rundt. Om vinteren kan økte temperaturer føre til mindre snødekke, som kan få negative konsekvenser for blant annet turisme, friluftsliv og vegetasjon som ikke beskyttes fra vintertørke. I min oppgave velger jeg å konsentrere meg om sommerhalvåret, da det er om sommeren vi opplever de høyeste maksimums- og middeltemperaturene, samt eventuelle hetebølger.

Jeg vil undersøke byklima, da det er i byer flest mennesker bor og kommer til å bo i fremtiden, og fordi vi i byer transformerer det naturlige miljøet i stor grad, og på denne måten legger til rette for nye klimatiske forhold.

GEOGRAFISK AVGRENSNING

Norge er et langstrakt land, med betydelig variert geografi og klimatisk variasjon (Forsgren mfl. 2015, s. 8). Det kan derfor være lurt å gjøre en geografisk avgrensning. Jeg vil konsentrere meg om Oslo av flere årsaker.

Oslo er den største byen i Norge med over 693.000 innbyggere per 4. kvartal i 2019, og det er forventet at befolkningen vil stige til over 815.000 i år 2040 (SSB, u.å.). Området nær Oslofjorden er det området i Norge som har flest antall dager i året med middeltemperatur over 20 °C (Norsk Klimaservicesenter, 2017).

Oslo var den første byen i Norge med en egen klimatilpasningsstrategi (Klimaetaten, 2019a, s. 9) og har et overordnet mål om å bli en klimarobust by innen 2030 (ibid, s. 6). Delrapporten *Klimaendringer og klimautfordringer i Oslo mot år 2100* baserer seg på eksisterende kunnskap i *Klimaprofil for Oslo og Akershus* (Norsk Klimaservicesenter, 2017) og *Klima i Norge 2100* (Hanssen-Bauer mfl. 2015), men "legger noe mer vekt på utfordringer med temperaturendringer" (Klimaetaten, 2019b). Ifølge Klimaetaten (2020, s. 79) burde konsekvenser av høyere temperaturer vært vurdert grundigere i kommunens planer.

Oslo kommune ser derfor ut til å begynne arbeidet med klimatilpasning til et varmere klima. Dette gjør Oslo til en relevant avgrensning for oppgaven, men mye av informasjonen vil likevel være overførbar til hele landet.

1.4 OPPGAVENS STRUKTUR



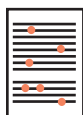
KAPITTEL 1 gir en introduksjon til oppgavens tema, oppbygning og innhold.



I **KAPITTEL 2** presenterer jeg egen empiri, med resultatene fra en spørreundersøkelse blant medlemmer av Norske landskapsarkitekters forening (NLA), samt intervju med Kine Halvorsen Thorén ved NMBU, og Guro Sørnes Kjerschow i Klimaetaten.



KAPITTEL 3 gir en oversikt over teorigrunnlaget. Kapitlet er delt inn i 2 deler, der del 1 beskriver årsaker og konsekvenser av et varmere klima, og del 2 beskriver hvordan klimatilpasning til et varmere klima kan bidra til økt resiliens og et godt levestandard for mennesker og biologisk mangfold.



KAPITTEL 4 beskriver hvordan klimatilpasning til et varmere klima behandles i norske planer og føringer, og presenterer noen relevante nasjonale og internasjonale mål for klimatilpasning.



KAPITTEL 5 presenterer seks europeiske referanseprosjekter for klimatilpasning til et varmere klima, som Norge kan hente inspirasjon fra.

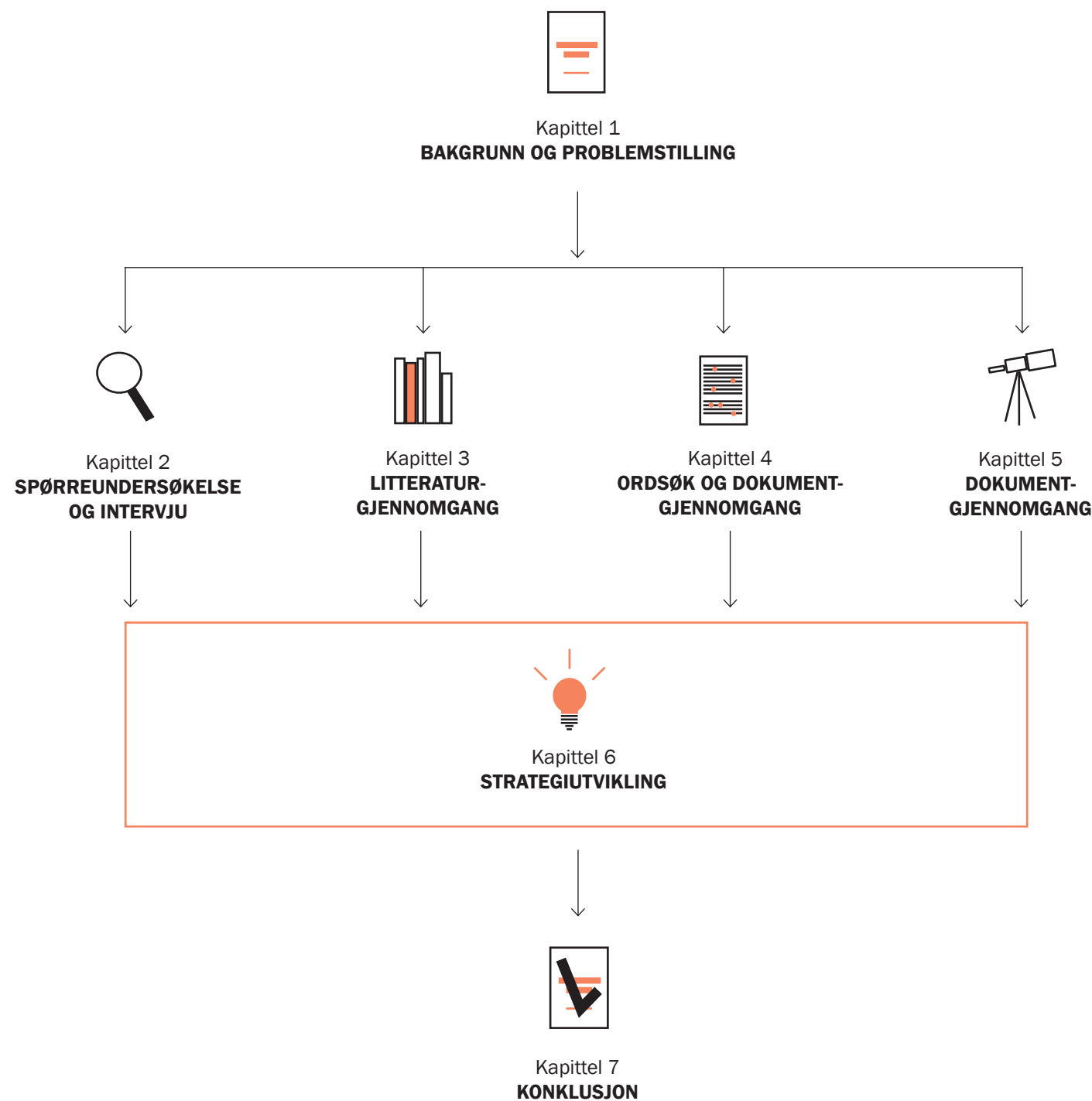


I **KAPITTEL 6** benytter jeg informasjonen innhentet i kapitler 2-5 til å presentere en strategi med tilhørende tiltak.



KAPITTEL 7 inneholder konklusjon og refleksjon.

Figur 1.6 - 1.12 Kapitelfigurer



Figur 1.13 Oppgavens struktur

1.5 METODE

Jeg benytter de kvalitative metodene intervju, litteratur- og dokumentgjennomgang og strategikutvikling, og de kvantitative metodene spørreundersøkelse og ordsøk for å besvare oppgavens problemstillinger.

SPØRREUNDERSØKELSE



Målgruppen for spørreundersøkelsen er alle landskapsarkitekter i Norge. Jeg har definert utvalget til landskapsarkitekter som er medlem

av Norske landskapsarkitekters forening (NLA), da NLA sa seg villige til å sende undersøkelsen på mail til sine 740 medlemmer. Utvalget kan kritiseres da landskapsarkitekter må betale en medlemskontingent for å være medlem av NLA, så spørsmålet er om svarene kan regnes som representative for gruppen "landskapsarkitekter i Norge". Grunnet oppgavens begrensede tidsperiode var dette likevel en god måte for å distribuere spørreundersøkelsen til en stor andel av den ønskede målgruppen. Undersøkelsen ble sendt ut 15. januar 2020, og var åpen i omtrent én måned. Det kom inn 233 svar, som tilsvarer en svarprosent på litt over 31 prosent.

Jeg sendte spørreundersøkelsen til to testpersoner før den ble sendt til utvalget. Hine, Kormos og Marks (2016, s. 86) anbefaler å pre-teste spørreundersøkelser for å identifisere problemer som bør rettes før datainnsamlingen starter, og for å sjekke om spørsmålene er enkle å forstå siden respondentene svarer på egenhånd.

Det er større sannsynlighet for at respondenter fullfører spørreundersøkelser på internett som er tematisk spennende, korte og brukervennlige (Hine, Kormos og Marks, 2016, s. 85). Spørreskjemaet besto av 31 spørsmål.

Flesteparten av spørsmålene var lukkede spørsmål med forhåndsdefinerte svaralternativer, mens noen var åpne der respondentene kunne skrive inn egne svar. Det kan være tidkrevende og vanskelig å analysere svarene på åpne spørsmål, men svarene kan imidlertid gi informasjon forskeren ikke ville fått med et lukket spørsmål.

Det er viktig å unngå ledende spørsmål som kan formidle holdningen til forskeren i spørreundersøkelser (Hine, Kormos og Marks, 2016, s. 76). En av respondentene skrev en merknad om at personen syntes spørsmålet om hvorvidt personen har hørt om varmeøy-effekten var ledende. Dette var imidlertid et viktig spørsmål for undersøkelsen.

Spørreundersøkelser er en populær metode for å samle inn selv-rapportert data om individers verdier, holdninger, oppførsel og meninger (Hine, Kormos og Marks, 2016, s. 72). Metoden er kostnadseffektiv, og har potensiale til å nå ut til mange mennesker over stor geografisk avstand. En trenger heller ikke noe spesielt utstyr for å gjennomføre metoden. Med anonyme spørreundersøkelser kan også individers behov for å fremstille seg selv i et bedre lys og i tråd med sosiale normer, reduseres (ibid, s. 77).

En svakhet med metoden er at det kan være vanskelig å belyse temaer i dybden, fordi forskeren ikke har mulighet til å snakke med respondentene og stille oppfølgingsspørsmål. Dette kan føre til at respondentene ikke får oppklart misforståelser knyttet til spørreskjemaet. For å forsøke å veie opp for dette, inkluderte jeg et åpent spørsmål til sist i spørreskjemaet som spurte om personen ønsket å tilføye noe til undersøkelsen. Spørreskjemaet er vedlagt oppgaven som vedlegg 1.

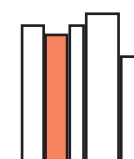


INTERVJU

Jeg gjennomførte to intervjuer i forbindelse med oppgaven. Intervjuobjektene ble valgt på bakgrunn av råd fra veileder, samt

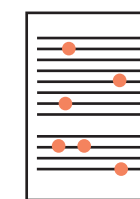
tanker om hvem som kunne bidra med relevant informasjon til temaet og problemstillingen. Disse er Kine Halvorsen Thorén, professor ved fakultet for landskap og samfunn ved NMBU og Guro Sørnes Kjerschow fra Klimaetaten i Oslo kommune. Intervjuene ble gjennomført over videosamtale grunnet situasjonen med covid-19 i mars 2020. Begge intervjuene varte i underkant av 1 time. Intervjuguide er vedlagt oppgaven som vedlegg 2.

En metodisk styrke ved intervju er at både intervjuer og intervjuobjektet kan stille oppfølgingsspørsmål eller be om en tydeliggjøring av spørsmål eller svar. Forskeren får anledning til å dykke dypere inn i et tema enn han eller hun kan gjennom en spørreundersøkelse eller andre kvantitative metoder. En metodisk svakhet ved intervju er at det kan være vanskelig å generalisere svarene. Intervjuobjektene vil også kunne være farget av personlige meninger og erfaringer, eller ha et ønske om å fremstille seg selv eller bedriften de representerer i et bedre lys enn hva som er sant. Det er også en tidkrevende metode.



LITTERATUR- OG DOKUMENTGJENNOMGANG

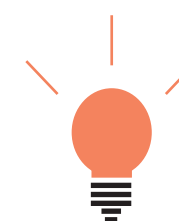
I kapittel 3, 4 og 5 samler jeg inn og presenterer informasjon fra ulike kilder gjennom litteratur- og dokumentgjennomgang.



ORDSØK

Jeg benytter metoden ordsøk for å få et inntrykk av hvorvidt ulike temaer knyttet til et varmere klima blir vurdert i utvalgte norske planer og føringer.

En styrke ved metoden er at forskeren kan få et overblikk over mange ulike dokumenter relativt raskt og uten å måtte lese alle i detalj. En svakhet er imidlertid at forskeren ikke får et innblikk i hvilken sammenheng de ulike ordene brukes i. For eksempel vil et søk etter ordet "temperatur" ikke bare inkludere treff på setninger som omhandler økt temperatur, men også lavere temperatur. En ytterligere svakhet oppdaget jeg da jeg gjennomførte ordsøket og jeg kom over planer og føringer skrevet på nynorsk. I disse tilfellene søkte jeg på de nynorske ordene. Fremgangsmåte og hvilke søkeord som ble benyttet er beskrevet nærmere i kapittel 4. Selve ordsøket er vedlagt oppgaven som vedlegg 3.



STRATEGIUTVIKLING

I kapittel 6 benytter jeg informasjonen som er innhentet i de tidligere kapitlene til å utvikle en strategi og tilhørende tiltak.

En styrke ved metoden er at jeg får konkretisert informasjonen jeg har samlet inn gjennom arbeidet med oppgaven, og får et resultat som er lettere å bruke videre enn dersom jeg ikke bearbeider informasjonen. En svakhet er imidlertid at jeg kan komme til å trekke konklusjoner basert på den informasjonen jeg har hatt tilgjengelig, men som ikke nødvendigvis er representativt for hele bildet, og dermed baserer strategien på en liten eller delvis uriktig del av virkeligheten.

2

EGEN EMPIRI

2.1 Spørreundersøkelsen
2.2 Intervju
Deloppsummering

Delproblemstilling

Hva er status for norske landskapsarkitekters kunnskap og holdninger om klimatilpasning til et varmere klima?

Metode

Spørreundersøkelse
Intervju



2.1 SPØRREUNDERSØKELSEN

I dette kapitlet presenterer jeg egen empiri. Dette delkapitlet viser resultatene fra en spørreundersøkelse blant medlemmer av Norske landskapsarkitekters forening (NLA). Metoden ble beskrevet i kapittel 1.5. Figur 2.1 viser hva som sto i mailen som gikk ut til NLAs 740 ordinære medlemmer.



Figur 2.1 Illustrasjon av mailen som ble sendt til NLAs medlemmer.

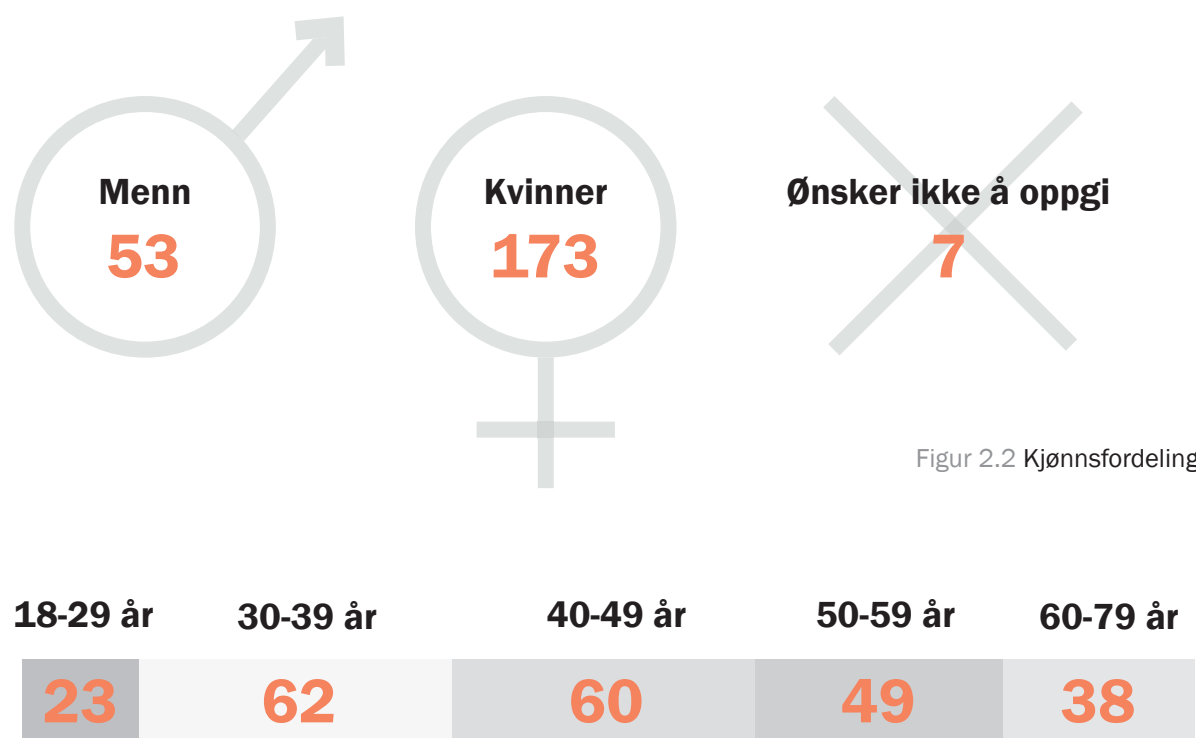
SVARPROSENT

233 av totalt 740 medlemmer i NLA svarte på spørreundersøkelsen, som tilsvarer en svarprosent på litt over 30 prosent. Dette gir en feilmargin på 5 ved 95 prosent konfidensnivå. Feilmargin sier noe om hvorvidt du kan forvente at resultatene fra spørreundersøkelsen reflekterer synspunktene til den generelle populasjonen (SurveyMonkey, u.å.). Helt konkret betyr det å ha en feilmargin på 5 prosent med 95 prosent konfidensnivå, at dersom 50 prosent svarer "ja" på et spørsmål, så kan du med 95 prosent sikkerhet si at mellom 45 og 55 prosent av den generelle populasjonen mener at svaret er "ja" (ibid).

OM UTVALGET

Kjønnsfordelingen var som forventet, med en betydelig større andel kvinner enn menn. Aldersfordelingen var relativt jevn. Da jeg utformet spørreskjemaet, visste jeg ikke om NLA ville sende den til studentmedlemmene. De som har svart er imidlertid yrkesaktive landskapsarkitekter, og dette er årsaken til at gruppen 18-29 er betydelig mindre.

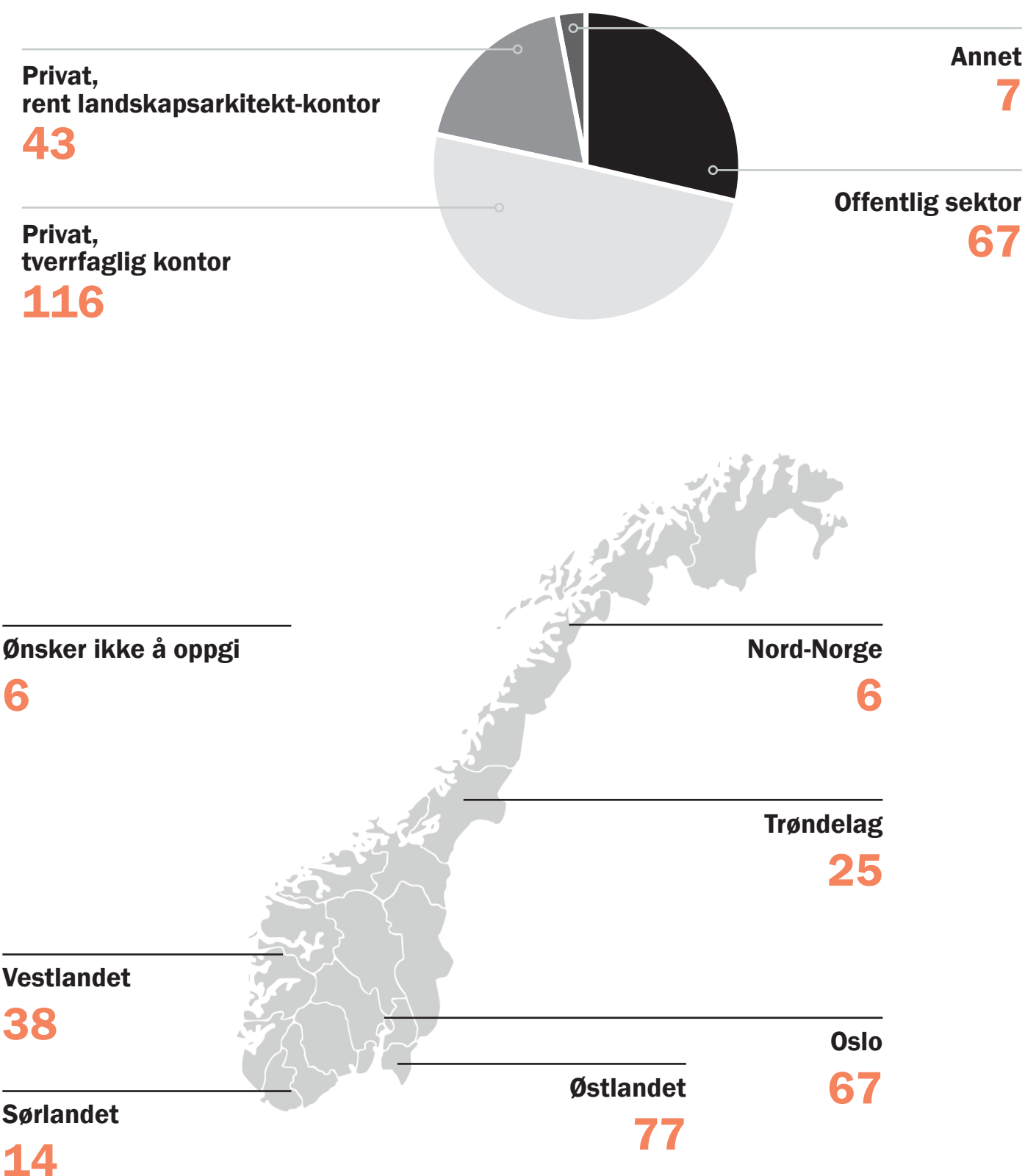
Sektordiagrammet på neste side viser hvilken sektor respondentene jobber innen. Flest jobber i privat sektor, på et tverrfaglig kontor. På kartet ser vi at flest respondenter hovedsakelig jobber på Østlandet og i Oslo. Videre i oppgaven er noen svar regnet ut for Norge og Oslo.



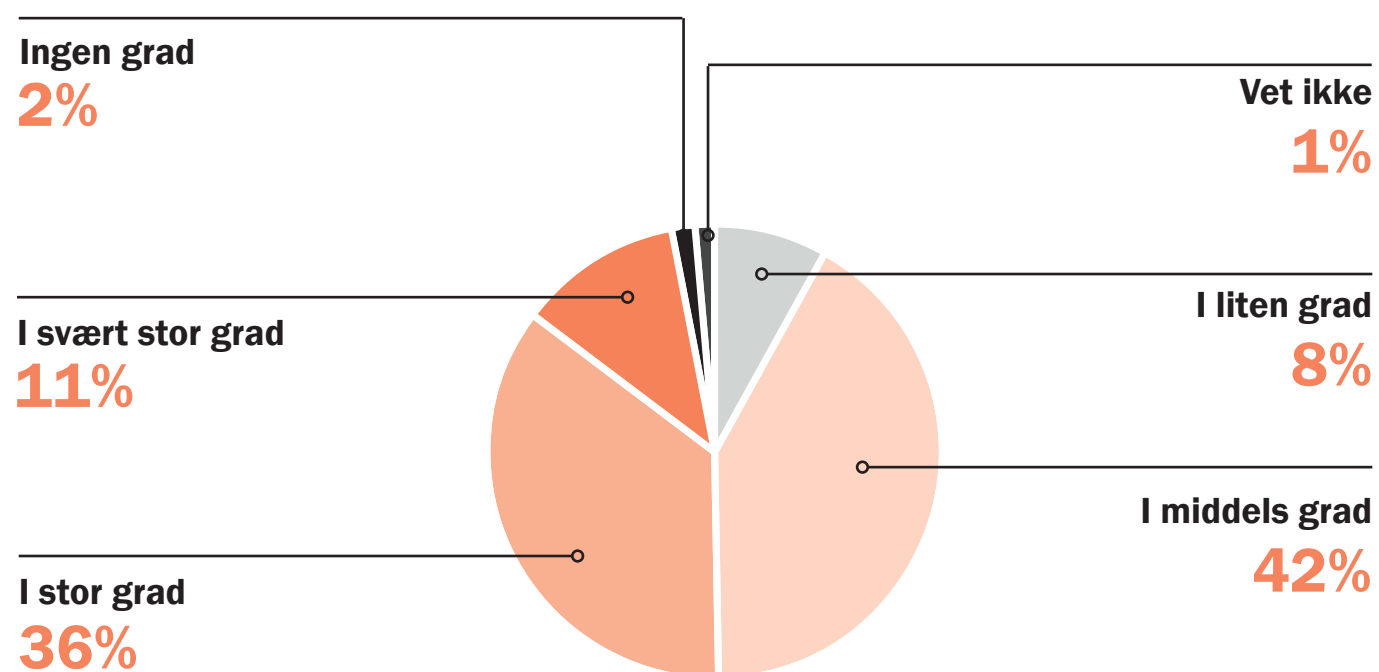
Figur 2.2 Kjønnsfordeling

Figur 2.3 Aldersfordeling

Figur 2.4 og 2.5 Antall respondenter som jobber innenfor ulike sektorer, samt hvilken landsdel de hovedsakelig jobber i



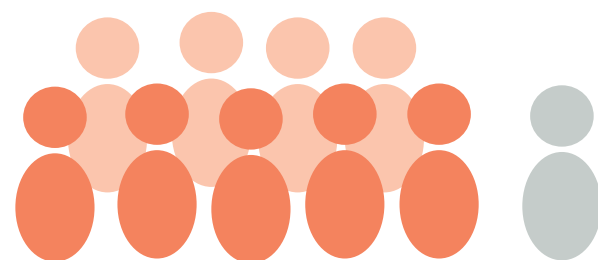
Figur 2.6 I hvilken grad har du mulighet til å jobbe med klimatilpasning i prosjekter?



HINDRINGER

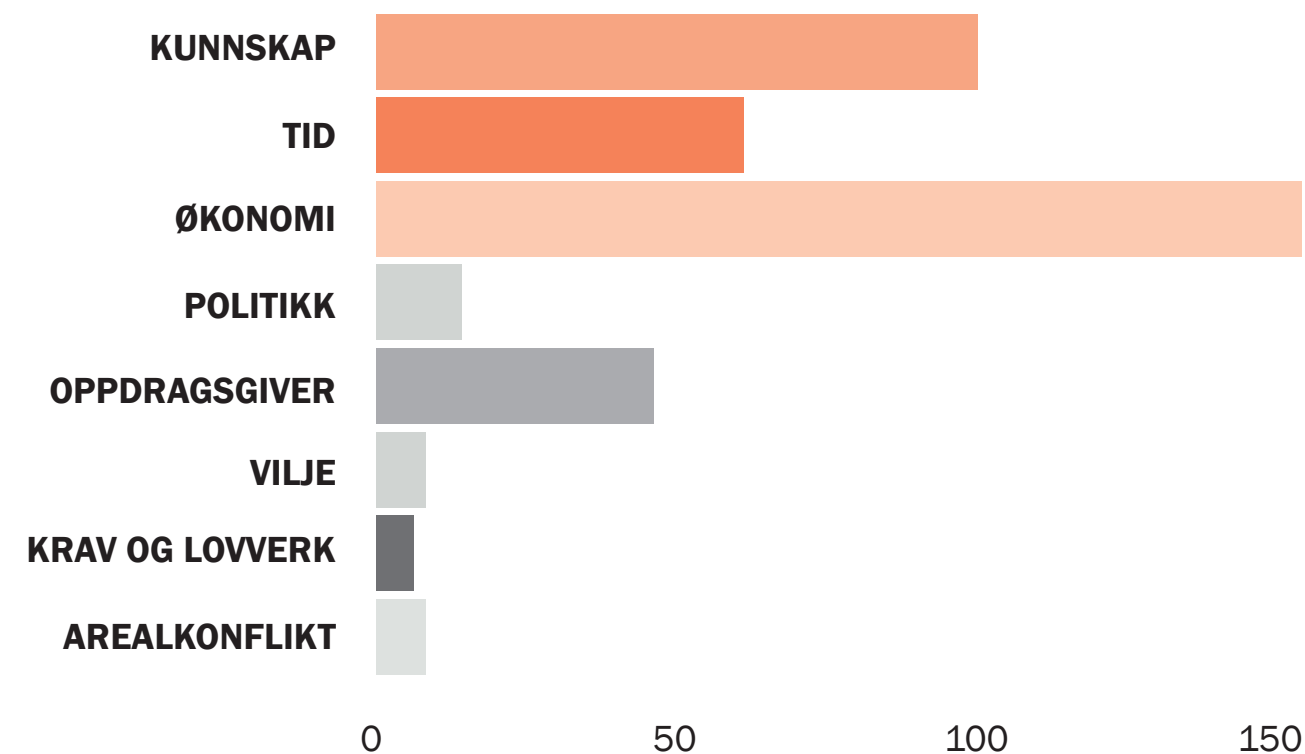
Nesten 50 prosent av respondentene svarer at de i stor eller svært stor grad har mulighet til å jobbe med klimatilpasning i prosjekter. 1 av 10 har i liten eller ingen grad mulighet til å jobbe med klimatilpasning i prosjekter.

9 av 10 ser imidlertid på klimatilpasning i stor eller veldig stor grad som en del av landskapsarkitektens ansvar.



Figur 2.7 9 av 10 ser på klimatilpasning i stor eller veldig stor grad som en del av landskapsarkitektens ansvar

Figur 2.8 Hva er eventuelt de største hindrene for å ta nødvendige hensyn til klimatilpasning i prosjekter?

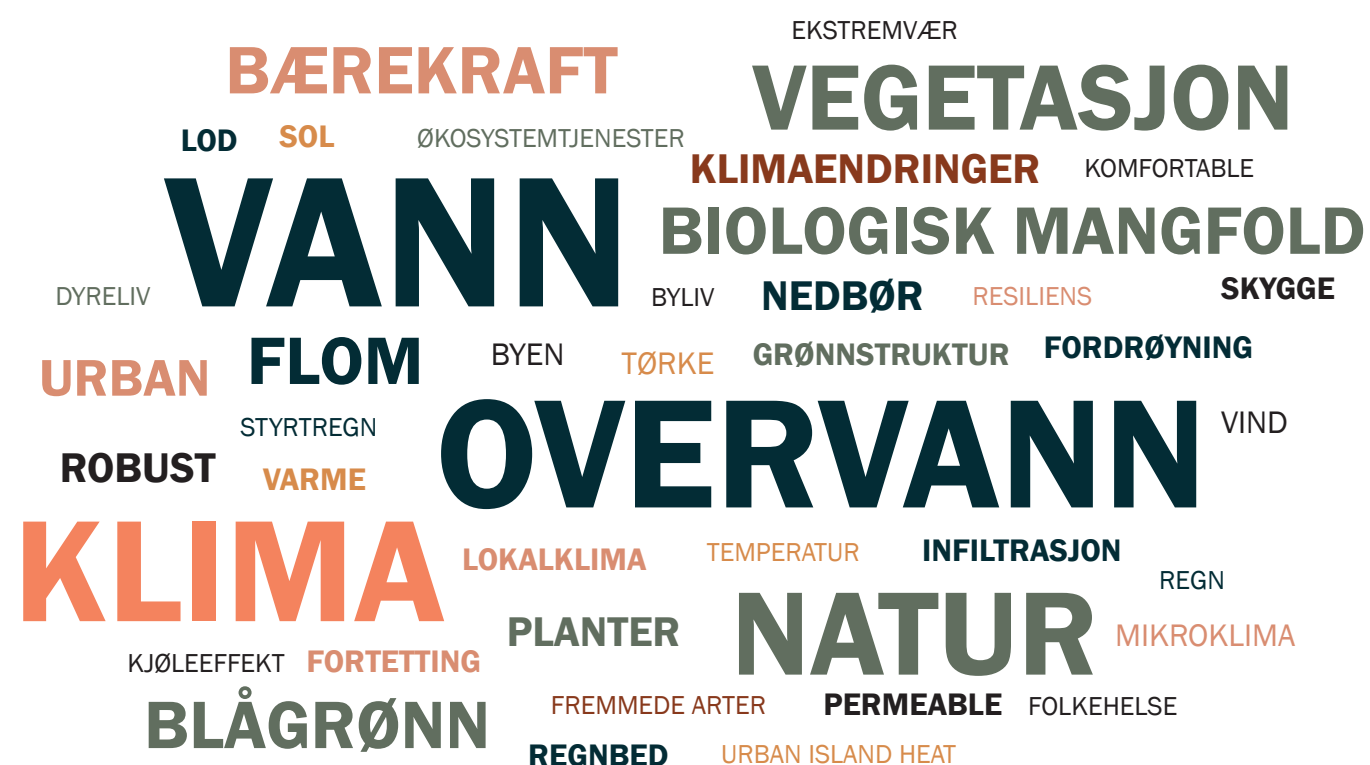


HINDRINGER

På dette spørsmålet kunne respondentene krysse av for "Tid", "Kunnskap" og "Økonomi", eller skrive inn sitt eget svar. Det var mulig å velge flere svaralternativer. De grå søylene i figur 2.8 viser hvilke ord som ble nevnt flest ganger blant svarene respondentene skrev inn selv.

155 respondenter har svart at økonomi er blant de største hindrene for å ta nødvendige hensyn til klimatilpasning i prosjekter. 101 respondenter har svart kunnskap, og 62 respondenter har svart tid. Oppdragsgiver ble nevnt 47 ganger i svarene respondentene kunne skrive inn selv.

Figur 2.9 Skriv kort hva du mener er landskapsarkitektens viktigste bidrag innen klimatilpasning



VIKTIGSTE BIDRAG

Ordskyen viser at norske landskapsarkitekter nevner vann, overvann og klima flest ganger når de skal skrive hva de mener er deres viktigste bidrag innen klimatilpasning. Størrelsen på ordene i ordskyen reflekterer antall ganger ordet er nevnt.

Figur 2.10 Et utvalg av svar fra spørsmålet "Skriv kort hva du mener er landskapsarkitektens viktigste bidrag innen klimatilpasning"

” Forståelse for naturens prosesser og hvordan naturbaserte løsninger kan bidra til å redusere negative effekter f.eks ved styrtregn. Grønne flater i urbane strøk er gunstige også med tanke på senking av temperatur og f.eks minske behov for ac/oppvarming i bygg.

- Kvinne, 40-49 år, Oslo

” Tilrettelegge for å forhindre urban Island heat effekt ved å beplante byen i større grad, håndtere overvann lokalt og tilrettelegge for klimavennlig mobilitet.

- Mann, 18-29 år, Oslo

” Å lage anlegg som tåler mere regn og sørge for skygge på varme dager. Sørge for bruk av vegetasjon.

- Kvinne, 50-59 år, Trøndelag

” Bruke bynatur og fagets grønne virkemidler til å bidra til lokal overvannshåndtering og godt mikroklima.

- Mann, 40-49 år, Oslo

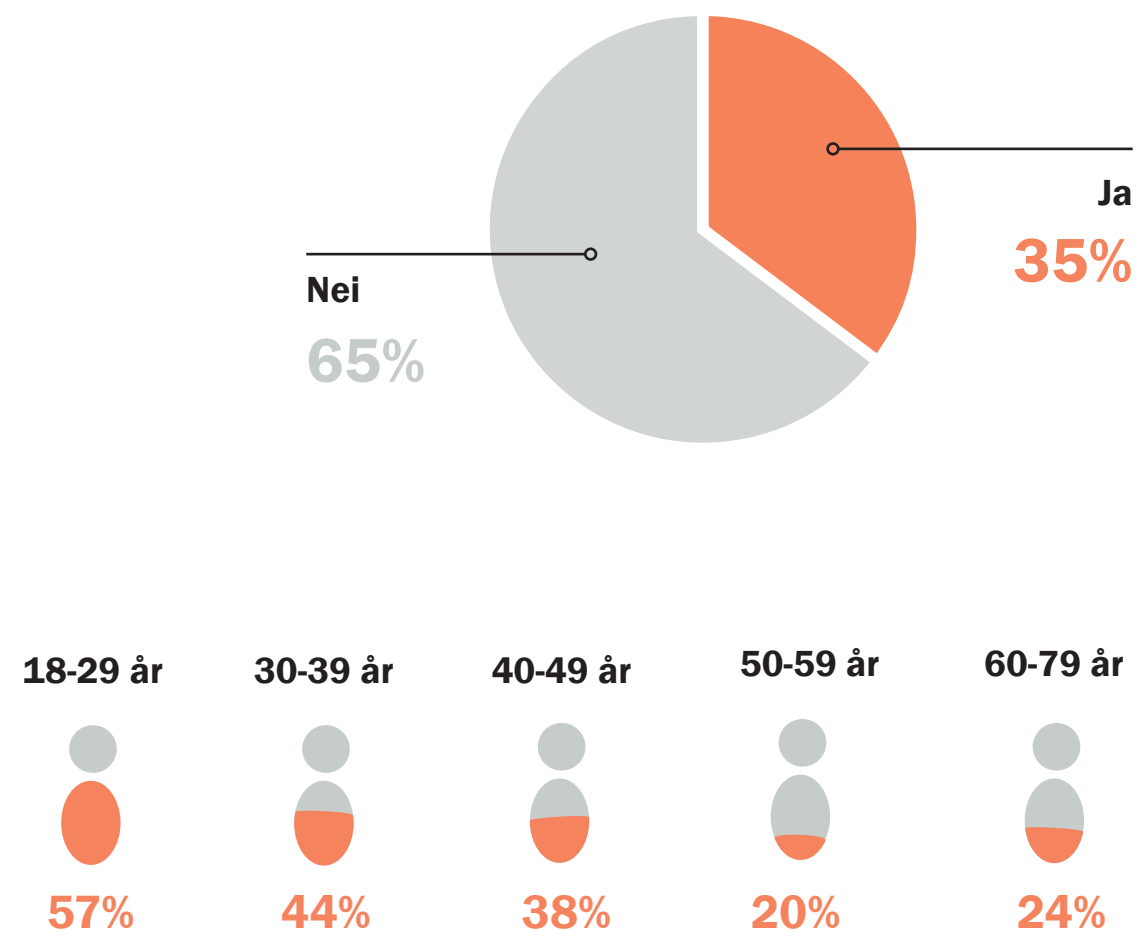
” Håndtering av ekstremsituasjoner. Robuste anlegg som tåler vann og vind og ekstremvær. Det er lettest å ha fokus på overvannshåndtering.. Det begynner folk å forstå at er viktig.

- Mann, 40-49 år, Viken

” Overvannshåndtering. Etablering av en god og bærekraftig blå-grønn struktur, særlig i urbane områder. Bidra til at uteområdene i urbane strøk blir klimatisk komfortable for mennesker som ønsker å bruke områdene.

- Kvinne, 18-29 år, Viken

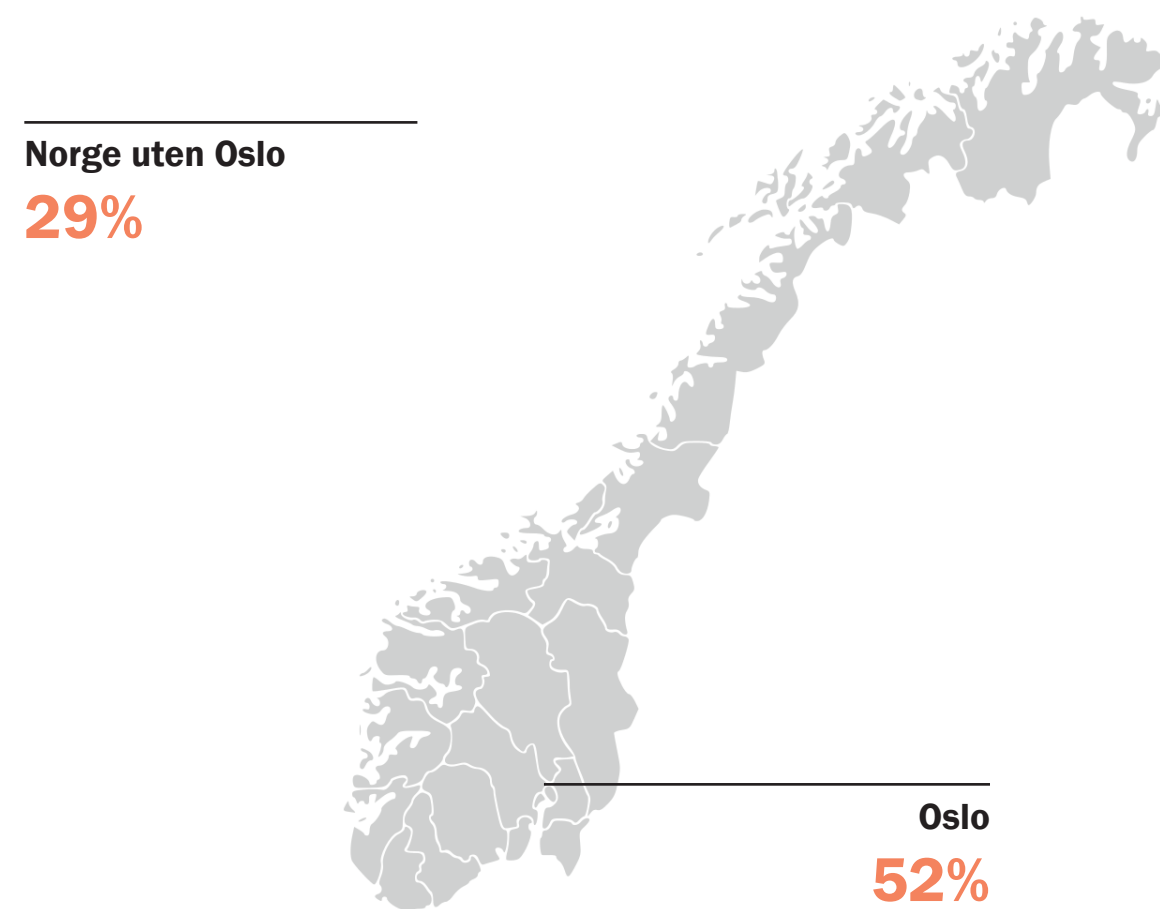
Figur 2.11 Har du hørt om fenomenet "varmeøy"/"Urban Heat Island Effect"?



VARMEØY-EFFEKTEN

65 prosent av respondentene har ikke hørt om varmeøy-effekten. Med tanke på at dette er en effekt som kan gjøre byene ekstra varme, og som kommer i tillegg til global oppvarming, er dette svært negativt. 57 prosent av de i aldersgruppen 18-29 år har hørt om varmeøy-effekten, mens bare 20 prosent av de i aldersgruppen 50-59 år har hørt om varmeøy-effekten. Varmeøy-effekten vil bli gjennomgått i kapittel 3.2.

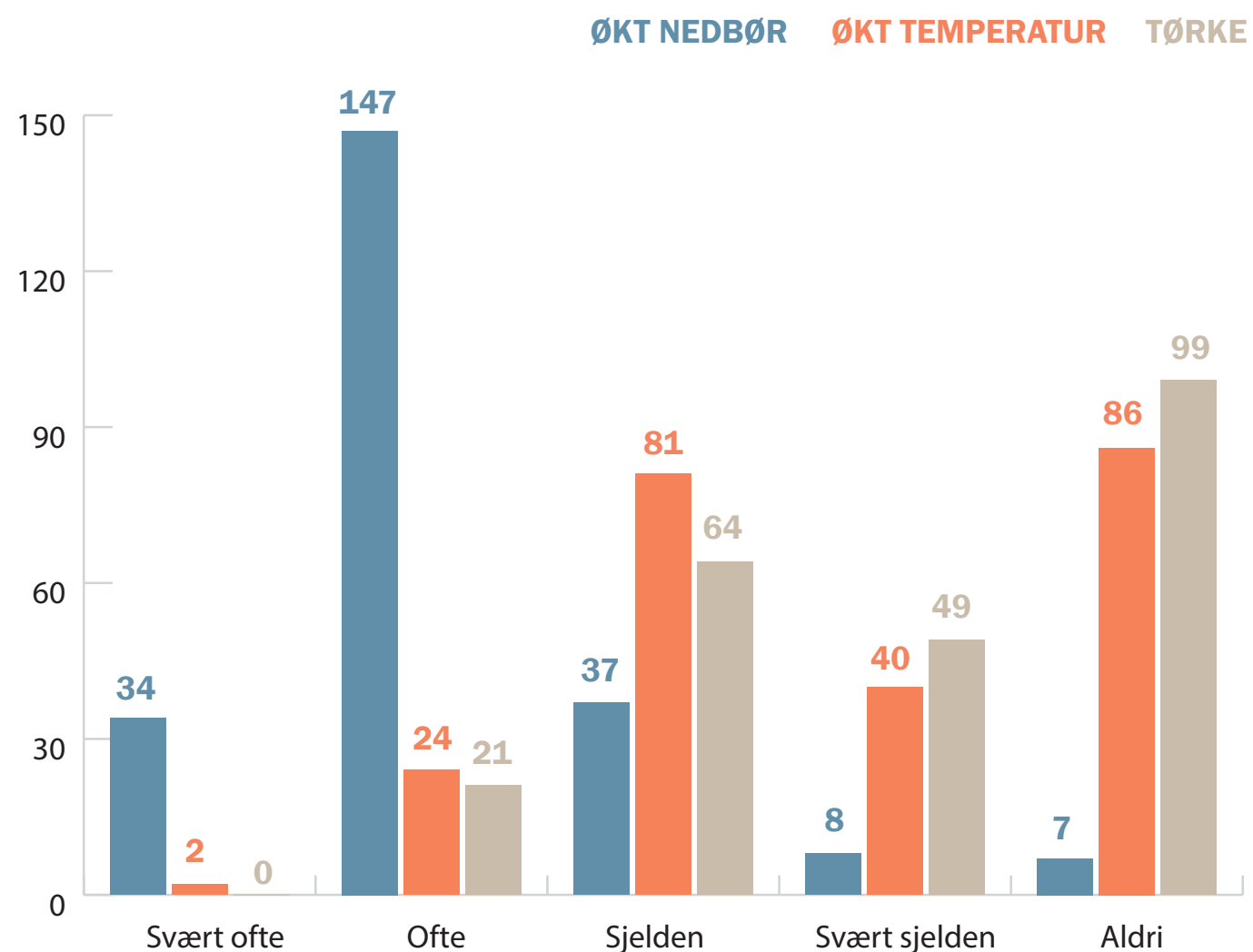
Figur 2.12 Prosentandel som har hørt om varmeøy-effekten



VARMEØY-EFFEKTEN

Kartet viser hvor mange prosent som har svart at de har hørt om varmeøy-effekten i Oslo sammenliknet med resten av landet. Vi ser at omtrent halvparten av de som hovedsakelig jobber i Oslo har hørt om effekten, mens bare 29 prosent i resten av landet har hørt om den.

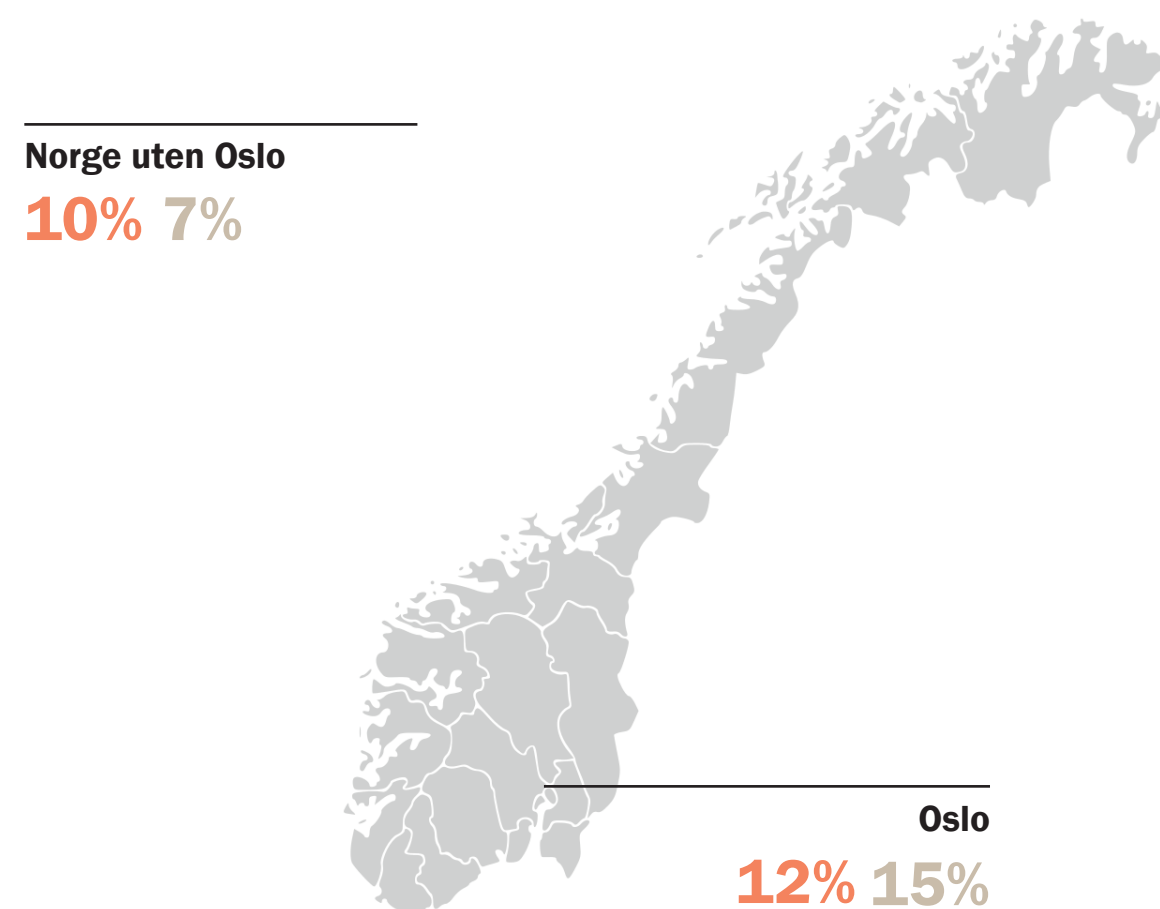
Figur 2.13 Har du jobbet med prosjekter der klimatilpasning til økt nedbør, økt temperatur eller tørke har vært relevant?



ERFARING

Svarene på dette spørsmålet viser tydelig at norske landskapsarkitekter har jobbet ofte med klimatilpasning til økt nedbør. Hele 78 prosent av respondentene har jobbet ofte eller svært ofte med prosjekter der klimatilpasning til økt nedbør har vært relevant. Til sammenlikning har omtrent 9 av 10 norske landskapsarkitekter sjelden, svært sjelden eller aldri jobbet med prosjekter der klimatilpasning til økt temperatur eller tørke har vært relevant.

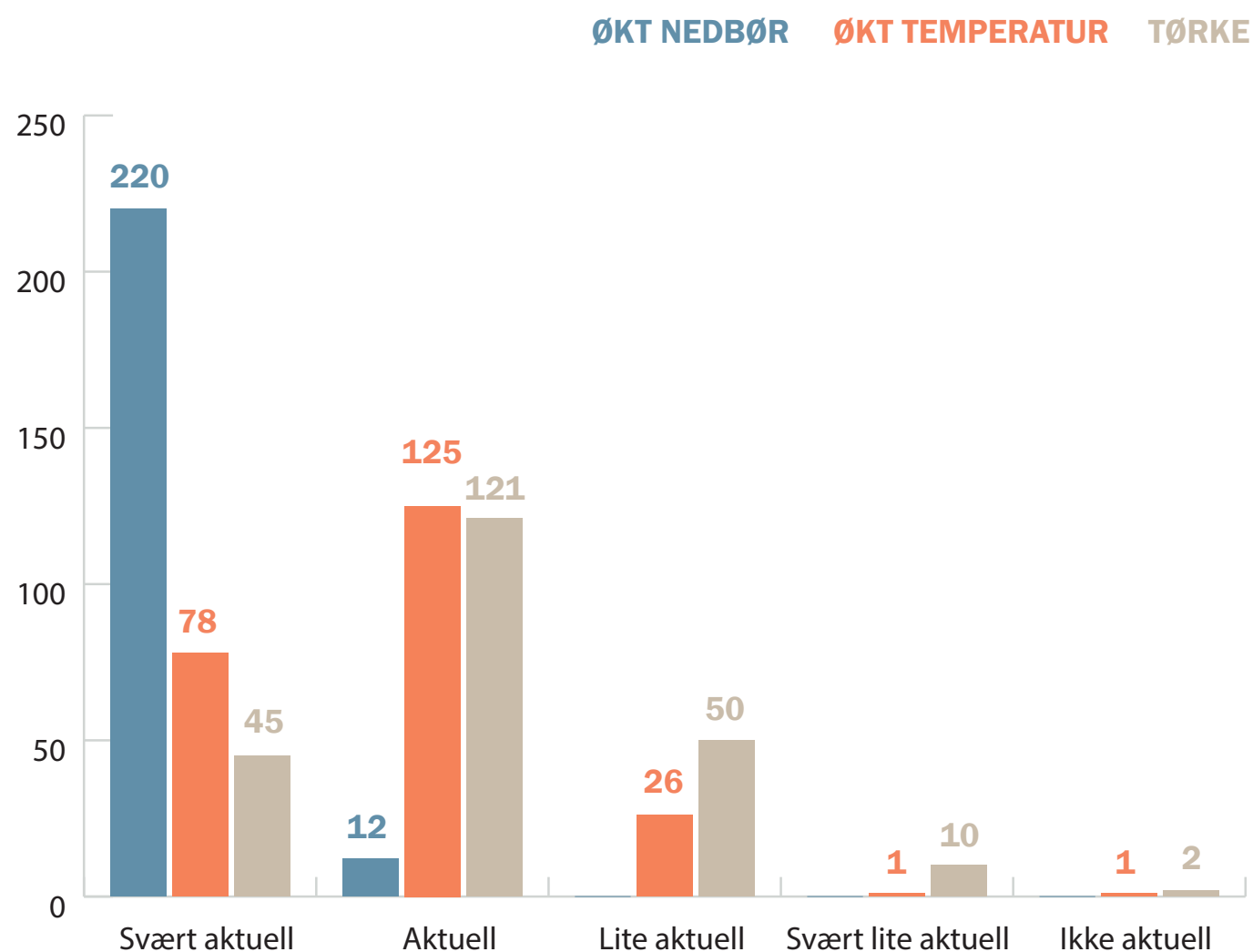
Figur 2.14 Prosentandel som har svart at de ofte eller svært ofte har jobbet med prosjekter der klimatilpasning til økt temperatur og tørke har vært relevant



ERFARING

Kartet viser hvor mange prosent som har svart at de svært ofte eller ofte har jobbet med prosjekter der klimatilpasning til økt temperatur og tørke har vært relevant, i Oslo sammenliknet med resten av landet. Litt flere har jobbet med klimatilpasning til økt temperatur i Oslo, og enda flere med tørke, sammenliknet med resten av landet.

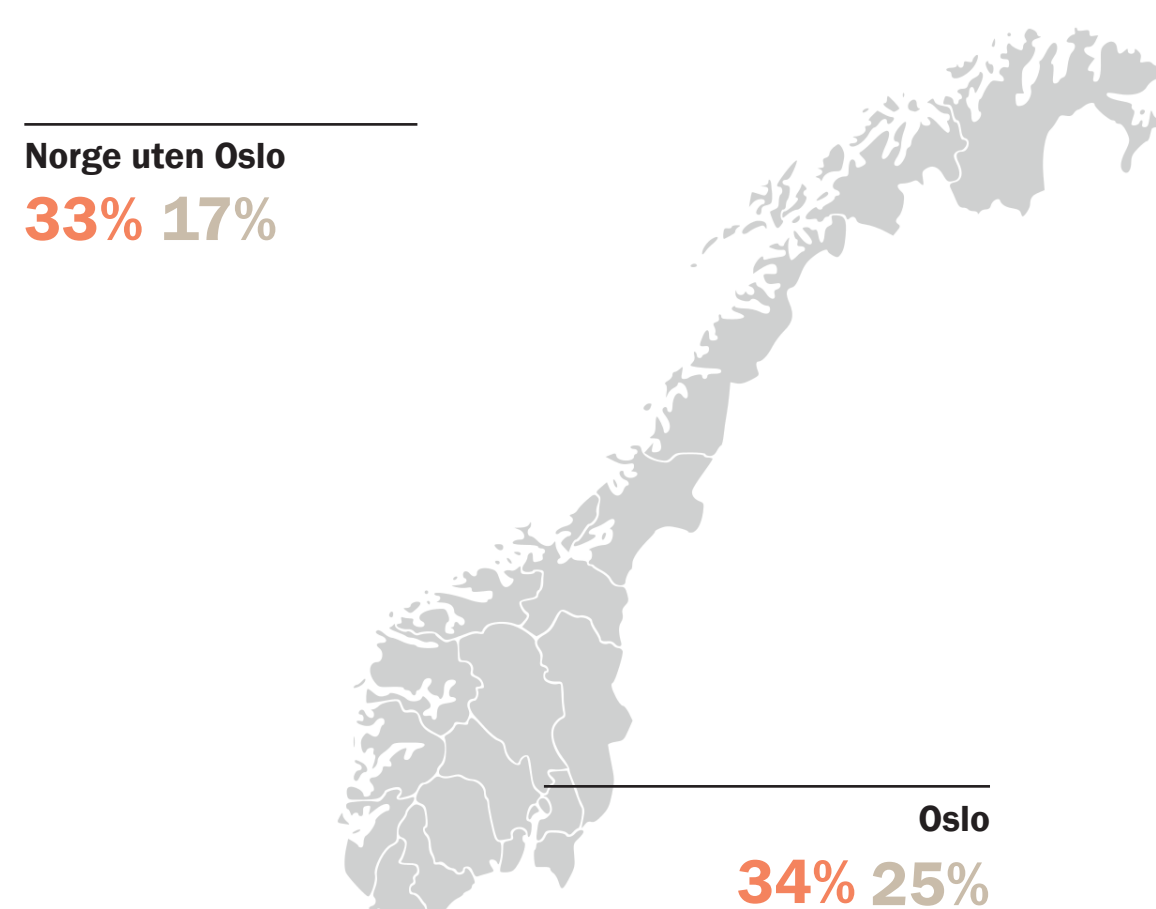
Figur 2.15 I hvilken grad ser du på disse klimaendringene som aktuelle i norsk sammenheng?



HOLDNING

Norske landskapsarkitekter ser på klimaendringen økt nedbør som svært aktuell i norsk sammenheng - hele 100 prosent har svart aktuell eller svært aktuell. Nesten 9 av 10 ser på klimaendringen økt temperatur som aktuell eller svært aktuell, mens omtrent 3 av 4 ser på tørke som aktuell eller svært aktuell.

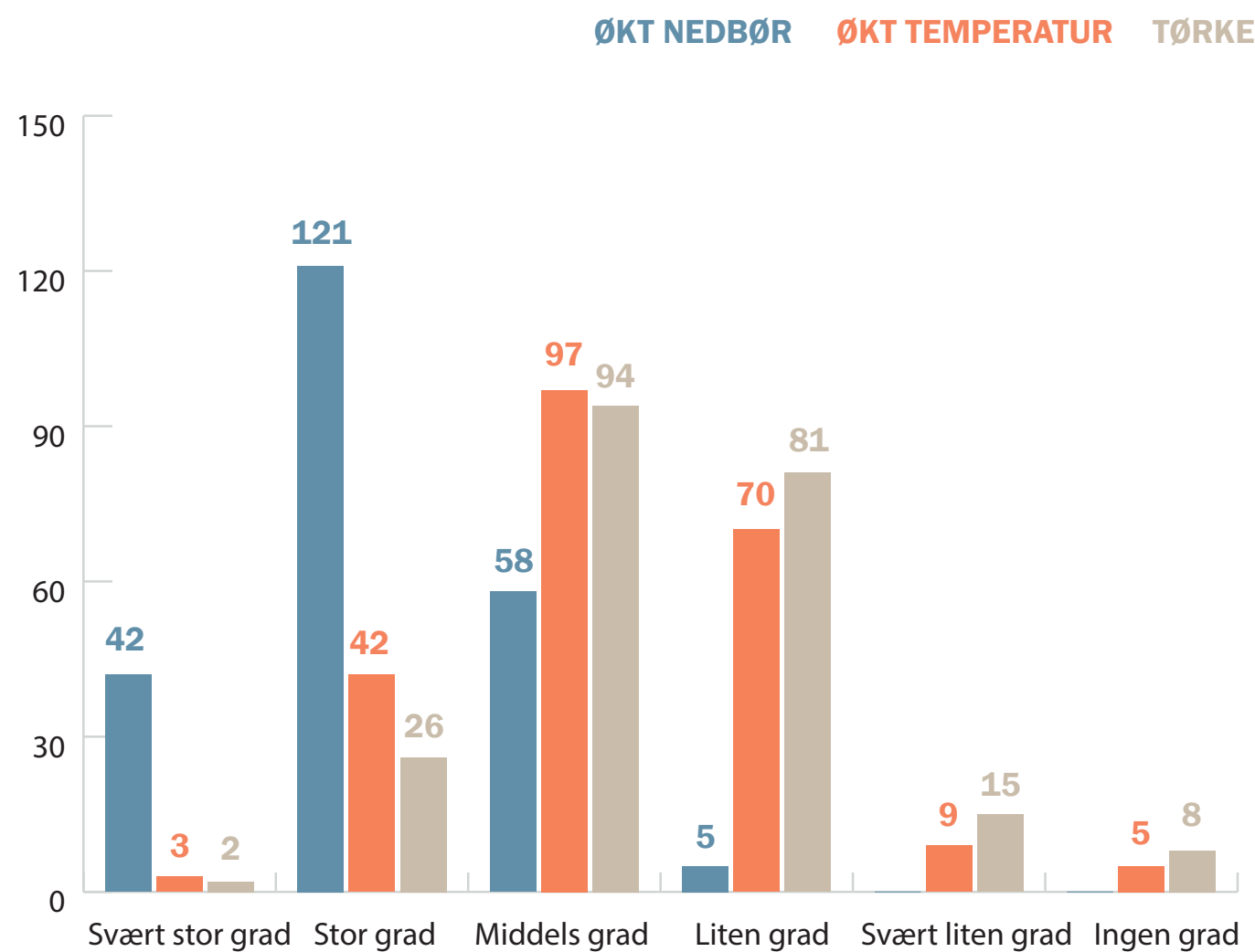
Figur 2.16 Prosentandel som har svart at de ser på klimaendringene økt temperatur og tørke som svært aktuelle



HOLDNING

Kartet viser hvor mange prosent som har svart at de ser på klimaendringene økt temperatur og tørke som svært aktuelle, i Oslo sammenliknet med resten av landet. For økt temperatur er tallene veldig like, mens det er flere i Oslo som ser på klimaendringen tørke som svært aktuell i norsk sammenheng sammenliknet med resten av landet.

Figur 2.17 Har du kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til økt nedbør, økt temperatur og tørke?



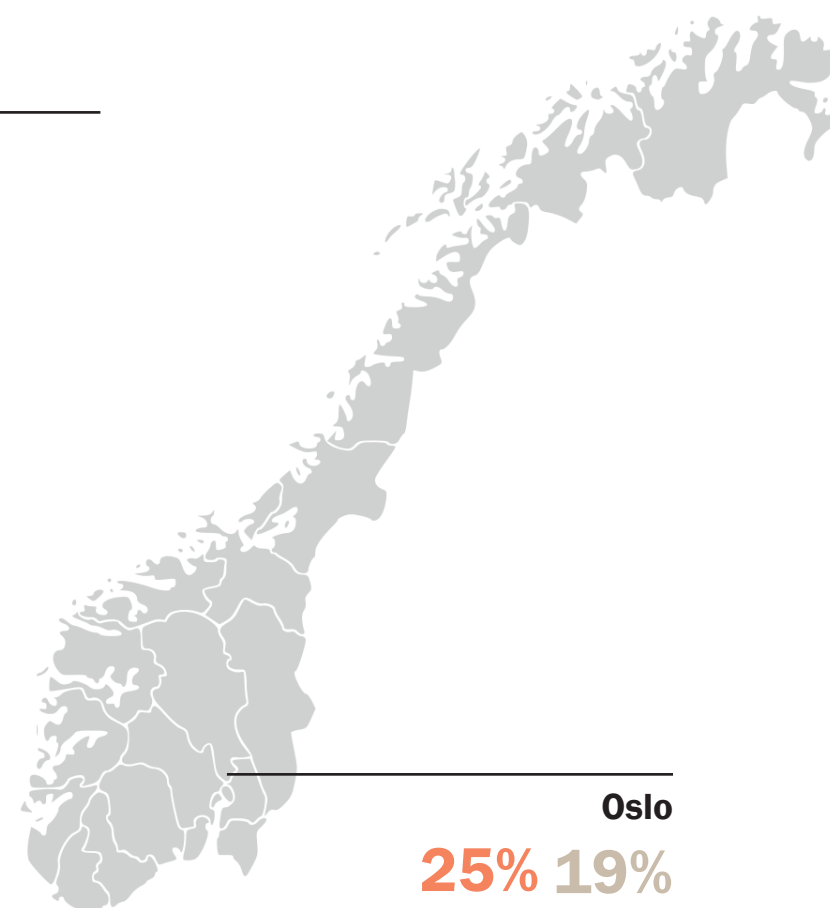
KUNNSKAP

Svarene på dette spørsmålet viser at norske landskapsarkitekter har klart mer kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til økt nedbør sammenlignet med hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til økt temperatur og tørke. 70 prosent har svært stor eller stor grad av kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til økt nedbør, mens bare 19 og 12 prosent har svært stor eller stor grad av kunnskap om tilpasning til henholdsvis økt temperatur og tørke.

Figur 2.18 Prosentandel som har svart at de i stor eller svært stor grad har kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til økt temperatur og tørke

Norge uten Oslo

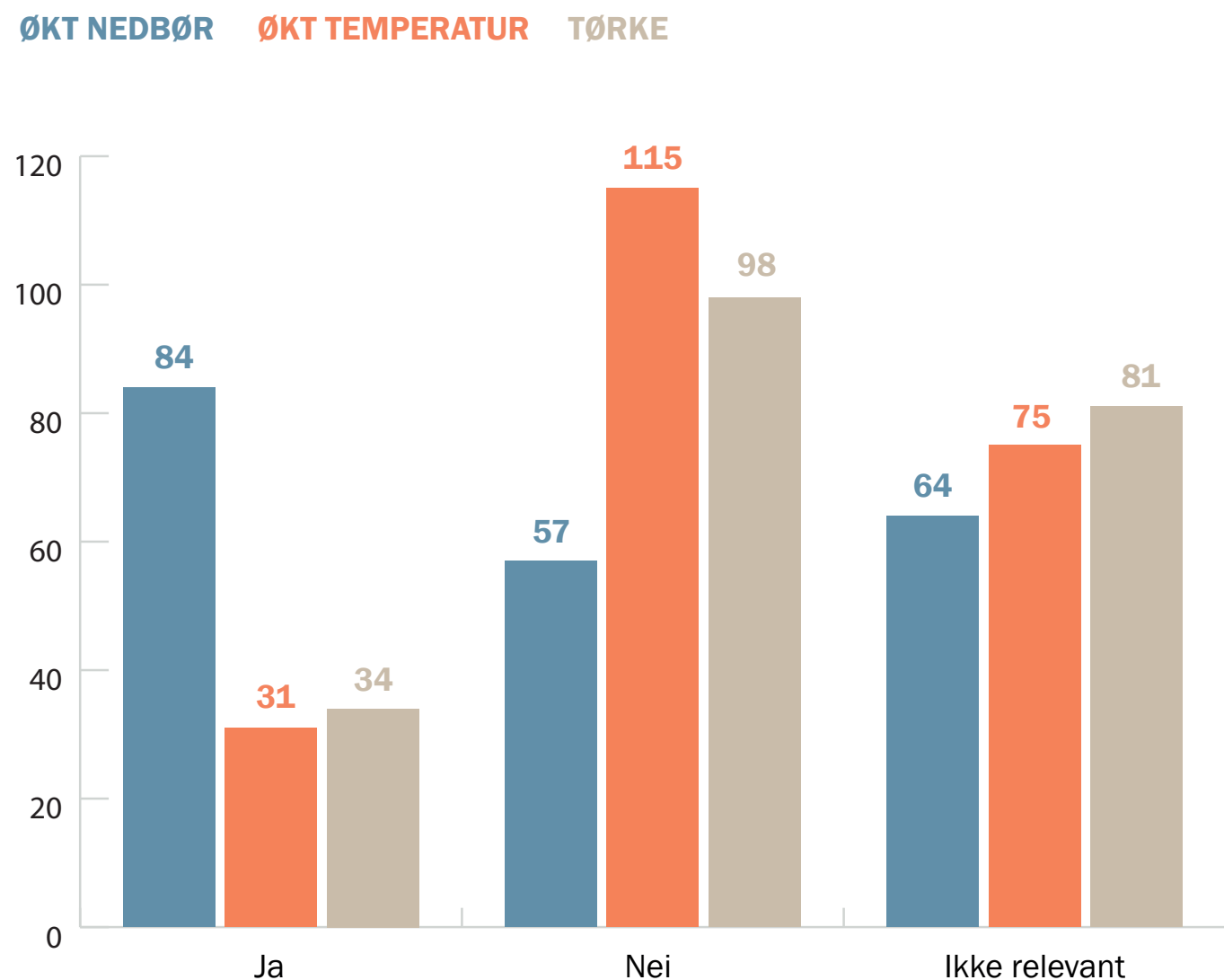
16% 9%



KUNNSKAP

Kartet viser hvor mange prosent som har svart at de i stor eller svært stor grad har kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til økt temperatur og tørke. Oslo har høyere tall for begge klimautfordringene sammenliknet med resten av landet.

Figur 2.19 Velger du annet plantemateriale nå enn tidligere med hensyn til økt nedbør, økt temperatur eller tørke?

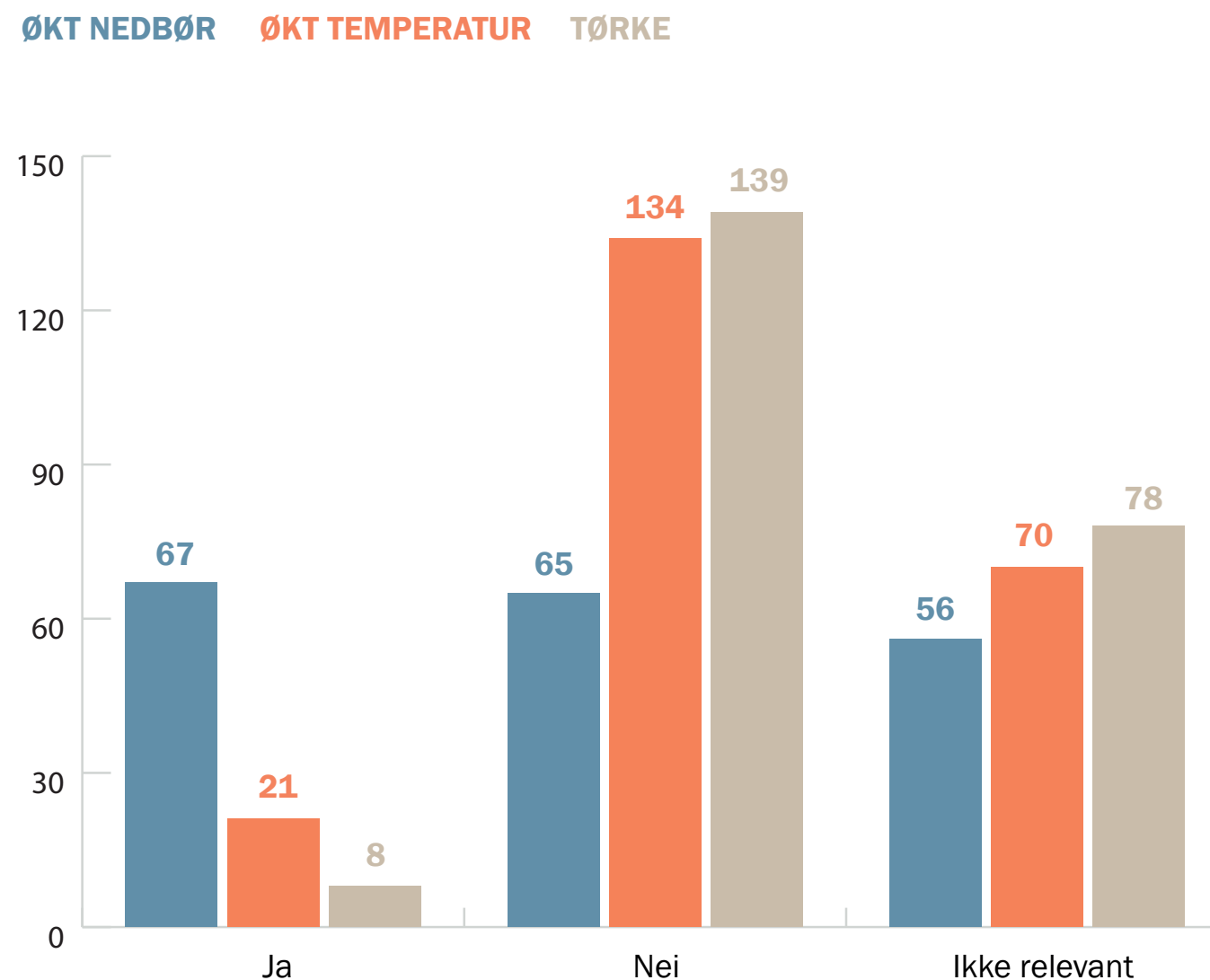


PLANTEVALG

Av diagrammet ser vi at mer enn dobbelt så mange velger annet plantemateriale nå enn tidligere med hensyn til økt nedbør, enn med hensyn til økt temperatur og tørke. Av de som har svart at de velger annet plantemateriale med hensyn til økt nedbør, skriver de aller fleste at de velger arter som passer til regnbed.

De som velger annet plantemateriale med hensyn til økt temperatur, skriver at de kan benytte flere "eksotiske" arter og arter med lavere herdighetssone. De som velger annet plantemateriale med hensyn til tørke, skriver at de velger tørkesterke arter. Flere presiserer at tørke er et økende problem på tak og dekker der det er begrenset vekstjorddybde.

Figur 2.20 Velger du andre materialer nå enn tidligere med hensyn til økt nedbør, økt temperatur eller tørke?

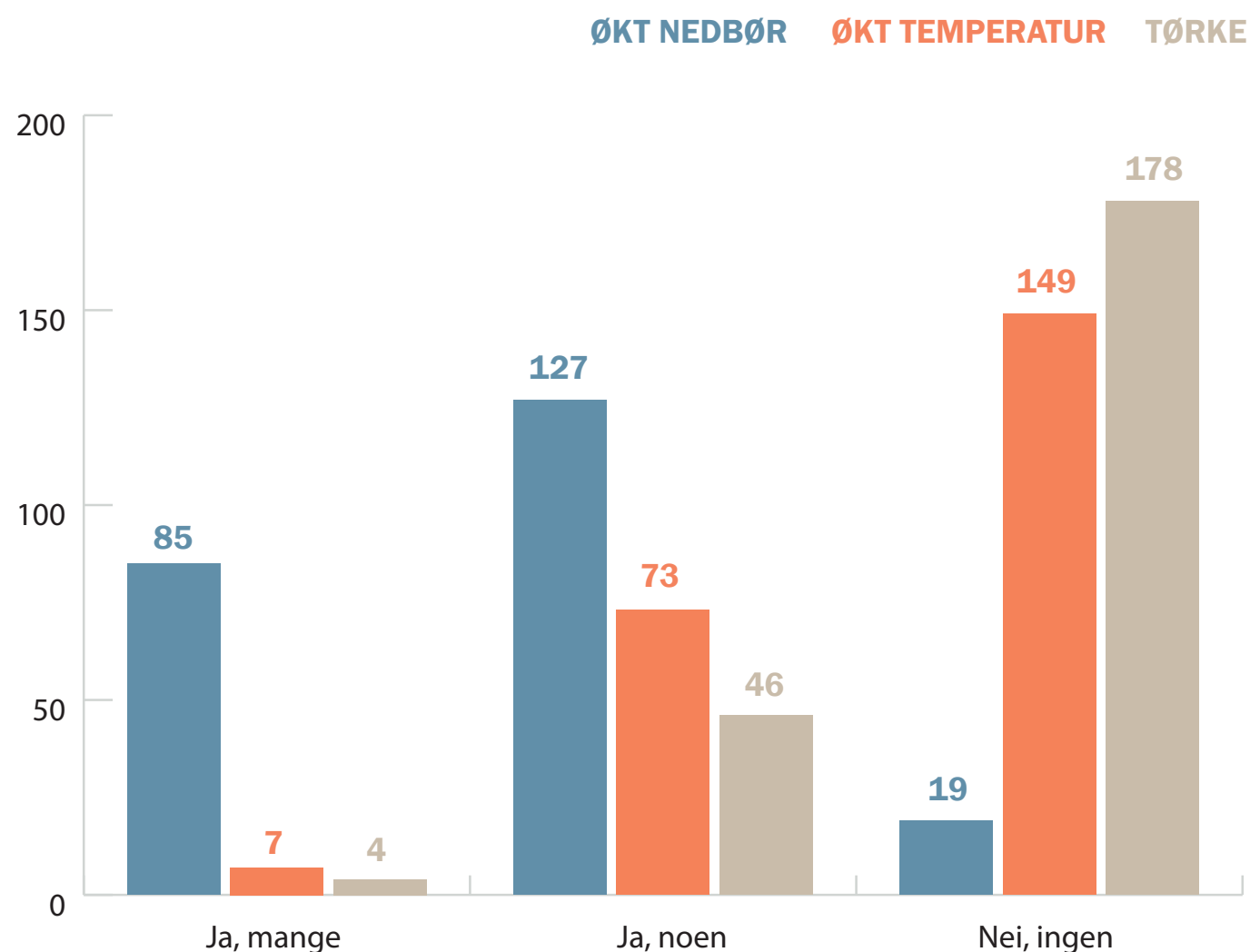


MATERIALVALG

Av diagrammet ser vi at også at langt flere velger andre materialer nå enn tidligere med hensyn til økt nedbør, sammenliknet med til økt temperatur og tørke. Av de som velger andre materialer med hensyn til økt nedbør, skriver de aller fleste at de bruker permeable dekker i større omfang.

De som velger andre materialer med hensyn til økt temperatur skriver at de benytter lyse materialer som ikke lagrer så mye varme. Det er interessant at mange er bevisste på at permeable dekker er et mulig tiltak i møte med økt nedbør, men ikke i møte med økt temperatur og tørke. Svært få svarer at de velger andre materialer med hensyn til tørke. En person skriver at de velger vanningsanlegg.

Figur 2.21 Kjenner du til litteratur/veiledere om klimatilpasning til økt nedbør, økt temperatur eller tørke?



LITTERATUR OG VEILEDERE

Resultatet fra dette spørsmålet viser at norske landskapsarkitekter kjenner til en del veiledere og litteratur om klimatilpasning til økt nedbør, mens flestparten ikke kjenner til noen som omhandler klimatilpasning til økt temperatur og tørke. Figur 2.22 på neste side viser imidlertid at majoriteten av norske landskapsarkitekter ser behov for mer slik litteratur og veiledere.

Figur 2.22 Ser du behov for mer litteratur/veiledere om klimatilpasning til økt nedbør, økt temperatur eller tørke?

76% ser behov for mer litteratur eller veiledere om klimatilpasning til **økt nedbør**

82% ser behov for mer litteratur eller veiledere om klimatilpasning til **økt temperatur**

80% ser behov for mer litteratur eller veiledere om klimatilpasning til **tørke**

I dette delkapittelet vil jeg presentere resultatet fra to intervjuer. Spørreundersøkelsen ga god kvantitativ informasjon, og intervjuene er gjort for også å få kvalitativ informasjon om temaet.

Jeg har intervjuet **Kine Halvorsen Thorén** for å få en bedre forståelse av hvilken rolle klimatilpasning til et varmere klima har innen landskapsarkitektur-feltet og landskapsarkitektur-utdanningen.

Jeg har intervjuet **Guro Sørnes Kjerschow** fra Klimaetaten i Oslo kommune for å få et innblikk i hvordan Oslo kommune jobber med klimatilpasning til et varmere klima.



KINE HALVORSEN THORÉN

Kine Halvorsen Thorén er professor og forsker ved fakultet for landskap og samfunn ved NMBU. Thorén har lang erfaring innen forskning og undervisning, og ga nylig ut en omfattende rapport om barns utearealer (Thorén mfl. 2019). Hun er opptatt av den menneskelige dimensjonen av landskapsarkitekturen, som er spesielt relevant for denne oppgaven. Thorén har også videreutdanning innen lokalklima, og hun har interessert seg for temaet.

KUNNSKAP OM LOKALKLIMA

Thorén mener vi i dag har for lite lokalklimatisk kunnskap og at det er lite bevissthet rundt temaet. Da Thorén studerte til å bli landskapsarkitekt hadde de et eget fag som het *Meteorologi og klimalære*. Til tross for at de i faget var mest opptatt av temaet innenfor jordbruket, så ga kurset en bevissthet og en grunnleggende kompetanse i klima og lokalklima, og forskjellen på vær og klima.

Thorén mener den største utfordringen for å ta mikroklimatiske hensyn i planlegging og utforming av byrom i Norge er nettopp kunnskapsbristen. Hun mener kunnskap om lokalklima er viktig, både fordi Norge er et land med store klimavariasjoner, og siden klimatisk komfort er viktig. Thorén har undervist ved NMBU i mange år, og mener kunnskap om lokalklima er noe som har falt ut av undervisningen. Av egen erfaring oppleves det som at det er opp til hver enkelt fagansvarlig om de ønsker å inkludere fagstoff om lokalklima.

Figur 2.23 Intervju

KLIMATILPASNING TIL ØKT TEMPERATUR

Ifølge Thorén kan et varmere klima gi problemer med overoppheting i byer grunnet store mengder harde flater, og varmeøy-effekten. Varmeøy-effekten handler om at byen i seg selv som område blir varmere enn omkringliggende områder. Thorén ble introdusert for varmeøy-effekten under studiene, og lærte at effekten kan motvirkes ved hjelp av vegetasjon.

Gjennom sitt arbeid med barns utearealer synes ikke Thorén at norske skoler og barnehager er godt nok tilpasset et varmere og tørrere klima. I rapporten om barns utearealer (Thorén mfl. 2019), kom Thorén og de andre forfatterne fram til at barn blir overeksponert for sol. En av grunnene til dette mener hun er fordi blondeskyggen fra vegetasjon ofte mangler, og fordi det ofte ikke er plass til vegetasjon. Hun forteller at det ved mange skoler og barnehager må settes opp solseil i etterkant.

”En del med sårbar hud blir overeksponert for sol og står i fare for å få hudkreft, som er den mest voksende kreftformen på våre breddegrader og særlig i Norge, så jeg tror ikke det er noe bevissthet om det”.

Å få inn mer grønt i prosjektene er ifølge Thorén blant de viktigste tiltakene landskapsarkitekter kan gjøre for å sørge for et godt mikroklima i møte med høyere temperaturer. Mer grønt vil både gi høyere luftfuktighet, og skygge. Thorén trekker fram trær som spesielt viktige i denne sammenhengen. I sydligere land er de ofte mer bevisste på å lage blondeskygge ved å plante trær i systemer som gir kronedekte tak.

Dette mener Thorén vi kunne jobbet mer med i Norge, men understreker at det krever at det settes av nok plass til trær. Det igjen krever at landskapsarkitekten slås for trærne og forstår at det er en viktig verdidebatt vi må gå inn i.

KLIMATILPASNING TIL TØRKE

Klimaendringene vil gi ekstremer i begge retninger. Thorén ser også et behov for klimatilpasning til tørke. Når byen er full av harde flater og vi etablerer vegetasjon, og ønsker å ivareta det grønne, vil det kunne kreve ekstra vanning. Men vanning er ikke nødvendigvis en bærekraftig løsning. Å sørge for nok jordvolum er ifølge Thorén blant de viktigste tiltakene landskapsarkitekter kan gjøre for å klimatilpasse byrom til tørke. Vi må sørge for at anlegg som bygges på dekker konstrueres for å tåle jordvolumer som kan ta trær, og gi trærne nok plass.

” Vi må være litt modige og tenke at vi har noe viktig å fare med for mennesker. Det tenker jeg er jobben vår.

GURO SØRNES KJERSCHOW

Guro Sørnes Kjerschow jobber som klimatilpasningsrådgiver i Klimaetaten. Hun har jobbet med klimatilpasning i 12 år, først i FN, så i Redd Barna, og nå i Oslo kommune. Klimaetaten skal være pådriver for klimaarbeidet i kommunen, som både innebærer utslippsreduksjoner og klimatilpasning. Kjerschow presiserer at veldig mange etater jobber med klimatilpasning i kommunen, men at Klimaetaten har et overordnet ansvar for å koordinere og bidra til at prosjekter blir gjennomført.

KLIMATILPASNING I OSLO

Like etter at Kjerschow ble ansatt i Oslo kommune, ble Klimaetaten opprettet, og da fikk klimatilpasningsarbeidet en helt ny status og prioritet. Ifølge Kjerschow unngikk man å tydeliggjøre utfordringene med naturhendelser og klima før kommuneplanen kom i 2015. En skulle ikke vise seg sårbar eller la det hindre byutviklingen. Kjerschow ser det som veldig positivt at det skjedde et skifte, og at kommunen skjønnte at man ikke vil få en bærekraftig utvikling dersom man ikke tar hensyn til klima og naturhendelser.

Oslo kommune har som mål å bli en klimarobust by. Kjerschow forteller at klimatilpasningsarbeidet fram til nå stort sett har handlet om overvann og urban flom. Hun forteller imidlertid at mange av tiltakene kommunen gjennomfører for å bli mer robust mot utfordringene med overvann og flom, også gir fordeler i møte med utfordringene økt temperatur og tørke. Kjerschow trekker fram økt bruk av blågrønn struktur og naturbaserte løsninger i byen som eksempler.

” Utfordringen med overvann er veldig fysisk, og koster mer i reelle kroner, mens tørke gir mere samfunnsøkonomiske, bredere problemstillinger. Årsakssammenhengene blir liksom litt vagere. Da blir det også litt vanskeligere å ta tak i, for det er ikke så konkret.

I mars 2020 ga Klimaetaten ut rapporten *Klimasårbarhetsanalyse for Oslo*. Kjerschow forteller at målet med rapporten var å sjekke status på klimatilpasningsarbeidet i kommunen, samt å se tilpasning med et helhetlig perspektiv. Rapporten skulle ikke bare se på overvann, men at det også er utfordringer med blant annet temperaturøkning og tørke.

Ifølge Kjerschow markerer rapporten på et vis startskuddet for når Klimaetaten begynte å fokusere på temperaturstigning og tørke. Analysene til rapporten ble nemlig gjennomført sommeren 2018. Kjerschow forteller at Klimaetaten hadde arbeidsmøte med 15 etater, og at de spurte hvordan etatene er rustet til å møte et våtere klima og mer styrtregn. I og med at sommeren var så varm som den var, så spurte de også om varme, og fikk da masse eksempler på hva slags utfordringer etatene kan møte som de ofte ikke har møtt før. Kjerschow mener sommeren 2018 var et slags vendepunkt i det å tenke på at økt temperatur og tørke er, og kommer til å bli, en utfordring.

VIRKEMIDLER

På spørsmål om Klimaetaten har gjennomført, eller har planer om å gjennomføre tiltak for å redusere negative effekter av økt temperatur og tørke, svarer Kjerschow at det ikke er på listen i år, men kanskje noe de kommer til å gjøre fra neste år. Klimaetaten jobber for tiden mye med å finne indikatorer for å måle klimatilpasningsarbeidet, og med gjennomføring av handlingsplan for overvann som ble politisk vedtatt i fjor. ”Men vi snakker om at vi snart må begynne med dette arbeidet”.

Kjerschow tror klimakriterier som Plan- og bygningsetaten har utviklet, blågrønn faktor og lokalklimaanalyser er viktige virkemidler for å klimatilpasse Oslo til økt temperatur og tørke. Lokalklimaanalyser er noe Kjerschow forteller i dag blir brukt mest til å vurdere turbulens og vindforhold, men som kunne blitt brukt mye mer i forbindelse med varme. Hun tror også at lokalklimaanalyser kan hjelpe oss i møte med varmeøy-effekten, både for å kartlegge faktorer som øker effekten, og som da i tillegg kan hindre den.

Kjerschow trekker fram at vi nok etter hvert bør utforme byggene våre litt annerledes for å ikke måtte bruke mye energi på å kjøle dem ned.

DELOPPSUMMERING KAPITTEL 2

I dette kapittelet har jeg svart på delproblemstillingen: *Hva er status for norske landskapsarkitekters kunnskap og holdninger om klimatilpasning til et varmere klima?*

Spørreundersøkelsen viser at 9 av 10 av respondentene ser på klimatilpasning i stor eller veldig stor grad som en del av landskapsarkitektens ansvar. Undersøkelsen bekrefter påstanden fra kapittel 1.1 om at man innen klimatilpasningsarbeidet i stor grad er opptatt av vann. 100 prosent av respondentene ser på økt nedbør som en svært aktuell eller aktuell klimautfordring i norsk sammenheng. Guro Sørnes Kjerschow kan også fortelle at klimatilpasningsarbeidet i Oslo fram til nå stort sett har handlet om overvann og urban flom.

Det er positivt at nesten 9 av 10 og omtrent 3 av 4 norske landskapsarkitekter ser på henholdsvis økt temperatur og tørke som aktuelle eller svært aktuelle klimautfordringer i Norge. Kjerschow mener sommeren 2018 var et slags vendepunkt i det å tenke at økt temperatur og tørke allerede er og kommer til å bli en utfordring i tiden fremover.

Det er tydelig at norske landskapsarkitekter har erfaring med prosjekter der klimatilpasning til økt nedbør har vært relevant, men svært mange, omtrent 9 av 10, har sjelden eller aldri jobbet med prosjekter der tilpasning til økt temperatur og tørke har vært relevant. Trenden viser det samme for kunnskap; 70 prosent har svært stor eller stor grad av kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til økt nedbør, mens kun 19 og 12 prosent har svært stor eller stor grad av kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til henholdsvis økt temperatur og tørke.

Nettopp kunnskap er blant de topp fire faktorene som norske landskapsarkitekter mener er utfordringer for å kunne ta nødvendige hensyn til klimatilpasning i prosjekter. Kine Halvorsen Thorén mener også den største utfordringen for å ta mikroklimatiske hensyn i planlegging og utforming av byrom i Norge i dag, er kunnskapsbristen. At bare 35 prosent av respondentene i spørreundersøkelsen har hørt om varmeøy-effekten tyder også på et kunnskapshull. 64 og 76 prosent av respondentene kjenner ikke til noen veiledere eller litteratur om klimatilpasning til henholdsvis økt temperatur og tørke. 82 og 80 prosent ser imidlertid behov for mer litteratur eller veiledere om temaet.

Undersøkelsen viser at økonomi og oppdragsgiver er blant topp fire utfordringer for å ta nødvendige hensyn til klimatilpasning i prosjekter. Dette viser at en mulig strategi og tiltak må være kostnadseffektive og appellere også til oppdragsgiver. Thorén mener de viktigste tiltakene for å klimatilpasse norske byers uterom til økt temperatur og tørke er å få inn mer grønt som kan øke luftfuktighet og tilby skygge, samt sørge for at vegetasjon har nok jordvolum og plass for å vokse. Kjerschow tror Oslo kommunes klimakriterier, blågrønn faktor og lokalklimaanalyser er viktige virkemidler i møte med utfordringene knyttet til økt temperatur og tørke.

Dette kapittelet har vist at det er behov for mer kunnskap om klimatilpasning til et varmere klima.



Figur 2.24 Tegningen illustrerer arbeidet med kapittel 2

3

TEORI

- 3.1 Klima og klimaendringer
- 3.2 Byklima
- 3.3 Folkehelse
- 3.4 Biologisk mangfold
- 3.5 Klimatilpasning
- Deloppsummering

Delproblemstilling

Hvorfor er det nødvendig å klimatilpasse byens uterom til et varmere klima?

Metode

Litteraturgjennomgang

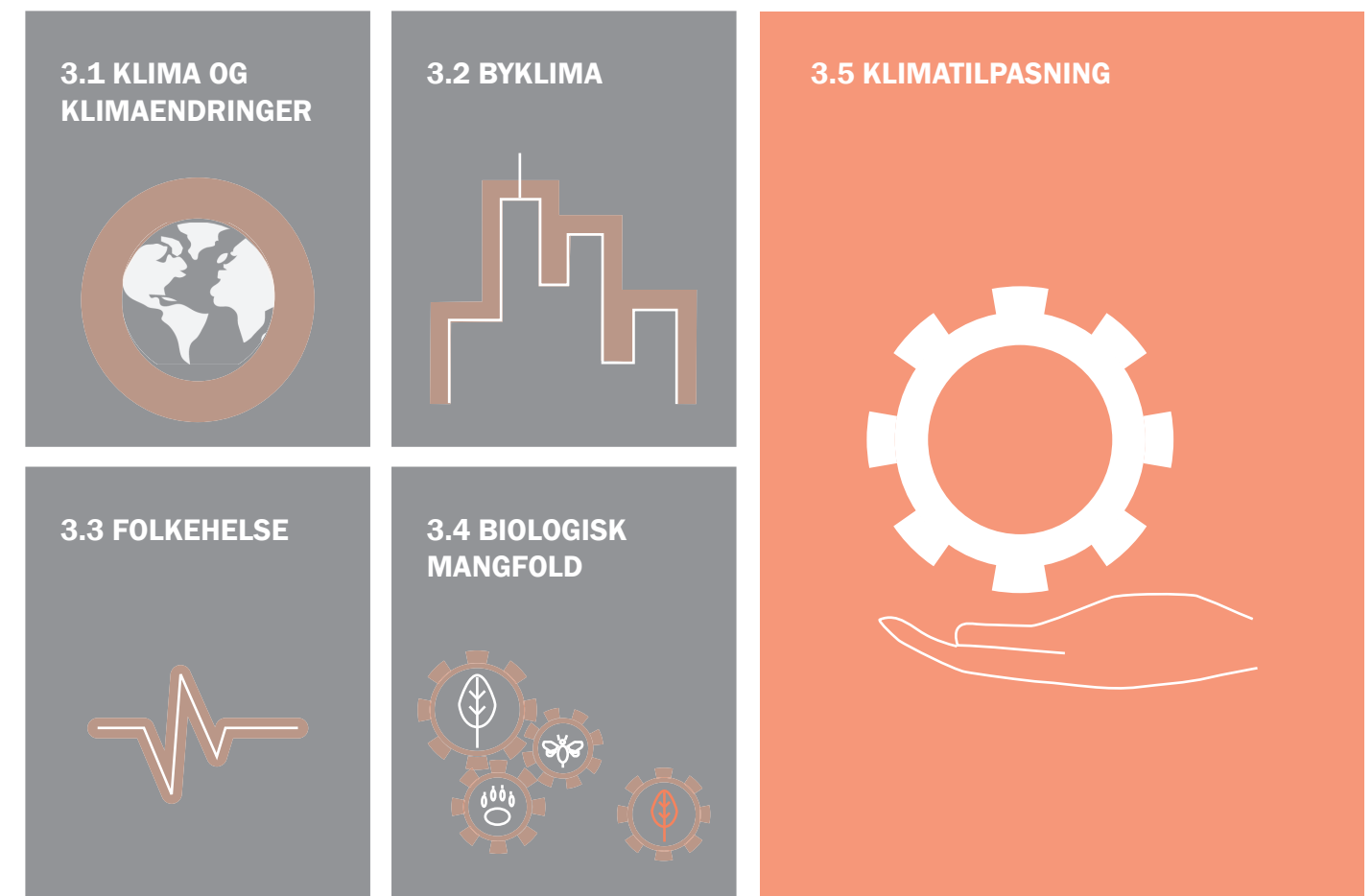


I kapittel 2 viste jeg at det er behov for mer kunnskap om klimatilpasning til et varmere klima. I dette kapittelet presenterer jeg funn i litteraturen om hvorfor det er nødvendig å klimatilpasse byens uterom til et varmere klima.

Kapittelet er delt inn i to deler:

DEL 1 beskriver årsaker til og konsekvenser av et varmere klima.

DEL 2 beskriver hvordan uterom kan klimatilpasses et varmere klima gjennom økosystemtjenesten klimaregulering, samt hvordan dette kan bidra til økt resiliens og et godt levestiljø for mennesker og biologisk mangfold.



Figur 3.1 Kapittelinndeling

3.1 KLIMA OG KLIMAENDRINGER

I dette delkapittelet vil jeg beskrive forskjellen på klima og vær, klimaendringer, hvordan vi erfarer klimaendringene i Norge i dag, og hvordan hvordan klimaendringene vil påvirke klimaet i Norge og i Oslo i framtiden.



KLIMA VS. VÆR

Nordmenn snakker mye om været. Det er ikke så rart, for vær og klima påvirker nærmest alle deler av samfunnet og er en viktig del av hverdagen for de fleste (St. meld. 33 (2012-2013) s. 5). I Klassekampen omtales været som “småpratens livredder, selve erketemaet av temaer” (Martincic, 2019).

Hva er så forskjellen på vær og klima?

Vær er variasjoner i temperatur, trykk, skydekke, nedbør og vind i atmosfæren nær jordoverflaten denne timen, i dag eller denne uken, mens klima er det gjennomsnittlige været over en lang periode, ofte år eller tiår (Botkin og Keller, 2014, s. 485). Været er mest synlig i vårt dagligliv, mens klima er sentralt for planleggingsformål (Hanssen-Bauer mfl. 2015, s. 17). En god sammenlikning er at været bestemmer hva du kler på deg akkurat i dag, mens klima bestemmer hvilke klær du har i garderoben (Ursin, 2019).

Det er imidlertid viktig å se vær og klima i sammenheng. Under Klimastatus 2020 sa statsmeteorolog Bente Wahl (2020) at meteorologer må koble vær og klima tettere sammen for å gi seerne en bedre forståelse av hvilke endringer som skjer med klima og hva det gjør med været vårt. Klima kan således forstås som et bakteppe for vær.

Figur 3.2 Kapittel 3.1

KLIMAENDRINGER

” Climate change is the greatest challenge of the 21st century, threatening all aspects of the society in which we live, and the continuing delay in addressing the scale of the challenge increases the risks to human lives and health. (World Health Organization, 2018, s. 8)

Klimaendringer er gjennomsnittlig endring av vær over en lengre periode, vanligvis over tretti år (Klimaetaten, 2019a, s. 8). Klimaet er ikke statisk, og varierende temperaturer fra år til år kan forklares med naturlige klimavariasjoner som kan skyldes variasjon i jordas bane rundt sola, økt ferskvannstilførsel fra smeltende ismasser, endringer i solas aktivitet, eller vulkanutbrudd (Hanssen-Bauer mfl. 2015, s. 35). Naturlige variasjoner ville ifølge Meteorologisk institutt (2017) imidlertid gjort at temperaturen varierte opp og ned, og ikke steget over tid slik vi ser i dag.

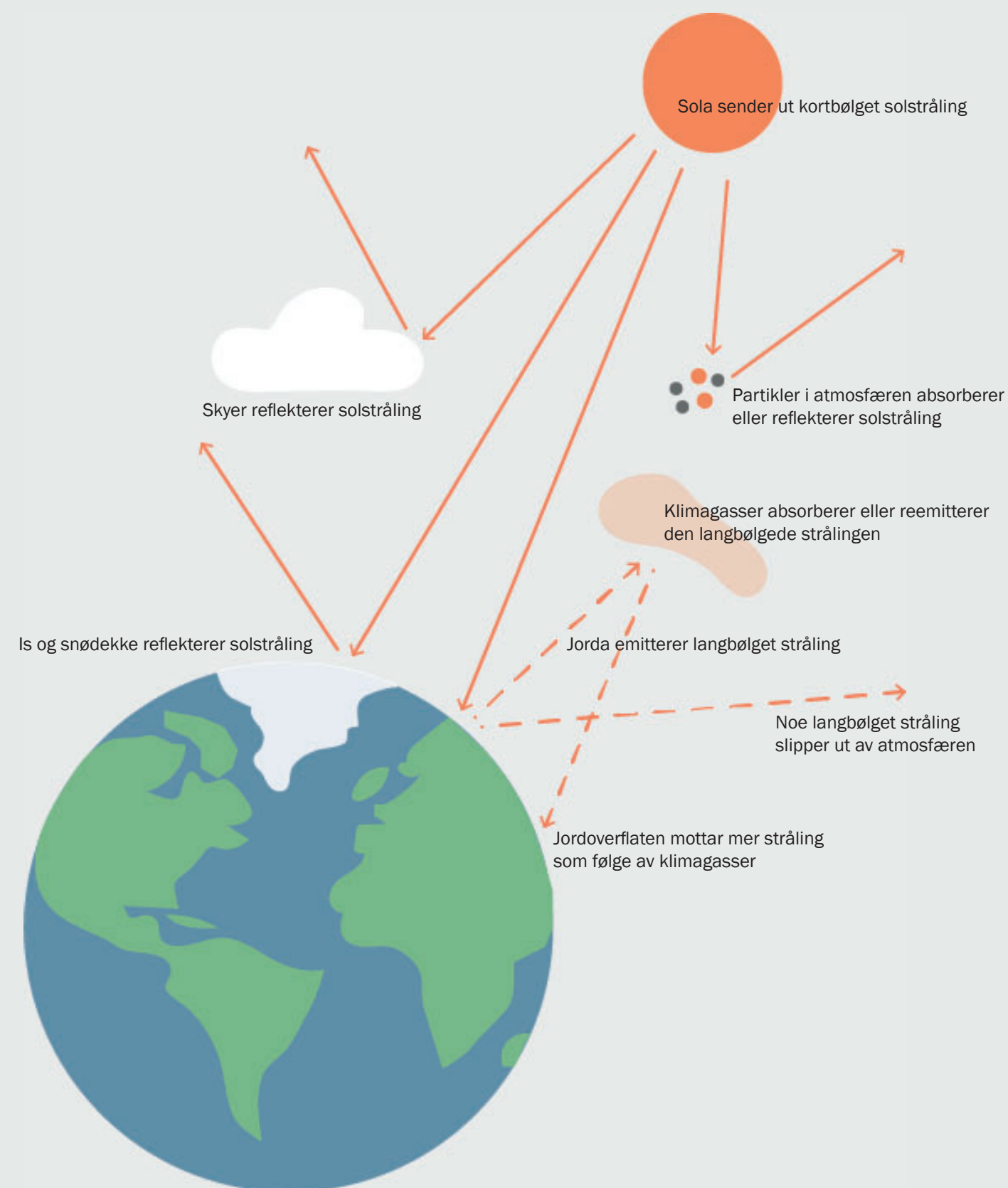
Den største avgjørende faktoren for klima er hvor mye strålingsenergi jorda mottar fra sola, og hvor mye energi som reflekteres tilbake til verdensrommet (Botkin og Keller, 2014, s. 485). Kortbølget solstråling som kommer inn i jordas atmosfære kan gå gjennom ulike prosesser. Partikler i atmosfæren kan reflektere eller absorbere solstråling, skyer og is og snødekke på jordoverflaten vil reflektere stråling, mens jordoverflaten ellers vil absorbere strålingen og varmes opp (Miljødirektoratet, 2019c). Jordoverflaten kan også reflektere noe av solstrålingen. Hvor mye som reflekteres styres av refleksjonskoeffisienten (Utaaker, 1991, s. 34), i oppgaven referert til som albedo.

Når jordoverflaten varmes opp, sender den langbølget varmestråling ut mot verdensrommet

(Miljødirektoratet, 2019c). En del av denne strålingen vil treffe klimagasser i atmosfæren, som vil absorbere og reemitere strålingen i alle retninger, og noe går dermed tilbake til jordoverflaten (ibid). Eksempler på klimagasser er vanddamp, karbondioksid, metan og ozon. Når konsentrasjonen av klimagasser i atmosfæren øker, vil mer varmestråling hindres fra å slippe ut i verdensrommet, og temperaturen på jorda øker. Dette kalles drivhuseffekten (ibid).

Ulike prosesser på jorda, både menneskeskapte og naturlige, kan gi utslipp av klimagasser. Naturen har et naturlig karbonkretsløp, som innebærer både utslipp og opptak av karbondioksid, som er i balanse (FN-sambandet, 2019a). Klimaendringer oppstår som følge av at menneskers utslipp av klimagasser kommer i tillegg til de naturlige utslippene (ibid). Klimaet endrer seg fordi andelen klimagasser i atmosfæren øker til et nivå som er høyere enn det som er naturlig (ibid).

Ifølge Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014, s. 4) er det ekstremt sannsynlig at menneskelige utslipp av klimagasser, sammen med andre menneskelige påvirkninger, er hovedårsaken til den observerte globale oppvarmingen siden midten av det 20. århundret. Kilder til menneskeskapte utslipp av klimagasser er for eksempel forbrenning av fossile brensler, befolkningsvekst og arealendringer. Ifølge IPCC (2014, s. 2) er nåtidens menneskeskapte utslipp av klimagasser de høyeste i historien. Verdens befolkning har nærmest tidoblet seg siden 1750 og produksjonen av varer og tjenester er mange hundre ganger større enn i førindustriell tid, som har ført til store utslipp av klimagasser (NOU 2018: 17, s. 31).



Figur 3.3 Stråling til og fra jorda, basert på Miljødirektoratet 2019c

NORGE 2020

Temperaturen i Norge har økt med 1 °C i gjennomsnitt siden 1900, og de siste årene har vi sett en økning i varmerekorder, antall sommerdager og varme døgn (Tajet, 2020, s. 9). I kapittel 1.1 viste jeg hvordan sommeren 2018, referert til som *tørkesommeren*, satte flere rekorder for både varme og tørke.

De siste årene har gjennomsnittstemperaturen stort sett ligget høyere enn normalen i Norge (Miljødirektoratet, 2020a). For Norge som helhet lå året 2019 1.2 °C over normalen, og året 2018 1.4 °C over normalen (Wahl, 2020). Det ble satt 18 fylkesrekorder for temperatur i 2019, hvorav 13 var varmerekorder (Meteorologisk institutt, 2020a). Årets vinter (2019/2020) ligger 4,5 °C varmere enn normalen for hele landet, og er dermed den mildeste siden Meteorologisk institutt (2020b) startet målinger i 1990. Østlandet har hatt en snittemperatur på 5,7 °C over normalen fra desember 2019 til og med februar 2020 (ibid).

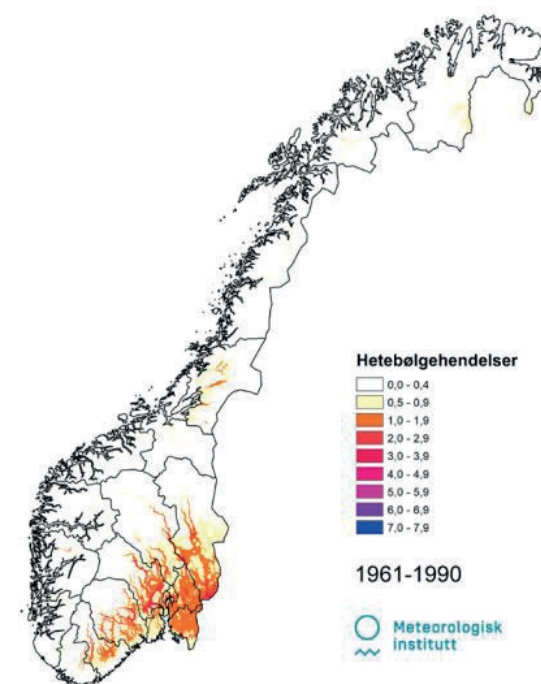
Menneskelige klimagassutslipp har ifølge Miljødirektoratet (2018b) allerede gitt temperaturstigning i atmosfæren og havet, hyppigere og mer intenst ekstremvær, hevet det globale havnivået, gitt snø- og ismelting, samt endrede nedbørsmønstre. Med klimaendringene kan nåtidens ekstremvær bli framtidens normalvær (Klimaetaten, 2019b).

Endringene i klima har allerede gitt flere endringer og konsekvenser for norsk natur. Ifølge Miljødirektoratet (2020a) har veksts sesongen blitt lengre, arter har forflyttet seg, og trekkfuglene kommer tidligere tilbake om våren.

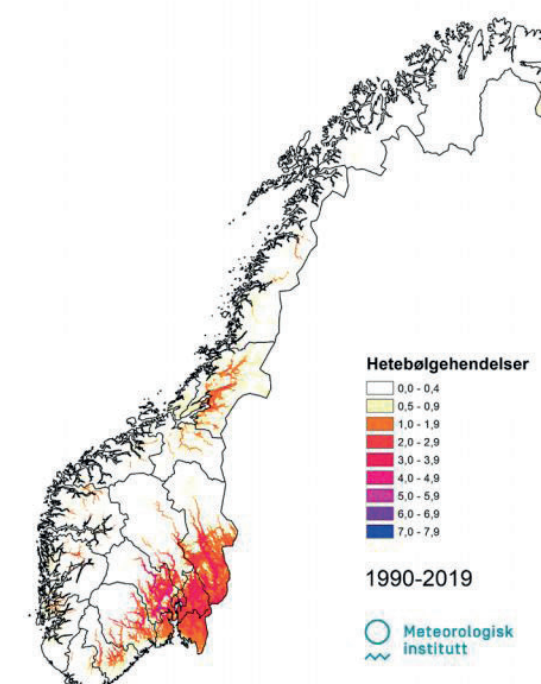
I en fersk rapport fra Meteorologisk institutt er hetebølger i Norge studert for perioden 1957-2019 (Tajet, 2020). En hetebølgehendelse telles opp hver gang maksimumstemperaturen over 3 dager har vært 28 °C eller mer i gjennomsnitt (ibid, s. 15). Rapporten viser en markant økning i antall hendelser og utbredelse (ibid, s. 11). Meteorologisk institutt vurderer nå om det er grunnlag for å farevarsle hetebølger i Norge (ibid, s. 15).

Figur 3.4 og 3.5 viser gjennomsnittlig årlige hetebølgehendelser i Norge i perioden 1961-1990 sammenlignet med de siste 30 årene, perioden 1990-2019. De siste 30 årene har det i gjennomsnitt vært over 5 årlige hetebølgehendelser i området rundt Oslofjorden (Tajet, 2020, s. 13).

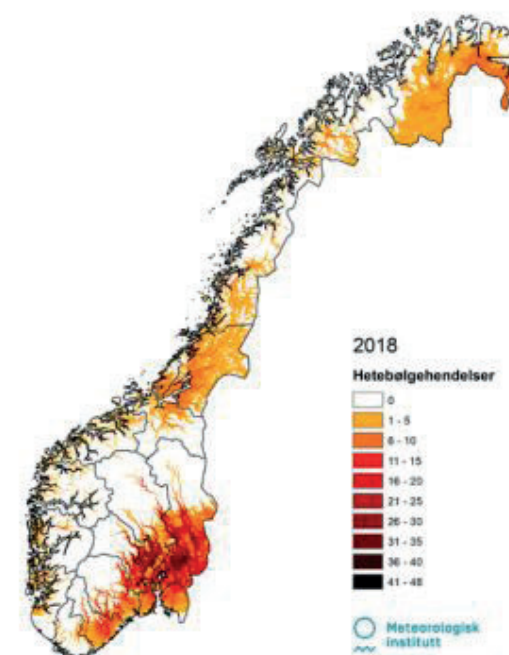
Figur 3.6 og 3.7 viser antall hetebølgehendelser i 2018 og 2019. Som vi ser hadde noen områder i Norge over 40 hetebølgehendelser i 2018 (Tajet, 2020, s. 14). Under sommeren 2019 var det maks 12 tilfeller av hetebølger, og hetebølgene varte ikke så lenge, men maksimumstemperaturen var høyere enn det som ble målt i 2018 (ibid)



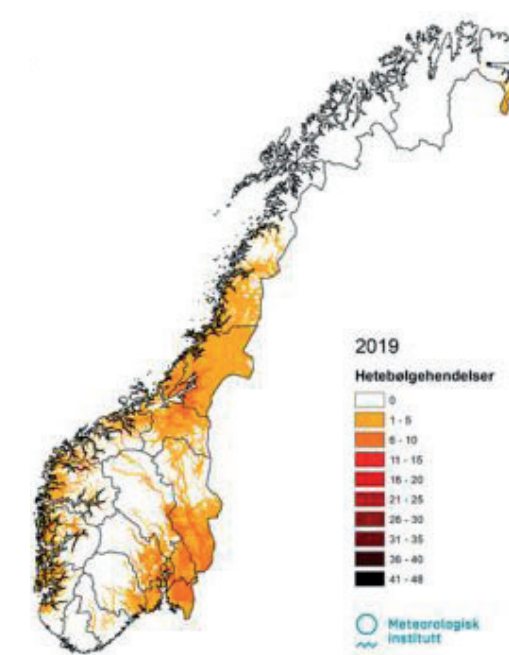
Figur 3.4 Gjennomsnittlige årlige hetebølgehendelser i Norge i perioden 1961-1990 (Tajet, 2020).



Figur 3.5 Gjennomsnittlige årlige hetebølgehendelser i Norge i perioden 1990-2019 (Tajet, 2020).



Figur 3.6 Hetebølgehendelser i Norge i 2018 (Tajet, 2020).



Figur 3.7 Hetebølgehendelser i Norge i 2019 (Tajet, 2020).

NORGE MOT 2100

Klimaet i Norge blir varmere, våtere og villere (NOU 2018: 17, s. 15). Globalt er den forventede temperaturøkningen størst ved polene, og temperaturøkningen i Norge vil dermed bli høyere enn verdensgjennomsnittet (Klimaetaten, 2019a, s. 8). Ved å legge et høyt utslippsnivå til grunn, forventer forskerne at vi i Norge vil få en temperaturstigning på 4,5 °C (spenn 3,3-6,4 °C) fram mot 2100, i forhold til referanseperioden 1971-2000 (Aamaas mfl. 2018, s. 7). Figur 3.8 og 3.9 viser hvor mange grader endring det vil være i middeltemperatur om sommeren i Norge ved et høyt utslippsscenario, i 2031-2060, og i 2071-2100.

Et høyt utslippsnivå tilsier en betydelig økning i antall varme døgn, som er dager med middeltemperatur over 20 °C, mot slutten av århundret i Øst og Sør-Norge, samt i en del fjord- og dalstrøk i de nordligste fylkene (Hanssen-Bauer mfl., 2015, s. 101). Beregningene gir omtrent 30 varme døgn i et gjennomsnittså for blant annet områder rundt Oslofjorden (ibid).

Selv om det ikke er beregnet at vi vil få ulevelig høye temperaturer om sommeren i Norge, vil det ifølge Meteorologisk institutt (2017) kunne bli ubehagelig varmt i kortere perioder i deler av landet. Seniorforsker Rasmus Benestad ved Meteorologisk institutt mener temperaturøkningen nok ikke vil oppleves som et stort problem, men at vi vil få hetebølger som vil kunne være plagsomme og medføre en del helseproblemer (Ursin, 2019).

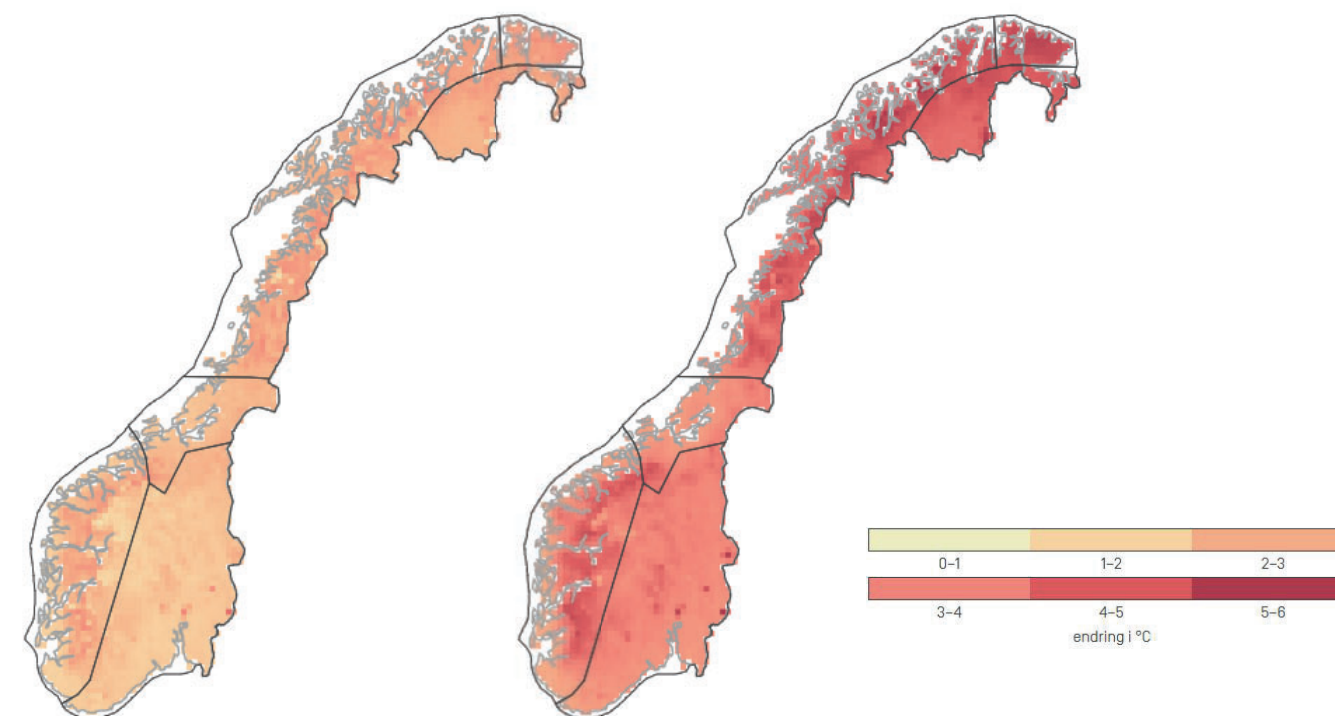
Ifølge Aamaas mfl. (2018, s. 27) vil økning i nedbør og ekstremnedbør være den mest merkbare endringen for klima i Norge fram mot 2100. Det er ventet en økning i årlig nedbør

på 18 prosent (spenn fra 7-23 prosent) fra referanseperioden 1971-2000 til 2071-2100 (ibid, s. 19). Økningen i nedbør er størst om våren og minst om sommeren (Hanssen-Bauer mfl., 2015, s. 10). Det vil også komme hyppigere episoder med kraftig nedbør (Aamaas mfl., 2018, s. 21).

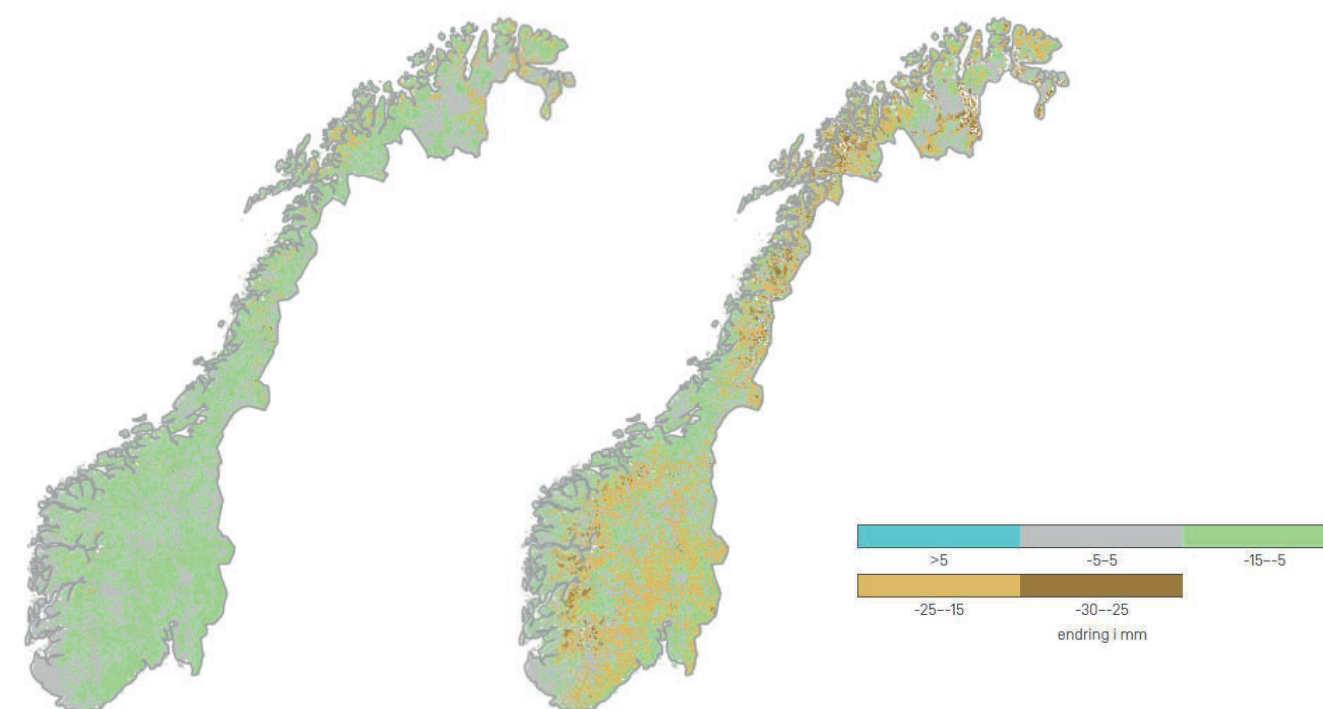
Økningen i ekstremnedbør gir akutte utfordringer, som for eksempel flom, mens stigende gjennomsnittstemperaturer gir en mer gradvis økning i utfordringer, som for eksempel hetebølger og tørke (Klimaetaten, 2019b).

Til tross for økt nedbør i årene som kommer, vil økt temperatur føre til mer fordampning (Aamaas mfl. 2018, s. 24). Det er forventet at perioden med markvannsunderskudd for deler av landet vil forlenges med 1 til 2 måneder mot slutten av århundret (ibid, s. 26). Figur 3.10 og 3.11 viser forventet endring i markvannsunderskudd til år 2031-2060 og 2071-2100 ved det høyeste utslippsscenarioet. I Sør-Norge vil dette skyldes økt fordampning, mens for høyereliggende områder og i Nord-Norge vil dette skyldes tidligere snøsmelting (ibid). Dette gjør at vi må forvente lengre tørkeperioder, som blant annet kan gi økt risiko for perioder med knapphet på trygt drikkevann eller vann til vanning av vegetasjon.

Med klimaendringene forventes det at vi i Norge vil få mellom 30-120 dager lengre vekstsesong, som er dager med døgnmiddeltemperatur over 5 °C, i perioden 2071-2100 sammenlignet med referanseperioden 1971-2000 (Aamaas mfl. 2018, s. 33). Norges kulturlandskap er i ferd med å gro igjen. Med et varmere klima vil gjengroingen som skjer i dag, kunne skje enda forttere (NOU 2010: 10, s. 172).



Figur 3.8 og 3.9 Endring i middeltemperatur fra perioden 1971-2000 til 2031-2060 til venstre, og til 2071-2100 til høyre, for sommeren i Norge ved høyeste utslippsscenario (Norsk Klimaservicesenter, u.å.-b).



Figur 3.10 og 3.11 Endring i markvannsunderskudd fra perioden 1971-2000 til 2031-2060 til venstre, og til 2071-2100 til høyre, for sommeren i Norge ved høyeste utslippsscenario (Norsk Klimaservicesenter, u.å.-b).

OSLO MOT 2100

77 Med klimaendringene beregnes det mange framtidige Oslo-somre som vil være varmere enn det tørkesommeren 2018 var. (Skaland mfl. 2019, s. 4)

Ifølge Klimaetaten (2020, s. 5) vil den forventede gjennomsnittlige økningen i temperatur i Oslo på 4 °C i år 2100 medføre alvorlige konsekvenser for byen. Klimaendringene i Oslo vil blant annet vise seg som høyere gjennomsnittlige temperaturer, mer nedbør, mindre sjanse for snørike vintre og større sjanse for sjeldne værphenomener som styrtregn eller tørke (ibid, s. 7).

Dersom klimagassutslippene fortsetter med dagens utvikling, vil framtidige somre i Oslo mot slutten av århundret kunne få middeltemperaturer på over 20 °C, samt mange flere ekstra varme dager og en betydelig økning i antall varme døgn (Skaland mfl. 2019, s. 56). Det er beregnet en økning i nedbør, men høye temperaturer og rask fordampning gjør at vi må være forberedt på mange flere tørkesomre i Oslo (ibid, s. 64). Ifølge Klimaetaten (2019a, s. 8) vil stigende gjennomsnittstemperaturer og gradvis endring i normalklima i Oslo føre til klimautfordringer det er viktig å forebygge på lang sikt. Blant utfordringene nevnes hetebølger, tørkeperioder, problemer med fukt og råte, samt urbanisering (ibid).

Bastin mfl. (2019, s. 1) har analysert 520 byers klima, deriblant Oslo, og vurdert om disse byene i 2050 vil ha et klima som ligner dagens klima for byer i andre bioklimatiske regioner. Basert på FNs klimapanelts utslippsscenario RCP4.5, som forskerne omtaler som et optimistisk klimascenario, er det forventet at byer på den

nordlige halvkule vil få et klima som ligner klimaet i byer omtrent 1000 kilometer lenger sør (ibid). Forskningsprosjektet anslår at klimaet i Oslo i 2050 vil ligne dagens klima i Bratislava, med en gjennomsnittlig temperaturøkning på 2,2 °C (Crowtherlab, u.å.). En slik utvikling er svært bekymringsverdig da ulike befolkninger har ulike optimale døgnmiddeltemperaturer (Folkhelsemyndigheten, 2019, s. 10). Dette vil jeg komme tilbake til i kapittel 3.3.

Klimaundersøkelsen 2019 viste at kun 1 av 5 Osloborgere vurderer Oslo kommunes innsats for å tilpasse byen til å tåle klimaendringene, for eksempel gjennom grønne tak, grønne lunger, regnbed, bekkeåpninger og flomsikring, som svært bra eller ganske bra (Oslo kommune, 2019). 34 prosent er svært eller ganske enig i at de er bekymret for at Oslo ikke er godt nok rustet til å takle klimaendringene og mer ekstremvær (ibid). 63 prosent av Osloborgerne mener imidlertid at arbeidet med å nå klimamålene vil gjøre Oslo til en bedre by å bo i (ibid).

23 prosent av Osloborgerne svarte at de er svært eller ganske enig i at de selv har opplevd problemer med ekstremvær det siste året, for eksempel med fremkommelighet, oversvømmelse, tørke og/eller høye temperaturer (Oslo kommune, 2019). 8 prosent av de som bor i Oslo og 9 prosent av de som bor i Akershus er svært eller ganske enig i at de har hatt problemer på arbeidsplassen og/eller i utførelsen av arbeid i forbindelse med ekstremvær det siste året, gjennom for eksempel redusert fremkommelighet, oversvømmelse, tørke og/eller høye temperaturer (ibid).



Foto 3.2 Eirik Skarstein/Unsplash, 2018

DELOPPSUMMERING KAPITTEL 3.1

Klima er det gjennomsnittlige været over en lengre periode, og det er således viktig at de som planlegger utemiljø tar hensyn til klima. Klimaendringene gjør verden, Norge og Oslo varmere og tørrere. Det er forventet en temperaturstigning på 4,5 °C fram mot 2100 i Norge, i forhold til referanseperioden 1971-2000. Til tross for økt nedbør, vil høyere temperaturer gi mer fordampning, og dermed økt risiko for tørke. Dette vil gi store utfordringer, for eksempel med ekstremværhendelser og endringer i naturen.

Med klimaendringene kan nåtidens ekstremvær bli framtidens normalvær.

De siste årene har det vært en markant økning i både antall og utbredelse av hetebølgehendelser i Norge. I perioden 1990-2019 har man i gjennomsnitt hatt 5 årlige hetebølgehendelser i områdene rundt Oslofjorden. I 2018 lå tallet imidlertid på 40 hetebølgehendelser, og i 2019 var det 12.



Foto 3.3 Harrison Moore/Unsplash, 2019

3.2 BYKLIMA

I dette delkapittelet vil jeg beskrive trenden urbanisering og hvordan byer lager sitt eget klima, herunder varmeøy-effekten.

URBANISERING OG FORTETTING

Urbanisering refererer til de sosioøkonomiske prosessene som leder til konsentrasjon av mennesker i urbane områder (Oke mfl. 2017, s. 6). Verdens byer vokser. I 2050 vil det globalt bo 2,5 milliarder flere mennesker i byer enn i 2018 (Klimaetaten, 2019a, s. 36). 82 prosent av Norges befolkning bor allerede i dag i byer og tettsteder (SSB, 2019b). Dette er en ønsket utvikling.

Byvekst skal i dag skje gjennom fortetting av eksisterende bebygde områder. I boka *The Urban Fix* ser Doug Kelbaugh (2019, s. 3) på byen som en strategi for å møte konsekvensene av klimaendringer, varmeøy-effekten og befolkningsvekst. Fra et miljøperspektiv er det bra at mennesker bor i byer, da dette generelt gir mindre transportbehov, og ved at flere bor i mindre enheter med tilsvarende mindre energibehov. Dette er blant årsakene til at fortetting i dag er et ønsket utviklingstrend. Denne utviklingen gjør det imidlertid helt nødvendig at byer tilbyr et godt levemiljø for mennesker.

Ifølge Klimaetaten (2019a, s. 23) vil fortetting som ikke tar hensyn til konsekvenser av klimaendringer øke byers sårbarhet, for eksempel ved økt omfang av ikke-permeable flater eller nedbygging av natur som er viktig for overvannshåndtering og temperaturregulering. Fortetting er ifølge Nordh og Thorén (2012, s. 241) en faktor som bidrar til nedbygging av den urbane grønnstrukturen, noe som øker presset på urban natur, grønne områder, samt kvaliteten på grøntarealene som blir igjen. I Klimaetatens (2019a, s. 24) *Faggrunnlag for Klimastrategi 2030* understrekes det at tette flater og redusert grønnstruktur ikke bare gjør byer sårbare for konsekvenser av ekstremnedbør, men også for konsekvenser av høyere temperaturer.

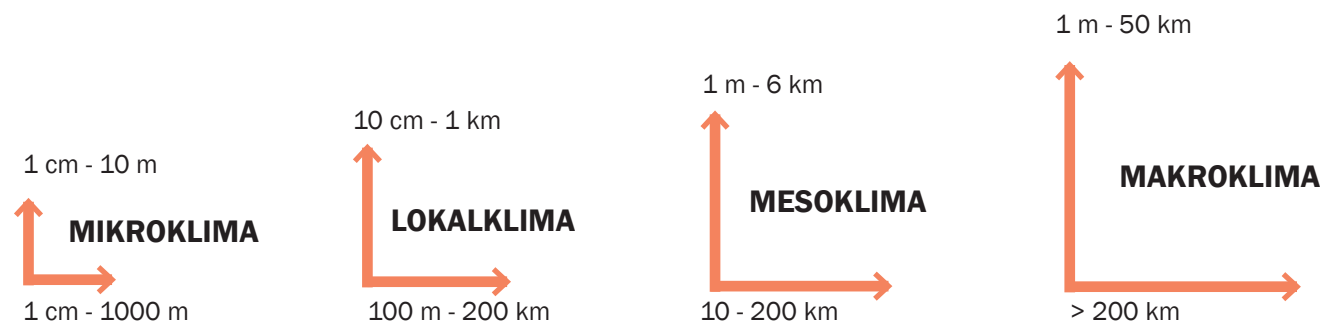
Figur 3.12 Kapittel 3.2

BYKLIMA

” Continuing urbanization makes cities, in particular, important foci of action for climate and health (World Health Organization, 2018, s. 8)

Byutvikling transformerer det eksisterende biofysiske landskapet så fundamentalt at byer lager et eget klima (Oke mfl. 2017, s. xix). Studien av byklima startet på tidlig 1900-tallet, men majoriteten av det vitenskapelige grunnlaget har blitt etablert i løpet av de siste tiårene (ibid, s. 14). Luke Howard anses som *the Father of Urban Climatology* grunnet hans observasjoner, tolkninger og rapporteringer om lufttemperatur og andre meteorologiske variabler i London på tidlig 1800-tallet (ibid, s. 454). Howard observerte også unormal varme i byer sammenlignet med distriktene rundt, et fenomen vi i dag kjenner som varmeøy-effekten (ibid, s. 455).

Et byklima gis av eksterne og interne kontroller (Oke mfl. 2017, s. 36). Eksempler på eksterne kontroller er byens breddegrad, høyde over havet, eventuell nærhet til større vann og de biofysiske karakterene til de omkringliggende områdene (ibid). Dette er statiske komponenter som bidrar til byens “bakgrunnsklima”. De interne kontrollene varierer fra by til by, og er et resultat av byens utforming, som mennesker kan endre gjennom planlegging, design og konstruksjoner (ibid).



MIKROKLIMA OG LOKALKLIMA

De interne kontrollene over byens klima bestemmes av et samspill av ulike mikroklima i gaterommene (Utaaker, 1991, s. 183). Når vi bygger hus, veier eller fabrikker ødelegger vi de eksisterende mikroklimaene og legger til rette for nye (Barry og Chorley, 2010, s. 410). Dette gir alle som er med på å forme omgivelsene, herunder landskapsarkitekter, både et ansvar og en mulighet til å påvirke byens lokal- og mikroklima.

Der vi ønsker at folk skal ha opphold, er kravene til mikroklima særlig store (Gehl, 2010, s. 184). Mikroklima blir imidlertid ifølge Carmona mfl. (2010, s. 226) ofte neglisjert i byforming, til tross for at beslutningene som tas i designprosessen kan påvirke mikroklima slik at plasser blir mer eller mindre komfortable.

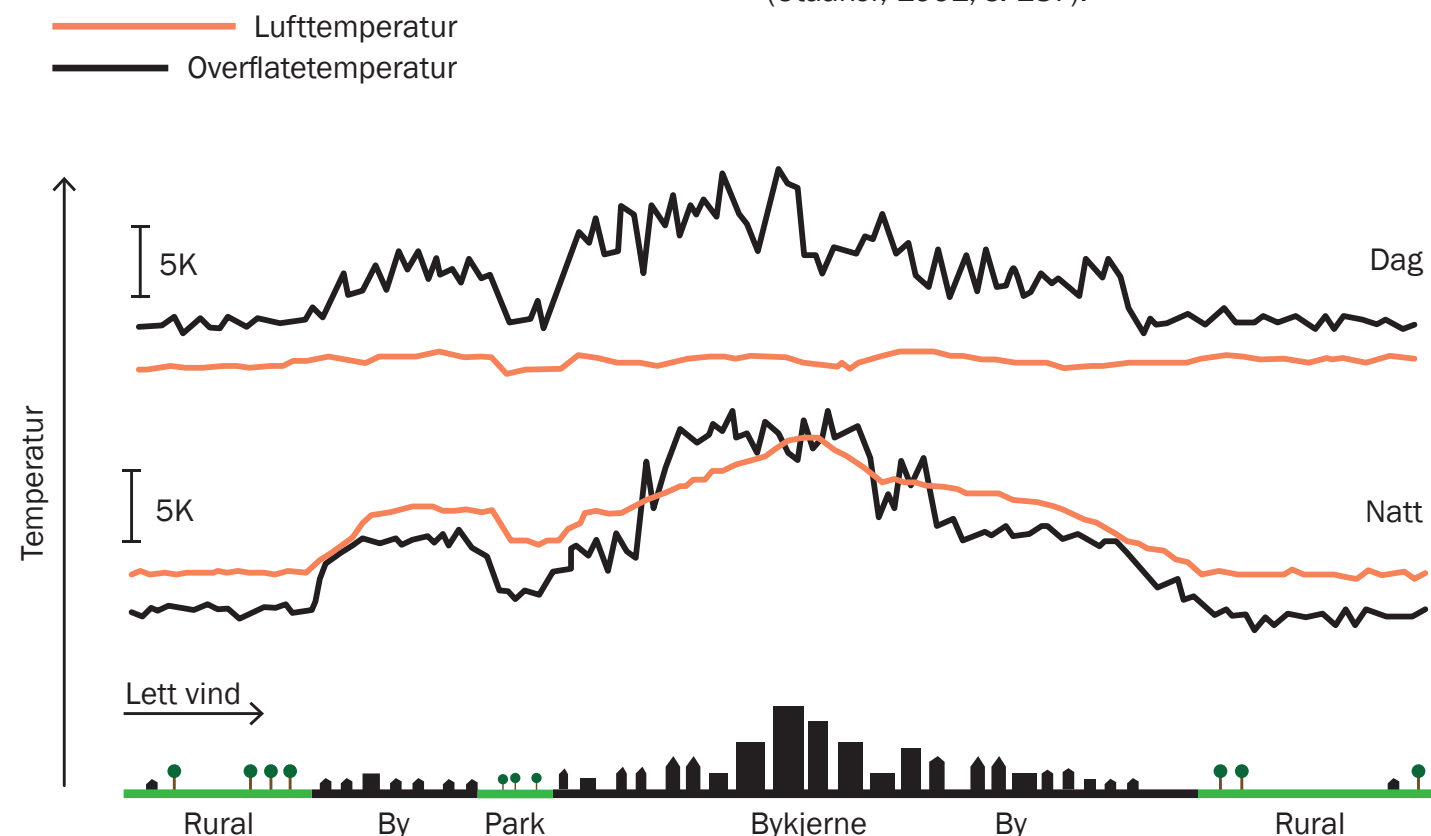
Mikro- og lokalklima styres av storstilte vær- og klimaforhold, overflatetypene som finnes i området, og områdets topografi (Utaaker, 1991, s. 26). Det er størst variasjon i mikro- og lokalklima på dager med klarvær og svak vind, og minst på dager med skyet og urolig vær (ibid). Dette fordi strålingsenergien fra sola påvirker ulikt på slike dager. Ifølge Oke mfl. (2017, s. 123) er endring av strålingsforholdene et av de viktigste verktøyene arkitekter og landskapsarkitekter har for å kontrollere mikroklima.

Figur 3.13 Inndeling av klima i ulike skalaer, etter Utaaker (1991, s. 20)

VARMEØY-EFFEKTEN

Flere funn i litteraturen viser at byer som oftest er varmere sammenliknet med de rurale omgivelsene (Grey og Deneke, 1978, s. 109; Lenzholzer, 2015, s. 36; NOU 2013: 10, s. 145; Oke mfl. 2017, s. 197; Utaaker, 1991, s. 185). Dette fenomenet kalles varmeøy-effekten. Varmeøy-effekten kommer i tillegg til den globale oppvarmingen, og er med på å gjøre byer i verden mindre komfortable å bo i for mennesker (Kelbaugh, 2019, s. 11). Klimafremskrivninger tar ikke hensyn til byklima og varmeøy-effekten, og det kan derfor tenkes at fremskrivningene til dels underkommunerer den faktiske temperaturøkningen i byer.

Varmeøy-effekten er størst om dagen dersom målinger av overflatetemperatur benyttes, og størst om natten dersom målinger av lufttemperatur benyttes (Bühler mfl. 2010, s. 9), som vist i figur 3.14. Disse to temperaturene er imidlertid relatert til hverandre. Molekyler i luften er i konstant kontakt med selve jordoverflaten og overflater på jordoverflaten, slik at når en overflate varmes opp, vil noe av energien overføres til molekylene i luften som gjør at også luften varmes opp (Brown, 2010, s. 46). Til tross for at lufttemperaturen om dagen kan være ganske lik for en by og distriktene rundt, vil byen ofte føles varmere grunnet et tillegg av strålingsvarme i form av varmestråling fra varme bygninger og gater, samt at vinden ofte er svakere i byer enn utenfor (Utaaker, 1991, s. 187).



Figur 3.14 Varmeøy-effekten, basert på Oke mfl. 2017. 5K tilsvarer en endring på 5 °C.

Climate change makes urban climate problems worse (Lenzholzer, 2015, s. 14)

Varmeøy-effekten er ofte sterk om vinteren, men da er den gjerne mindre problematisk, da den kan bidra til å senke risikoen for kulderelaterte dødsfall, minske behovet for oppvarming, gi bedre komfort når man oppholder seg utendørs, og mindre is og snø som kan forårsake ulykker (Kelbaugh, 2019, s. 46). Ifølge Bühler mfl. (2010, s. 15) kan varmeøy-effekten isolert sett oppfattes som positiv og behagelig på nordlige breddegrader. Sett i sammenheng med klimaendringene, vil imidlertid også regioner med et kjøligere klima oppleve de negative konsekvensene av effekten (ibid).

Ifølge Lenzholzer (2015, s. 68) vet alle med litt kunnskap om byklima at varmeøy-effekten finnes i enhver by. Øyvind Nordli i Meteorologisk institutt bekrefter at det er en varmeøy-effekt i Oslo: "Det er heilt opplagt at i Oslo er det ein varmeøyeffekt, byen er stor nok til det" (e-post 20.02.2020). Ifølge Klimaetaten (2020, s. 57) er imidlertid ikke varmeøy-effekten en utbredt problemstilling i Norge ennå, men ved høyere temperaturer og flere hetebølger vil effekten kunne utgjøre en utfordring for Oslo.

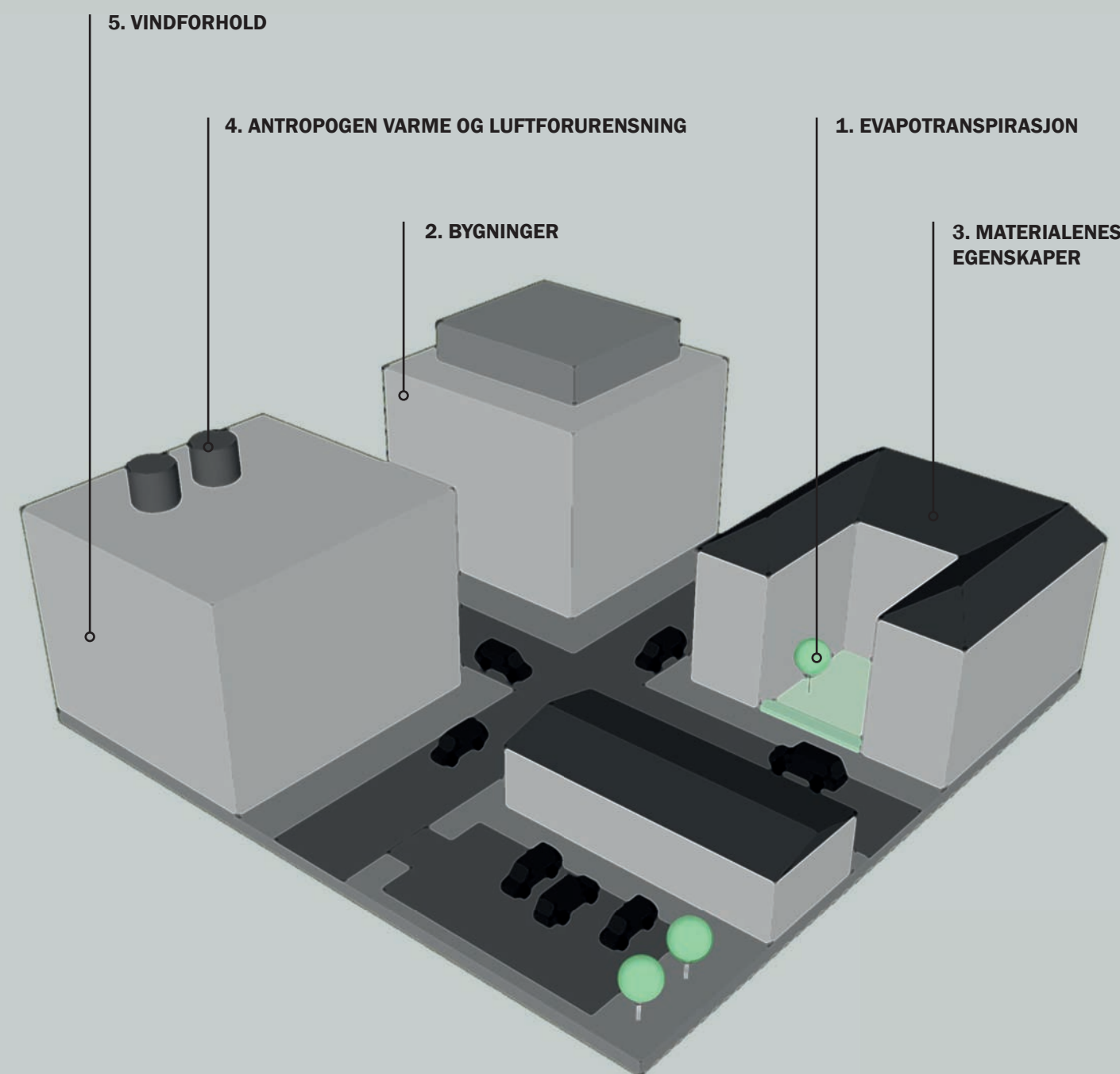
Varmeøy-effekten er studert i flere byer. Ifølge Bühler mfl. (2010, s. 3-4) viste satellittmålinger av overflatetemperaturer i København en klar varmeøy-effekt, med forskjeller på opptil 12 °C mellom områder utenfor byen og i indre by, i løpet av sommeren 2006. Ifølge svenske folkehelsemyndigheter vil en by med 1 million innbyggere kunne få en varmeøy-effekt på opptil 8 °C, og selv en by med under 1000 innbyggere vil kunne få en varmeøy-effekt på omtrent 2 °C (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 11).

Soft, moist and green becomes hard, dry and gray (Brown, 2010, s. 39)

Lenzholzer (2015, s. 36) kritiserer varmeøy-effekten for å være et for unyansert begrep som ikke reflekterer temperaturskjeller innad i byen. Hun introduserer begrepet *heat archipelago*, der *archipelago* kan forstås som øygruppe, for å indikere at byer kan bestå av flere varme områder, og at effekten ikke nødvendigvis er gjeldende for byen som helhet (Lenzholzer, 2015, s. 36-37).

Varmeøy-effekten oppstår som følge av endringene byutvikling gjør med energibalansen til stedet der byen bygges (Oke mfl. 2017, s. 197). Med utgangspunkt i figur 3.15 vil jeg beskrive noen av disse endringene som er med på å gjøre byen varmere enn distriktene:

1. **Evapotranspirasjon**
2. **Bygninger**
3. **Materialenes egenskaper**
4. **Antropogen varme og luftforurensning**
5. **Vindforhold**



Figur 3.15 Årsaker til varmeøy-effekten

1. EVAPOTRANSPIRASJON

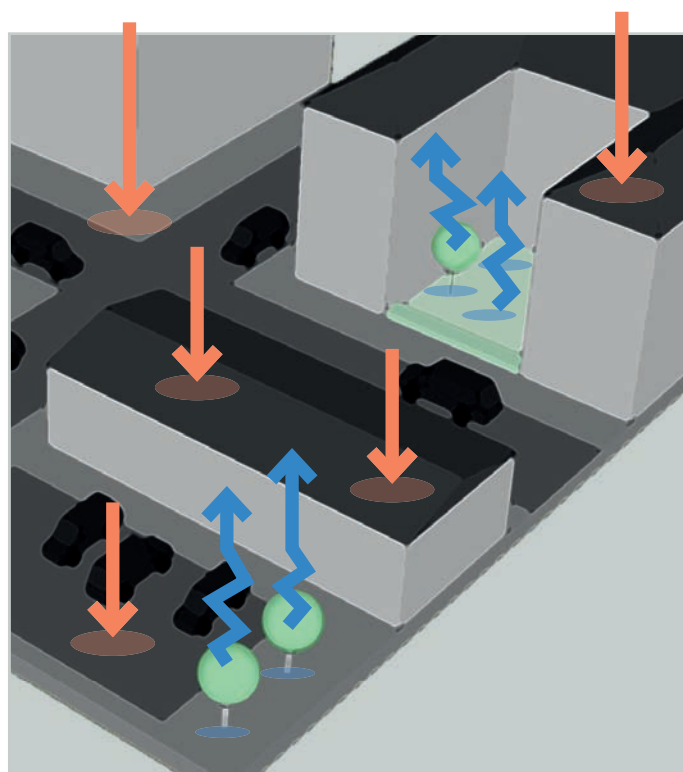
Evapotranspirasjon er et samlebegrep for fordampning får fra transpirasjon i vegetasjon, og evaporasjon fra overflater.

Evaporasjon er en energikrevende prosess der vann fordampes fra flytende form til damp (Oke mfl. 2017, s. 473). Prosessen bruker energi som ellers ville gått med til oppvarming av omgivelsene (Lenzholzer, 2015, s. 35). Energien går over til å bli latent varme. Latent varme er betegnelsen på energien som kreves for å endre et stoff fra fast til flytende form, eller fra flytende form til gassform (Utaaker, 1991, s. 17). Det er gode muligheter for evaporasjon fra en fuktig landflate når flaten er varm, luften rundt er forholdsvis tørt og vindhastigheten høy (ibid, s. 82).

I byer er det en stor andel ikke-permeable flater, som gir lite evaporasjon sammenliknet med permeable flater, fordi vann ledes raskest mulig bort. Varmestråling i byer går dermed i stor grad med til å varme opp objekter og overflater, heller enn til latent varme, se figur 3.16.

Transpirasjon er en prosess i planter der vann fordampes fra bladene (Barry og Chorley, 2010, s. 85). Dette er en livsnødvendig prosess for plantene, fordi det er på denne måten de frakter vann med næring som tas opp gjennom røttene, opp i plantenes øvre deler. Prosessen kjøler også ned bladene til vegetasjonen (ibid). Vanddampen slippes ut av bladene gjennom spalteåpninger som kalles stomata, som vegetasjonen kan åpne og lukke for å regulere vanntap (Utaaker, 1991, s. 102). På samme måte som evaporasjon, er også transpirasjon en prosess som krever energi, og som dermed forbruker varmemestråling som ellers ville gått med til å varme opp omgivelsene.

Med en varmere framtid er evapotranspirasjon en viktig prosess som kan være med på å regulere temperatur. Men med varme følger ofte tørke, og i perioder med vedvarende oppholdsvær vil mengden nyttbart vann i jorda avta, og evapotranspirasjonen dermed reduseres (Utaaker, 1991, s. 108).



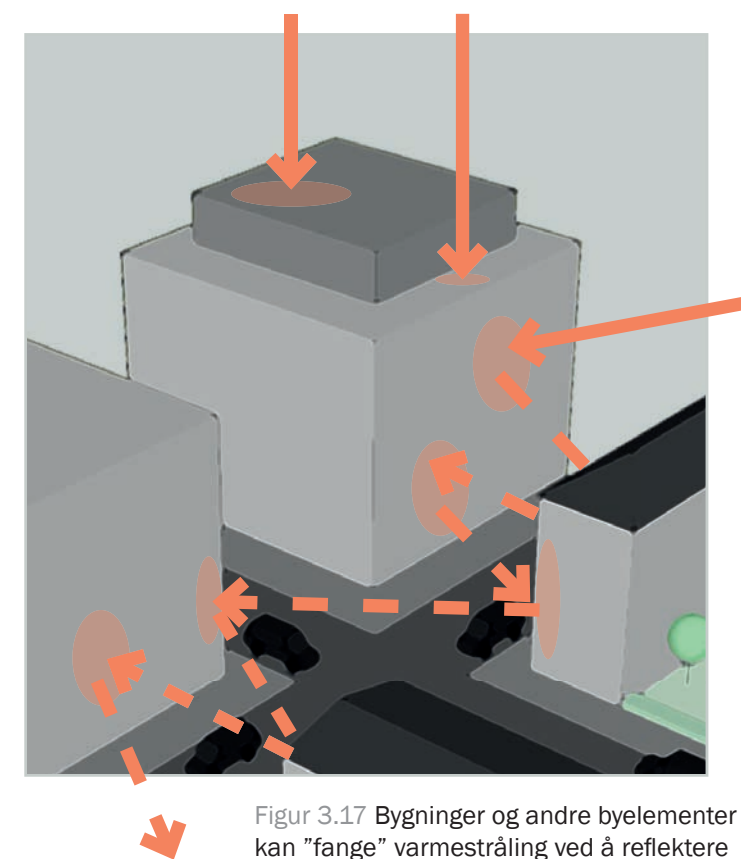
Figur 3.16 Strålingsenergi kan gå til latent varme gjennom evapotranspirasjon, i stedet for til følbare varme, der det finnes vegetasjon. Byer har generelt mindre vegetasjon enn rurale områder.

2. BYGNINGER

Formen, fargen, høyden, posisjoneringen og orienteringen av bygningene, samt dimensjoneringen på gatene mellom byggene, bestemmer i hvilken grad varm luft og strålingsenergi "fanges" og konsentreres i byen (Kelbaugh, 2019, s. 97), se figur 3.17. En bygning i et landskap endrer en rekke mikrometeorologiske forhold på stedet (Utaaker, 1991, s. 180). I skyggen av huset reduseres solstrålingen, mens omgivelsene kan få mer stråling grunnet refleksjon fra veggene på bygget (ibid). Bygninger kan også både forsterke og redusere vind. Det er derfor viktig at planleggere tar mikroklimatiske hensyn når de planlegger urban form og geometri.

Bygninger er en sentral del av varmeøy-effekten. Bygg har stor varmelagringsevne, tak og vegger er ofte eksponert mot sola, og ulike prosesser i bygget, som for eksempel nedkjøling eller oppvarming, bidrar til å generere varme (Phelan mfl. 2015, s. 289).

I Norge har det ikke vært like stor tradisjon for kjøleanlegg som i land ved sydlige breddegrader, og noen kan derfor argumentere for at denne delen av varmeøy-effekten ikke er relevant her til lands. I løpet av første halvår i 2018 firedoblet imidlertid salget av vifter og mobile klimaanlegg seg sammenliknet med samme periode i 2017, og flere butikker og leverandører var utsolgt for disse produktene (Olsen, 2018). Ifølge Klimarisikoutvalget (NOU 2018: 17, s. 74) er en mulig negativ virkning av klimaendringer for realkapitalen i Norge økt avkjølingsbehov i bygg. Klimaetaten (2020, s. 41) påpeker at vi tradisjonelt har bygget hus for å tåle kulde, men at det nå er økt behov for å vurdere byggtekniske løsninger for høye temperaturer.



Figur 3.17 Bygninger og andre byelementer kan "fange" varmemestråling ved å reflektere strålingen mellom hverandre.

3. MATERIALENES EGENSKAPER

Termodynamikkens første lov konstaterer at energi ikke kan skapes eller forsvinne (Utaaker, 1991, s. 24). Når stråling møter et objekt kan tre prosesser skje; absorpsjon, som ofte gir oppvarming av objektet, refleksjon, som sender strålingen tilbake, eller transmisjon, som lar strålingen passere gjennom objektet (Oke mfl. 2017, s. 124). En by har mange materialer med ulike egenskaper. Jeg vil her ta for meg strålingsegenskapene albedo og emissivitet.

Albedo

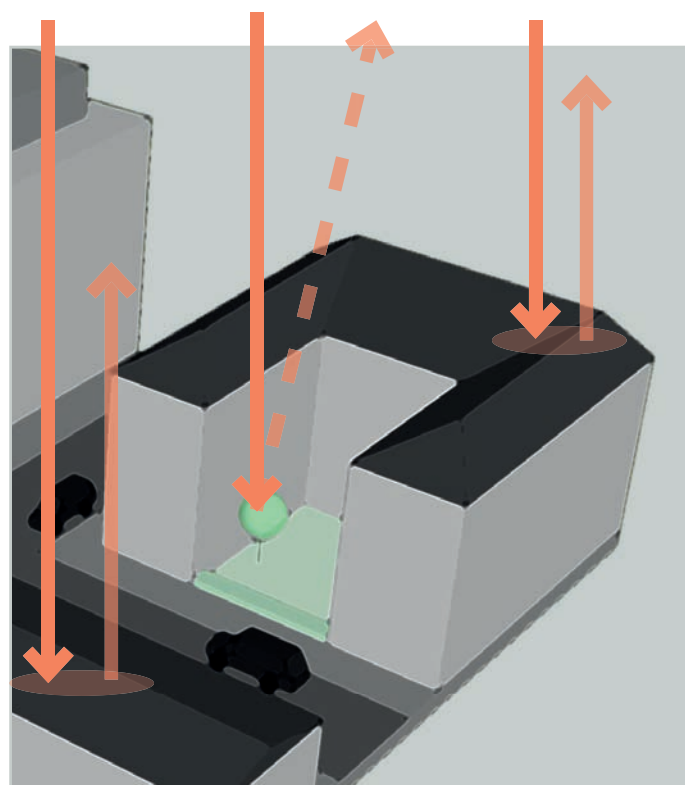
Albedo beskriver et objekts evne til å reflektere stråling (Botkin og Keller, 2014, s. 491). Materialer som reflekterer mye strålingsenergi vil kunne ha en lavere temperatur enn materialer som reflekterer lite stråling, fordi strålingen reflekteres bort i stedet for å bli absorbert. Materialer som reflekterer mye stråling vil også bidra mindre til oppvarming av luften som er i kontakt med overflaten, enn materialer som reflekterer lite stråling (ibid). Mørke farger absorberer mer strålingsenergi enn lyse farger, noe man kan legge merke til dersom man bytter fra en svart til en hvit t-skjorte i sommervarmen. Materialer på tak og veier er typisk mørke, og har generelt lav albedo. Gjennom å planlegge albedo nøye for byens overflater, kan man oppnå en reduksjon av varmeøy-effekten (Oke mfl. 2017, s. 142).

Emissivitet

Emissivitet beskriver utstråling fra et objekt (Utaaker, 1991, s. 29), for eksempel langbølget stråling. Emissjonsevne avhenger av objektets overflateegenskaper og temperatur (ibid). De fleste byggematerialer har lav albedo og høy emissivitet (Thue, 2002, s. 4.22).

MATERIALE	ALBEDO	EMISSIVITET
Jord	0,05 - 0,30	0,89 - 0,98
Gress	0,16 - 0,26	0,90 - 0,98
Barskog	0,11 - 0,13	0,97 - 0,99
Løvsog (med blader)	0,20	0,99
Nysnø	0,80 - 0,90	0,90 - 0,99
Nylagt asfalt	0,05	0,89 - 0,96
Betong	0,10 - 0,35	0,85 - 0,97
Treverk	0,22	0,90
Polert metall	0,50 - 0,90	0,02 - 0,06

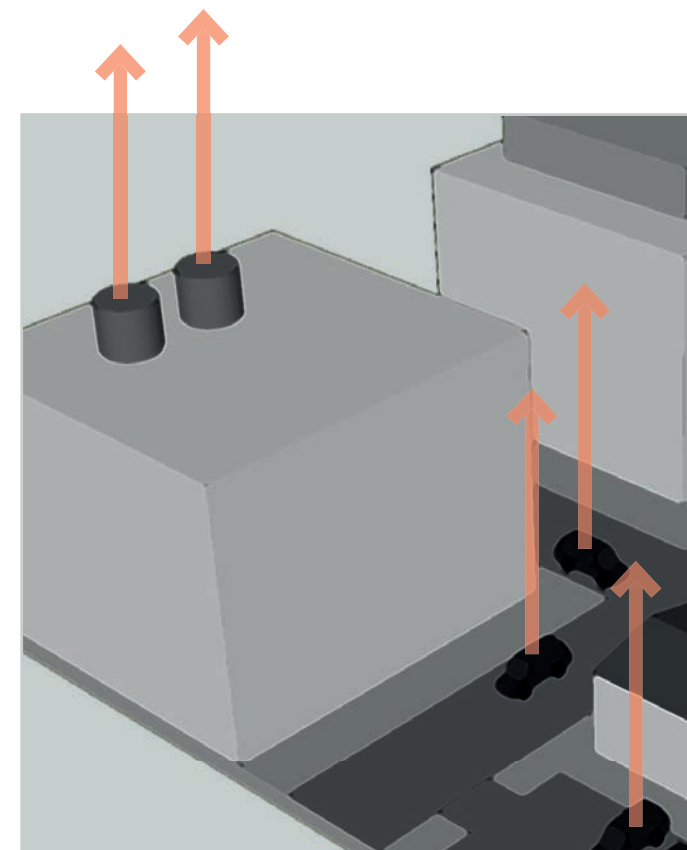
Figur 3.18 Tabellen viser albedo og emissivitet for et utvalg materialer (basert på Oke mfl. 2017). Mulig verdier for begge parametre er 0-1. For albedo betyr 0 at all stråling absorberes, og 1 at all stråling reflekteres. For emissivitet betyr 0 at ingenting av absorbert energi emitteres, mens 1 at all absorbert energi emitteres.



Figur 3.19 Mørke materialer absorberer mye strålingsenergi, og kan dermed emittere mye langbølget stråling. Lyse materialer vil derimot reflektere mye av strålingen.

4. ANTROPOGEN VARME OG LUFTFORURENSNING

Antropogen varme er varme som kommer av menneskelig virksomhet, for eksempel fra forbrenning av kull, olje og gass (Utaaker, 1991, s. 184). Dette er prosesser som i tillegg øker mengden klimagasser i atmosfæren. Endret sammensetning i atmosfæren over byer som følge av økt luftforurensning, endrer hvor mye stråling som absorberes, transmitteres og reflekteres (Oke mfl. 2017, s. 145). Som vist i figur 3.3 i kapittel 3.1, kan klimagasser i atmosfæren bidra til at mer langbølget varmestråling absorberes eller re-emitteres tilbake til jordoverflaten.

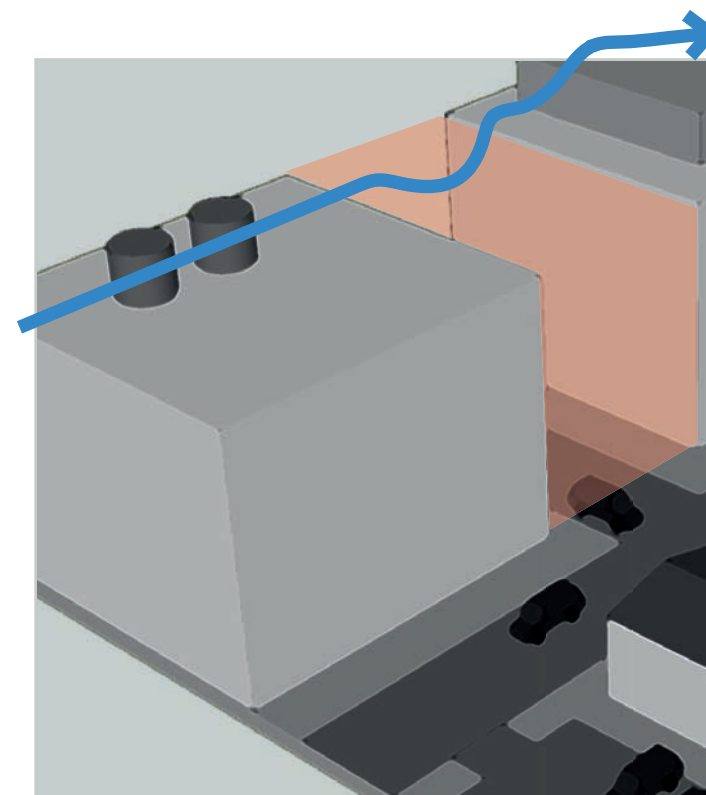


Figur 3.20 Menneskelig aktivitet kan bidra til varmeøy-effekten og større innhold av klimagasser i atmosfæren over byen.

5. VINDFORHOLD

Vind er luft i bevegelse. Byens geometri kan påvirke vind og begrense luftstrømmer, som igjen vil kunne redusere utskiftning av varm luft (Bühler mfl. 2010, s. 12). Ifølge Thue (2002, s. 2.21) kan midlere vindhastighet være redusert med 20-50 prosent i byer. Det kan imidlertid oppstå trakteffekt i trange gater eller en kraftig vindøkning ved høye bygg (ibid).

Varmeøy-effekten kan generere egne luftstrømmer, ved at den varme luften over byen stiger, og suger inn kaldere luft fra kjøligere områder rundt (Lenzholzer, 2015, s. 40-41). Dette kalles adveksjon. Parker og vann i byområder kan gi advektiv påvirkning i kantene (Utaaker, 1991, s. 184). Omgivelsene kan også bli advektivt påvirket av byen, dersom vind tar med seg varme (ibid).

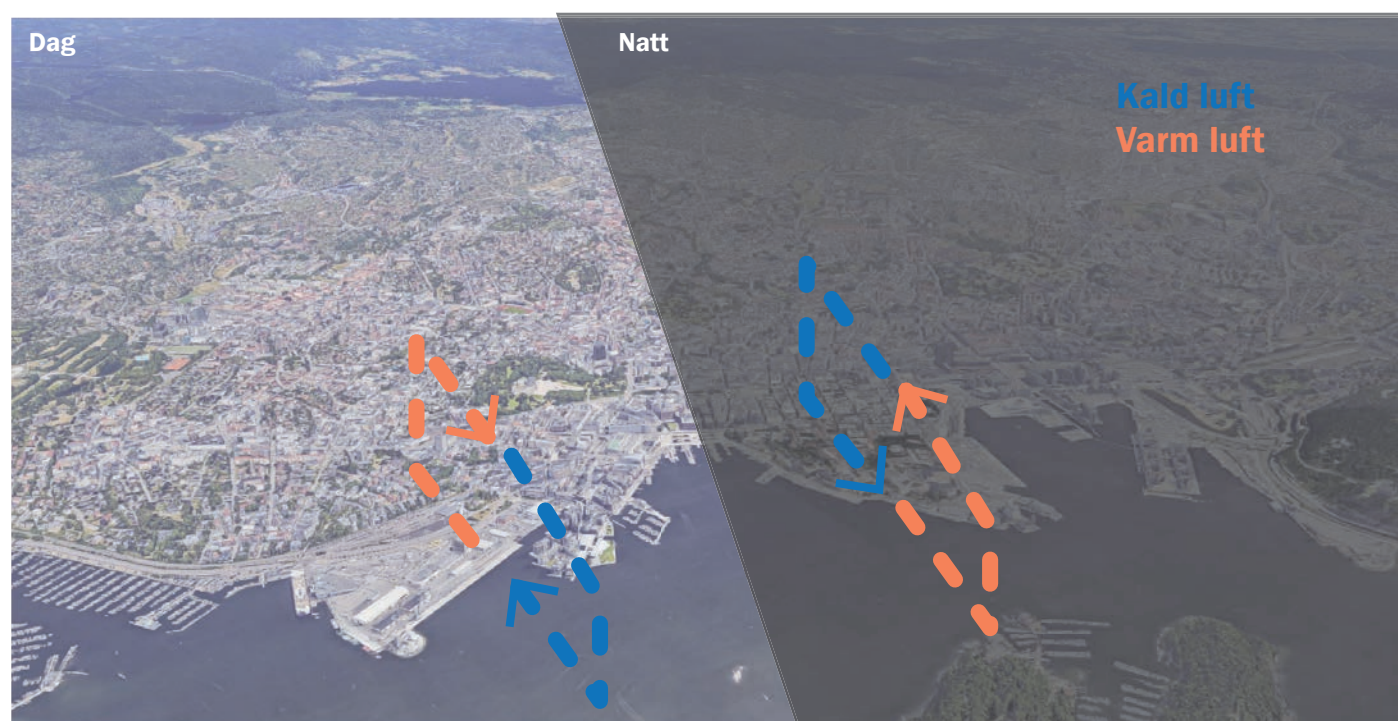


Figur 3.21 Byens strukturer kan i noen tilfeller begrense vind og hindre utskiftning av varm luft.

OSLOS BYKLIMA

Oslo kommune har et ønske om å bygge en mer kompakt og klimavennlig by, men sammen med klimaendringer kan dette forsterke lokale utfordringer knyttet til varmeøyer og luftkvalitet (Klimaetaten, 2019a, s. 8). Det blir stadig viktigere å ta hensyn til lokalklimaet i Oslo dersom man skal forebygge klimautfordringer knyttet til stigende temperaturer i byen (ibid). Ifølge Klimaetaten (2020, s. 158) er Oslo spesielt utsatt for klimaendringer grunnet høy konsentrasjon av mennesker og bebyggt miljø.

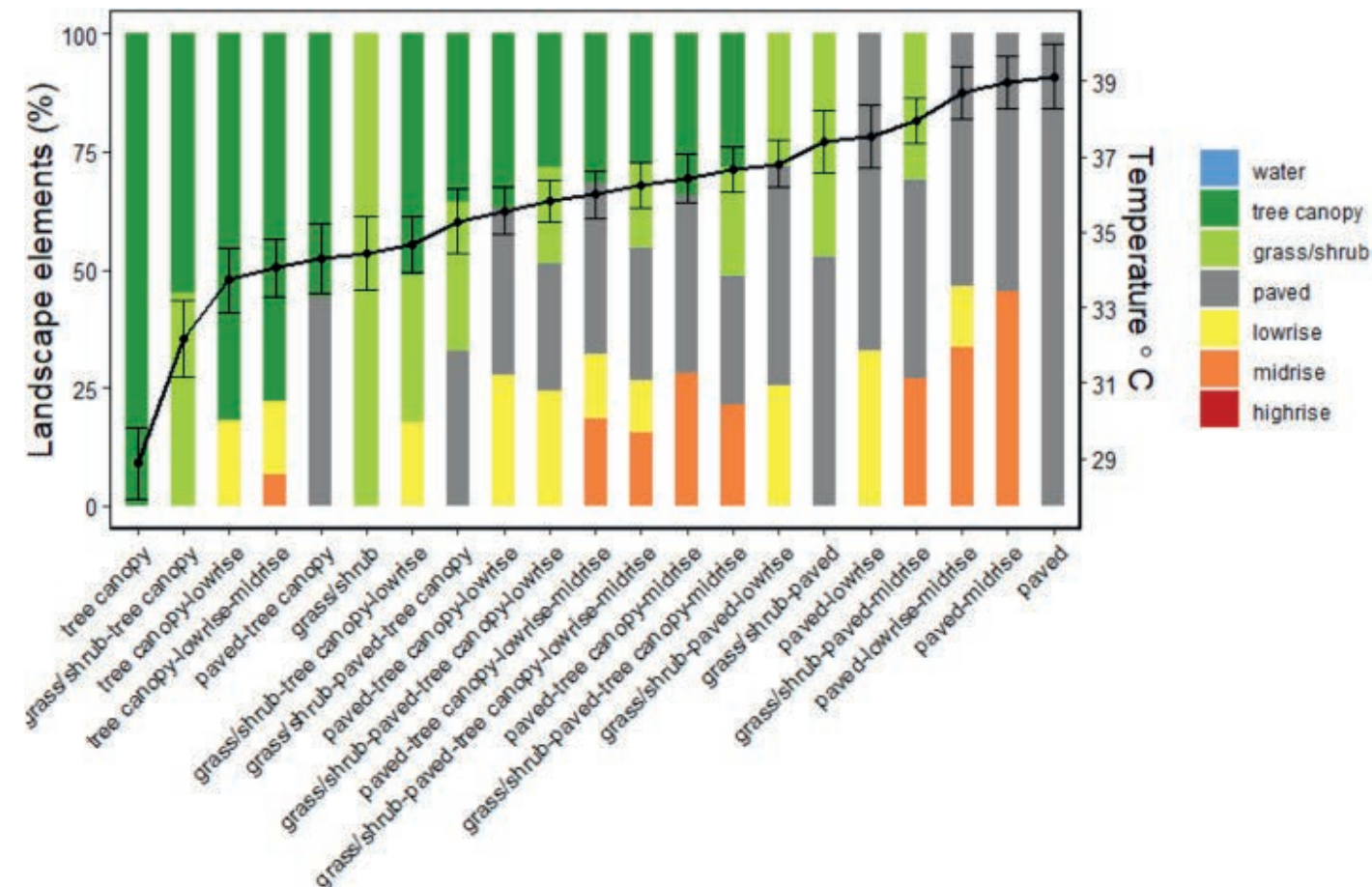
Klimaet i Oslo preges av nærheten til Oslofjorden. I en by ved et stort vann som ikke fryser om vinteren, vil klimaet ved vannet som regel være varmere om vinteren og kaldere om sommeren, enn i områder lenger unna vannet, grunnet vannets store varmekapasitet (Brown, 2010, s. 119). Vann varmes sakte opp, og kjøles sakte ned. Figur 3.22 illustrerer hvordan lokale vindsystemer oppstår ved kystbyer. Gjennom dagen varmes byen raskere opp enn vannet. Den varme luften over byen stiger, og dette skaper et undertrykk som suger inn kaldere luft fra over vannet. Om natten er det omvendt fordi vannet kjøles saktere ned enn byen (Lenzholzer, 2015, s. 39).



Figur 3.22 Lokale vindsystemer ved kystbyer om dagen og om natten (basert på Lenzholzer, 2015). Bakgrunnskartet er hentet fra Google Maps

Venter, Krog og Barton (2019, s. 5) har gjennomført en studie der de har benyttet en satellittbasert modell for klassifikasjon av ulike landskapstyper i Oslo. Studien viste at omtrent 50 prosent av Oslos bebygde areal består av ikke-permeable overflater, 19 prosent av trekroner, og 10 prosent av gress og busker. Forskerne har også sett på overflatetemperaturer. Resultatene viser at på en av de varmeste dagene i juli 2018, var det 10 °C forskjell i overflatetemperatur mellom de ulike registrerte landskapstypene. Typene som inneholdt trekroner hadde overflatetemperaturer på 29 °C, mens typene med ikke-permeable flater hadde overflatetemperaturer på 39 °C (ibid).

Figur 3.23 viser overflatetemperaturen for de 21 mest typiske landskapstypene i Oslos bebygde areal, under skyfrie forhold 3. juli 2018 (Venter, Krog og Barton, 2019, s. 6). Figuren viser tydelig hvordan overflatetemperaturen synker med økende mengde grønt. Av figuren kan vi også se at trær har en mye større effekt på overflatetemperaturer enn gress og busker. Kolonne 5 og 6 fra venstre viser hvordan en landskapstype med omtrent 50 prosent harde flater og 50 prosent trekroner har lavere overflatetemperatur enn en landskapstype med 100 prosent gress eller busker.



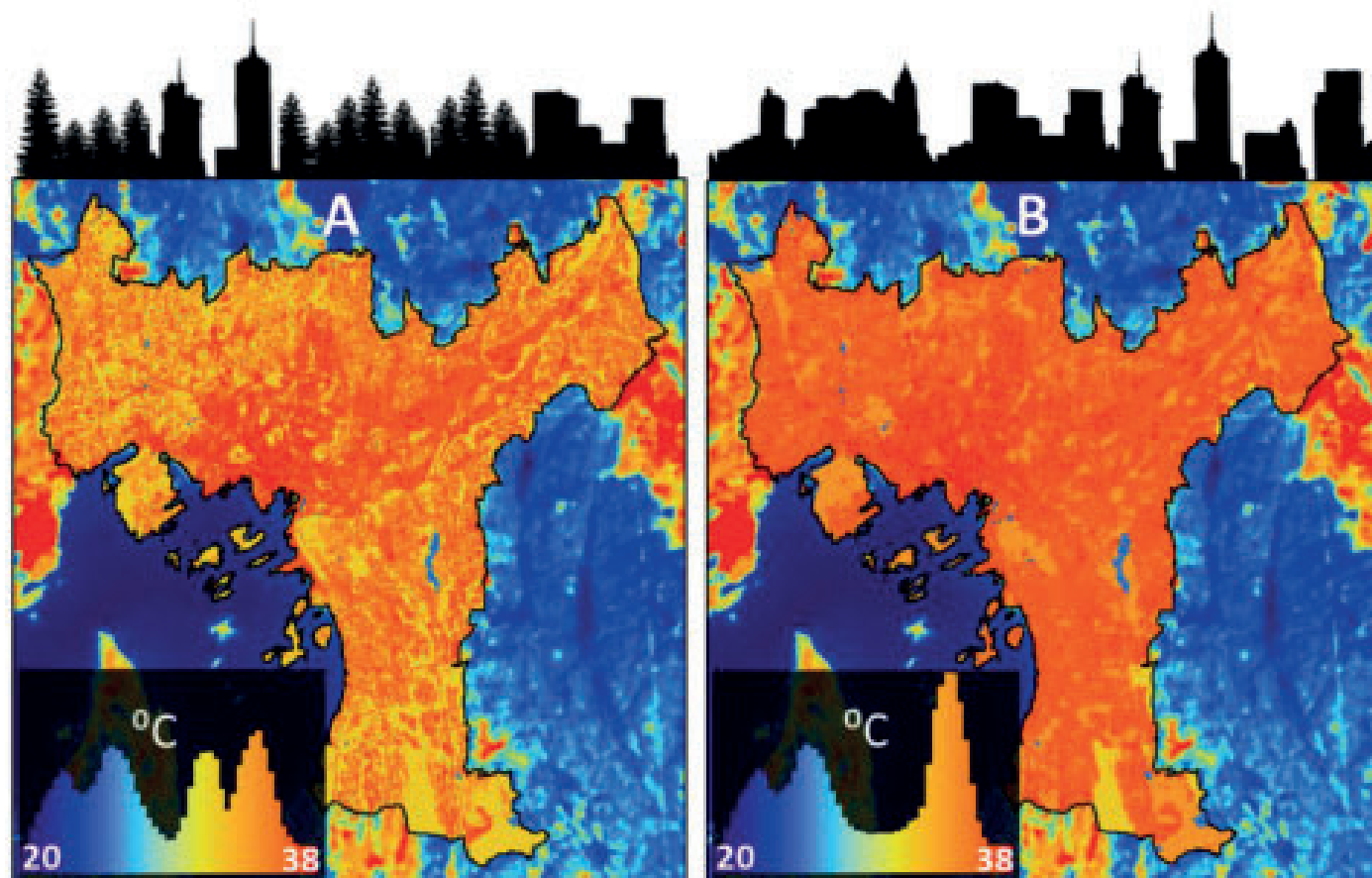
Figur 3.23 Overflatetemperatur for de 21 mest typiske landskapstypene i Oslos bebygde areal, under skyfrie forhold 3. juli 2018 (Venter, Krog og Barton, 2019).

Ifølge studien til Venter, Krog og Barton (2019, s. 5) hadde 23 prosent av Oslos bebygde areal overflatetemperatur på over 30 °C minst én gang hver uke i perioden mai til august i 2018. I et modellert scenario der alle landskapstyper med trær er byttet ut med den mest dominerende landskapstypen uten trær innenfor en radius på 30 x 30 meter, fant de ut at arealet som ville hatt overflatetemperatur på over 30 °C ville ha steget fra 23 til 29 prosent under den samme perioden (ibid, se figur 3.24).

Bilde A i figur 3.24 viser overflatetemperaturen i Oslos bebygde areal for 3. juli 2018. Bilde B viser

det modellerte scenarioet der alle landskapstyper med trær er erstattet med den mest dominerende landskapstypen uten trær innenfor en radius på 30 x 30 meter. Vi ser tydelig hvordan området med høyere overflatetemperaturen økt.

Studien til Venter, Krog og Barton (2019, s. 7) viser en forskjell i overflatetemperaturen på 10 °C mellom vegeterte og ikke-permeable flater i Oslo, noe forskerne mener beviser at det er en betydelig varmeøy-effekt også på nordlige breddegrader, samt at grønne elementer er en måte å bekjempe varmeøy-effekten på.



Figur 3.24 Registrerte og modellerte overflatetemperaturen i Oslos bebygde areal, 3. juli 2018, med og uten trær (Venter, Krog og Barton, 2019).

DELOPPSUMMERING KAPITTEL 3.2

82 prosent av Norges befolkning bor i dag i byer og tettsteder, og fortetting av eksisterende bebygde og sentrale områder er en ønsket utviklingstrend. Det er derfor nødvendig at byer tilbyr et godt levemiljø.

I byer skapes et eget byklima. Dette viser seg blant annet som varmeøy-effekten. Landskapsarkitekter kan være med på å bestemme byklima, mikroklima og varmeøy-effekten gjennom valg i forbindelse med byens utforming.

Ifølge Kelbaugh (2019, s. 3) har det vært overraskende lite oppmerksomhet rundt varmeøy-effekten i den offentlige samtalen om klimaendringene. I kapittel 2.1 viste jeg at 65 prosent av respondentene i spørreundersøkelsen ikke har hørt om varmeøy-effekten. Samtidig er det problematisk at varmeøy-effekten kan gi byer et

dårlig rykte når det er nettopp nå det er viktig å oppfordre mennesker til å bo urbant.

I dette delkapittelet har jeg vist hvordan de fem faktorene evapotranspirasjon, bygninger, materialenes egenskaper, antropogen varme og luftforurensning, og vindforhold er med på å skape varmeøy-effekten. Jeg har også redegjort for at det er en varmeøy-effekt i Oslo.

Et varmere byklima vil kunne gi en rekke negative konsekvenser, for eksempel gjennom å påvirke innbyggernes livskvalitet i form av økt risiko for varmerelaterte sykdommer og generelt økt ubehag (Bühler mfl. 2010, s. 15). Det er derfor viktig å være klar over varmeøy-effekten dersom målet er å skape komfortable byer og leveområder for mennesker.

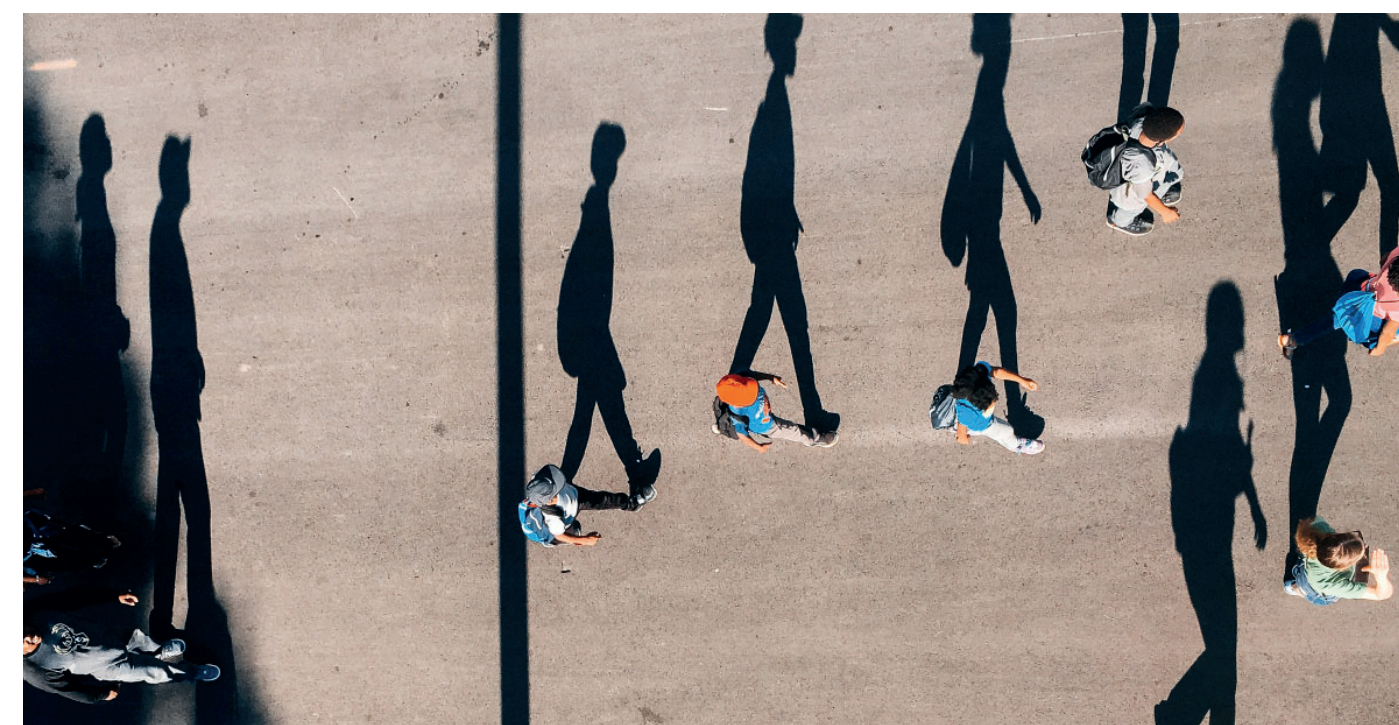


Foto 3.4 Tom Barrett/Unsplash, 2017

3.3 FOLKEHELSE

I dette delkapittelet vil jeg beskrive hvordan og hvorfor et varmere byklima kan være negativt for norsk folkehelse.



Folkehelse er i Folkehelseloven (2011 § 3) definert som befolkningens helsetilstand. Helse og trygghet er grunnleggende for menneskers opplevelse av å leve i et trygt samfunn, samt byggesteiner i det norske velferdssamfunnet (NOU 2010: 10, s. 76). I Folkehelsemeldinga (St.meld. 19 (2018-2019) s. 75) heter det at “både unge og gamle ser på helsa og familien som viktigast for livskvaliteten”.

Til tross for at vi i Norge er relativt godt rustet mot konsekvensene av klimaendringene, mener Miljødirektoratet (2019a) at nedbør, hetebølger og tørkeperioder likevel vil få betydning for helsen vår. Ifølge Klimaetaten (2020, s. 139) påvirker klimarelaterte forhold allerede helse i dagens klima, og med et endret klima vil de helsemessige påkjenningene som dagens klima gir, forsterkes.

Det er ifølge Den Norske Legeforening (u.å.) bred enighet om at ekstrem hete i seg selv øker forekomst av sykdom og død. Høyere temperaturer og flere hetebølger trekkes fram som årsaker til økt helserisiko i Norge i framtiden, men ifølge Miljødirektoratet (2019a) har ingen så langt studert mulige effekter av et varmere klima på norsk folkehelse. I *Tilpasning til eit klima i endring* (NOU 2010: 10, s. 18) anbefaler utvalget forskning på varme og hetebølger og deres påvirkning på dødsprosent samt betydning for samfunnet, for å styrke klimatilpasning i helsesektoren. Norsk medisinstudentforening (Nmf) og Legeforeningen oppfordrer nå de medisinske fakultetene til å også undervise om klimaeffekter på menneskers helse (Bruholt, 2020). Ifølge Ola Løkken Nordrum, folkehelseansvarlig i Nmf Utland, ser man i dag psykiske problemer relatert til klima, som “klimaangst”, samt hvordan hetebølger og ekstremvær kan forverre eksisterende sykdomsbilder (ibid).

Figur 3.25 Kapittel 3.3

Tidligere har diskusjonen om klimaendringer stort sett omhandlet de fysiske virkningene, og mindre på implikasjonene disse fysiske virkningene har for livene til mennesker, og spesielt blant de mest sårbare gruppene (DESA, 2016, s. 22). McEvoy (2019, s. 1) har også sett hvordan trenden innen byplanlegging og klimaendringer har skiftet fra å

generere kunnskap om klimaendringenes virkning på romlige systemer, til hvordan man kan tilpasse seg, samt en større kobling til menneskers velbefinnende. Hvordan vi kan planlegge byer som fremmer befolkningens helse blir stadig viktigere sett i sammenheng med at flere velger å bo i byen (Nordh og Thorén, 2012, s. 237).



Foto 3.5 Markus Spiske/Unsplash, 2019

MENNESKETS OPPLEVELSE AV VARME

For å kunne skape bymiljøer basert på menneskers preferanser, er kunnskap om menneskers opplevelser vesentlig i design- og planleggingsprosesser (Nordh og Thorén, 2012, s. 237). Faktorene som har innflytelse på menneskers opplevelse av komfort utendørs er klimafaktorene lufttemperatur, strålingsenergi, luftfuktighet og vind, og de individuelle faktorene bekledning og fysiologiske forskjeller (Gehl, 2010, s. 179-180), se figur 3.26. Lenzholzer (2015, s. 51) argumenterer for at menneskers antakelser også spiller inn.

Alle de fire klimafaktorene er faktorer som endres i et byklima. Det er disse faktorene som utgjør det termiske miljøet i byrom (Lai m.fl. 2019, s. 349), og som landskapsarkitekter og planleggere kan påvirke i ulik grad.

Lufttemperatur

Den første klimafaktoren er lufttemperatur. Lufttemperatur er vanskelig å endre ved hjelp av småskala byforming, men mange tiltak kan sammen gi en stor effekt, for eksempel ved hjelp av mye vegetasjon i by (Lenzholzer, 2015, s. 21).

Strålingsenergi

Kort- og langbølget strålingsenergi har stor påvirkning på hvordan mennesker opplever temperatur.

Kortbølget strålingsenergi er den strålingen som kommer fra sola. I et uterom kan lufttemperaturen være relativt konstant, men du vil oppleve temperaturen som veldig forskjellig dersom du oppholder deg i full sol kontra i skyggen fra et tre. Gehl (2010, s. 179) illustrerer dette med

hvordan hyttefolk kan sitte lenge i solveggen på hytta dersom sola skinner og det er le fra vinden, til tross for at lufttemperaturen er kald. Ifølge svenske folkehelsemyndigheter vil strålingstemperaturen kunne være over 60 °C på en solfylt plass når lufttemperaturen er på 25 °C (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 10).

Den langbølgede strålingen er varme som reflekteres og emitteres fra ulike objekter. I en tett by vil langbølget stråling kunne reflekteres fram og tilbake mellom de ulike overflatene, og føre til at disse områdene kjøles saktere ned enn i områder der den langbølgede strålingen slipper ut i atmosfæren. Strålingen som reflekteres mellom flater kan treffe menneskene som oppholder seg i byen, og dermed bidra til økt opplevelse av varme.

Luftfuktighet

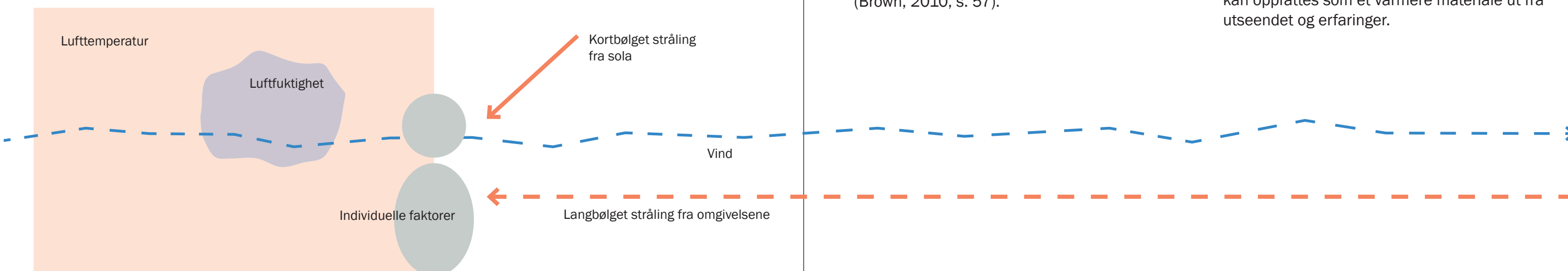
Den tredje klimafaktoren er luftfuktighet. Luftfuktighet påvirker den termiske komforten i mennesker, ved at høy luftfuktighet hindrer kroppens evne til å kjøles ned ved evaporasjon (svetting) fordi luften allerede er mettet på vann (Brown, 2010, s. 57).

Vind

Klimafaktoren vind påvirker menneskers opplevelse av varme. Vind spiller en dominerende rolle i transport av følbart varme og vanndamp/latent varme i atmosfæren (Utaaker, 1991, s. 61). Når luft er i bevegelse absorberes mer svette og varme fra huden enn hvis luften står stille (Lenzholzer, 2015, s. 23-24). For å skape utemiljø som er termisk komfortable for mennesker ønsker man generelt å senke vindhastigheter i kalde sesonger, og øke vindhastigheten i varme sesonger (Brown, 2010, s. 81).

Individuelle faktorer

Fleire individuelle faktorer spiller inn på individets opplevelse av varme, for eksempel bekledning, aktivitetsnivå, kjønn og alder, samt hvilket klima individet lever i til daglig (Lenzholzer, 2015, s. 25). Ifølge Lenzholzer (ibid, s. 51) har mennesker ulike antakelser om hvorvidt et objekt er "varmt" eller "kaldt", ofte knyttet til farger og materialer. For eksempel kan mennesker ha en antakelse om at glass og metall er kaldt, mens treverk kan oppfattes som et varmere materiale ut fra utseendet og erfaringer.



Figur 3.26 Faktorer utendørs som påvirker menneskets opplevelse av varme

MENNESKETS REGULERING AV VARME

Menneskets termoregulering omfatter prosessene som jobber for å holde kroppstemperaturen konstant (Hauge, 2018). Mennesker må holde en kjernetemperatur på mellom 36 og 38 °C for å unngå hypertermi og hypotermi (Brown, 2010, s. 6). For å holde denne temperaturen må summen av den varmen kroppen produserer gjennom metabolisme og varmen den mottar fra omgivelsene, være lik varmetapet til omgivelsene (Utaaker, 1991, s. 116).

En hudtemperatur på omtrent 32 °C kan sies å være termisk nøytral (Federer, 1976, s. 121). Dersom hudtemperaturen varierer mer enn noen få grader fra 32 °C, sanser vi varme eller kulde, og kroppen vil således reagere med å øke eller senke varmetapet (ibid). Dersom kroppstemperaturen stiger mer enn normalt vil kroppen få beskjed om å øke svetteproduksjonen og utvide blodårene i huden, som fører til et varmetap og redusert kroppstemperatur (Jansen, 2019). Ved væskemangel vil hormoner som skiller ut i blodbanene føre til redusert vanntap i nyrene, og kroppen vil få en trang til å drikke vann (ibid).

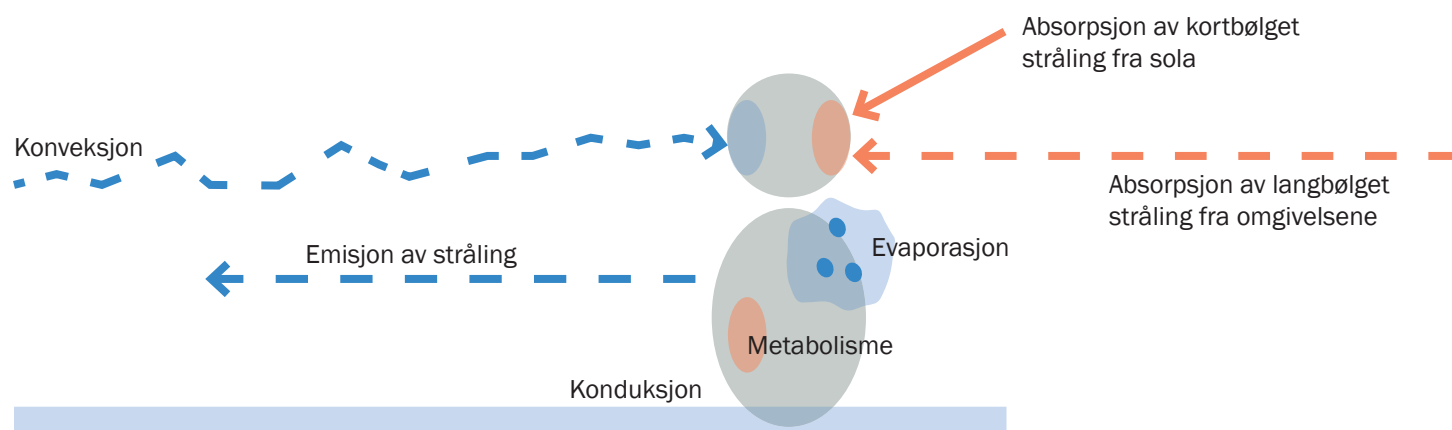
KILDER TIL VARME OG VARMETAP

Mennesker har to primære kilder til varme. Den første er varmen som genereres inne i kroppen gjennom metabolisme, for eksempel gjennom fysisk aktivitet (Brown, 2010, s. 7). Denne kilden til varme har vi i stor grad kontroll over selv. Den andre primære kilden til varme er absorpsjon av stråling, enten fra sola eller fra objekter rundt oss (ibid, s. 8). Gjennom bruk av klær med ulike farger kan mennesker endre kroppens albedo (Oke mfl. 2017, s. 390), og dermed hvor mye av strålingsenergien som absorberes og reflekteres.

Mennesker har fire primære kilder til varmetap; konveksjon, evaporasjon, konduksjon (ledning) og emisjon av langbølget stråling (Brown, 2010, s. 9; Hauge, 2018). Prosessene er illustrert i figur 3.27.

Konveksjon

Konveksjon skjer når kalde luftmolekyler kolliderer med eksponert, varmere hud, og tar med seg noe av kroppsvarmen når de "spretter tilbake" (Utaaker, 1991, s. 116). Et eksempel på dette er hvordan vi tar av oss klær for å eksponere



Figur 3.27 Faktorer utendørs som påvirker menneskets regulering av varme

huden til nedkjølende luft dersom vi føler oss for varme. Så lenge luften er kjøligere enn hudens temperatur, vil molekyler i luften som kolliderer med huden ta med seg energi (Brown, 2010, s. 9). Mye kald og hurtig vind kan kjøle ned kroppen gjennom konveksjon, men dersom vinden er like varm som eller varmere enn huden skjer det ingen nedkjøling.

Evaporasjon

Kroppen kan kvitte seg med varme gjennom evaporasjon (fordampning) av svette (Utaaker, 1991, s. 117). Dette er en prosess som krever mye energi, og som dermed kjøler ned kroppen, forutsatt at luftfuktigheten ikke er for høy (Brown, 2010, s. 10). Strålingsenergien som ville gått til å varme opp kroppen, går i stedet med til å fordampe svettepartiklene. I samme lufttemperatur vil høy luftfuktighet føre til at mindre svette fordamper, og at huden dermed avkjøles mindre, enn dersom det er lav luftfuktighet (Utaaker, 1991, s. 117). Svetting og evaporasjon er de mest effektive mekanismene kroppen har for å håndtere varme forhold (Oke mfl. 2017, s. 395).

Konduksjon

Konduksjon kan gi varmetap gjennom direkte kontakt med omgivelsene (Hauge, 2018). Vi kan lede varme bort fra kroppen ved å være i kontakt med objekter som er kaldere enn oss, ved at molekyler i huden overfører noe energi til molekylene i objektet (Brown, 2010, s. 10). Et eksempel på dette er dersom man setter seg ned på en kald stein, eller bader i kaldt vann.

Emisjon av stråling

Den siste primære kilden til varmetap er emisjon av langbølget stråling fra huden. Alle objekter med temperatur over -273.2 °C sender ut strålingsenergi til omgivelsene (Utaaker, 1991, s. 28), inkludert mennesker. Jo varmere vi er, jo mer stråling sender vi ut, blant annet for å passe på at vi ikke blir overopphetet (Brown, 2010, s. 10). Om mennesket mottar eller sender ut stråling avhenger av omgivelsenes temperatur i forhold til kroppens temperatur. Dersom omgivelsene er kaldere enn menneskekroppen, sender kroppen ut stråling som fører til en nedkjøling av kroppen, men dersom omgivelsene er varmere enn kroppen, mottar kroppen stråling fra omgivelsene, som gir en oppvarming (Grey og Deneke, 1978, s. 44-45).

MENNESKETS ENERGIBUDSJETT

Disse kildene til varme og varmetap inngår i menneskets energibudsjett, som ifølge Brown (2010, s. 10) må være i balanse for å unngå ubehagelige temperaturer i begge ender av skalaen. Mennesker har en naturlig evne til å forsøke å holde denne balansen. Brown (ibid, s. 11) nevner likevel tre strategier mennesker kan bruke for å regulere mikroklimaet; ta av eller på klær, øke eller senke aktivitetsnivået, eller flytte seg til et område med mer komfortabelt mikroklima. Brown (ibid, s. 13) mener en av de største ansvarsoppgavene landskapsarkitekter har er å utforme mikroklima i uterom som er termisk komfortable for folk, eller nære nok til at folk kan benytte de tre nevnte strategiene for å være komfortable.

TERMISK KOMFORT

” A thermally comfortable microclimate is the very foundation of well-loved and well-used outdoor spaces (Brown, 2010, s. 2)

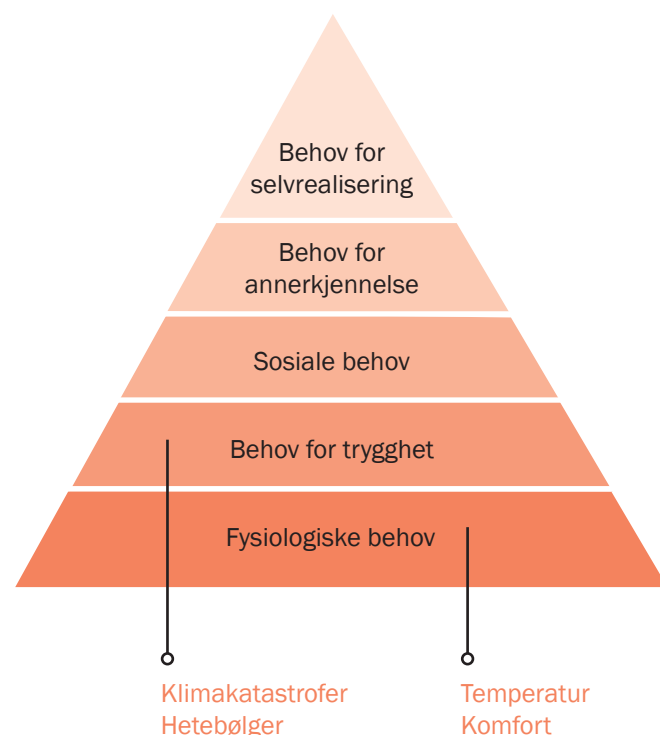
De klimatiske og individuelle faktorene som ble gjennomgått på side 78-79 spiller inn på hva et menneske oppfatter som termisk komfort (Bühler mfl. 2010, s. 16). Oke mfl. (2017, s. 395) definerer termisk komfort som en sinnstilstand der man er tilfreds med det termiske miljøet; man føler seg verken for varm eller for kald, og har ingen ønsker om å endre klær eller aktivitetsnivå for å modifisere miljøet man er eksponert for. Av dette fremgår det at termisk komfort kan være subjektivt, og at de som utformer byens uterom kan bidra positivt eller negativt til termisk komfort.

Human thermal comfort er et viktig parameter for livskvalitet i urbane områder (Bühler mfl. 2010, s. 16). Brown (2010, s. 19) mener mikroklima er den viktigste og vanskeligste faktoren landskapsarkitekter og andre må ta hensyn til når uterom utformes. Han begrunner viktigheten med at mikroklimaet påvirker alle de andre faktorene i uterommet ved å være grunnlaget for om mennesker, dyr og planter trives (ibid).

Her vil jeg trekke en parallell til Maslows behovspyramide. Dette er en svært populær motivasjonsteori med fem nivåer, der det nederste trinnet i pyramiden er fundamentale kroppslige behov (Mørch, 2019). Behov for komfort og passende temperatur inngår i dette trinnet (Carmona mfl. 2010, s. 134). Behov for trygghet og stabilitet kan ses i sammenheng med faren for klimakatastrofer, som for eksempel hetebølger, se figur 3.28.

Før i tiden var mennesker i større grad avhengig av å tilpasse seg det klimatiske miljøet de levde i for å oppnå termisk komfort. Med oppdagelsen av fossile brenslere har mennesker kunnet bestemme mikroklima i mye større grad. Eksempler på dette er at vi bygger hus og biler med klimaanlegg.

Det finnes mye forskning på ideelle innendørs klima, men det er svært utfordrende å skulle overføre denne kunnskapen til utendørs miljø (Oke mfl. 2017, s. 397). Dette fordi utemiljø svært sjelden er like statisk, og fordi menneskers aktivitetsnivå og bekledning ofte er mer variert utendørs enn innendørs (ibid, s. 398).



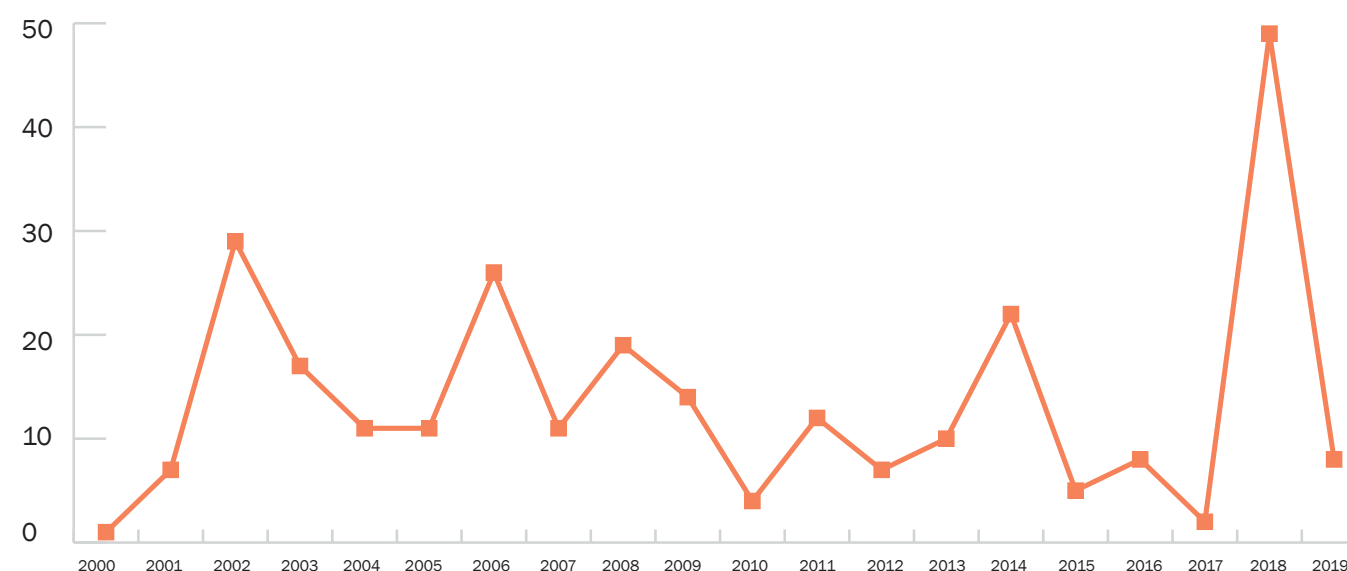
Figur 3.28 Maslows behovspyramide, basert på Carmona mfl. 2010

I arbeidet med denne oppgaven har det derfor vært noe utfordrende å finne informasjon om hvilke utendørstemperaturer som kan regnes som ubehagelige og skadelige for mennesker.

Danmarks Meteorologiske Institut har satt dager med gjennomsnittstemperatur på over 25 °C som en nedre temperaturgrense for hvor ubehag kan forekomme (Bühler mfl. 2010, s. 4). På Miljødirektoratets (2019b) nettside *klimatilpasning.no*, som er et verktøy for planleggere og beslutningstakere som jobber med klimatilpasning, trekkes varme døgn fram som en slags grense. Varme døgn defineres som dager med middeltemperatur over 20 °C, og ifølge Miljødirektoratet (ibid) er vi i Norge spesielt sårbare ved varme døgn fordi vi er dårlig tilpasset høye temperaturer. Det fremheves at varme døgn

foreløpig ikke er et stort problem i Norge, men at det kan bli mer aktuelt som følge av stigende temperaturer i framtiden (ibid).

I rapporten *Klima i Norge 2100* beregnes det at områder rundt Oslofjorden kan få omtrent 30 varme døgn i et gjennomsnittså mot slutten av århundret (Hanssen-Bauer mfl. 2015, s. 101). Klimadata fra Norsk Klimaservicesenter viser imidlertid at problematikken rundt varme døgn er aktuelt allerede i dag, se figur 3.29. Målestasjonen Oslo - Blindern (SN18700, moh 94) registrerte 49 døgn med middeltemperatur på eller over 20 °C i løpet av perioden mai-august 2018. For samme periode i 2019 målte stasjonen 8 døgn med middeltemperatur over 20 °C. Jeg mener dette viser at det allerede i dag er et behov for klimatilpasning av byens uterom til økt temperatur.



Figur 3.29 Diagrammet viser antall varme døgn i perioden 1. mai til og med 31. august fra år 2000-2019, målt ved målestasjonen Oslo - Blindern (SN18700). Værstatistikken er hentet fra Norsk Klimaservicesenter.

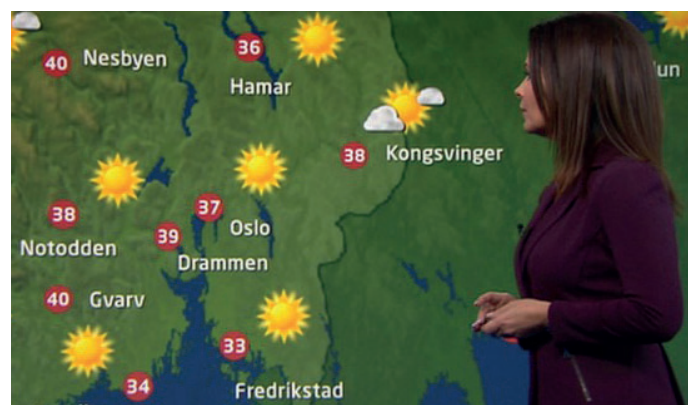
KONSEKVENSER FOR HELSA

Ulike klimaforhold påvirker mennesker på ulike måter. Ifølge Den Norske Legeforening (u.å.) preges fagfeltet klimaendringer og helse av sammensatte årsaksforhold der mange faktorer påvirker hverandre i en kompleks helhet. I det følgende vil jeg presentere funn fra litteraturen rundt konsekvenser økt temperatur og tørke kan ha for menneskers helse. Dette er:

- **Heteslag og overoppheting**
- **Hetebølger**
- **Dødelighet**
- **Aktivitet**
- **Allergi**
- **Hudkreft og UV-stråling**
- **Aggresjon**
- **Søvn**
- **Luftkvalitet**
- **Vannkvalitet**
- **Infeksjonssykdommer**

Heteslag og overoppheting

Heteslag er en livstruende tilstand som oppstår når kroppens temperaturregulering svikter som følge av opphold i varmere omgivelser enn hva kroppen er vant til (Norsk Helseinformatikk, 2019). Faren for heteslag øker betraktelig ved temperaturer over 33 °C (ibid). Risikoen er større dersom det er høy luftfuktighet og dersom man utsettes for varmestråling fra sola (ibid). I figur 3.30 viser statsmeteorolog Bente Wahl et værvarsel for en sommerdag i 2050. Klimaforskerne Hans Olav Hygen og Rasmus Benestad har utarbeidet tallene til varselet, og basert seg på det laveste utslippsscenarioet fra FNs klimapanel, RCP2.6, som tilsier 2 °C oppvarming (Rommetveit, Fallet og Baastad, 2014). Ved å legge sammen informasjonen fra værvarselet og Norsk Helseinformatikk, ser vi at risikoen for heteslag vil kunne være stor i 2050.



Figur 3.30 Værmelding for sommeren 2050, foto NRK (Rommetveit, Fallet og Baastad, 2014)

Tidlige symptomer på heteslag er svimmelhet, hodepine og kvalme (Norsk Helseinformatikk, 2019). Barn og eldre trekkes fram som grupper som har nedsatt evne til å kvitte seg med varme, og som derfor har økt risiko for heteslag (ibid). Det

finnes effektiv behandling for heteslag, men de som overlever kan få varige nevrologiske skader (ibid). Dødeligheten ligger på opptil 10 prosent, og avhenger av alder, helsetilstand og omfanget av opphetingen (ibid).

Overoppheting er en mildere reaksjon på varme, og oppstår når kroppstemperaturen stiger opp mot 40 °C (Norsk Helseinformatikk, 2019). Symptomer ved overoppheting er hodepine, svimmelhet, tørste, muskelkramper, kvalme, oppkast og slapphet (ibid), symptomer som ofte både kan mistolkes og feilaktig rapporteres som andre diagnoser (C40, u.å.).

Høye temperaturer kan være en påkjenning fordi kroppen må jobbe hardere for å opprettholde den optimale kroppstemperaturen og kvitte seg med overskuddsvarme (Ottesen, 2010, s. 12). Når mennesker svetter, øker blodsirkulasjonen, som innebærer en større påkjenning for hjertet og større tap av salter og væske (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 10). Hertel mfl. (2009, s. 407) beskriver hvordan flere sammenhengende dager med varme stresser det termoregulerende systemet, fordi kroppen ikke får en mulighet til å hente seg inn når det ikke er noen kjøligere perioder.

Hetebølger

Klimaetaten (2020, s. 41) definerer en hetebølge som en lengre periode med særdeles varmt vær, ofte i sammenheng med høy luftfuktighet. Av definisjonen forstår vi at en hetebølge i Frankrike ikke er det samme som en hetebølge i Norge. I Oslo vil mer enn tre sammenhengende dager med maksimumstemperaturer på 28 °C eller mer,

anses som en hetebølge (ibid, s. 42). I kapittel 3.1 viste jeg at hetebølger i Norge har økt betraktelig i både utbredelse og antall de siste årene.

Hetebølger er, ifølge C40 Cities Climate Leadership Group (C40, u.å.), den klimarelaterte konsekvensen som dreper flest mennesker. I NOU 2010: 10 *Tilpassing til eit klima i endring* (s. 76) heter det at det er liten grunn til å frykte at omfattende hetebølger med stor dødsprosent skal ramme Norge. Likevel trekkes bedre kjøling i bygg og informasjon om betydningen av nok drikke fram som tiltak som bør vurderes noe fram i tid, for å redusere dødsprosent under hetebølger og varme somre (ibid, s. 82). Utvalget anbefaler forskning på hva slags betydning varme og hetebølger kan få for samfunnet, og hvordan de spiller inn på dødsprosenten (ibid). Ifølge Klimaetaten (2019a, s. 8) kan hetebølger bli en utfordring i Oslo dersom vi ikke er forberedt på lengre og mer intense perioder med høyere temperaturer enn det vi har vært vant med.

”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” (Klimaetaten, 2019b).

Med utfordringene som ventes av klimaendringene mener Den Norske Legeforening (u.å.) at man innen geriatri, kardiologi og slagmedisin må påregne økt forekomst av sykdom og død blant eldre grunnet karsykdom i hjerte og hjerne ved hetebølger. De mener allmennlegene vil få en større rolle i å bistå med helseplager relatert til hetebølger (ibid).

Dødelighet

Ifølge Per Nafstad ved Folkehelseinstituttet og institutt for allmenn og samfunnsmedisin ved Universitetet i Oslo, har epidemiologiske undersøkelser gjentatte ganger vist at daglig dødelighet øker både ved fallende og stigende utendørstemperaturer i forhold til en optimal temperatur (Ottesen, 2010, s. 10).

En studie fra Oslo har konkludert med at optimal temperatur for Oslo-området er når døgnmiddeltemperaturen ligger rundt 10 °C (Nafstad, Skrondal og Bjertness, 2001, s. 624). I Sverige regner man at optimal temperatur er når døgnmiddeltemperaturen er rundt 11-12 °C, da dødeligheten er lavest ved denne temperaturen (SOU 2007: 60, s. 24). Sverige beregner en økning på 5 prosent for dødelighet dersom middeltemperaturen stiger med 4 °C (ibid).

Ifølge Nafstad forventer man at dødelighet relatert til varmt vær vil kunne øke, samt at befolkningen ikke er optimalt forberedt på å takle hetebølger dersom klimaet endrer seg i varmere retning (Ottesen, 2010, s. 10). Han påpeker at man også kan forvente en reduksjon i kulderelatert dødelighet med et varmere klima (ibid).

Under sommeren 2003 herjet en hetebølge i store deler av Europa. En studie som har sett på dødstall fra 16 europeiske byer fra perioden 1998-2002 sammenliknet med 2003, viser at hetebølgen sommeren 2003 totalt krevde mer enn 70.000 ekstra dødsfall (Robine mfl. 2008, s. 171). Ifølge Den Norske Legeforening (u.å.) døde 3-5 prosent flere i Nederland og 60 prosent flere i Frankrike enn normalt i en 3-ukers periode i august 2003 under hetebølgen. De som døde var primært eldre, noe som ifølge Den Norske Legeforening (u.å.) er av stor betydning for

Norge fordi vi har høy levealder og en forventet økning i andel eldre. Ifølge Nafstad er det i hovedsak blant sårbare individer, som kronisk syke og eldre, hvor utendørstemperaturen kan få dødelige konsekvenser (Ottesen, 2010, s. 10).

En norsk studie fant ingen økt dødelighet blant eldre under den varme sommeren 2018 sammenliknet med perioden 2008-2017, men påpeker at varmen kan ha medført økt sykkelighet (Ranhoff mfl. 2019). Forfatterne etterlyser mer forskning for å belyse miljø- og klimafaktorer av betydning for sykkelighet og dødelighet, spesielt fordi det med klimaendringene ventes flere perioder med høye temperaturer (ibid).

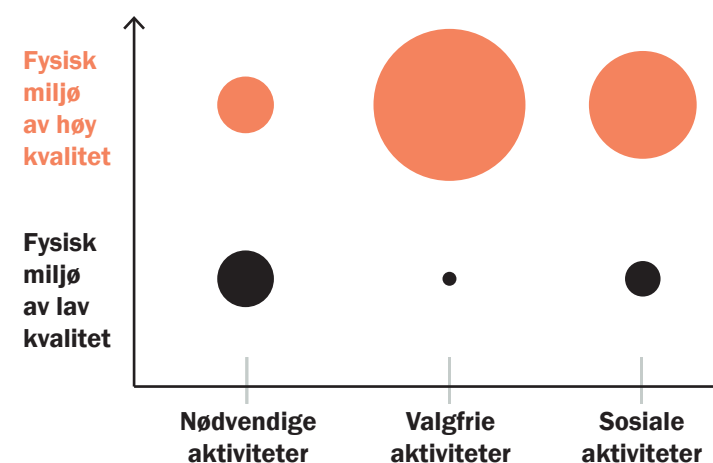
Ifølge svenske folkehelsemyndigheter økte dødeligheten i Sverige under sommeren 2018, og ga omtrent 700 flere dødsfall blant de eldre aldersgruppene i perioden juni-august sammenliknet med tidligere somre (Folkhälsomyndigheten, 2018). Statistikken gir imidlertid ikke informasjon som gjør det mulig å avgjøre hvor stor andel av overdødeligheten som direkte skyldes varmen, men viser at dødeligheten var høyest under uke 26, 29, 30 og 31, som sammenfaller med hetebølgen i slutten av juli (ibid).

En studie utført av Åström mfl. (2018, s. 5) i 14 svenske kommuner, viser at den nasjonale dødeligheten øker med omtrent 8 prosent under tre sammenhengende dager med temperaturer over 27 °C, sammenliknet med mer normale temperaturer. Ifølge Sveriges offentlige utredning om farer og muligheter knyttet til klimaendringene, beregnes det at skadekostnader knyttet til varmerelaterte dødsfall vil få en økning på 500-660 milliarder svenske kroner fra 2010 til 2100 (SOU 2007: 60, s. 26).

Aktivitet

Rundt år 1970 begynte arkitekter og planleggere å uroe seg over at færre voksne mennesker benyttet seg av utendørsmiljøet i de nye forstedene (Westerberg, 2009, s. 133). Ulike feltstudier ble utført, og viste at nedgangen var en naturlig konsekvens av at man raskt fikk mye bedre kvalitet på boligene, som gjorde at mennesker foretrakk den private innendørs komforten (ibid).

Flere studier viser hvordan det utendørs termiske miljøet og den utenførs termiske komforten er direkte relatert til bruk av uterom (Lai m.fl. 2019, s. 338). Gehl (2010, s. 30) trekker en sammenheng mellom forhold ved det utendørs miljøet og menneskelig aktivitet, der antall valgfrie og sosiale aktiviteter vokser med gode forhold utendørs, mens nødvendige aktiviteter foregår uavhengig av gode eller dårligere forhold, se figur 3.31. Klima er en viktig faktor for omfang og karakter av utendørsaktiviteter (ibid, s. 31).



Figur 3.31 Sammenheng mellom kvalitet i uterom og aktiviteter, basert på Gehl, 2010. Klima spiller inn på hvorvidt et miljø har høy eller lav kvalitet.

Thorsson, Lindqvist og Lindqvist (2004, s. 155) har gjennomført en studie i en park i Gøteborg, som viste at det termiske miljøet var blant de viktigste faktorene for bruk av parken. Flest mennesker besøkte parken for å være i sola, men under varme og solfylte forhold søkte 25-55 prosent til skygge (ibid, s. 153). Dette viser viktigheten av å utforme uterom som tilbyr både sol og skygge. Studien viste også at folk i parken frivillig eksponerte seg for forhold som er varmere enn de teoretiske akseptable forholdene for komfort, som kan forklares av at parken tilbyr ulike mikroklima, samt at mennesker besøker parken av fri vilje, noe som øker toleransen (ibid, s. 155). Variasjon i mikroklima gir mennesker gode muligheter for å bytte mellom ulike termiske forhold for å opprettholde eller oppnå termisk komfort.

Pagels (i Thorén mfl. 2019, s. 29) har koblet UV-stråling og fysisk aktivitet hos skolebarn til sol og skygge. I Pagels' studie ble det avdekket at skoleelever i mai-måned var mer fysisk aktive og mindre utsatt for uønsket UV-stråling dersom de lekte i områder med vegetasjon (ibid). Norge har et mål om 10 prosent reduksjon i fysisk inaktivitet fram mot år 2025 (St. meld. 19 (2018-2019) s. 116), og kunnskapen om at barn potensielt kan bli mindre fysisk aktive dersom de er utsatt for sol og sterk UV-stråling, er derfor viktig.

Ifølge Klimaetaten (2020, s. 103) nødvendiggjør Oslos klimastrategi, der man ønsker mer transport ved sykkel eller gange, at byens veier er godt tilpasset og tåler framtidens vær. Min påstand er at flere vil kunne komme til å velge bil med klimaregulering til jobb, eller å bli inne i et klimaregulert hus, dersom gatene i byen er ukomfortabelt varme grunnet mangel på temperaturreguleringselementer og skygge.

Allergi

Med økt temperatur må man også påregne økt risiko for plager og forekomst av pollenallergier i Norge (Ottesen, 2010, s. 23). Lenger vekstsesong som følge av et varmere klima vil utvide pollen-sesongen, og nye vekstvilkår vil kunne introdusere nye arter som gir nye type allergier. Ifølge Unni Cecilie Nygaard og Per Schwarze ved divisjon for miljømedisin ved Folkehelseinstituttet, er det også sannsynlig at pollenkorn og aktivitet av pollenkornene vil øke i mengde hos de sentrale pollen-typerne (ibid). Høyere temperaturer kan gi endret kvalitet på selve pollenet slik at det blir et kraftigere allergen som dermed kan gi kraftige allergiske reaksjoner (Den Norske Legeforening, u.å.). Ifølge Nygaard og Schwarze kan pollenallergi utløse eller forverre astma, og samlet sett kan allergier gi redusert yteevne ved utdanning, arbeidsliv, familie eller fritidsaktiviteter (Ottesen, 2010, s. 23). De som planlegger vegetasjon i uterom må derfor være påpasselig ved plantevalg.

Hudkreft og UV-stråling

Norge er blant landene i verden der det er flest tilfeller av, og høyest dødelighet for føyflekkreft, som er den mest alvorlige formen for hudkreft (Nilsen mfl. 2019, s. 3-4). Det har vært en stor økning i hudkreft i Norge de siste årene, som knyttes til eksponering for UV-stråling fra sol og solarier (ibid). Fra år 2000 til 2015 økte forekomsten av hudkreft med 55 prosent for norske menn, og 44 prosent for norske kvinner (ibid, s. 15). I *Nasjonal UV- og hudkreftstrategi* anslås det at de årlige totale samfunnskostnadene knyttet til hudkreft er rundt 6,5 milliarder kroner, og med en økende andel eldre forventes kostnadene å øke i årene fremover (ibid, s. 3).

Ifølge *Nasjonal UV- og hudkreftstrategi* er liten bevissthet rundt behov for skygge i uteområder, samt lite oppmerksomhet rundt solbeskyttelse som en integrert del av det fysiske miljøet, blant de viktigste utfordringene for å forebygge hudkreft (Nilsen mfl. 2019, s. 5). Tilgang på skygge og redusert oppholdstid i sterk sol er tiltak som reduserer mengden UV-stråling til huden, og dermed risikoen for solbrenthet og solskader, som igjen kan gi DNA-skader i huden, redusert immunforsvar, aldriingsforandringer og hudkreft (ibid, s. 9).

Utsatte grupper i *Nasjonal UV- og hudkreftstrategi* defineres som personer med økt risiko for hudkreft og personer som kan bli eksponert for skadelig UV-stråling i arbeid eller fritid (Nilsen mfl. 2019, s. 11). Jeg mener barn ved barnehager, skoler og skolefritidsordninger faller under denne definisjonen, da barna er utendørs i regi av disse institusjonene flere ganger om dagen. Å passe på at uterommene tilknyttet disse institusjonene har tilgang på skygge er derfor svært viktig.

Søvn

Varmeøy-effekten gir størst forskjeller i lufttemperatur på kvelden og om natten. Folk som bor i byen kan få søvnproblemer på grunn av varmen. Søvn er essensielt for menneskers restitusjon og overlevelse, og temperatur både påvirker og regulerer søvn (Obradovich mfl. 2017, s. 1). Ifølge Obradovich mfl. (ibid, s. 5) er det en klar link mellom atypiske temperaturer om natten og utilstrekkelig søvn, spesielt tydelig om sommeren blant eldre og blant mennesker med lav inntekt. De spår at klimaendringene vil gi en økning i hendelser med utilstrekkelig søvn grunnet høyere temperaturer om natten over hele USA (ibid).



Foto 3.6 Markus Spiske/Unsplash, 2019

Aggresjon

Ifølge Gehl (2010, s. 57) er følesansen, herunder evnen til å fange opp temperatursignaler, tett tilknyttet følelseslivet. Ifølge Anderson (1989, s. 74) er det rimelig å anta at høye temperaturer øker aggresjon gjennom flere psykologiske og biologiske prosesser. Mer aggressiv oppførsel øker relativt med varmere år, måneder og dager (ibid, s. 93). En nyere studie fra New Zealand viste at stigende temperaturer opp til 27 °C hadde en signifikant effekt på antall voldelige forbrytelser registrert fra 2000 til 2008 (Horrocks og Menclova, 2011, s. 241).

Ifølge Kelbaugh (2019, s. 269) viser termene “hot-tempered”, “hot-headed”, og “hot-blooded” en generell oppfatning om at det er en link mellom varme og aggresjon. Fra det norske språket kjenner vi at det kan “gå en kule varmt”, “blodet koker”, “koke av sinne”, “kort lunte”, “het i toppen”, og “holde hodet kaldt”.

Ifølge Anderson (2001, s. 36) kan ubekvemhet som følge av varme gjøre mennesker gretne og øke følelsen av sinne. Andre faktorer enn selve varmen kan også være en forklaring på observert økning i aggresjon, for eksempel det at varmere temperaturer ofte fører til at flere mennesker samles utendørs, og dermed øker sannsynligheten for at noe uheldig kan skje.

Luftkvalitet

Luftforurensning er gasser, faste partikler og dråper i atmosfæren, som under visse forhold kan være skadelig eller til ulempe for mennesker, dyr og planter (Utaaker, 1991, s. 188). Over

90 prosent av den urbane populasjonen i verden puster inn luft med høyere verdier av luftforurensning enn hva WHO (2018, s. 16) anbefaler. Luftforurensning er ifølge WHO den mest direkte link mellom klimaendringer og dårligere helse, og et varmere klima vil forverre luftkvaliteten (ibid, s. 16-18).

Det er ventet at stigende temperaturer vil gi større omfang av bakkenært ozon, som kan øke forekomsten av astma, allergi, KOLS og luftveisplager (NOU 2010: 10, s. 78). Dersom klimaendringene følger dagens mønster, vil episoder med bakkenær ozon ifølge WHO (2018, s. 18) intensiveres, spesielt i tett befolkede områder. Ifølge Nygaard og Schwarze så man en samvariasjon mellom temperatur, ozon og økt dødelighet under hetebølgen i Europa i 2003 (Ottesen, 2010, s. 26).

Infeksjonssykdommer

Et varmere og fuktigere klima kan gi bedre levekår for smittebærere for infeksjonssykdommer, som blant annet flått og mygg (NOU 2010: 10, s. 76).

Vannkvalitet

Temperaturstigning gir gode vekstvilkår for cyanobakterier, tidligere kjent som blågrønnalger, og andre bakterier og mikroorganismer som kan påvirke vannkvaliteten (NOU 2010: 10, s. 78-79). Dårligere vannkvalitet kan ramme både drikkevann og badevann, og slik påvirke menneskers helse.

VIKTIGHETEN AV SOLLYS

Jeg har nå presentert mange negative konsekvenser av et varmere klima. Det er imidlertid viktig å presisere at sollys er viktig for mennesker. Livet på jorda er avhengig av sola. Sola er for eksempel den viktigste kilden vi mennesker har til vitamin D (Nilsen mfl. 2019, s. 18). Ifølge den danske Sundhedsstyrelsen (2018, s. 5) får man imidlertid fylt opp det daglige behovet for vitamin D ved kun få minutter med sol midt på dagen i perioden mai til september.

Sol og fint vær er også en viktig pådriver til utendørs aktivitet. Sollys i byrom og i bygninger kan ifølge Carmona mfl. (2010, s. 227) bidra til å stort sett gjøre disse til mer behagelige plasser. Sollys er videre helt nødvendig for at planter skal kunne drive fotosyntese og vokse.

Med bakgrunn i alle de positive effektene av sollys er det derfor viktig å presisere at denne oppgaven ikke har som mål å unngå sola totalt. Hensikten er å formidle et behov for økt bevissthet rundt viktigheten av å skape uterom som tilbyr både sol og skygge. På denne måten kan folk nyte sola, samtidig som det er muligheter for å søke avkjøling dersom det blir ubehagelig varmt.



Foto 3.7 David Monje/Unsplash, 2019

SÅRBARE GRUPPER

Ifølge Klimaetaten (2019b) senker ekstremvarme den generelle komforten og trivselen for folk flest. Det er likevel noen grupper som er ekstra sårbare.

Ifølge DESA (2016, s. 26) er klimafare og ulikhet sammenvevd i en ond sirkel, der klimafare forverrer de eksisterende sosioøkonomiske forskjellene som styrer fattigdom, marginalisering og sosial eksklusjon, og der de mest sårbare gruppene er mest utsatt for klimafare. I *Folkehelsemeldinga* (St. meld. 19 (2018-2019) s. 142) understrekes det at norsk folkehelsepolitikk bygger på en verdi om at alle skal ha like muligheter, samt en rettferdig fordeling av tilgangen til samfunnsgoder. I litteraturen blir ulike befolkningsgrupper definert som sårbare grupper overfor høye temperaturer, men det er generelt eldre, syke og barn som blir trukket frem. Under følger en liste over sårbare grupper basert på Lenzholzer (2015), Folkhälsomyndigheten (2019), Basu og Samet (2002) og European Academies Science Advisory Council (2019):

- **Barn og spedbarn**
- **Eldre**
- **Overvektige**
- **Gravide**
- **Personer med hjerte-, lunge- og blodtrykkproblemer**
- **Kronisk syke**
- **Personer med fysiske og psykiske funksjonsnedsettelse**
- **Personer som bruker visse typer medisiner**
- **Personer som er sengeliggende**
- **Personer med lav sosioøkonomisk status**
- **Personer med hus uten klimaanlegg**
- **Personer som bor alene og som mangler transportmidler**
- **Personer med psykisk sykdom**

Eldre

Eldre er ifølge Nafstad en spesielt utsatt gruppe for varmere vær, og sett i sammenheng med den forventede økningen andel eldre, vil antallet sårbare individer øke i de kommende årene (Ottesen, 2010, s. 12). Den forventede levealderen i 2018 var 84,5 år for norske kvinner, og 81 år for norske menn (SSB, 2019a). Levealderen har økt hvert år siden andre verdenskrig (St. meld. 19 (2018-2019), s. 12).

Årsaken til at eldre er i risikogruppen for høye temperaturer er fordi mange av kroppens funksjoner jobber saktere og kan bli mindre velregulerte med økende alder, samt at en eldre kropp er dårligere til å takle ekstrabelastninger som høye temperaturer er et eksempel på (Ottesen, 2010, s. 12). Når mennesker blir eldre vil kroppen respondere betydelig saktere på miljøer som er for varme eller for kalde, slik at beskjeden om at man er for varm kanskje ikke når hjernen før man er så varm at man opplever hypotermi (Brown, 2010, s. 129). Ifølge Nafstad kan varme også utløse akutte episoder av kardiovaskulære og respiratoriske sykdommer eller symptomer hos eldre (Ottesen, 2010, s. 12).

I *Folkehelsemeldinga* (St. meld. 19 (2018-2019) s. 117) heter det at demografiske endringer, som større andel eldre, "krev at dei fysiske omgivnadene våre blir lagde til rette og utforma på ein måte som sikrar alle det same høvet til fysisk aktivitet", i sammenheng med blant annet urbanisering og klimaendringer. Barn, eldre, og mennesker med redusert mobilitet eller få ressurser, har begrenset aksjonsradius (ibid, s. 67). Det er derfor viktig at omgivelsene i byene planlegges med disse gruppene sårbarhet overfor høye temperaturer i tankene.



Foto 3.8 Matthew Bennett/Unsplash, 2017

Barn

Ifølge Lenzholzer (2015, s. 69) er barn blant de mest sårbare overfor varme fordi barn bruker mye tid på et avgrenset område, for eksempel i barnehagens eller skolens uteareal. Barn lever en stor del av sine hverdagsliv i skole og barnehage, der utetid inngår som en sentral del (Thorén mfl. 2019, s. 6).

Thorén mfl. (2019, s. 6) har utarbeidet en rapport med kunnskap og anbefalinger for innhold og arealstørrelse for uteområder i barnehager og skoler. For å sikre god kvalitet i skoler og barnehagers uteområder, anbefaler de at uteområdene både tilbyr sol og skygge, og det trekkes fram at vegetasjon er særlig viktig for å ivareta skygge og motvirke helseskadelig UV-stråling (ibid, s. 10). Barn på en lekeplass kan generere mye metabolsk varme og dermed kreve et kjøligere mikroklima enn voksne som er i lavere aktivitet (Brown, 2010, s. 128).

Kreftforeningen (u.å.) har lansert *Solvennbarene*, som er et initiativ for å sikre at barnehager skal ha gode rutiner for solbeskyttelse. Et av rådene er å sørge for nok skygge i uteområdene (ibid).

De nordiske strålevernmyndighetene gikk i 2017 ut med en felles uttalelse om at uteområder for barn må tilby områder beskyttet fra sol (Statens strålevern mfl. 2017). Flere episoder med solbrenthet som barn kan øke risikoen for å utvikle hudkreft senere i livet, og de nordiske strålevernmyndighetene mener derfor kommunene, planleggerne og ansatte ved skoler og barnehager må prioritere og vektlegge forebygging når det kommer til barns

soleksponering (ibid). De kommer med tre konkrete anbefalinger, der landskapsarkitekter og planleggere kan bidra til punkt nummer 1.

- 1. Øke tilgjengeligheten på skygge i uterom, som skolegårder, barnehager, offentlige parker og rekreative områder**
- 2. Gi barn og deres omsorgspersoner nok informasjon til å ta informerte og sunne valg knyttet til UV-eksponering fra sola**
- 3. Etablere retningslinjer for solbeskyttelse**

Barnefattigdom har, ifølge Brattbakk og Andersen (2017, s. viii), en relativt høy utbredelse i storbyene, og i Norge bor hvert femte barn i fattige familier i Oslo. Andelen varierer imidlertid mye med de ulike bydelene. Forekomsten av barnefattigdom ligger på 2,4 prosent i et av nabolagene i Bydel Vestre Aker, mens i et av nabolagene i Bydel Gamle Oslo ligger tallet på 63,7 prosent (ibid). Plan- og bygningsetaten har utarbeidet et *Grøntregnskap* for Oslo, som viser grøntareal fordelt på bydeler. Tallene viser at bydel Vestre Aker i 2017 hadde 179 m² grøntareal per person, mens tallet er 48 m² per person i bydel Gamle Oslo (Skeie, 2019).

Uten å trekke konklusjoner angående årsaksforhold, ser vi at området med høy andel barnefattigdom ligger i et område med relativt lav andel grøntareal per person. Når vi vet at vegetasjon kan redusere de negative konsekvensene av varmeøy-effekten og høye temperaturer, og at barn og mennesker med lav sosioøkonomisk status er sårbare overfor høye temperaturer, er denne sammenhengen viktig.



Foto 3.9 Frank Mckenna/Unsplash, 2017

DELOPPSUMMERING KAPITTEL 3.3

Høyere temperaturer og flere hetebølgehendelser kan gi økt helserisiko i Norge i framtiden. Foreløpig har imidlertid ingen, ifølge Miljødirektoratet (2019a), studert hva et varmere klima kan bety for norsk folkehelse.

I dette delkapittelet har jeg redegjort for hvordan et varmere klima kan få en rekke negative konsekvenser for menneskers helse. Eksempler er økt risiko for heteslag og overoppheting, dårligere søvn, og redusert luftkvalitet. Barn og eldre er spesielt sårbare grupper overfor varmen. Hos eldre mennesker jobber flere av kroppens funksjoner saktere og de er mer utsatt for belastninger. Barn bruker mye tid utendørs i regi av institusjoner som barnehage og skole.

I delkapittelet har vi sett at inaktivitet er en av truslene mot en sunn folkehelse. En framtid der folk må holde seg inne i klimaregulerte hus fordi det er ubehagelig varmt å være i aktivitet utendørs, er en ytterligere trussel. Jeg har også vist hvordan antall valgfrie og sosiale aktiviteter øker med gode forhold utendørs. Ubegavelige varme forhold kan dermed være en trussel for slik aktivitet.

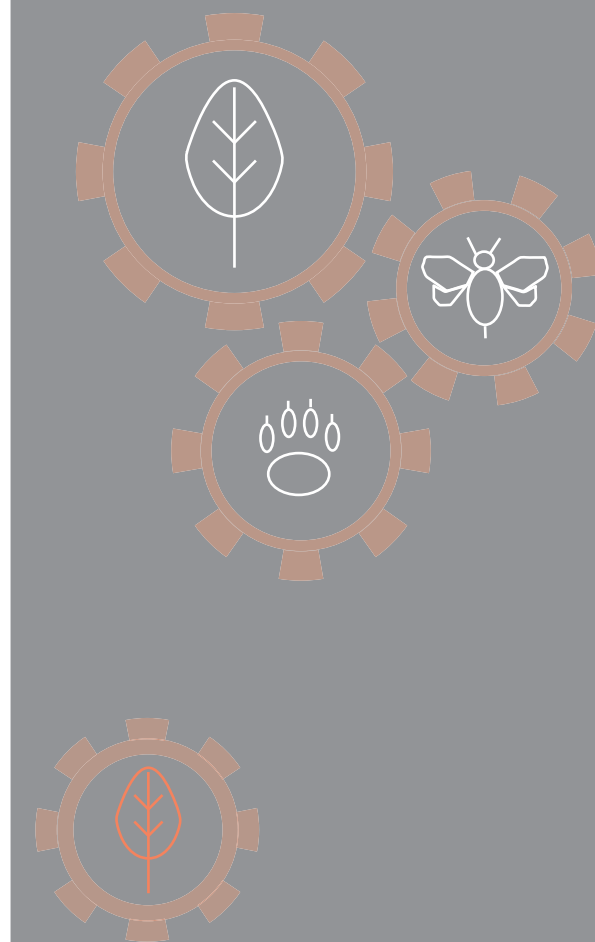
Med kunnskap om hvordan mennesker opplever og regulerer varme, kan landskapsarkitekter bidra til å skape uterom som er komfortable å oppholde seg i, også på varme dager.



Foto 3.10 Andrew Seaman/Unsplash, 2018

3.4 BIOLOGISK MANGFOLD

I dette delkapittelet vil jeg beskrive hvorfor og hvordan et varmere og tørrere byklima er negativt for biologisk mangfold i byen.



Figur 3.32 Kapittel 3.4

Bygging av by medfører gjerne en total omforming av den opprinnelige naturen. Mange norske byer og tettsteder ligger i produktive områder i lavlandet hvor det har vært gunstig å bosette seg, ofte grunnet stor rikdom av biologisk mangfold (Meld. St. 14 (2015-2016) s. 49). Mange byer inneholder derfor verdifulle naturområder og restbiotoper (ibid).

Biologisk mangfold er mangfoldet av økosystemer, arter og genetiske variasjoner innenfor artene, og de økologiske sammenhengene mellom disse komponentene (Naturmangfoldloven, 2009, § 3). Biologisk mangfold utgjør selve grunnlaget for alt liv på jorda (Framstad og Nybø, 2015, s. 8), og mennesker er avhengig av biologisk mangfold av mangfoldige årsaker. For eksempel gir naturen oss mange viktige ressurser, vegetasjon absorberer luftforurensning, våtmarker renses vann, og naturen tilbyr rekreasjon. Natur har en egenverdi vi er forpliktet til å ivareta (St. meld. 33 (2012-2013) s. 16).

I Stortingsmelding 14 *Natur for livet* (2015-2016) s. 50) anslås det at av de grønne områdene som fantes i byer og tettsteder i 1950-årene, er det bare 20-30 prosent som er bevart i dag. Befolkningsvekst og fortetting legger et stort press på det biologiske mangfoldet i byer. Klimaendringene bidrar til et ytterligere press. Et varmere og tørrere byklima kan få konsekvenser for det biologiske mangfoldet gjennom å endre livsbetingelsene. Det er bred enighet om at betydelig endrede miljøforhold vil ha stor effekt på ulike økosystemer (Forsgren mfl. 2015, s. 19).

Klimaendringer kan påvirke arter ved å ha en direkte effekt på vekst, dødelighet og formering, eller indirekte ved å endre næringstilgang, konkurranse og predasjon (Framstad og Pedersen,

2015, s. 30). Som følge av et mildere klima vil for eksempel trekkfugler kunne returnere til hekkeplassene sine før insektene som de spiser har rukket å komme opp i en nødvendig mengde, (Klimaetaten, 2020, s. 121) og vegetasjon kan blomstre før de pollinerende insektene har rukket å bli aktive (ibid, s. 122). Lenger vekstsesong gjør at slåttemark og blomsterenger nå krever slått minst to ganger i året mot en gang i året tidligere (ibid, s. 128).

Jeg vil videre gå gjennom hvordan et varmere klima kan få konsekvenser for biologisk mangfold i byer gjennom økt risiko og konsekvenser av fremmede arter, påvirke dyrevelferd, samt tørke- og varmestress i vegetasjon.

FREMMEDE ARTER

Ifølge Forsgren mfl. (2015, s. 55) er de største utfordringene for biologisk mangfold i urbane områder i møte med klimaendringene forventet å være knyttet til spredning av fremmede og nye arter, da et varmere klima trolig vil bidra til økt spredningspotensiale.

Fremmede arter er arter som kan fortrenge naturlig forekommende arter og føre til irreversible endringer i økosystemet (St. meld. 33 (2012-2013) s. 16). Introduksjon av fremmede skadelige arter er en betydelig årsak til tap av naturmangfold i Norge (ibid). Globalt anses menneskelig spredning av fremmede arter som en av de største truslene mot biologisk mangfold (NOU 2013: 10, s. 86).

Med klimaendringene forventer vi en lengre vekstsesong, samt varmere klima i Norge. Dette kan gi nye livsbetingelser til nye arter, samt føre til at eksisterende problemarter får bedre fotfeste. Lengre og varmere vekstsesong gjør at noen typer fremmede arter kan frø seg to ganger i sesongen i stedet for én, og dermed krever økt innsats for bekjempelse (Klimaetaten, 2020, s. 134). Varmen kan også bidra til en introduksjon av arter som bærer sykdommer som kan smitte mennesker, såkalte vektorbærere (ibid, 2019b).

I Stortingsmelding 14 *Natur for livet* (2015-2016) s. 51) heter det at skadelige fremmede arter vil kunne bli et problem i byer ved å fortrenge lokale arter, samt spre seg på egenhånd eller ved hjelp av flytting av avfall og jordmasser som inneholder plantedeler og frø fra hager og grøntområder. Landskapsarkitekter og andre har et ansvar for å unngå spredning av fremmede arter gjennom Naturmangfoldloven kapittel IV *Fremmede organismer*, og *Forskrift om fremmede arter*. I forskriften heter det:

“Den som er ansvarlig for innførsel, hold, utsetting eller omsetning av organismer, eller som iverksetter tiltak som kan medføre utilsiktet spredning av fremmede organismer i miljøet, skal opptre aktsomt for å hindre at aktiviteten medfører uheldige følger for det biologiske mangfoldet (...)” (Forskrift om fremmede organismer, 2015, § 18)

Med økt fare for utbredt spredning og overlevelse som følge av et varmere klima, er det viktig at landskapsarkitekter og planleggere velger planter til anlegg med omhu, samt setter strenge krav til masser som skal tilføres grøntanlegg.

DYREVELFERD

Mennesker former byer stort sett etter egne behov. Ifølge Glosli (2018) er det kjent at dyr reagerer på urbanisering og tilpasser seg de urbane miljøene for å overleve. Fragmentering av leveområder er i dag en stor trussel for biologisk mangfold, men dersom det legges til rette for artsmangfold i byene, kan det gi større muligheter for at arter kan flytte seg mellom leveområder, samt senke risikoen for innavl og lokal utryddelse (ibid).

Svein Dale, professor i fuglelære ved NMBU, forteller at mangfoldet generelt synker jo lenger inn i den urbane sonen man kommer, men at det er fullt mulig å ha et rikt fugleliv i hele Oslo by så lenge man har grøntområder med noe naturlig skog (Glosli, 2018).

Naturen i byen er som naturen ellers helt avhengig av pollinatorer for blomstring. Tone Birkemoe, professor i insektslære ved NMBU, forteller at mange insekter potensielt kan trives i byer så lenge de får tak i vann, blomster, planter og trær (Glosli, 2018). Tilgang på vann er viktig for både planter og dyr, og ifølge Miljølære (u.å.) har byområder med vannkilder ofte høyere biologisk mangfold enn tilsvarende områder uten. Tilgang på vann kan særlig påvirke fuglelivet (ibid). Som jeg redegjorde for i kapittel 3.2, er imidlertid byen ofte varmere og gir mindre tilgang på vann enn i distriktene rundt. Jeg mener det derfor er viktig at vi også tenker på dyrelivet, for eksempel gjennom tilgang på vann, når vi forbereder byene på framtidens klima.



Foto 3.11 Dagny Gromer, 2018

Forskere fra Belgia har undersøkt størrelsen på smådyr i urbane og landlige omgivelser, og funnet ut at økt urbanisering generelt filtrerer ut de største artene (Torgersen, 2018). Økt temperatur i byen gjør at dyrene bruker mer krefter på å omsette næring til energi, som gjør at de har mindre energi igjen til å bruke til vekst (ibid). Anne Sverdrup-Thygeson, forsker ved NMBU, frykter endringen i størrelse kan påvirke pollinering, vannrensing, nedbrytning, jorddannelse og skadedyrskontroll, som slik kan få konsekvenser for oss mennesker (ibid). Hun anbefaler derfor at man skaper mer varierte landskap i byene, samt planter flere trær som blant annet kan bidra til å redusere temperaturen (ibid). De siste årene har det vært økt oppmerksomhet rundt bruk av pollinatorvennlige blomsterarter og insektshoteller som følge av at insekter mister sine naturlige levesteder. Denne informasjonen viser at temperaturen også er en utfordring for insektene.

Ville dyr og insekter som ikke trives i byen kan, svært forenklet sagt, flytte. Verre er det for husdyr som mennesker bestemmer at skal bo i by. Asfalt kan bli svært varm i sola grunnet lav albedo, som vi mennesker kan beskytte oss fra ved bruk av skotøy. Dyrenes poter er imidlertid utsatt for slike varme overflater. Ifølge Tor Kvinge, daglig leder ved AniCura Dyresykehus i Bergen, får de hvert eneste år inn kjæledyr som har kollapset i varmen (Tryg Forsikring, u.å.). Katter og hunder kan lide i intens sol ifølge Kvinge, som krever at eiere sørger for at de har tilgang til skygge og vann (ibid). Akkurat som at noen mennesker må være ute i regi av institusjoner eller arbeid, må for eksempel tjenestehunder for blinde være på jobb uansett vær. Vi må derfor klimatilpasse byen til høyere temperaturer og tørke, også for dyra.



Foto 3.12 Darya Tryfanava/Unsplash, 2019

TØRKE- OG VARMESTRESS I VEGETASJON

Tørkestress defineres i *Store norske leksikon* som reduksjon i vanntilførselen til en plante slik at stoffomsetning, vekst og utvikling påvirkes merkbart (tørkestress, 2012). Høy temperatur sammen med tørke kan i tillegg gi varmestress for vegetasjonen, da mye av vannet som plantene tar opp brukes til temperaturregulering og avkjøling av bladverket (UIO, 2019).

Ifølge Pedersen (1994, s. 31) kan det at byer ofte er varmere enn omgivelsene omkring være positivt store deler av året for varmekrevende planteslag, men "på varme, tørre sommerdager kan det lokalt skje en uheldig overoppheting som skader plantene". Tørkestress hos planter i bymiljø kan øke som følge av lav luftfuktighet grunnet lite åpen jord og vegetasjon (ibid). Tørke gir økt behov for vanning dersom man ønsker at vegetasjonen skal klare seg, noe som gir større jobb og ansvar for de som drifter grøntanleggene i byer, samt økt vannforbruk. Tørkestress gjør i tillegg vegetasjon mer utsatt for angrep av ulike skadegjørende sopp og insekter (Klimaetaten, 2020, s. 125).

Trær kan få lenger vekstsesong i byen enn utenfor grunnet et varmere mikroklima. Ifølge Sjöman, Sjöman og Johansson (2015, s. 248) får hestekastanje (*Aesculus hippocastanum*) bladsprett to uker tidligere i sentrale deler av Malmö sammenliknet med i Alnarpsparken som ligger 7 kilometer utenfor byen. Endringen i vekstsesong kan påvirke stedege arter som er tilpasset det tradisjonelle klimaet, ved å tilføre stress.



Foto 3.13 Ingunn Mørk

I en by er det mange konkurrenter om plassen under bakken, for eksempel vann- og strømledninger, fiberkabler, bære- og forsterkningslag for ulike konstruksjoner, og vegetasjon. De første fem er gjerne eksempler som får stor prioritet fordi dette er infrastruktur man er avhengig av. Dette fører til at mange trær har utilstrekkelig plass for rotvekst, som videre kan gi dårligere livsvilkår (Sjöman, Sjöman og Johansson, 2015, s. 277), blant annet tørkestress. Andelen tette flater i en by gir stor avrenning og liten infiltrering av vann i grunnen, som kan bidra til tørkestress i vegetasjon. Ulike arter av trær har imidlertid ulike strategier for å håndtere eller unngå tørkestress (ibid, s. 278):

- 1. Røtter:** Trær kan utvikle et stort og omfattende rotsystem for å nå et så stort område som mulig for opptak av vann. Denne strategien er imidlertid ikke mulig overalt, jamfør forrige avsnitt om plassmangel i by.
- 2. Bladegenskaper:** Noen arter har blader eller bar med et tjukt vokslag, behåring eller evnen til å regulere stomata for å redusere tapet av vann. Planter kan regulere eget vanntap ved å redusere transpirasjonen gjennom å regulere størrelsen på stomata (Utaaker, 1991, s. 103). Dette gjør imidlertid at plantene ikke kan ta opp karbondioksid fra lufta, og fotosyntesen stoppes dermed.
- 3. Bladmasse:** Trær kan kvitte seg med bladmasse. Denne strategien stopper også fotosyntesen, og gir redusert pryddverdi for mennesker.

Fra de tre strategiene presentert av Sjöman, Sjöman og Johansson (2015, s. 278) kan vi ta med oss noen lærdommer for å unngå tørkestress for vegetasjon i by. Den første er å gi trærne så stort rotvolum som mulig. Den andre er å velge arter som fra naturens side har bladegenskaper som kan håndtere tørkestress. Den tredje er å lede regnvann til trærnes rotsone i stedet for ned i sluk.

Jordtype kan også ha mye å si for hvor mye vann som er tilgjengelig for vegetasjonen. En leirjord har en betydelig bedre evne til å binde og fordøye vann enn en sandig jord, men må ikke brukes ukritisk da leirjord dermed har en mye langsommere infiltrasjonsevne enn sandjord. Leirjorda binder dessuten ofte vannet så sterkt at bare en del er tilgjengelig for plantene (Pedersen, 1994, s. 43). Leirjord er også svært sensitiv i forbindelse med håndtering, og er svært utsatt for pakking (ibid). Gjennomtenkt valg av vekstmedium kan derfor også være en strategi for å unngå tørkestress hos vegetasjon i by.

DELOPPSUMMERING KAPITTEL 3.4

Et varmere og tørrere byklima kan få negative konsekvenser for det biologiske mangfoldet i byene. For vegetasjon vil et mildere klima kunne gi nye livsbetingelser, som kan være negativt for stedeegne arter, og positivt for fremmede skadelige arter. Økt forekomst av fremmede arter er en av årsakene til redusert naturmangfold i Norge. Et varmere klima kan også gi varme- og tørkestress i vegetasjon, som dermed kan komme til å kreve mer vedlikehold og skjøtsel.

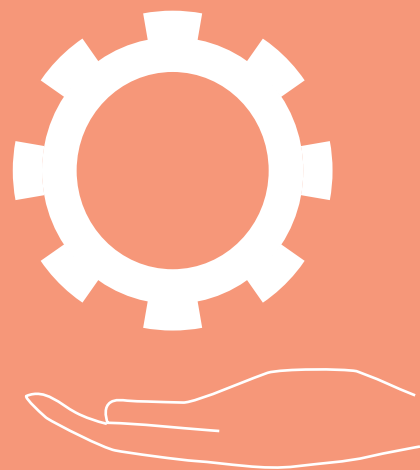
Dyrelivet i byen kan også bli negativt påvirket av et varmere og tørrere klima, blant annet gjennom mindre tilgang på vann. Vann er en avgjørende faktor for en rekke arter. De siste årene har både privatpersoner og planleggere blitt opptatt av å etablere pollinatorvennlige vekster for å hjelpe pollinatoren. At høyere temperaturer kan påvirke insekter og andre dyr negativt, fortjener også økt oppmerksomhet. Jeg synes det er et poeng at vi også skal ta hensyn til husdyrene som bor i byene.



Foto 3.14 Ingunn Mørk

3.5 KLIMATILPASNING

I dette delkapittelet vil jeg beskrive hvordan byers uterom kan klimatilpasses til et varmere klima gjennom økosystemtjenesten klimaregulering. Jeg vil redegjøre for hvordan dette kan styrke byers resiliens, samt bidra til et godt levested for mennesker og biologisk mangfold.



Med den økende andelen mennesker som vil bo i byer, øker nødvendigheten for at disse byene er gode å bo i. Dette er utfordrende sett i lys av at byer står overfor en rekke utfordringer i årene som kommer, knyttet til blant annet klimaendringer, urbanisering, energiforbruk, og mat- og vannsikkerhet. For å møte utfordringene som følger av klimaendringer, er det nødvendig at vi tilpasser byen til et endret klima.

Norge har et nasjonalt mål for klimatilpasning; "samfunnet skal forberedes på og tilpasses til klimaendringene" (Miljødirektoratet, 2018c, s. 4). I Stortingsmelding 33 *Klimatilpasning i Norge* (2012-2013) s. 9), defineres klimatilpasning som å erkjenne at klimaet er i endring, forstå konsekvensene og iverksette tiltak for å hindre skade eller utnytte muligheter endringene kan innebære. Klimatilpasning defineres i rapporten *Klima i Norge 2100* som planlegging som tar høyde for hvordan klimaet kan komme til å endre seg i framtiden (Hanssen-Bauer mfl. 2015, s. 14).

Samfunn og natur har til alle tider bedrevet klimatilpasning gjennom evolusjon og naturlig seleksjon, men utvalget bak *Tilpasning til eit klima i endring* (NOU 2010: 10, s. 16) mener at denne formen for tilpasning ikke vil være nok for å sikre et robust samfunn i framtiden. Ifølge Tone Bjørndal (u.å.), prosjektleder i Norsk klimastiftelse, vil det fortsatt være behov for klimatilpasning, selv om vi skulle klart å begrense den globale temperaturøkningen til 1,5 °C.

KLIMATILPASNING I KOMMUNENE

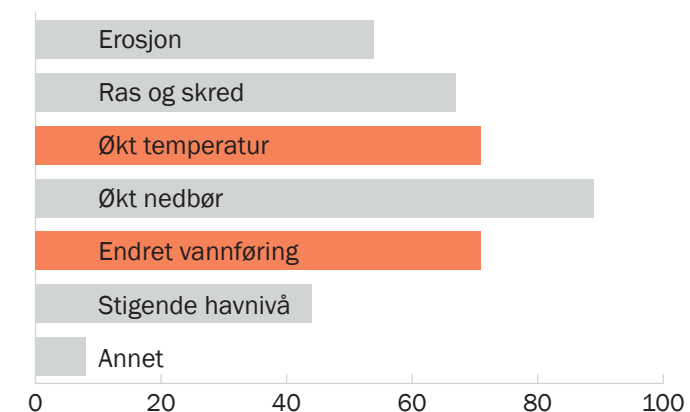
Klimarisikoutvalget (NOU 2018: 17, s. 27) mener kommunene har en svært viktig rolle i møte med klimaendringene grunnet klimaendringenes

Figur 3.33 Kapittel 3.5

lokale karakter, og at kommunens rolle for å sikre et klimatilpasset samfunn bør styrkes. Flere av kommunenes ansvarsområder berøres av klimaendringene, blant annet arealplanlegging, helse og sikkerhet. Variasjonen i hvordan ulike lokalsamfunn påvirkes av klima gjør at en effektiv klimatilpasningsstrategi i stor grad må være lokalt forankret innenfor rammene av nasjonale føringer (NOU 2010: 10, s. 160).

Jordbakke mfl. (2017) kartla i 2017 11 norske kommuners arbeid med klimatilpasning. På spørsmål om hva som var de viktigste klimautfordringene, svarte alle 11 kommunene nedbør/overvann, mens temperatur og tørke kun ble nevnt av tre kommuner hver som følge av at intervjueren aktivt spurte etter eller konkret foreslo andre utfordringer enn hva kommunen selv nevnte (ibid, s. 33).

Cicero utførte en spørreundersøkelse blant norske kommuner om klimatilpasning våren 2019 (Klemetsen og Dahl, 2019). Figur 3.34 viser hvilke typer klimaendringer de 99 kommunene tror de kommer til å bli påvirket av. Som vi ser er økt temperatur og endret vannføring blant topp 3.



Figur 3.34 Hvilke typer klimaendringer og/eller ekstreme værhendelser kommunene tror de vil bli påvirket av. Basert på Klemetsen og Dahl, 2019, s. 18.

Klemetsen og Dahl (2019, s. 17) tror kommunene plasserer økte temperaturer med tilhørende sårbarheter høyt oppe i deres undersøkelse sammenliknet med tidligere undersøkelser, grunnet sommeren 2018. 7 av 10 kommuner tror de vil påvirkes av høyere temperaturer (ibid, s. 9). Omtrent 40 prosent oppgir at de allerede har opplevd endret vannføring, og litt flere enn 40 prosent økte temperaturer (ibid, s. 19).

30 kommuner oppgir at de har identifisert mulige klimatilpasningstiltak (ibid, s. 38). Av disse har 25 identifisert ett eller flere tiltak mot økt nedbør, 24 mot endret vannføring, og 23 mot ras og skred. Kun 8 har identifisert ett eller flere tiltak mot økt temperatur (ibid, s. 39). Basert på svarene i figur 3.34 skriver Klemetsen og Dahl (ibid, s. 38) at flere kommuner med fordel kunne kartlagt tiltak mot økte temperaturer.

63 kommuner svarer at de allerede har gjennomført klimatilpasningstiltak (ibid, s. 47). Nesten 3 av 4 av disse har gjennomført tiltak med formål å redusere sårbarhet mot økt nedbør eller endret vannføring, mens kun 4 kommuner har satt inn tiltak for å redusere sårbarhet for økte temperaturer (ibid). Av omtrent 60 kommuner som planlegger å gjennomføre klimatilpasningstiltak, planlegger kun 12 kommuner tiltak begrunnet i sårbarhet overfor økte temperaturer (ibid, s. 49).

Ifølge Klemetsen og Dahl (2019, s. 66) er det grunn til å tro at svært få kommuner er forberedt på scenarier som tørke, hetebølger og skogbranner. Mange tror de vil rammes av økte temperaturer, men avsnittene over viser at svært få har kartlagt, gjennomført eller planlagt tiltak rettet mot dette.

UTFORDRINGER FOR KLIMATILPASNING

Ifølge Hauge mfl. (2017, s. 4) er det faktum at mange veiledere beskriver klimakunnskap på et generelt nivå, mens mange brukere etterspør praktisk og konkret kunnskap, en av de viktigste faktorene som påvirker samfunnets evne til klimatilpasning. Usikkerhet fører ofte til beslutningsvegring, og veiledere bør derfor inneholde så konkrete tiltak som mulig (ibid, s. 6). De mener videre at det er et problem at statlige føringer for klimatilpasning er vide og åpne for tolkning, slik at det blir opp til kommunene i hvor stor grad de vil gjennomføre tiltak for klimatilpasning (ibid, s. 5).

En ytterligere utfordring er at vi i Norden generelt er glade i sol. Ifølge Britta Björkholm, avdelingssjef i Folkhälsomyndigheten (2019, s. 5), kan det være vanskelig å nå ut med informasjon om at høye temperaturer kan være farlig på våre nordlige breddegrader fordi vi ikke er vant med høye temperaturer og hetebølger, og gjerne opplever sol og varme som utelukkende positivt. I Miljødirektoratets (2014, s. 40) veileder *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder* heter det at skoler, barnehager og eldreinstitusjoner er funksjoner som er sårbare for kaldluftskonsentrasjoner og vind og som har særlig fordel av å ligge i varme og lune områder. Som jeg redegjorde for i kapittel 3.3, er imidlertid barn og eldre blant de mest sårbare gruppene overfor høye temperaturer.

I NOU 2018: 17 (s. 20-21) *Klimarisiko og norsk økonomi* stilles det spørsmål ved om hensynet til klimaendringer og klimarelatert risiko har en tilstrekkelig plass i offentlig samfunnsplanlegging. Klimarisikoutvalget (ibid, s. 24) peker på at planlegging for klimaendringer krever et

langsiktig og bredt perspektiv, mens politiske beslutningsprosesser ofte har en tendens til å ha et mye kortere perspektiv. Ifølge Swim og Whitmarsh (2019, s. 31) kan mennesker ha en psykologisk distanse til klimaendringer som gjør at klimaendringene ikke anses som en stor trussel. Folk kan ha en oppfatning om at konsekvensene av klimaendringene først vil inntreffe om mange år (distanse i tid), langt unna en selv (geografisk distanse), og for andre enn seg selv (sosial distanse) (ibid). Økningen i værhendelser som avviker fra normalen de senere årene kan imidlertid fungere som en vekker for folk. Et eksempel fra Norge er sommeren 2018, som ofte omtales som *tørkesommeren*, da Meteorologisk institutt sluttet å snakke om det varme været som "pent vær" (Martincic, 2019).

Brown (2010, s. 22) mener det er to hovedgrunner til hvorfor mikroklima ikke hensyntas tilstrekkelig i utformingen av uterom:

- **Det er lite etterspørsel fra brukere om mikroklimatisk design fordi folk generelt ikke vet hva som er mulig å få til.**
- **Designerne må kjenne til vitenskapen som ligger til grunn.**

I del 1 av teorikapittelet redegjorde jeg imidlertid for at manglende klimatilpasning til et varmere og tørrere klima vil kunne få mange negative konsekvenser for folkehelse og biologisk mangfold i byer. Jeg vil videre argumentere for at klimatilpasning kan styrke byers resiliens og bidra til et god levestandard for mennesker og biologisk mangfold.



Foto 3.15 Alexandre Lecocq/Unsplash, 2019

RESILIENS

” Formålet med økt resiliens er å håndtere både kjente og ukjente farer og trusler som kan ramme et system eller en funksjon (Stavland og Bruvoll, 2019, s. 3)

Begrepet *resiliens* ble opprinnelig brukt i materialteknologi om komponenter som kan gå tilbake til sin opprinnelige form etter å ha blitt utsatt for en mekanisk påkjenning, forutsatt at påkjenningen ikke har vært så stor at det oppstår permanent deformasjon (Stavland og Bruvoll, 2019, s. 7). I dag benyttes begrepet i stadig større grad innenfor en rekke fagfelt, noe som resulterer i ulike definisjoner og ulik forståelse av begrepet (ibid, s. 3). Et fellestrekk ved de ulike definisjonene er imidlertid ifølge Stavland og Bruvoll (ibid) at:

“de omhandler et systems evne til å opprettholde sine funksjoner til tross for at det utsettes for stress og påkjenninger, at de inneholder et læringsselement og at de har et bredt tidsperspektiv”

Bothner og Aanderaa (2017) undersøkte resiliens i sin masteroppgave innen landskapsarkitektur fra 2017. Ifølge de representerer bærekraft det overordnede målet for samfunnsutviklingen, mens resiliens tydeliggjør kvalitetene og funksjonene som må vedlikeholdes eller styrkes for å skape bærekraftige systemer som opprettholdes over tid, og kan derfor ses på som en operasjonalisering av bærekraft (ibid, s. 26).

FNs bærekraftsmål 13.1 handler om å styrke evnen til å stå imot og tilpasse seg klimarelaterte farer og naturkatastrofer (FN-sambandet,

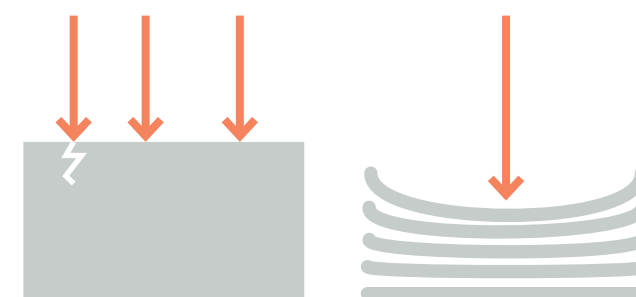
2020). Den originale engelske versjonen lyder: *“Strengthen resilience and adaptive capacity to climate-related hazards and natural disasters in all countries”* (UN, u.å.). Ordet *“resilience”* nevnes også i bærekraftsmål 1, 11 og 14 (ibid), men er i den norske versjonen oversatt til henholdsvis *“motstandskraft”*, *“evne til å motstå og håndtere”*, *“evnen til å stå imot”* og *“motstandsevne”* (FN-sambandet, 2020). Stavland og Bruvoll (2019, s. 3) ved Forsvarets forskningsinstitutt anbefaler å benytte begrepet resiliens på norsk, og ikke oversette til *“robusthet”* eller *“motstandsdyktighet”*, fordi disse begrepene ikke er dekkende for hva som inngår i resiliensbegrepet. Forskjellen mellom resiliens og robusthet/motstandsdyktighet er ifølge Stavland og Bruvoll (ibid, s. 34) at resiliens ikke nødvendigvis har som mål å *hindre* en potensiell påvirkning, men at systemet er tilrettelagt for å kunne *håndtere* potensielle påvirkninger, og raskt gjenoppta sin funksjon. En vaksine gjør deg robust/motstandsdyktig, mens en sunn og god helse gjør deg resilient (ibid).

Ifølge Bothner og Aanderaa (2017, s. 30) kan resiliensteori fremstå som svært kompleks, og det er nødvendig å snevre inn begrepet dersom det skal ha noe praktisk verdi. Deres masteroppgave ser derfor spesielt på klimaresiliens, som innebærer bruk av robuste, fleksible og tilpasningsdyktige løsninger for å gjøre byer mindre sårbare i møte med et villere, varmere og våtere klima (ibid, s. 16). For å bygge resiliens må du vite hva du vil bygge resiliens for, og for hvilke forstyrrelser du vil bygge resiliens mot. Jeg vil videre undersøke hvordan klimatilpasning av byens uterom til et varmere klima kan styrke urban resiliens.

URBAN RESILIENS

Klimatilpasning kan øke byers resiliens ved at tiltakene man gjør for å forberede byen på klimaendringene, bidrar til byens evne til å opprettholde sin funksjon som levested i møte med et endret klima.

Ifølge Ahern (2011, s. 341) har bærekraftsbegrepet innen by- og landskapsplanlegging blitt kritisert for å være for statisk, ved å idealisere én stabil og holdbar *“fail-safe”* urban form. Ahern (ibid, s. 342) mener resilienstilnærmingen representerer et nytt perspektiv, som flytter oppmerksomheten fra *“fail-safe”* til *“safe-to-fail”*. Perspektivet er illustrert med figur 3.35. Dette mener jeg er en god tilnærming til både begrepet resiliens og til hvordan vi bør tenke byutvikling. Vi kan ikke hindre at det med klimaendringene vil følge flere varme og tørre somre, men vi kan klimatilpasse byen sånn at slike perioder ikke er like skadelige som de kunne vært uten tilpasningen. Kelbaugh (2019, s. 45) mener populariteten rundt bruken av ordet resiliens reflekterer en endring i hvordan vi tenker på klimaendringer, fra å forsøke å forhindre endring, til en respons på endringene.



Figur 3.35 Resiliens innebærer å flytte oppmerksomheten fra *“fail-safe”*, illustrert til venstre, til *“safe-to-fail”*, illustrert til høyre.

Gjøse (2013, s. 7) undersøkte i sin masteroppgave i 2013 hvordan resiliensteori kan benyttes innen byplanlegging. Ifølge Gjøse (ibid) var resiliensteori mest brukt innen økologi, og et relativt nytt begrep i byplanleggingssammenheng i 2013. Begrepet er ifølge Bothner og Aanderaa (2017, s. 16) sin masteroppgave fremdeles lite kjent i Norge i 2017, noe de mener kan skyldes at det er et komplekst og omfattende begrep som det kan være vanskelig å ta fra teori til praksis innen planlegging og design. Økt behov for å balansere urbanisering og bærekraftig vekst har imidlertid ført til økt popularitet for resiliens gjennom de siste tiårene (UN-habitat, 2017, s. xv).

Når resiliens-teori knyttes til byer, heter det *urban resiliens* (UN-habitat, 2017, s. 5). Urban resiliens er et dynamisk konsept, som utvikles sammen med de ulike forstyrrelsene byer står overfor (ibid). 100 Resilient Cities-nettverket (2018, s. 10) mener en resiliens-basert tilnærming er det åpenbare svaret på de mange komplekse og usikre utfordringene verdens byer står overfor i det 21. århundret. Målet med urban resiliens er å finne effektive og pragmatiske løsninger som forbereder byer på sjokk og stress man vet vil komme, samt de uforutsette utfordringene (ibid). Dette innebærer å gjøre de urbane økosystemene mer fleksible og tilpasningsdyktige til forandringer (ibid).

Fra et klimatisk perspektiv er en resilient by utformet for å beskytte innbyggerne og infrastrukturen fra ekstreme værhendelser (Oke mfl. 2017, s. 12). Å transformere byers form og funksjon for å bli mer resilient er ifølge Oke mfl. (ibid, s. 13) en av de største utfordringene vi står overfor i det 21. århundret.

Carmona mfl. (2010, s. 254) mener både offentlige byrom og byen som helhet bør være resiliert, og at et resiliert byrom kan karakteriseres av fem egenskaper:

1. **Åpent:** Byrommet er ikke oppdelt i små områder som bare har ett bruksområde
2. **Fleksibelt:** Byrommet imøtekommer ulik bruk
3. **Variert:** Byrommet er ikke dominert av bare én funksjon
4. **Komfortabelt:** Byrommet tilbyr områder som gir ulike mikroklima, for eksempel ved å tilby skjerming fra sol og regn samtidig som man har tilgang på sollys
5. **Sosialt:** Byrommet kan støtte ulike typer sosial aktivitet

Punkt 4 er spesielt relevant for denne oppgaven, og viser at klimatilpasning til ulike vær- og klimahendelser kan være med på å gjøre en by eller et byrom resiliert.

Ifølge Ahern (2011, s. 343) har vi en enestående mulighet til å gjøre urbaniseringen bærekraftig og resiliert i stedet for destruktiv i måten vi utvikler infrastruktur på. Ahern (ibid) beskriver grønn infrastruktur som nøkkelen til å bygge resilienskapasitet. Vegetasjon trekkes også fram i norske planer som et verktøy for å bygge resiliens. Utvalget bak NOU 2013: 10 *Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester* mener det er svært viktig å synliggjøre hvordan biologisk mangfold er et viktig grunnlag for grunnleggende livsprosesser, for økosystemtjenester og for økologisk og samfunnsmessig resiliens.



Foto 3.16 Gunnar Ridderström, 2019

ØKOSYSTEMTJENESTER

I NOU 2013: 10 *Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester* (s. 10) defineres økosystemtjenester som økosystemenes direkte og indirekte bidrag til menneskelig velferd. Begrepet *økosystemtjenester* skal synliggjøre at naturen gir oss en rekke konkrete tjenester (ibid, s. 9).

Mange av tjenestene er svært viktige for at byer skal ha et godt utendørs miljø. Bynatur kan levere økosystemtjenester som blant annet kan bidra til at byen er tilpasset framtidens vær, stoppe nedgangen i biodiversitet, samt sikre et behagelig mikroklima i byen (Københavns Kommune, 2015, s. 15). Økosystemtjenester blir i Stortingsmelding 33 *Klimatilpasning i Norge* (2012-2013, s. 16) trukket fram som et førstelinjeforsvar mot konsekvenser av klimaendringer, dersom de er velfungerende. Ifølge Klimaetaten (2020, s. 137) er Oslo som by avhengig av økosystemtjenestene fra naturressursene for å være robust i møte med klimaendringene.

Økosystemtjenester kan deles inn i fire hovedkategorier: støttende tjenester, regulerende tjenester, forsynende tjenester og kulturelle tjenester (NOU 2013: 10, s. 10). Det er de regulerende tjenestene som er mest relevante for denne oppgaven, da disse tjenestene bidrar særlig til klimatilpasning (Magnussen mfl. 2017, s. 8). Med et klima som blir mer ekstremt, er "naturens evne til å virke som en buffer, og motstå negative konsekvenser av klimatiske ytterligheter" (Rusch, 2012, s. 9) et godt virkemiddel.

Figur 3.36 viser økosystemtjenestene. Jeg vil videre gå nærmere inn på klimaregulering.

REGULERENDE TJENESTER

Luftkvalitetsregulering
Klimaregulering ←
 Vannstrømsregulering
 Erosjonsbeskyttelse
 Naturskadebeskyttelse
 Vannrensing og avfallsbehandling
 Sykdomsregulering
 Skadedyrregulering og biologisk kontroll
 Pollinering
 Vedlikehold av jordsmonn

STØTTENDE TJENESTER

Fotosyntese
 Primærproduksjon
 Jord- og sedimentdannelse
 Næringsstoffkretsløp
 Vannkretsløp
 Evolusjonære prosesser og økologiske funksjoner

FORSYNENDE TJENESTER

Mat
 Ferskvann
 Fiber
 Bioenergi
 Genetiske ressurser
 Biokjemikalier og medisinerressurser
 Pynte- og dekorasjonsressurser

KULTURELLE TJENESTER

Rekreasjon, friluftsliv og naturbasert reiseliv
 Velvære og estetiske verdier
 Stedsidentitet
 Åndelig berikelse
 Religiøse verdier
 Inspirasjon og symbolske perspektiver
 Kunnskap og læring
 Naturarv

Figur 3.36 Økosystemtjenester, basert på NOU 2013: 10, s. 134

KLIMAREGULERING

Under de regulerende økosystemtjenestene finner vi *klimaregulering* (NOU 2013: 10, s. 135). Denne tjenesten er svært relevant for oppgavens tema. Økosystemer kan regulere klima både lokalt og globalt gjennom ulike biokjemiske og biofysiske effekter (ibid, s. 141). Ifølge Aarrestad mfl. (2015, s. 51) er økosystemtjenestene regulering av lokalklima og regulering av overflateavrenning spesielt viktige tjenester som blå og grønn infrastruktur kan bidra med i byer.

Lindhjem og Sørheim (2012, s. 23) knytter lokal klimaregulering til varmeøy-effekten i sin rapport *Urbane økosystemtjenester i Norge*, men skriver at dette er viktig for byer i varme strøk, og ikke under norske forhold der det er få dager i året med så varmt vær at trær og grøntområder er viktige for å gi en kjølede effekt. De omtaler trærns skyggevirksomhet som et eksempel på en negativ tjeneste, og "en typisk irritasjonsfaktor mellom naboer i Norge" (ibid, s. 19). En slik formulering mener jeg er uheldig. Jeg mener skygge fra trær og vegetasjon kan være en positiv økosystemtjeneste i byer, allerede i dag og spesielt i framtiden.

I NOU 2013: 10 *Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester* (s. 145) mener utvalget at vi i Norge har svært få dager i året hvor det er så varmt at trær og grøntområder er viktige for å gi en kjølede effekt. Det trekkes imidlertid fram at grønnstruktur i byer og tettsteder kan være viktig for tilpasning til varmere værtypene og mulige hetebølger (ibid, s. 146). Ifølge Pedersen (1994, s. 11) er vegetasjonens temperaturreguleringsevne viktig selv i vårt nordiske klima, ved at gate- og parktrær gir "kjærkommen skygge" og "fordamping av vann fra vegetasjonen bidrar også,

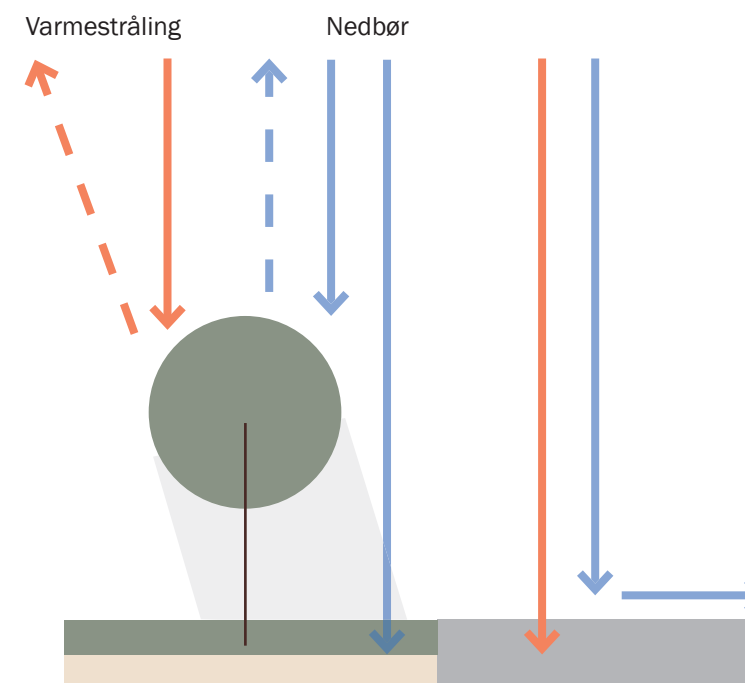
i beskjeden grad, til å senke lufttemperaturen". Sett i lys av urbanisering, føre-var-prinsippet, eldrebølgen, forventede og uforutsette klimaendringer og varmeøy-effekten, mener jeg vi ikke har noe annet valg enn å forberede oss så godt vi kan på et varmere og tørrere klima. Da er de klimareguleringstjenestene som bynatur kan bidra med et viktig hjelpemiddel. Jeg vil videre gå gjennom funn i litteraturen rundt hvordan blå og grønne naturelementer kan redusere negative virkninger av et varmere klima.



Foto 3.17 Fotoet illustrerer hvordan trær kan ha en klimareguleringsevne - snøen ligger lenger i skyggen av trærne. Foto: Ingunn Mørk

Vegetasjon

Ifølge Sjöman, Sjöman og Johansson (2015, s. 247) er bevaring og utvikling av byens vegetasjon og grøntområder det mest effektive verktøyet for å redusere effektene fra den globale oppvarmingen og varmeøy-effekten. De mener trær i byen har en spesielt verdifull rolle i denne sammenheng, grunnet deres evne til å redusere både overflate- og lufttemperatur gjennom skyggevirksomhet og evapotranspirasjon (ibid). Oke mfl. (2017, s. 433) beskriver at blant alle byens elementer, er vegetasjon den mest allsidige når det kommer til modifikasjon av klima, da vegetasjon kan benyttes for å kontrollere stråling, luftstrømmer, luftforurensning, evapotranspirasjon, temperatur, erosjon, vannavrenning og støynivåer (ibid).

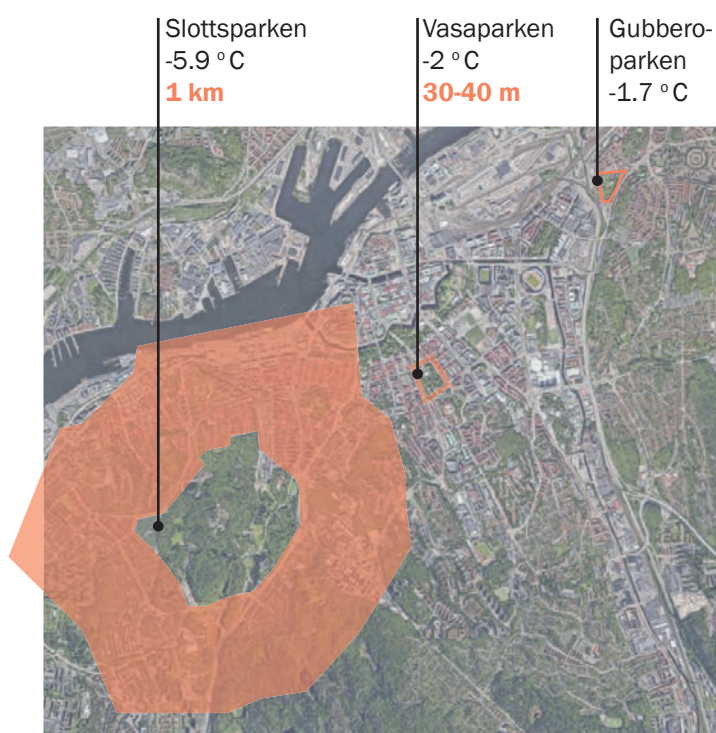


Figur 3.37 Figuren viser svært forenklet hvordan vegetasjon kan bidra med klimaregulering gjennom skyggevirksomhet, endret albedo, og vannopptak, sammenliknet med en asfaltert flate.

Botkin og Keller (2014, s. 265) lister opp fire måter vegetasjon kan påvirke klima på:

- 1. Albedo:** Vegetasjon endrer fargen på overflaten, og dermed mengden sollys som absorberes og reflekteres.
- 2. Vannopptak:** Vegetasjon øker mengden vann som blir transpirert og evaporert fra jordoverflaten til atmosfæren, og dermed mengden strålingsenergi som går til latent varme i stedet for følbare varme. Vegetasjon evaporerer mer vann enn en slett overflate, fordi det totale overflateareal av alle bladene er stort. Ifølge Pedersen (1994, s. 11) avgir et tett vegetasjonsdekke ca. 500-600 liter vann per kvadratmeter gjennom transpirasjon, i løpet av en vekstsesong. Transpirasjon fra frittstående busker og trær er 2-3 ganger høyere enn fra tilsvarende grasdekte arealer, fordi vindhastigheten er større rundt trær og buskers bladverk (ibid). Et stort, frittstående løvtre kan transpirere 200-400 liter vann per dag i varmt vær (ibid). Bjørk har særlig stor evne til transpirasjon, mens nåletrær transpirerer mindre enn halvparten så mye som løvtre (ibid). En forutsetning for transpirasjon er imidlertid tilgang på nok vann.
- 3. Klimagassreduksjon:** Vegetasjon tar opp og lagrer klimagasser, spesielt karbondioksid som benyttes i fotosyntesen. Planter kan også ta opp, bryte ned og uskadeliggjøre giftige gasser, som svoveldioksid, nitrogenoksider og ozon (Pedersen, 1994, s. 14). Ifølge Pedersen (ibid) beregner amerikanske kilder at ozonkonsentrasjonen under sammenhengende tette trekroneer kan være redusert med 70-80 prosent i stille vær.

4. Vind: Vegetasjon kan endre jordoverflatens ruhet, som påvirker vindhastigheter. Trær har en annen effekt enn bygninger på vind, ved at de har en mer ru overflate som skaper en slags "draging" av vinden (Lai mfl. 2019, s. 343). Ifølge Pedersen (1994, s. 10) kan en skjerm av vegetasjon redusere vindhastigheten til det halve ut til en avstand på 10-15 ganger høyden av vegetasjonen, dersom vinden blåser på tvers av skjermen. Vegetasjon bør imidlertid ha en "hullprosent" på 40-50 for å unngå turbulens like bak beplantningen (ibid). "Hullene" må i tillegg være jevnt fordelt, så en trekke med oppstammede trær vil gi liten vindreduksjon (ibid).



Figur 3.38 Figuren viser omtrent hvor langt kjøleeffekten fra de tre parkene i Göteborg strekker seg utover i byen, basert på resultatene fra Upmanis, Eliasson og Lindqvist (1998). Bakgrunnskart hentet fra Google Maps

Parker i byer er ofte kjøligere enn de omkringliggende bebygde områdene grunnet vegetasjonen. Upmanis, Eliasson og Lindqvist (1998, s. 681-682) har sammenliknet studier fra byer i ulike verdensdeler, som viser temperaturforskjeller på 1-6.8 °C mellom parker og omkringliggende bebygde områder. Størrelsen på parken, hvor mye av himmelen som er dekket i parken og i det bebygde arealet, lokalt klima og vær, samt tidspunkt på dagen påvirker hvor stor forskjellen er (ibid, s. 681).

Upmanis, Eliasson og Lindqvist (1998, s. 683) utførte selv en studie i tre parker i Göteborg over en periode på ett og et halvt år, der de undersøkte om størrelsen på parken påvirket hvor stor temperaturforskjellen var mellom parken og det bebygde arealet rundt, samt om størrelsen påvirket hvor langt parkens klima strakk seg inn i det bebygde arealet. Den største parken, Slottsskogen, er på 156 hektar, den mellomste parken, Vasaparken, er på 3.6 hektar, og den minste parken, Gubberoparken, er på 2.4 hektar (ibid, s. 684-685). Målingene ble gjort på netter med klar himmel og lett vind (ibid, s. 681).

Resultatet viste at den største parken hadde en temperaturforskjell fra det omkringliggende bebygde arealet på -5.9 °C, den mellomste -2 °C, og den minste -1.7 °C (ibid, s. 697). Den kjølede effekten av den største parken spredte seg omtrent 1 kilometer fra parkens grense, mens den mellomste parkens klima spredte seg omtrent 30-40 meter fra parkens grense (ibid, s. 698). Den minste parken hadde ingen effekt utenfor parkens grenser (ibid). I figur 3.38 har jeg illustrert omtrent hvor langt effekten har strekt seg ut i byen.

Jord

Jord er et naturelement som ofte kan bli forsømt når man snakker om økosystemtjenester og verdien av bynatur. Det øverste jordlaget er imidlertid en viktig lagringsplass for varme (Utaaker, 1991, s. 54). Dette er interessant sett i lys av at man i byer ofte forseglar jord med ikke-permeable materialer. Varmekapasiteten til jorda bestemmes av fysiske forhold, som flatens albedo, jordtype og innhold av markvann (ibid, s. 87).

Vann

Vann kan bidra til klimaregulering gjennom evapotranspirasjon. Effekten av evaporasjon avhenger av meteorologiske forhold, spesielt vindhastighet og luftfuktighet (Oke mfl. 2017, s. 441). Mye vann kan evaporere når det er mye solstråling, passende luftfuktighet og turbulens i atmosfæren (ibid). Effekten av transpirasjon avhenger av planteslag og vanntilgang. Luftfuktigheten øker der det finnes vegetasjon fordi vann transpireres fra bladverket og fordampes fra jordoverflaten (Pedersen, 1994, s. 11).

Varmekapasitet er den energimengden som må tilføres et stoff for å få en temperaturøkning (Thue, 2002, s. 4.57). Vann har svært høy varmekapasitet, som gjør at store vannarealer ikke varmes like raskt opp som for eksempel bygninger. Den lavere temperaturen gjør at vannarealene sender ut mindre langbølget stråling, og således bidrar mindre til oppvarming av miljøet om dagen.

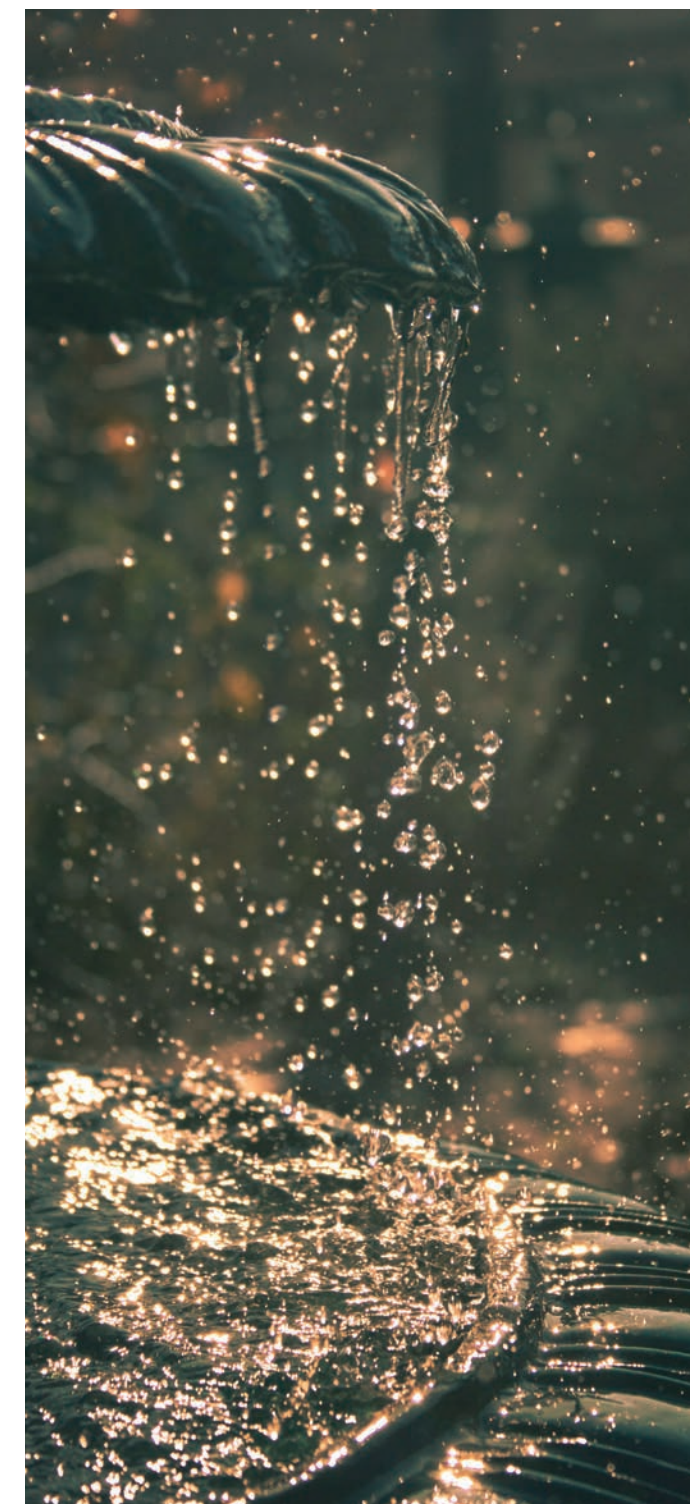


Foto 3.18 John Wilson/Unsplash, 2014

BYROMSKVALITET

” Good urban design is often like the referee in a soccer match who has a ‘good game’ by not being noticed (Carmona m.fl. 2010, s. 368)

Gehl (2010, s. 16) mener det er nødvendig med en større omsorg for menneskene som bruker byene, både i eksisterende og i nye byer. For å ivareta den menneskelige dimensjonen i byplanlegging mener han det er nødvendig å arbeide for å sikre en bedre bykvalitet (ibid, s. 17). I delkapitlene 3.3 og 3.4 redegjorde jeg for



Foto 3.19 Bruno Martins/Unsplash, 2017

hvordan et varmere byklima kan ha en rekke negative konsekvenser for folkehelse og biologisk mangfold. Med bakgrunn i dette, har jeg i dette delkapittelet vist hvordan klimatilpasning til et varmere klima vil kunne bidra til et godt levemiljø for både mennesker og biologisk mangfold.

Dirk Sijmons mener klimaspørsmål ofte har blitt neglisjert innen byforming, men at vi ikke lenger kan ignorere byklimaet fordi varmeøy-effekten gjør byer ukomfortable og til og med ubeboelige deler av sommeren, samt farlig for sårbare grupper som eldre og barn (Lenzholzer, 2015, s. 10). Det er viktig å påpeke at Sijmons har Nederland som perspektiv, men som jeg har vist i del 1 av teorikapittelet, vil varmeøy-effekten og klimaendringene gjøre det varmere i norske byer. Det er derfor ikke utenkelig at det Sijmons skriver kan gjelde for norske byer litt fram i tid.

Ifølge Gehl (2010, s. 178) er det få faktorer som har større betydning for komfort og velvære i byens rom enn det aktuelle klimaet hvor folk går, sitter eller sykler. Derfor mener Gehl (ibid, s. 183) at det er svært problematisk at det ofte jobbes for dårlig for å sikre best mulig naturlig klimakvalitet i byens rom. Dette er noe landskapsarkitekter i stor grad kan være med på. Oke mfl. (2017, s. 444-445) mener god klimatisk design vil muliggjøre lengre opphold i uterom, blant annet gjennom varierte mikroklima som gir mennesker flere valg under forskjellige værforhold og årstider.

Oke mfl. (2017, s. 409) mener en by er godt planlagt og utformet fra et klimatisk perspektiv, dersom byen blant annet er designet for å forbedre mikroklimaet rundt bygninger og i omgivelsene, og dersom mennesker og infrastruktur er beskyttet fra ekstreme værhendelser gjennom en vurdering av dagens og framtidens klimavariabler og ekstremer.

Gehl (2010, s. 248-249) er kjent for sine 12 kriterier for god byromskvalitet. I figur 3.39 har jeg markert hvilke av punktene jeg mener kan knyttes til klimatilpasning til et varmere klima i byen:



Figur 3.39 Hvilke av Gehls 12 kriterier for god byromskvalitet som kan knyttes til klimatilpasning til et varmere byklima, basert på Gehl (2010)

Punktene under *beskyttelse* er grunnleggende faktorer som må oppfylles før de andre faktorene kan ha stor betydning (Gehl, 2010, s. 248). Ubehagelig høye temperaturer kan defineres som en ubehagelig sansepåvirkning, og det er derfor viktig at landskapsarkitekter og planleggere tilbyr nettopp *beskyttelse mot ubehagelige sansepåvirkninger* i uterom for å skape god byromskvalitet for mennesker. Dette er årsaken

til alle punktene under *komfort* er markert. Det spiller liten rolle om du har gode muligheter for å sitte eller snakke i et byrom dersom det er ubehagelig varmt å oppholde seg der. Punkt 11. *muligheter for å nyte positive aspekter ved klimaet* under *herlighetsverdier* er markert fordi man ved klimatilpasning til økt temperatur kan fasilitere opphold utendørs på dager med fint vær, gjennom å sørge for et mer behagelig mikroklima.

DELOPPSUMMERING DEL 1

I kapittel 3 svarer jeg på delproblemstillingen: *Hvorfor er det nødvendig å klimatilpasse byens uterom til et varmere klima?*

I del 1 av teorikapittelet viste jeg at vi med klimaendringene vil få et varmere klima med høyere temperaturer og økt forekomst av tørke i Norge. Når mennesker bygger byer produserer man egne byklima. Et eksempel på dette er varmeøy-effekten, som beskriver fenomenet at byer er varmere enn omkringliggende rurale omgivelser.

Varme og tørke kan få en rekke negative konsekvenser for både folkehelse og biologisk mangfold. Mennesker i Norge er ikke godt tilpasset høye temperaturer. I møte med et varmere klima er det derfor nødvendig at det tas større hensyn til menneskers opplevelse og regulering av varme i byforming. Jeg mener dette kan gjøres gjennom å klimatilpasse byens uterom til et varmere klima.

Vegetasjon og dyreliv kan også få problemer med et varmere og tørrere byklima. Økt konkurranse fra fremmede arter og mangel på vann er eksempler på utfordringer som kan få større betydning i årene fremover. Igjen mener jeg at klimatilpasning til et varmere klima kan bidra positivt i møte med disse utfordringene.

DELOPPSUMMERING DEL 2

I del 2 av teorikapittelet redegjorde jeg for at klimatilpasning av byer til et varmere klima kan bidra til å øke byers resiliens. Resiliens-tilnærmingen gjør at vi må flytte oppmerksomheten fra "fail-safe" til "safe-to-fail". Dette mener jeg er en god tilnærming sett i lys av både kjente og ukjente utfordringer som byene står overfor i framtiden, som klimaendringer, fortetting, varmeøy-effekten og eldrebølgen. Vi kan ikke hindre disse utfordringene, men tilpasse byene slik at konsekvensene ikke blir så store som de kunne blitt uten tilpasningen.

Urban resiliens kan styrkes gjennom bruk av bynaturens økosystemtjenester. Vegetasjon og vann har en rekke klimareguleringseffekter, og er således viktige verktøy i møte med et varmere og tørrere klima.

Arbeidet med å øke urban resiliens og klimatilpasse byen til et varmere klima, kan samtidig øke kvaliteten på byens uterom og bidra til godt levemiljø for både mennesker og biologisk mangfold. Menneskers opplevelse av velvære og komfort i byen er nært knyttet til mikroklima, og det er derfor viktig at landskapsarkitekter har kunnskap om hvordan man kan oppnå gode mikroklima i byens rom. Som vist i kapittel 3.4 er også beskyttelse fra varme og tørke viktig for vegetasjon, insekter og dyr i byen.



Figur 3.40 Tegningen illustrerer arbeidet med kapittel 3

4

PLANER, FØRINGER OG MÅL

- 4.1 Ordsøk
 - 4.2 Utvalgte planer
 - 4.3 Mål om klimatilpasning
- Deloppsummering

Delproblemstilling

Hvordan håndteres klimatilpasning til et varmere klima i planer og føringer i Norge?

Metode

Ordsøk
Dokumentgjennomgang



I kapittel 3 redegjorde jeg for at verden og Norge får et varmere klima, og hvordan dette kan få negative konsekvenser for både folkehelse og biologisk mangfold. I delkapittel 3.5 viste jeg at klimatilpasning til et varmere klima kan øke byens resiliens samt bidra til et godt levested for mennesker og biologisk mangfold. I dette kapitlet vil jeg undersøke hvordan nettopp klimatilpasning til et varmere klima håndteres i norske planer og føringer gjennom et ordsøk og en gjennomgang av noen utvalgte planer. Jeg vil også se på hvilke mål som finnes for dette temaet.



Foto 4.1 Markus Spiske/Unsplash, 2019

4.1 ORDSØK

ORD

For ordsøket valgte jeg seks kategorier som er relevante for oppgavens tema. Innen de seks kategoriene valgte jeg følgende søkeord:

Klimatilpasning

Klima, klimatilpasning, tilpasse, tilpasning

Overvann

Overvann, overvannshåndtering, nedbør, ekstremnedbør, regn

Temperatur

Varme, varmere, høy temperatur, høye temperaturer, temperaturstigning, hetebølge, varmebølge, ekstremvarme

Tørke

Tørke, markvannsunderskudd, lav grunnvannsstand, tørkeperiode

Varmeøy

Varmeøy, varmeøyer, varmeøy-effekten, urban heat island

Klimatisk komfort

Klimatisk komfort, termisk komfort, uteklima

Dersom den aktuelle planen var skrevet på nynorsk, søkte jeg etter den nynorske versjonen av ordet. Fullstendig resultat av ordsøket ligger vedlagt oppgaven som vedlegg 3.

DOKUMENTER

Dokumentene som ble valgt til ordsøket ble valgt på bakgrunn av aktuelle aktører innen klimatilpasningsarbeid.

Klima- og miljødepartementet skal ivareta helheten i regjeringens klima- og miljøpolitikk:

Meld. St. 14 (2015-2016) Natur for livet
Meld. St. 33 (2012-2013) Klimatilpasning i Norge
Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030
NOU 2010: 10 Tilpassing til eit klima i endring

Justis- og beredskapsdepartementet har ansvar for samfunnssikkerheten:

Meld. St. 10 (2016-2017) Risiko i et trygt samfunn

Kommunal- og moderniseringsdepartementet har ansvar for plan- og bygningsloven:

Meld. St. 18 (2016-2017) Berekraftige byar og sterke distrikt
Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023

Helse- og omsorgsdepartementet har ansvar for befolkningens helse:

Meld. St. 15 (2017-2018) Leve hele livet
Meld. St. 19 (2018-2019) Folkehelsemeldinga

Oslo kommune har begynt arbeidet med å se på klimatilpasning til et varmere klima.

Klimaetatens faggrunnlag til klimastrategi 2030
Klimaprofil Oslo og Akershus
Klimaendringer og klimautfordringer i Oslo mot år 2100
Kommuneplan for Oslo 2018
Klimasårbarhetanalyse for Oslo

GJENNOMFØRING

For å gjennomføre ordsøket åpnet jeg de ulike dokumentene i programmet Adobe Acrobat Pro DC. Jeg benyttet funksjonen “avansert søk” og søkte etter ett og ett ord. Jeg krysset av for “bare hele ord” for å unngå at noen ord ble telt

flere ganger, eller at man fikk med ord fra en annen sammenheng. Da søket var ferdig, regnet jeg prosentvis treff for de seks kategoriene. Resultatene presenteres i tabellen under:

Klimatilpasning	Overvann	Temperatur	Tørke	Varmeøy	Klimatisk komfort
33.25	2.6	0.88	0.75	0	0
				<i>Meld. St. 14 (2015-2016) Natur for livet</i>	
130.25	29.6	4	1.75	0	0
				<i>Meld. St. 33 (2012-2013) Klimatilpasning i Norge</i>	
22.25	0.6	0.75	0.75	0	0
				<i>Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030</i>	
157.5	26.8	3.5	7.25	0	0
				<i>NOU 2010: 10 Tilpassing til eit klima i endring</i>	
9.25	2.4	0.38	0	0	0
				<i>Meld. St. 10 (2016-2017) Risiko i et trygt samfunn</i>	
19.5	3.2	0.25	0.5	0	0
				<i>Meld. St. 18 (2016-2017) Berekraftige byar og sterke distrikt</i>	
2.25	0.8	0	0	0	0
				<i>Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023</i>	
1.5	0	0.25	0	0	0
				<i>Meld. St. 15 (2017-2018) Leve hele livet</i>	
12.5	1	0.25	0	0	0
				<i>Meld. St. 19 (2018-2019) Folkehelsemeldinga</i>	
30.4	18.32	2.95	3.3	0.6	0
				<i>Oslo kommunes planer samlet</i>	

OPPSUMMERING ORDSØK

Ordsøket viser at overvann generelt får mye større oppmerksomhet enn temperatur og tørke i nasjonale planer og føringer, og i Oslos planer.

	Nasjonale	Oslo
Klimatilpasning	43.13	30.4
Overvann	7.44	18.32
Temperatur	1.13	2.95
Tørke	1.22	3.3
Varmeøy	0	0.6
Klimatisk komfort	0	0

Tabellen over viser gjennomsnittlig antall ord per dokument, totalt for planene fra Oslo og for de nasjonale planene. Både ordene i kategorien overvann, temperatur og tørke nevnes gjennomsnittlig flere ganger i Oslos planer enn i de nasjonale. I de nasjonale planene nevnes imidlertid ordene i klimatilpasningskategorien oftere enn i Oslos planer, som kan tyde på at de kommunale planene er mer konkrete enn de nasjonale planene som snakker om klima på et litt mer overordnet nivå.

Varmeøy-effekten blir nevnt i noen av Oslos planer, men ikke i noen av de nasjonale planene og føringene. Klimatisk komfort er noe som neglisjeres i alle de studerte dokumentene.

4.2 UTVALGTE PLANER

Som nevnt i metodekapittelet (1.5) er en svakhet ved metoden ordsøk at man ikke får innblikk i hvilken sammenheng ordene brukes i. Jeg vil derfor i dette delkapittelet se nærmere på hvordan tilpasning til et varmere klima behandles i fem utvalgte planer for klimatilpasning. Til slutt vil jeg også trekke frem føre-var-prinsippet, som er et viktig prinsipp for klimatilpasningsarbeid.



Figur 4.1 Forsiden til NOU 2010: 10 Tilpassing til eit klima i endring



Figur 4.2 Forsiden til Meld. St. 33 (2012-2013) Klimatilpasning i Norge



Figur 4.3 Forsiden til Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023



Figur 4.4 Forsiden til Klimasårbarhetsanalyse for Oslo

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning

Føre-var-prinsippet

NOU 2010:10

Tilpassing til eit klima i endring

Innhold/formål

Planen omhandler konsekvensene av klimaendringene og hva samfunnet kan gjøre for å møte disse (s. 15).

Om temperatur

Utvalget mener det er liten grunn til å frykte at omfattende hetebølger med stor dødsprosent skal ramme Norge. De mener klimaendringene samlet sett vil ha en moderat påvirkning på helsesituasjonen i Norge, men at vi likevel må være forberedt på et bredere spekter av infeksjonssykdommer og allergi mot nytt plantemateriale. Lavere risiko for kuldeastma og død om vinteren trekkes fram som mulige positive effekter av klimaendringene (s. 76).

Utvalget anbefaler forskning på varme og hetebølger og hvilken betydning det kan ha for samfunnet og dødsprosent (s. 18).

Om tørke

Utvalget skriver at høyere temperaturer og noe redusert nedbør om sommeren vil gi redusert vannføring og større markvannsunderskudd, som vil føre til mer alvorlige sommertørker. Det er beregnet små endringer på kort sikt, men betydelige endringer mot slutten av århundret, spesielt for Sør-Norge. Sommertørke vil føre til økt vanningsbehov og økt fare for skogbrann (s. 52). Varme somre i kombinasjon med tørke vil svekke trærns motstandsevne overfor skadegjørere (s. 133).

Utvalget anbefaler forskning på effektene av klimaendringer på hydrologi, flom og tørke (s. 211).

Kommentar

Planen anser ikke at økt temperatur og hetebølger vil få stor påvirkning på folkehelsen i Norge, men anbefaler mer forskning på dette. Tørke forstås som en litt mer aktuell utfordring.

Meld. St. 33 (2012-2013)

Klimatilpassing i Norge

Innhold/formål

Beskriver norsk klimatilpassingspolitikk (s. 9).

Om klimatilpassing

Forfatterne skriver at alle har et ansvar for å tilpasse seg klimaendringene (s. 5). Et grunnleggende prinsipp for arbeidet med klimatilpassing er at ansvaret for klimatilpassing ligger til den aktøren som har ansvaret for en oppgave eller funksjon som blir berørt av klimaendringer (s. 35). Klimaendringenes lokale karakter plasserer imidlertid kommunene i en førstelinje i møte med klimaendringer (s. 6).

Det anbefales at klimaendringer vurderes i investeringer og samfunnsplanlegging med levetid opp mot eller over 2050, dvs. tiltak med levetid 30 år eller mer (s. 36).

Om temperatur

Klimaendringene vil kunne medføre høyere gjennomsnittstemperaturer og økt risiko for ekstremvær som flom, oversvømmelser og tørke (s. 21). Ifølge meldingen er det ikke ventet at klimaendringene vil medføre store endringer i dødelighet i Norge (s. 23). Økt temperatur og økt risiko for hetebølger vil imidlertid kunne medføre økt helserisiko i framtiden, selv om dette trolig ikke vil ha størst betydning for folkehelsen i Norge de nærmeste tiårene (s. 24).

Når det gjelder konsekvenser et varmere klima kan ha for helse, trekkes reduksjon av kvaliteten på drikkevann, økt risiko for vannbårne infeksjoner, økt forekomst av infeksjonssykdommer som følge av smittebærere som flått og mygg, samt en forlenget og forsterket pollensesong fram som eksempler (s. 23).

Meldingen beskriver at et mildere klima kan gi grunnlag for økt planteproduksjon og dyrking av vekster som i dag er mer vanlig lenger sør (s. 8).

Om tørke

Meldingen beskriver at høyere temperatur, økt fordampning og mulighet for redusert nedbør om sommeren vil kunne gi lengre perioder med liten vannføring i elvene og mark- og grunnvannsunderskudd, som etter hvert kan føre til utfordringer for lokal drikkevannsforsyning og landbruket i enkelte deler av landet. Sommertørke vil kunne øke vanningsbehovet og gi økt fare for skogbrann (s. 13).

Kommentar

Planen anser ikke økt temperatur og hetebølger som en særlig aktuell klimautfordring i dag. Tørke beskrives som en noe mer akutell utfordring, men også her presiseres det at dette er noe som "etter hvert" kan bli en utfordring.

Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023

Innhold/formål

Fremme bærekraftig utvikling i hele landet (s. 3).

Om klimatilpasning

Klimatilpasning trekkes fram som en stor utfordring for samfunnsplanleggingen framover. Eksempler på ekstreme naturhendelser som har økende hyppighet er styrtregn, flom og skred (s. 13). Problemer knyttet til varme og tørke blir ikke nevnt.

Dokumentet beskriver at selv om verden klarer å redusere utslipp, vil klimaendringene påvirke natur og samfunn i dag og i lang tid fremover, som vil få konsekvenser for kritisk infrastruktur, næringsliv, natur- og kulturmiljø og folkehelse (s. 15).

Kommunal- og moderniseringsdepartementet forventer at fylkeskommuner og kommuner bruker oppdatert kunnskap om forventede klimaendringer og konsekvenser i planleggingen (s. 15).

Dokumentet slår fast at høye alternativer fra nasjonale klimaframskrivninger skal benyttes når man arbeider med klimatilpasning (s. 15).

Kommentar

Planen nevner ikke utfordringer knyttet til temperaturstigning og tørke.

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning

Innhold/formål

Kommunal, fylkeskommunal og statlig planlegging skal bidra til at samfunnet forberedes på og tilpasses klimaendringene.

Om klimatilpasning

Planretningslinjene sier at arbeid med klimatilpasning skal bidra til at samfunnet blir bedre rustet i møte med klimaendringene. Kommuner og fylkeskommuner skal unngå eller begrense risiko, sårbarhet og ulemper, samt dra nytte av eventuelle fordeler.

Det slås fast at klimatilpasning er et sektorovergripende hensyn.

Retningslinjene sier at høye alternativer fra nasjonale klimaframskrivninger skal benyttes når konsekvensene av klimaendringene vurderes.

I dokumentet heter det at bevaring, etablering eller restaurering av naturbaserte løsninger bør vurderes, og dersom andre løsninger velges skal det begrunnes hvorfor naturbaserte løsninger er valgt bort.

Kommentar

Planen nevner ikke konkrete klimautfordringer, men slår fast at samfunnet skal forberedes på klimaendringene.

Klimasårbarhetsanalyse for Oslo

Innhold/formål

Planen har som mål å styrke Oslos evne til å følge opp førstelinjeansvaret i møte med dagens og framtidens klima, ved å identifisere hvor Oslo er robust i møte med klimaendringer, hvor byen er sårbar, samt hvor det er behov for klimatilpasningstiltak (s. 5).

Om klimatilpasning

I analysen heter det at rolle- og ansvarsfordelingen innen klimatilpasning er fragmentert på nasjonalt plan, som gir utydelige føringer for hvordan kommunene bør organisere klimatilpasningsarbeidet. Klimaetaten etterspør tydeligere koblinger mellom arbeidet for samfunnssikkerhet og klimatilpasning, samt en mindre vag begrepsbruk innen klimatilpasning, da vag begrepsbruk gir rom for tolkning (s. 86).

Om temperatur

Ifølge Klimaetaten burde konsekvenser av høyere temperaturer vært vurdert grundigere i kommunens planer. Overvann er klimautfordringen som er mest hensyntatt (s. 83).

Analysen beskriver at høyere temperaturer vil gi et bredt spekter av konsekvenser, særlig innenfor helsesektoren. Forfatterne mener løsningen hovedsakelig ligger i hvordan vi utformer byen for å sikre god livskvalitet og komfort, selv ved høyere temperaturer (s. 41).

Det trekkes fram at harde, ikke-permeable flater og nedbygging av grøntområder gir store utfordringer knyttet til både overvannshåndtering og temperaturregulering (s. 75).

I analysen heter det at lokalklimatiltak vil kunne redusere faren for blant annet varmeøyler, og dermed ha stor effekt på både livskvalitet og folkehelse. Sammen med plassering av bygg blir utforming av byrom trukket fram som en viktig faktor i hvordan byen kan takle høyere temperaturer. Klimaetaten mener lokalklimaanalyser er viktig i beslutningsgrunnlaget i byutviklingen dersom man ønsker å gjøre byen go å bo i (s. 95).

Om tørke

Klimaendringene gir større sjanse for tørke (s. 7). Tørke kobles til økt skogbrannfare, ødelagte avlinger (s. 45), vannmangel og dårligere vannkvalitet (s. 47), samt økt behov for vanning av byens parker og grønne lunger (s. 48).

Klimaetaten mener at konsekvensene av tørke kan bli svært alvorlige og kostbare for Oslo, samt forverres jo lenger tørken pågår (s. 46).

Kommentar

Planen slår fast at konsekvenser av høyere temperaturer burde vurderes grundigere i kommunens planer. Byen kan ifølge planen tilpasses et varmere klima gjennom plassering av bygg og utforming av byrom. Lokalklima anses som en viktig faktor for livskvalitet i byer.

Føre-var-prinsippet

Framtidens klima vil være avhengig av naturlig klimavariasjon, samt tidligere og framtidige menneskeskapt utslipp (IPCC, 2014, s. 10). Det er med andre ord stor usikkerhet knyttet til framtidens klima. Selv om vi vet noe om tidligere utslipp av klimagasser, er det vanskelig å beregne framtidige utslipp, og så godt som umulig å spå naturlige klimavariasjoner. Utvalget bak NOU 2010: 10 *Tilpassing til eit klima i endring* (s. 34) mener usikkerheten knyttet til klimaendringene er et argument for fleksible og robuste planer om klimatilpasning, utvikling av strategier og tiltak, og ikke utsettelse, som i mange tilfeller vil øke sårbarheten.

Føre-var-prinsippet har spilt en sentral rolle i internasjonal miljøpolitikk over de siste årene (NOU 2010: 10, s. 35). Gjennom FNs klimakonvensjon har Norge forpliktet seg til føre-var-prinsippet (ibid). Miljødirektoratet (2018c, s. 4) skal legge føre-var-prinsippet til grunn i arbeid med klimatilpasning. Føre-var-prinsippet går ut på at når det er fare for alvorlig eller irreversibel skade på miljøet, skal vi ikke vente på vitenskapelig bevis før vi tar forholdsregler for å unngå potensiell skade på miljøet (Botkin og Keller, 2014, s. 15). Innen klimatilpasning innebærer dette blant annet å legge høye alternativer for nasjonale klimaframskrivninger til grunn når man vurderer konsekvensene av klimaendringene (Miljødirektoratet, 2018c, s. 4-5). I Klimaetatens (2019a, s. 14) *faggrunnlag for Klimastrategi 2030* heter det at klimatilpasningsarbeid bør ligge i forkant av klimaendringene for at konsekvensene skal bli minst mulig.

I mai 2019 presenterte Norsk Klimaservicesenter rapporten *Klimapåslag for korttidsnedbør - anbefalte verdier for Norge* (Dyrrdal og Førland, 2019). Rapporten anbefaler å legge til påslag på dagens dimensjonerende nedbørsverdier for å ta høyde for forventet endring i dimensjonerende nedbør fram mot 2100 (ibid, s. 3). For eksempel anbefales det et klimapåslag på 30-40 prosent for nedbør med varighet mellom 2-3 timer (ibid, s. 18). Dette kan ses på som et tiltak i tråd med føre-var-prinsippet. Men hvor er rapporten med påslag for varme og tørke?

Klimaetaten (2019b) ser framover:

"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".

Spørsmålet er imidlertid hvordan vi skal hensynte en slik endring i praksis. Det vil jeg forsøke å besvare i kapittel 6.

4.3 MÅL OM KLIMATILPASNING

Til tross for at klimatilpasning til høyere temperaturer og tørke generelt har mindre oppmerksomhet i nasjonale føringer, skal Norge jobbe etter flere mål som berører problematikken.

FNs bærekraftsmål

Fnsambandet (2020) har utviklet 17 bærekraftsmål med tilhørende 169 delmål, som de definerer som "verdens felles arbeidsplan for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030". Bærekraftsmålene er gjeldende for alle land i verden, og har således en innvirkning på norsk politikk (ibid). Mål 3 *God helse*, mål 11 *Bærekraftige byer og samfunn*, og mål 13 *Stoppe klimaendringene*, er relevante mål for klimatilpasning til et varmere klima.



Figur 4.5 Bærekraftsmål 3, 11 og 13. Illustrasjon FN-sambandet, 2020

Sendai-rammeverket

Sendai-rammeverket for katastrofeforebygging (2015-2030) er et globalt rammeverk som ble vedtatt av medlemslandene i FN i 2015 (Meld. St. 10 (2016-2017) s. 85). Medlemslandene forplikter seg til å redusere risiko og sårbarhet for katastrofer, blant annet gjennom klimatilpasning til dagens og framtidens klima (ibid).

Norges miljømål

Norge har seks miljømål. Mål 5 handler om klima, og delmål 5.6 heter "Politisk mål om at samfunnet skal forberedes på og tilpasses klimaendringene" (Miljødirektoratet, 2020b). Miljødirektoratet (ibid) skriver at det gjøres en omfattende innsats for å tilpasse og forberede samfunnet på klimaendringene, samt at utviklingen til nasjonale myndigheters innsats på området er positiv. Klimatilpasning er nødvendig for å redusere sårbarhet og risiko for skade som følge av klimaendringene, og for å spare samfunnet for betydelige kostnader (ibid). Føre-var-prinsippet er integrert i målet ved at man skal legge til grunn høye alternativer fra nasjonale klimaframskrivninger i arbeidet med klimatilpasning (ibid).

DELOPPSUMMERING KAPITTEL 4

I dette kapitlet svarer jeg på delproblemstillingen: *Hvordan håndteres klimatilpasning til et varmere klima i norske planer og føringer?*

Ordsøket viste at overvann generelt blir nevnt oftere enn temperatur og tørke i nasjonale planer og føringer, og i Oslos planer. Varmeøy-effekten nevnes kun i noen av Oslo sine planer, og er fraværende i de nasjonale. Ordene i kategorien "Klimatisk komfort" er neglisjert i alle de undersøkte dokumentene. Dette mener jeg er svært negativt, da både varmeøy-effekten og klimatisk komfort er sentrale temaer i forbindelse med byutvikling, og nært knyttet til den menneskelige dimensjonen av fagfeltet vårt.

Gjennomgangen av fem utvalgte planer viser at økt temperatur anses som en klimautfordring som ikke er veldig aktuell i Norge i dag, men som vil kunne bli en utfordring i framtiden. Tørke anses som noe mer aktuell i et kortere tidsperspektiv, men det skrives lite om konkrete tiltak for å møte disse utfordringene annet enn at vi behøver forskning. Oslo kommune har imidlertid startet arbeidet med å få økt temperatur og tørke inn i sine planer.

Dersom Norge skal handle i tråd med føre-var-prinsippet og internasjonale og nasjonale mål om klimatilpasning, mener jeg det bør legges større vekt på klimatilpasning til et varmere klima i planene og føringene.



Figur 4.6 Tegningen illustrerer arbeidet med kapittel 4

5

REFERANSEPROSJEKTER

- 5.1 Sverige
 - 5.2 København
 - 5.3 Bymilen
 - 5.4 Nederland
 - 5.5 Wien
 - 5.6 Paris
- Deloppsummering

Delproblemstilling

Hvordan jobbes det med klimatilpasning av byers uterom til et varmere klima i utlandet, og kan kunnskapen overføres til Norge?

Metode

Gjennomgang av referanseprosjekter



REFERANSEPROSJEKTER

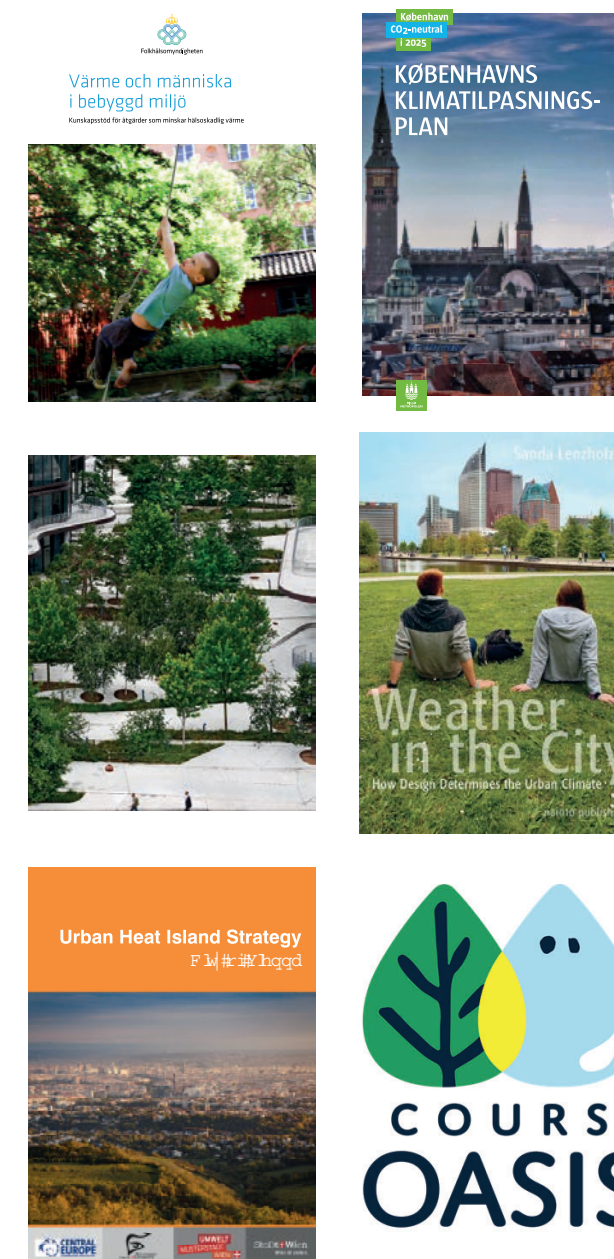
I dette kapitlet vil jeg presentere seks europeiske prosjekter som jeg mener kan bidra med relevant informasjon for klimatilpassningsarbeid til et varmere klima i Norge.

Det er jobbet lite med klimatilpasning til et varmere klima i Norge, og det er derfor relevant å se til andre land som har jobbet mer med tematikken.

De utvalgte prosjektene er:

1. **Sverige:** Värme och människa i bebyggd miljö
2. **København:** Københavns klimatilpassningsplan
3. **Bymilen:** Et uterom i København
4. **Nederland:** Weather in the City
5. **Wien:** Urban Heat Island Strategy
6. **Paris:** OASIS Schoolyard Project

Kapitlet vil inneholde tiltak og informasjon fra prosjektene som kan tenkes å være relevant for Norge.



Figur 5.1-5.6 Forsider eller foto fra de seks referanseprosjektene (Folkhälsomyndigheten, 2019) (København Kommune, 2011) (Magnus Klitten, u.å.) (Lenzholzer, 2015) (Brandenburg mfl. 2018) (UIA, 2020)

5.1 SVERIGE

VÄRMA OCH MÄNNISKA I BEBYGGD MILJÖ

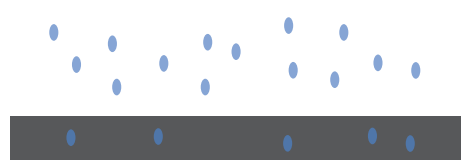
Planen skal være et kunnskapsgrunnlag for tiltak som skal redusere helseskadelig varme i byer (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 5).

Man får først informasjon om helserisikoer og samfunnets sårbarhet overfor hetebølger. Deretter beskrives faktorer som kan gjøre byer varme, herunder varmeøy-effekten, samt hvordan man kan identifisere hvilke områder og bygninger som bør prioriteres.

Til slutt inneholder planen ulike fysiske tiltak man kan gjøre både i inne- og utomhusmiljøet for å minske befolkningens eksponering for helseskadelig varme, samt redusere den urbane varmeøy-effekten. Jeg har valgt ut seks tiltak som er mest relevant for min oppgave.



Figur 5.7 (Folkhälsomyndigheten, 2019)



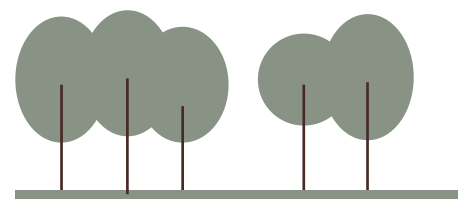
Minske andelen harde flater

Permeable flater sørger for at vann kommer ned i grunnen, som igjen kan tas opp av trær og annen vegetasjon, som i neste omgang kan virke kjøleende ved å transpirere vannet (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 19).

Verdsette de åpne vannflatene

Åpne vannflater som dammer, kanaler og bekker demper temperatursvingninger (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 19).

Figur 5.8 - 5.13 Ingunn Mørk



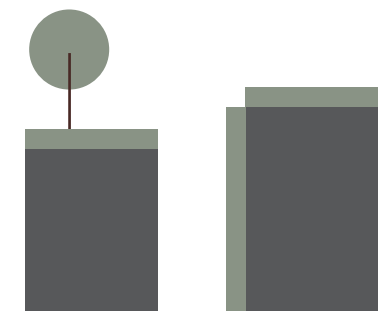
Bevare og øke mengden grønt

Å bevare og øke mengden grønt omtales som den mest effektive måten å redusere risikoen for helseskadelig varme i en by, både på dagtid og nattetid (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 18). Ifølge planen kan parker og urbane skogsområder senke byens lufttemperatur med flere grader og kjøleeffekten kan strekke seg flere hundre meter inn i bebyggelsen. Jo større areal på grøntområdet, jo større kjøleeffekt (ibid). Trær omtales som vegetasjonstypen som gir best kjøleeffekt (ibid).



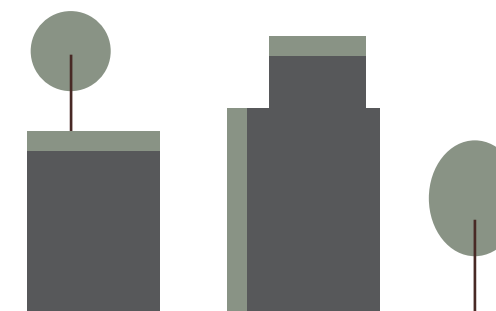
Velge lyse tak og overflater

Gjennom å øke andelen lyse flater i byen kan man minske andelen varme som lagres i materialet, som til en viss grad kan påvirke varmeøy-effekten (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 21). Dette tiltaket gir ingen kjøleende effekt for mennesker på gateplan grunnet økt refleksjon fra flatene, og kan også gi problemer med blinding (ibid).



Anlegge grønne tak og vegger

Grønne tak og fasader kan gi en lokalt kjørende effekt gjennom økt skyggevirking og fordampning (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 21).



Kombinere fortetting med mer grønt

Tett bebyggelse blir varmere om natten sammenlignet med mindre tett bebyggelse grunnet ulik nedkjølingshastighet (Folkhälsomyndigheten, 2019, s. 19). Fortetting av bebyggelse bør alltid kombineres med mer grønt for å minske varmeøy-effekten og risikoen for helseskadelig varme (ibid). Samtidig kan høye bygninger gi skygge, som kan motvirke høye strålingstemperaturer på dagtid (ibid).

5.2 KØBENHAVN

KØBENHAVNS KLIMATILPASNINGSPLAN

Planen beskriver utfordringene København vil stå overfor, både på kort og lang sikt som følge av klimaendringene (København Kommune, 2011, s. 3). Den inneholder også løsninger for å møte disse utfordringene. På neste side presenterer jeg tiltakene som kan være relevante i norsk sammenheng. Ved å starte klimatilpasningsarbeidet tidlig, gir det god mulighet for å analysere utfordringer og virkninger for å finne fram til de mest optimale løsningene og dermed unngå feilinvesteringer (ibid).

Det legges vekt på at når det skal velges metode for klimatilpasning, så skal det velges fleksible løsninger, samt løsninger som har tilleggsgevinster (ibid, s. 12). Eksempler på slike tilleggsgevinster er mulighet for rekreasjon, nye arbeidsplasser, eller forbedret lokalmiljø med mer grønt (ibid).

Planen trekker fram høyere temperaturer, varmeøyer, somre med lengre tørkeperioder og flere og mer intense hetebølger som utfordringer for København som følge av klimaendringene (ibid, s. 41).

” Flere og varmere hedebløgger kombinert med fænomenet varmeø-effekten i urbane områder kan medføre forringelser af københavnernes livkvalitet og kan resultere i øgede offentlige udgifter til energiforbrug og sundhed (ibid).

Ifølge planen vil København også i framtiden kunne ha et behagelig byklima dersom man tenker langsiktige bærekraftige løsninger i byens prosjekter, samt fremmer løsninger som innebærer kjøling, skyggeeffekt, luft sirkulasjon og balanserte overflatetemperaturer (ibid).

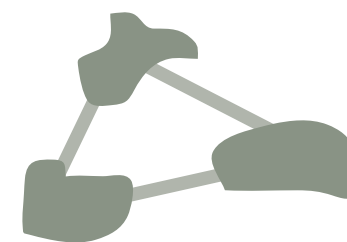


Figur 5.14 (København Kommune, 2011)

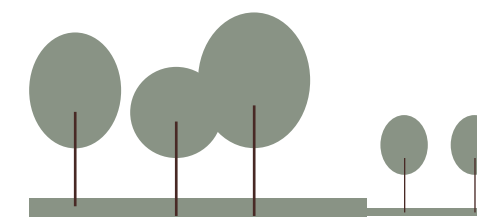
Planen anbefaler at det tas høyde for varmeø-effekten når byen skal endres og fornyes, særlig i de tett bebygde områdene og i områder med lite grønt og mange harde flater. Det er også viktig at kvaliteten på byens beplantning og gode vekstbetingelser sikres (ibid, s. 42-43).

Ifølge planen vil klimaendringene også gi lavere nivåer av grunnvann. Dette grunnet to årsaker; høyere temperaturer som gir mer fordamping, samt at større andel av nedbøren vil komme i form av intense regnbyger, og jo voldsommere regn, jo mer vann vil renne av overflaten i stedet for å trekke ned i jorda (ibid, s. 46).

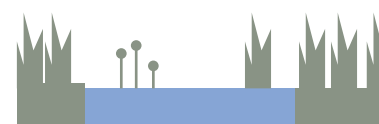
Planen trekker fram at det fremover vil være viktigere å sørge for skygge på byens lekeplasser, ved badeplasser og sportsanlegg (ibid, s. 52).



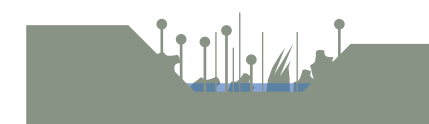
Etablere grønne sammenhengende nettverk



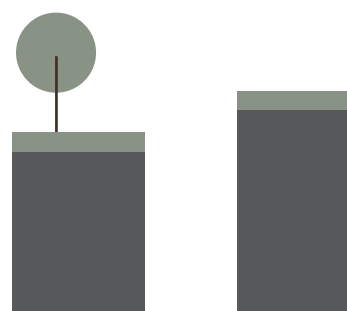
Bevare og supplere eksisterende grønnstruktur



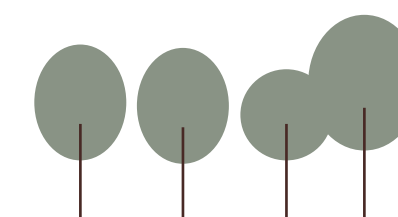
Etablere fordrøyningsbasseng



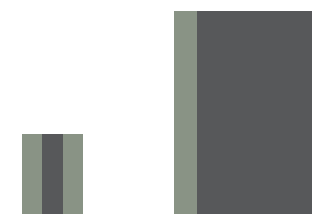
Etablere regnbed



Etablere grønne tak



Plante trær



Etablere grønne fasader

Figur 5.15 - 5.21 Ingunn Mørk

5.3 BYMILEN

BYMILEN - ET UTEROM I KØBENHAVN

Bymilen er et offentlig byrom ved Bernstorffs Plads i København, som sto ferdig i 2011. Prosjektet er tegnet av SLA arkitekter og omtales som "Københavns første klimatilpassede byrum" (SLA, u.å.). Begrunnelsen for dette er blant annet at byrommet har hvite betongflater som reflekterer sollys, og at regnvann samles opp og benyttes til vanning av beplantningen og avkjøling av byrommet om sommeren (ibid).

Ulla Hornsyld, en av arkitektene bak prosjektet, sier til Miljøstyrelsen (2015) at det haster med å forhindre overoppheting i byene våre sett i lys av framtidens temperaturstigninger. "På den måde er Bymilen et svar på en global utfordring og en anvisning til, hvordan man kan håndtere utfordringen med naturens egne løsninger" (ibid).

De hvite betongflatene reflekterer i stor grad sollys og solvarme, så plassen er behagelig å oppholde seg på også om sommeren (Miljøstyrelsen, 2015).

Under plassen er et system av vanntanker og drenerør, og et pumpesystem som resirkulerer oppsamlet regnvann til vanning av vegetasjonen (Miljøstyrelsen, 2015). Vannet benyttes også til dyser (ibid). 110 dyser lager en vanntåke som spres med vinden og kjøler ned plassen om sommeren (ibid; Bordas, 2018). Dysene skrur automatisk av når det er lite vann.

Hornsyld forteller at det er viktig å finne rett størrelse på vanntankene, både for å unngå å måtte tilføre vann til anlegget, og for å unngå at vannet står stille og danner alger i tankene (Miljøstyrelsen, 2015).

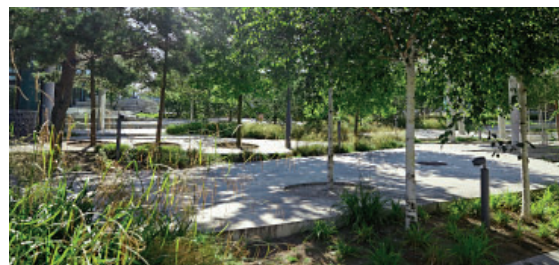


Foto 5.1-5.4 Magnus Klitten, u.å.



Foto 5.5 Jens Lindhe, u.å.



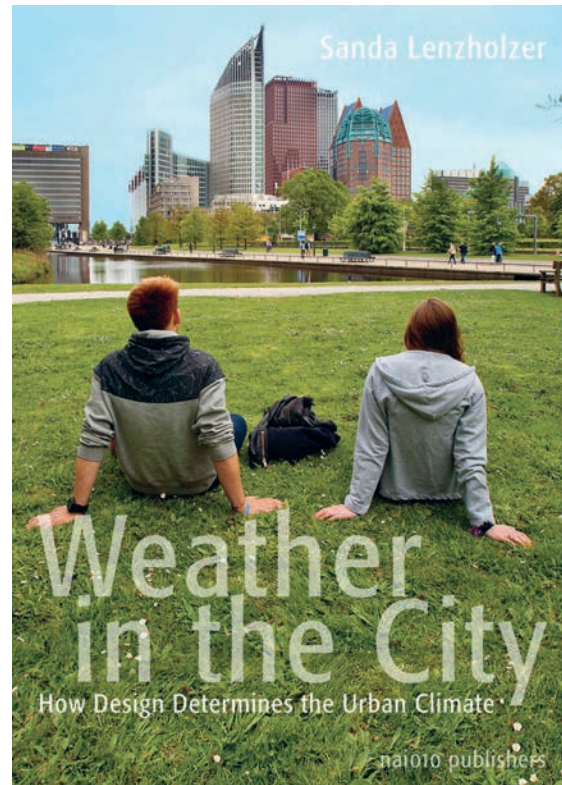
Foto 5.6 David Bravo Bordas, 2018

5.4 NEDERLAND

WEATHER IN THE CITY

Weather in the City er en bok skrevet av den nederlandske landskapsarkitekten Sanda Lenzholzer (2015). Lenzholzer har undervist ved Wageningen University siden 2004, og er opptatt av designteori og by- og landskapsplanlegging knyttet til klima. Hun har holdt mange kurs, både for studenter og innen videreutdanning. Dette har gitt hun bred erfaring i å kombinere forskning om urban meteorologi med byforming, som utgjør grunnlaget for boka (ibid, s. 225).

Den siste delen av boka inneholder en katalog med tiltak som kan benyttes for å påvirke mikroklimaet i byen. Jeg vil videre presentere tiltakene som kan være relevante i norsk sammenheng. Disse faller innunder kategoriene tiltak som påvirker sol og skygge, tiltak som påvirker evaporasjon, og tiltak som påvirker albedo.



Figur 5.22 (Lenzholzer, 2015)

SOL OG SKYGGE

EVAPORASJON

ALBEDO



Tak mellom bygg



Arkader langs bygg



Trær rundt bygg



Grønne vegger



Paviljonger



Pergola



Trær og busker



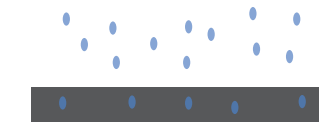
Intensive grønne tak



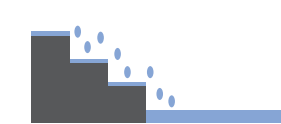
Fontener



Tåkefontene



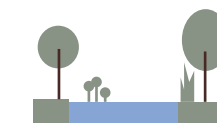
Permeable flater



Vann i bevegelse



Vann på tak og fasader



Grønne dammer



Lyse fasader



Lyse tak



Lyse gategulv



Lyse møbler

Figur 5.23 - 5.40 Ingunn Mørk

5.5 WIEN

URBAN HEAT ISLAND STRATEGY

Wien har utviklet en strategi for å motvirke varmeøy-effekten. Ifølge rapporten er Wien en av de første byene i Europa som har forsket på mulige konsekvenser av klimaendringer og tiltak mot hetebølger, samt som har utviklet en strategi med praktiske tiltak (Brandenburg mfl. 2018, s. 2). Strategien ble utviklet fordi tidligere aktiviteter ikke var tilstrekkelig for å adressere de negative konsekvensene av "urban heating" (ibid, s. 3). Strategien anbefaler at tiltakene implementeres så raskt som mulig for å motvirke den økende varmeøy-effekten og for å øke byens resiliens (ibid, s. 9).

Rapporten inneholder en vurdering av tiltakene etter deres effekt på mikroklima, mesoklima, biodiversitet, menneskers livskvalitet og kostnader knyttet til konstruksjon og vedlikehold. Dette mener jeg styrker tiltakene ved å tydeliggjøre både de mulige positive og negative sidene.

Tiltakene faller innunder tre hovedkategorier:

Øke mengden grønt: Grønn infrastruktur er viktige komponenter i en by som kan bidra til å redusere varmeøy-effekten gjennom skyggelegging og evapotranspirasjon (ibid, s. 51).

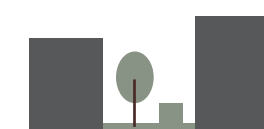
Øke mengden vann: Det er over 900 drikkevannsfonter i Wien, og om sommeren settes det ut 8 ekstra mobile drikkevannsfonter i områder med mye mennesker (ibid, s. 66).

Tilby skygge: Skyggelegging kan bidra til redusert oppvarming av objekter som skyggelegges. Slike elementer kan i tillegg beskytte mot andre værtyper, som regn og snø. Det er imidlertid viktig å ikke hindre utstråling av varme om natten eller ventillerende luftstrømmer (ibid, s. 73).



Figur 5.41 (Brandenburg mfl. 2018)

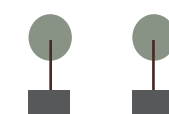
ØKE MENGDEN GRØNT



Tilføre mer grønt i bygårder



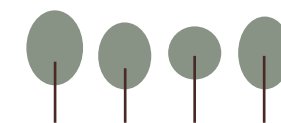
La uplanlagt grønt vokse



Mobilt grønt



Grønne vegger



Gatetrær



Hekker



Gress eller eng

ØKE MENGDEN VANN



Vanning fra regnvann



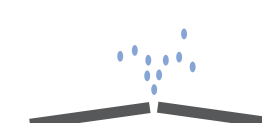
Flere vannelementer



Drikkevannsfonter



Permeable flater



Bekkeåpning

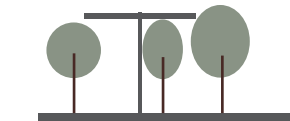


Legge til rette for større vannelementer

TILBY SKYGGE



Gi skygge der folk sitter



Gi skygge i åpne arealer



Gi skygge rundt bygg



Mobile møbler som kan flyttes inn og ut av skygge

Figur 5.42 - 5.58 Ingunn Mørk

5.6 PARIS

OASIS SCHOOLYARD PROJECT

I 2018 utviklet Paris og nettverket *100 Resilient Cities* en strategi for å øke byens resiliens, der et av virkemidlene i handlingsplanen var å transformere skolegårder til “cooling island oases” (100 Resilient Cities, 2018, s. 35). Dette var starten på prosjektet *OASIS Schoolyards*.

Bakgrunnen for *OASIS Schoolyards* er Paris' sårbarhet overfor ekstrem varme og flom, samt økende migrasjon til byen (100 Resilient Cities, u.å.). Hetebølger er en stor risiko i Paris, og grunnet byens tetthet og mange ikke-permeable flater, er det en klar varmeøy-effekt (City of Paris, 2018, s. 61). Paris har et mål om at alle innbyggerne kun skal være syv minutters gange unna en “cool island” innen 2020 (ibid).

Paris har kun 14,5 kvadratmeter grøntareal per innbygger, som er det laveste tallet for hovedsteder i Europa (100 Resilient Cities, u.å.). Til sammenlikning er det gjennomsnittlig 103 kvadratmeter grønt per innbygger innenfor byggesonen i Oslo (Plan- og bygningsetaten, 2018, s. 21). Bydelene med lavest tall er Sagene med 22, Grünerløkka med 24, St. Hanshaugen med 31 og Gamle Oslo med 48 kvadratmeter per innbygger. Bydelene med høyest tall er Sentrum med 257 og Søndre Nordstrand med 230 kvadratmeter per innbygger (ibid).

De fleste skolegårdene i Paris består av ikke-permeable flater, og bidrar til varmeøy-effekten i byen (100 Resilient Cities, u.å.). I tillegg til å være et byrom mange lett kjenner igjen, bor svært få av Paris' innbyggere mer enn 200 meter fra en skolegård, noe som gjør skolegårdene til en viktig del av den sosiale infrastrukturen (ibid). Skolegårdene i Paris har imidlertid fram til i dag vært utilgjengelige for offentligheten utenfor skolens åpningstider (ibid).



Figur 5.59 OASIS logo (UIA, u.å.)

” The objective of this project is to create spaces which are more pleasant, cooler, greener and shared by all, namely an “oasis” (Thiollier, u.å.)

I 2018 ble tre pilot-skolegårder fornyet i forbindelse med OASIS-prosjektet (100 Resilient Cities, u.å.). Prosjektene inkluderte utskiftning av asfalt med permeable materialer, etablering av flere grønne arealer, modernisering og forbedring av overvannshåndteringen, installasjon av ulike vannelementer, samt etablering av naturlig og kunstige strukturer som gir skygge (ibid). Målet er at barna skal kunne nyte de kjølede egenskapene gjennom skoledagen, at skolegårdene skal være tilgjengelige for offentlig bruk utenfor skolens åpningstider, samt at prosjektet skal øke bevisstheten rundt virkningene av klimaendringene for bymiljøet (ibid).

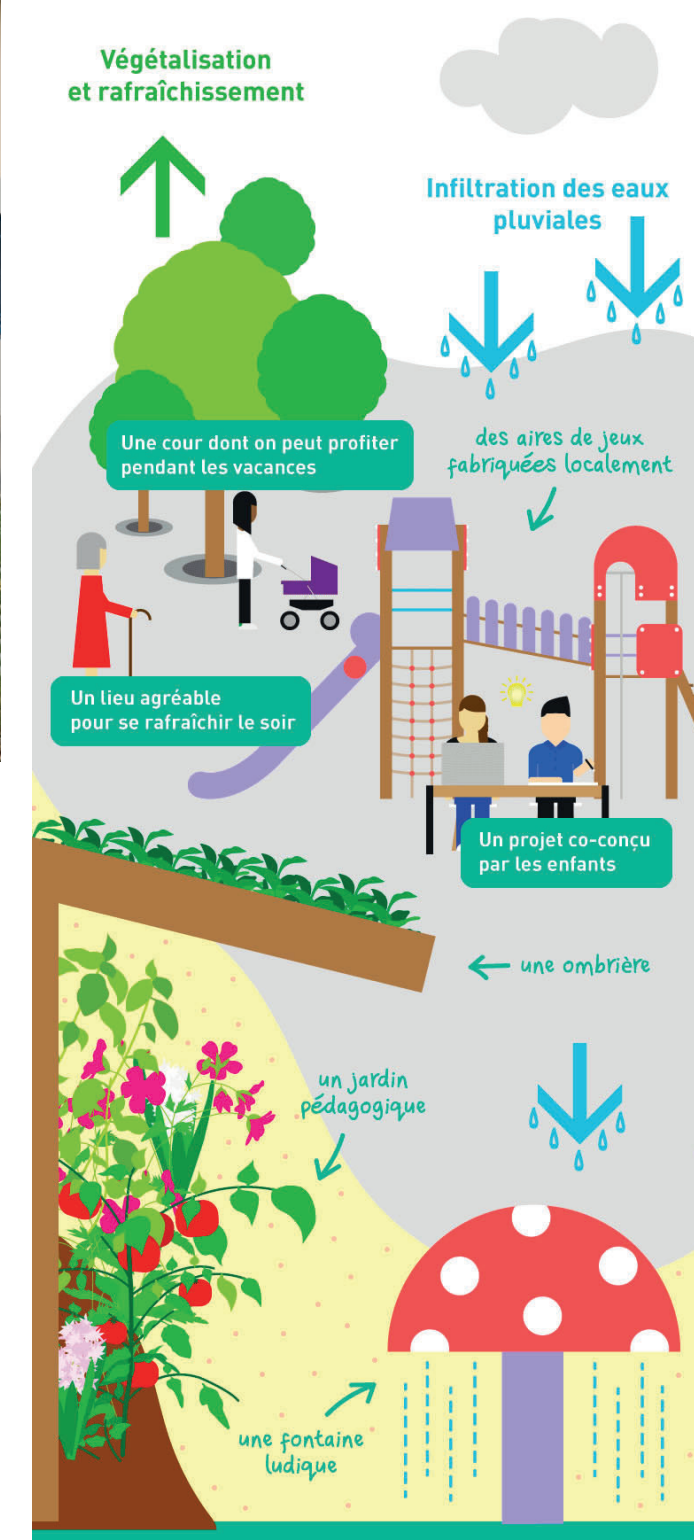


Foto 5.7 Åpning av den første varmetilpassede skolegården i 2018 (foto: 100 Resilient Cities, u.å.)

OASIS-prosjektet har krevd samarbeid mellom 12 ulike kommunale avdelinger, blant annet skole, helse, grøntarealer og vannhåndtering (100 Resilient Cities, u.å.).

Paris har et mål om at alle byens skolegårder skal transformeres i tråd med OASIS-prosjektet innen 2050, som en del av byens større mål om å gjøre byen resilient mot hetebølger (100 Resilient Cities, u.å.). Fra 2019 til 2021 skal prosjektet oppgradere 10 skoler (Thiollier, u.å.).

100 Resilient Cities (u.å.) anslår at skolegårdene som blir transformert gjennom OASIS-prosjektet generelt vil gi en reduksjon på 10 prosent i overflatetemperaturer, 1 til 3 °C reduksjon i lufttemperaturer, samt 4 til 16 mm økning i vannabsorpsjon (ibid).



Figur 5.60 OASIS Schoolyard Project (Paris, 2020)

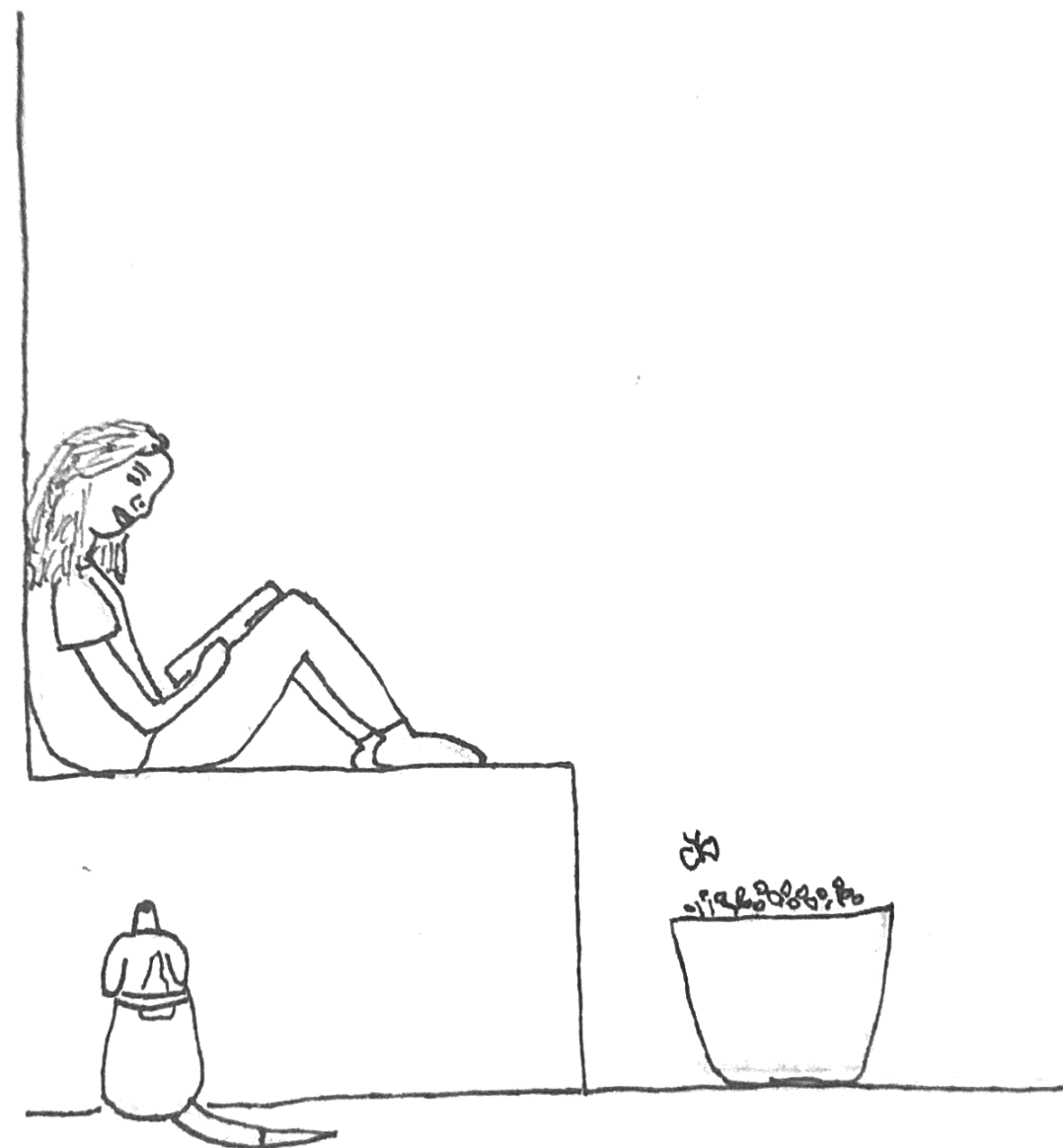
DELOPPSUMMERING KAPITTEL 5

I dette kapitlet svarer jeg på delproblemstillingen: *Hvordan jobbes det med klimatilpasning av byers uterom til et varmere klima i utlandet, og kan kunnskapen overføres til Norge?*

Kapitlet inneholder en presentasjon av seks europeiske referanseprosjekter som omhandler klimatilpasning til et varmere klima. Jeg mener vi kan hente mye inspirasjon fra prosjektene til Norge, både i form av konkrete tiltak, samt hvordan temaet behandles og prioriteres på et overordnet nivå.

Det er gjennomgående at tiltakene i de ulike dokumentene generelt omfatter mer bruk av vegetasjon, vann, skyggeelementer, og lyse materialer.

Prosjektet Bymilen i København er snart 10 år gammelt, og et veldig spennende eksempel på hvordan klimatilpasning til et varmere klima kan integreres i byrommet. OASIS Schoolyard Project er et nytt prosjekt, men berører selve kjernen av utfordringen med et varmere klima gjennom å konsentrere seg om barn, som er blant de mest sårbare gruppene overfor høye temperaturer. En systematisk tilnærming til å transformere skolegårder til varmetilpassede uterom er svært spennende.



Figur 5.61 Tegningen illustrerer arbeidet med kapittel 5

6

STRATEGI OG TILTAK

- 6.1 Strategiutvikling
 - 6.2 Den røde tretrinnsstrategien
 - 6.3 Tiltak
- Deloppsummering

Delproblemstilling

Hva innebærer det å klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima?

Metode

Strategiutvikling



Dette kapitlet skal svare på delproblemstilling 5:

Hva innebærer det å klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima?

Jeg skal benytte informasjonen innhentet gjennom de tidligere kapitlene til å svare på dette:

KAPITTEL 2

I spørreundersøkelsen svarte kun 19 og 12 prosent av de norske landskapsarkitektene at de i svært stor eller stor grad har kunnskap om hvordan prosjekter kan klimatilpasses til økt temperatur og tørke. 65 og 78 prosent kjenner ikke til noe litteratur eller veiledere om temaene, men hele 4 av 5 ser behov for dette. Guro Sørnes Kjerschow forteller at man i Klimaetaten har begynt å se på utfordringer knyttet til temperaturstigning og tørke, men at man ikke har begynt å jobbe med konkrete tiltak enda. Kine Halvorsen Thorén mener den største utfordringen for å ta mikroklimatiske hensyn i planlegging og utforming av byrom i Norge i dag er mangel på kunnskap.

KAPITTEL 3

Byer er varmere og tørrere enn distriktene rundt grunnet varmeøy-effekten. Kombinert med klimaendringene kan dette gi alvorlige utfordringer for folkehelse og biologisk mangfold. Byens uterom kan klimatilpasses til et varmere klima ved hjelp av økosystemtjenesten klimaregulering. Slik kan vi styrke byens resiliens og bidra til et godt levemiljø for mennesker og biologisk mangfold. Dette er svært viktig når vi fra et miljøperspektiv ønsker at flere mennesker skal bo i byer.

KAPITTEL 4

Klimatilpasning til økt temperatur og tørke blir generelt lite omtalt i nasjonale planer og føringer, og blant Oslo kommunes planer. Norge har imidlertid forpliktet seg til flere internasjonale og nasjonale mål om klimatilpasning, og i tråd med føre-var-prinsippet bør vi forberede byers uterom på et varmere klima.

KAPITTEL 5

Flere land i Europa jobber med klimatilpasning til et varmere klima og varmeøy-effekten. Til og med naboer på våre breddegrader, Sverige og København, har planer som innebærer konkrete tiltak for å møte et varmere klima. Tiltakene og strategiene går hovedsakelig ut på å øke mengden vegetasjon, vann og skygge.

6.1 STRATEGIUTVIKLING

Så, hvordan skal norske byers uterom klimatilpasses til et varmere klima?

Det finnes ikke ett enkelt svar på dette. Ethvert uterom har unike lokale forhold, forutsetninger og behov. Klimatilpasning til et varmere klima må derfor forankres og tilpasses lokalt. Det er samtidig behov for at tematikken settes på dagsordenen i mye større grad enn i dag. Klimatilpasning til et varmere klima må først og fremst implementeres på et overordnet nivå i relevante planer og føringer. At temperatur og klima ikke kjenner eiendomsgrenser er et ytterligere argument for hvorfor temaet må behandles overordnet.

Jeg mener en strategi med forslag til tiltak er en god løsning for hvordan norske byers uterom kan klimatilpasses til et varmere klima. En strategi kan implementeres i planer og føringer, både på et overordnet og et mer detaljert nivå, mens tiltak kan velges ut og benyttes i tråd med lokale forhold og behov.

Klimaet i Norge er svært variert, og det er derfor viktig at strategien og tiltakene er fleksible. Problemene knyttet til et varmere klima viser seg sterkest om sommeren, men vi har tre årstider til. I tillegg gir klimaendringene utfordringer knyttet til blant annet økt nedbør. Det er derfor en viktig forutsetning at strategien og tiltakene fungerer og ikke er til hinder i kjøligere og våtere perioder.

Kapittel 2.1 viste at litt over 2 av 5 av respondentene i spørreundersøkelsen svarte at kunnskap er et hinder for å ta nødvendige hensyn til klimatilpasning i prosjekter. 1 av 5 svarte at oppdragsgiver er et hinder. Målet er at strategien og tiltakene skal bidra med kunnskap, rette søkelys mot klimatilpasning til et varmere klima, samt bidra til en økt forståelse for at dette er nødvendig, både blant landskapsarkitekter og blant oppdragsgivere.

Som vist i kapittel 3.5, er en ytterligere utfordring for klimatilpasning at mange veiledere ikke beskriver praktiske tiltak. Strategien vil konkretisere tematikken, og tiltakene som hører sammen med strategien vil gjøre det enklere å se hva som konkret kan gjøres for å klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima.

Det er viktig å iverksette strategien og tiltakene nå. Når et urbant miljø er ferdigstilt skal det kunne eksistere over et langt tidsperspektiv, hvilket betyr at beslutningene som tas av designeren vil kunne ha langvarige implikasjoner og effekter (Carmona m.fl. 2010, s. 257). Som vist i kapittel 4.2, beregnes det i sentrale planer at vi i Norge ikke vil få lange perioder med ubehagelige høye temperaturer med det aller første. Forskning fra ulike kilder gjennomgått i kapittel 3 viser imidlertid at høye temperaturer, tørke og varmeøy-effekten er noe vi bør ta hensyn til allerede i dag.

NY GATENORMAL FOR OSLO

I april 2020 kom en ny gatenormal for Oslo ut på høring. Ifølge Oslo kommune (u.å.-b) skal den nye gatenormalen gjøre byen mer robust mot klimaendringer. Oslo kommune har et mål om at byens evne til å tåle klimaendringer skal styrkes fram mot 2030, og at byen utvikles slik at den er rustet for endringene som forventes fram mot 2100 (Bymiljøetaten, u.å. s. 18). I gatenormalen omtales bedre overvannshåndtering som det viktigste tiltaket for bedre klimatilpasning ved planlegging av gater (ibid). Dette er både viktig og nødvendig, men jeg savner at gatenormalen også belyser klimautfordringene knyttet til et varmere klima, som høyere temperaturer, tørke og varmeøy-effekten.

Oslo kommune (u.å.-b) beskriver at gater ikke bare er trafikkåre, men også byrom og møteplasser som innbyr til opphold og sosiale funksjoner. Som vist i kapittel 3.5 i denne oppgaven, er et komfortabelt mikroklima avgjørende for både opphold og valgfrie aktiviteter i uterom. Dette taler for at klimatilpasning til et varmere klima bør implementeres i gatenormalen. At Oslo kommune (ibid) skriver at få veiledere i byplanlegging er så viktige som en gatenormal, synliggjør også behovet for å få inn temaet i denne.

Gatenormalen omtaler positive effekter som grøntarealer kan gi, men nevner ikke klimareguleringstjenester (Bymiljøetaten, u.å. s. 17). I kapittel 3.5 i denne oppgaven, har jeg redegjort for hvorfor dette er en svært verdifull tjeneste i møte med et varmere klima.

Høringsfristen for den nye gatenormalen er 7. juni 2020. 10. mai 2020 sendte jeg inn et innspill om at klimatilpasning til et varmere klima også bør implementeres i den nye gatenormalen. Høringsinnspillet er vedlagt oppgaven som vedlegg 4.



Figur 6.1 Utkast til forside på ny gatenormal for Oslo (Bymiljøetaten, u.å.)

TRETRINNSSTRATEGIEN FOR OVERVANN

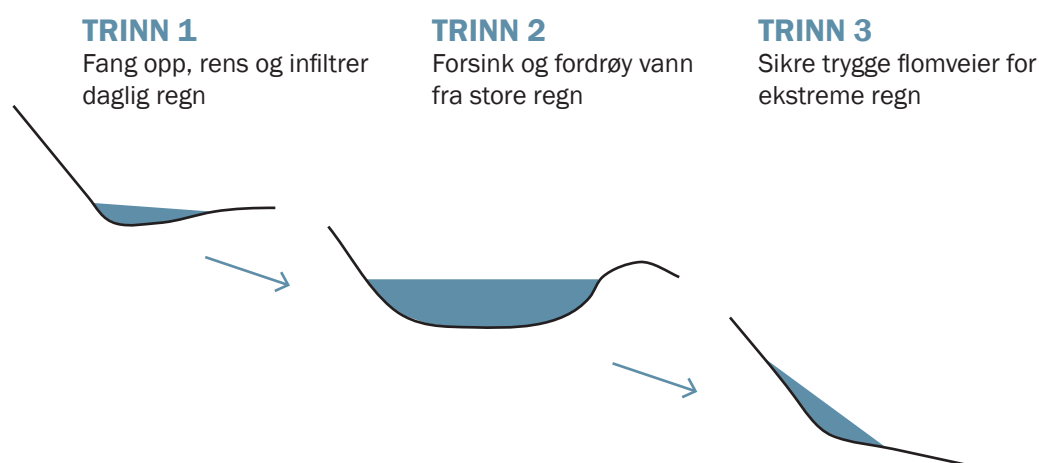
Norsk Vann presenterte i 2008 tretrinnsstrategien for håndtering av overvann (Lindholm mfl. 2008, s. 37). Strategien har blitt svært populær i arbeidet med klimatilpasning til økt nedbør. Oslo kommune (u.å.-a) skriver at de følger tretrinnsstrategien for å kunne tåle mer og kraftigere regn i framtiden, samtidig som vannet benyttes til noe positivt. Hensikten med strategien er å skape et bedre bymiljø, avlaste ledningsnett, samt sikre trygg avledning av overvann til resipient (NOU 2015: 16, s. 67). I den nye gatenormalen for Oslo fremgår det at tretrinnsstrategien for håndtering av overvann er det viktigste prinsippet som ligger til grunn for overvannshåndteringen (Bymiljøetaten, u.å. s. 144).

Tretrinnsstrategien for håndtering av overvann består av tre trinn (NOU 2015: 16, s. 67):

1. Forsinket avrenning gjennom infiltrasjon
2. Forsinket avrenning gjennom fordrøyning
3. Trygg avledning til resipient

Ifølge Miljøkommune (2016) går strategien ut på å redusere og forsinke avrenningen ved å infiltrere mindre nedbørsmengder, fordrøye større nedbørsmengder og avlede de sjeldne, store nedbørsmengdene på en trygg måte. Trinnene er altså organisert etter hvor mye vann som skal håndteres.

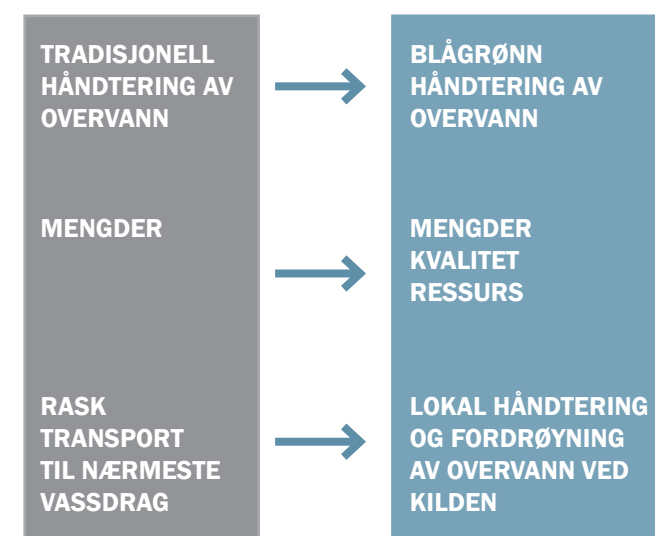
Ifølge NOU 2015: 16 Overvann i byer og tettsteder (s. 67) gir tretrinnsstrategien et system som er godt egnet til å respondere på både normal og ekstrem nedbør. Dette tenker jeg er et godt mål for strategier; løsningene skal fungere med dagens situasjon, men også framtidens utfordringer.



Figur 6.2 Tretrinnsstrategien for håndtering av overvann (basert på Paus, 2018)

ET PARADIGMESKIFTE

Ifølge Paus (2018) har det skjedd et paradigmeskifte i håndtering av overvann:



Figur 6.3 Paradigmeskiftet i håndtering av overvann (basert på Paus, 2018)

Jeg mener vi trenger det samme skiftet innen håndtering av varme.

Ifølge Lindholm mfl. (2008, s. 17) har den vanligste og tradisjonelle overvannsteknikken vært å føre vannet ned i sluk og bort i rør, slik som vi ser i figur 6.3 “rask transport til nærmeste vassdrag”. Jeg vil påstå at bruk av klimaanlegg kan sies å være den tradisjonelle teknikken for håndtering av varme. Noen vil kanskje si at bruk av klimaanlegg ikke er et problem i Norge. Salget av vifter og mobile klimaanlegg firedoblet seg imidlertid i første halvår i 2018 sammenlignet med samme periode i 2017 (Olsen, 2018). Klimarisikoutvalget (NOU 2018: 17, s. 74) anser økt avkjølingsbehov i bygg som en mulig negativ

virkning av klimaendringene. Slik som økt nedbør gir økt belastning for ledningsnett, kan økt temperatur gi økt belastning på strømmettet.

Jeg mener vi gjør lurt i å tenke fremover, både for å unngå å bli for avhengige av klimaanlegg, og for å starte en utvikling lik paradigmeskiftet i håndteringen av overvann. Ifølge Oke mfl. (2017, s. 451) er det å etablere offentlig tilgjengelige innendørs arealer med klimaanlegg for å møte hetebølger kun en kortsiktig løsning. En endring i byens materialer, overflatetyper og geometri er nødvendig for å redusere virkningene av varmeø-effekten permanent (ibid).

Dette kan også knyttes til diskusjonen rundt resiliens og robusthet. I delkapittel 3.5 gjennomgikk jeg hvordan forskjellen mellom resiliens og robusthet er at resiliens ikke nødvendigvis har som mål å hindre en potensiell påvirkning, men at systemet er tilrettelagt for å kunne håndtere potensielle påvirkninger, og raskt gjenoppta sin funksjon (Stavland og Bruvoll, 2019, s. 34). På bakgrunn av dette vil jeg påstå at tradisjonell overvannsteknikk med rør og sluk gjør en by robust, mens åpen overvannshåndtering gjør byen resiliert. På samme måte vil tradisjonell “temperaturteknikk” med klimaanlegg gjøre en by robust, mens “åpen temperaturhåndtering” vil gjøre en by resiliert.

6.2 DEN RØDE TRETRINNSSTRATEGIEN

På bakgrunn av det foregående vil jeg derfor foreslå en rød tretrinnsstrategi for håndtering av et varmere klima. Tretrinnsstrategien for håndtering av overvann fungerer som forbilde, og jeg mener de to strategiene vil komplimentere hverandre.

Den røde tretrinnsstrategien skal sikre et godt levestandard for mennesker og biologisk mangfold i byens uterom i møte med klimaendringene. Målet er å håndtere et varmere klima på en måte som fremmer et godt bymiljø, folkehelse, biologisk mangfold og resiliens.

Trinnene i den røde tretrinnsstrategien organiseres, i likhet med tretrinnsstrategien for overvann, etter hvor mye varme som skal håndteres.

1. Klimaregulerende tjenester
2. Tilflukt i skyggen
3. Vann til drikke og avkjøling

1. Klimaregulerende tjenester

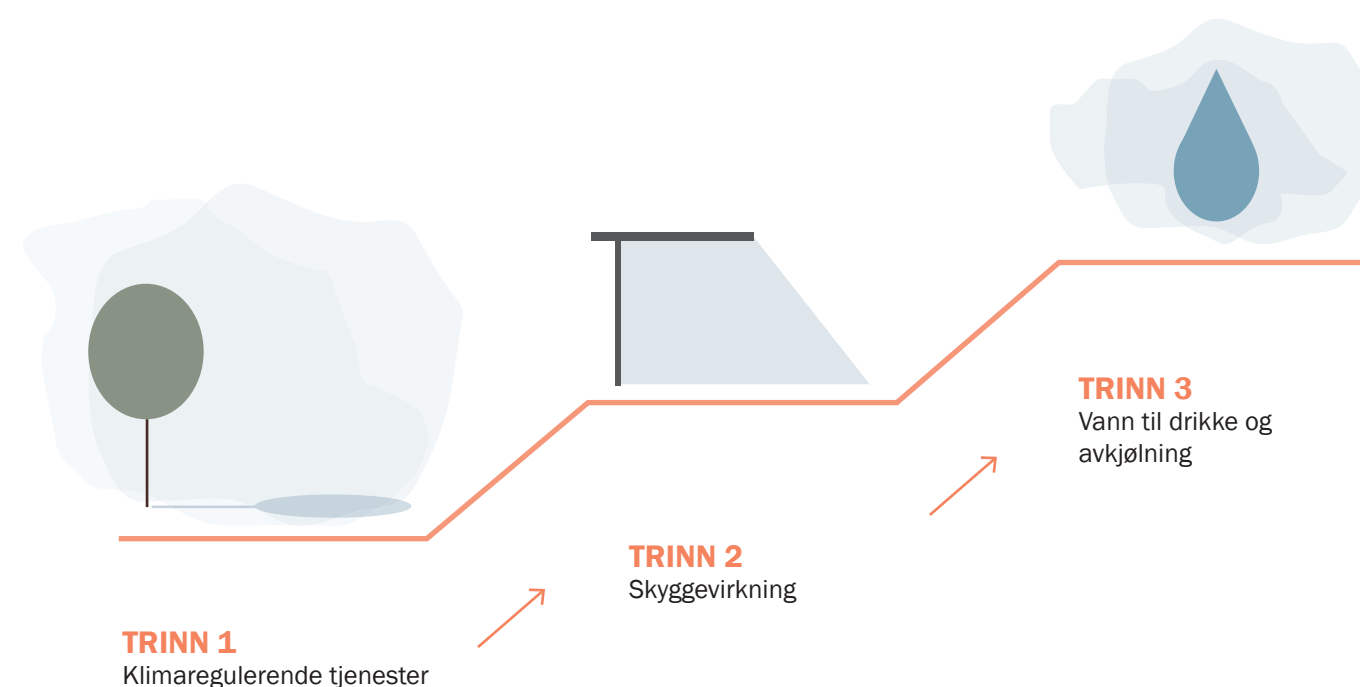
Klimaet i Norge er forventet å bli varmere og tørrere fram mot 2100. Trinn 1 innebærer tiltak med vegetasjon som kan bidra med økosystemtjenesten klimaregulering, samt tiltak knyttet til materialbruk. Tiltakene gir en rekke positive effekter for både mikro- og lokalklima, og kan motvirke varmeøy-effekten i byene. Tiltakene har også en rekke positive tilleggseffekter utover å regulere temperaturer og tørke. Under dette trinnet hører i tillegg tiltak knyttet til vanning av vegetasjon med. Tilstrekkelig tilgang på vann er nemlig avgjørende for at vegetasjonen skal kunne opprettholde de klimaregulerende tjenestene.

2. Skyggevirking

Noen dager vil de klimaregulerende tjenestene ikke være tilstrekkelige for at mennesker er komfortable i byens uterom. Kanskje utformer man et byrom der det ikke er plass til så mange tiltak fra trinn 1. Da vil bruk av ulike elementer som kan gi skygge være neste trinn. I lik lufttemperatur vil mengden strålingsenergi som treffer huden ha stor påvirkning på hvor varme vi blir. Endring av strålingsforhold er et av de viktigste verktøyene landskapsarkitekter har for å kontrollere mikroklima (Oke mfl. 2017, s. 123). Ulike skyggelementer kan derfor ha stor effekt.

3. Vann til drikke og avkjøling

På de varmeste dagene, for eksempel under en hetebølge, vil det å oppholde seg i skyggen ikke nødvendigvis være nok. Trinn 3 innebærer tiltak som gir nedkjøling med vann, både drikkevann og vann som kjøler ned huden og kroppstemperaturen. Som det ble redegjort for i kapittel 3.3, er svetting og evaporasjon de mest effektive mekanismene kroppen har for å håndtere varme forhold (Oke mfl. 2017, s. 395), og en avkjølende dusj eller bad er sannsynligvis den mest effektive måten å få ned et menneskes temperatur på (Norsk helseinformatikk, 2019).

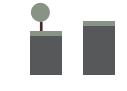

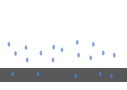











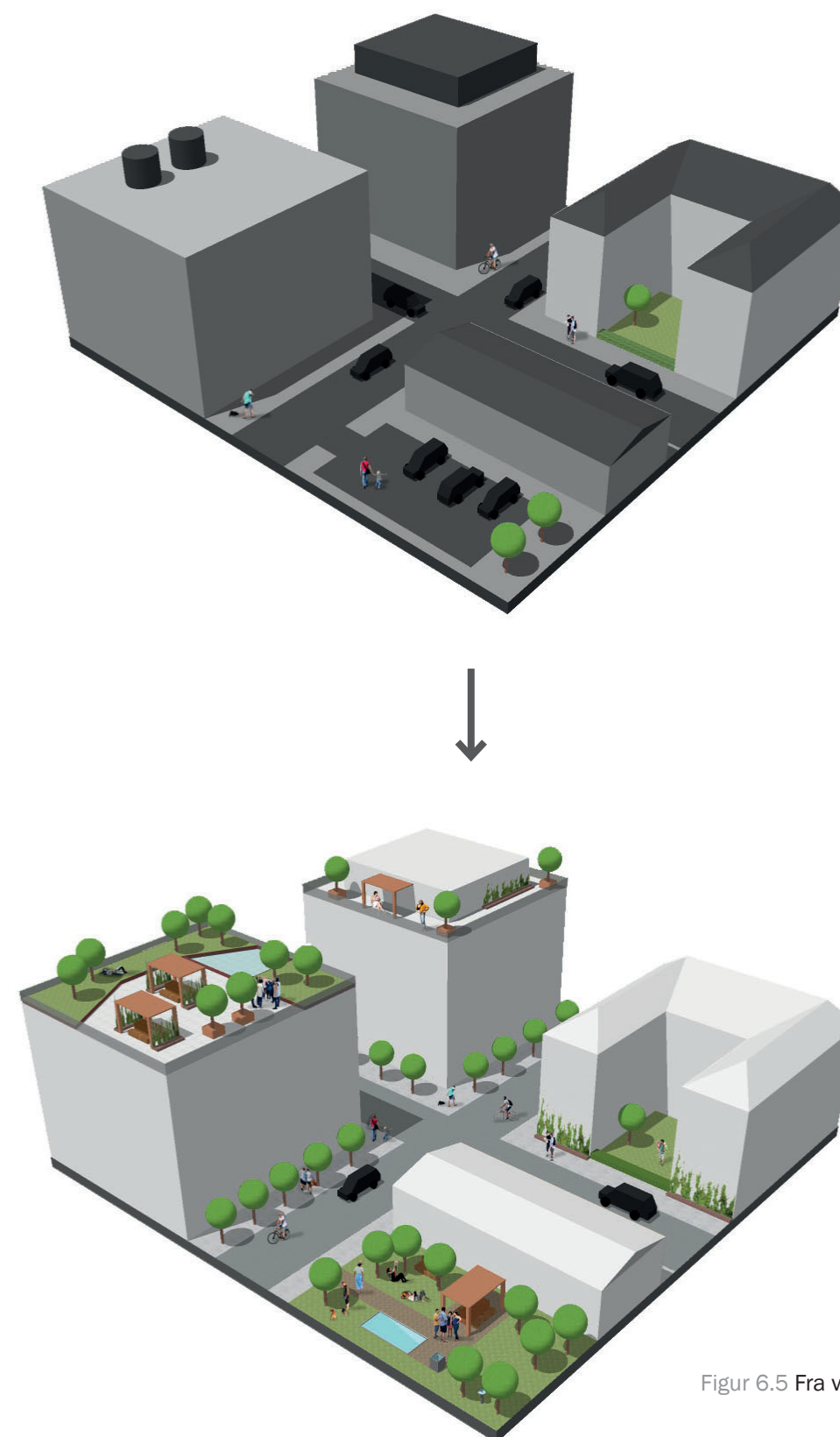
Figur 6.4 Den røde tretrinnsstrategien

6.3 TILTAK

Ifølge Hauge mfl. (2017, s. 75) vil veiledere som presenterer hvordan klimaet vil se ut i år 2100, og ikke beskriver tiltak for hva som kan gjøres for å tilpasse seg, være lite effektive for å oppnå endring. Gunnufsen og Solli (2015, s. 4) kom til samme konklusjon i deres undersøkelse av klimatilpasningsarbeidet under programmet

Framtidens byer; kommunene har behov for veiledning i hvordan konkrete oppgaver skal løses i praksis (ibid). Jeg vil derfor presentere 13 tiltak som en del av den røde tretrinnsstrategien, vist i tabellen under. På de neste sidene vil jeg gå nærmere inn på hvert enkelt tiltak.

TILTAK	TRINN I DEN RØDE TRETRINNSSTRATEGIEN	EFFEKT
Grønne tak	1 	Evapotranspirasjon og albedo
Grønne vegger	1 	Evapotranspirasjon og albedo
Gress	1 	Evapotranspirasjon og albedo
Permeable dekker	1 	Evaporasjon
Lyse materialer	1 	Albedo
Biokull	1 	Holde på vann
Tørketolerante arter	1 	Mindre behov for vanning
Oppsamling av regnvann	1 	Vanning av vegetasjon
Trær	1, 2 	Evapotranspirasjon og skyggelegging
Skyggeinstallasjoner	2 	Skyggelegging
Drikkefontener og fuglebad	3 	Drikkevann
Tåkefontener	1, 3 	Evaporasjon og konduksjon
Badeplasser	1, 3	Evaporasjon og konduksjon



Figur 6.5 Fra varmeøy til varmetilpasset

GRØNNE TAK

Hvorfor

Tak er den delen av bygningskroppen som generelt er mest eksponert for solstråling. Materialer som benyttes til tak har også generelt lav albedo og høy emissivitet, som innebærer at mye av strålingen absorberes, og materialet har stor evne til å avgj dette som varme. Tak kan derfor få svært varme overflatetemperaturer.

Hvordan

Grønne tak endrer takets albedo, og kan bidra med evapotranspirasjon gjennom bruk av vegetasjon.

Effekt på mikroklima

Grønne tak gir effekt hovedsakelig for de som oppholder seg på taket (Lenzholzer, 2015, s. 162).

Effekt på lokalklima

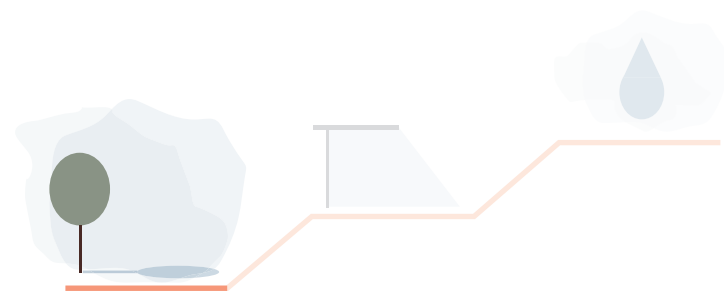
Ifølge Lenzholzer (2015, s. 162) anser mange grønne tak som løsningen med stor L for problemet med varmeøy-effekten. Men for at grønne tak skal kunne ha en effekt på varmeøy-effekten, må det etableres mange nok tak i byen (ibid).

Tilleggseffekter

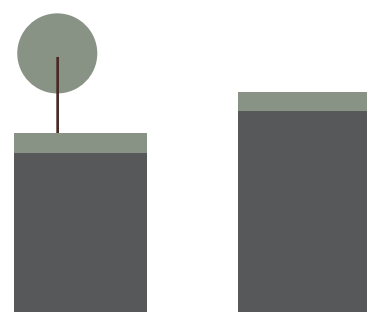
Grønne tak kan også ha en kjølede effekt på inneklimate i bygg om sommeren, og en isolerende effekt om vinteren. En studie fra Toronto, Canada viste at to ekstensive grønne tak med 75-100 mm vekstmedium reduserte gjennomstrømning av varme med 70-90 prosent om sommeren, og dermed energibehovet for nedkjøling (Liu og Bass, 2005, s. 7). Mindre temperatursvingninger i takets membran kan øke takets levetid (ibid, s. 8). Grønne tak kan i tillegg fungere som habitat for fugler, små dyr og insekter, øke livskvaliteten, bidra til overvannshåndtering, forbedre luftkvaliteten og binde karbondioksid (Klimaetaten, 2020, s. 82).

Utfordringer

Kjøleeffekten man får fra evapotranspirasjon på grønne tak er avhengig av at vegetasjonen har tilstrekkelig tilgang på vann. Stort jordvolum på tak kan imidlertid gi utfordringer knyttet til vekt.



TRINN 1
Klimaregulerende tjenester



Figur 6.6 Det må etableres mange grønne tak for at det skal kunne ha en effekt på lokalklima og varmeøy-effekten. Illustrasjon: Leonard design architects, u.å.

GRØNNE VEGGER

Hvorfor

Bygningenes vegger er eksponert for både solstråling og langbølget stråling som reflekteres og avgis fra andre elementer i byen. Materialer som benyttes til vegger kan også ha lav albedo og høy emissivitet. Vegger kan derfor få varme overflatetemperaturer.

Hvordan

Grønne vegger endrer fasadens albedo, og bidrar med evapotranspirasjon gjennom bruk av vegetasjon.

Effekt på mikroklima

Vegetasjonen på grønne vegger benytter strålingsenergi til evapotranspirasjon. Strålingen går dermed til latent varme i stedet for til temperaturstigning i veggens materiale. Dette kan bidra til at mindre varme lagres og avgis til mennesker i byen.



TRINN 1
Klimareguleringstjenester



Effekt på lokalklima

Ifølge Hjerpaasen (2014, s. III), som skrev masteroppgave om grønne vegger og vertikal beplantning i 2014, kan grønne vegger redusere varmeøy-effekten.

Tilleggseffekter

Grønne vegger kan senke energiforbruket inne i bygg (Hjerpaasen, 2014, s. III), samt ha en isolerende effekt om vinteren. Vegetasjonen gir i tillegg en rekke positive tilleggseffekter, som økt biologisk mangfold, habitat for dyr og insekter, rekreasjon og estetikk, og binding av karbondioksid.

Utfordringer

Kjøleeffekten man får fra evapotranspirasjon i grønne vegger er avhengig av at vegetasjonen har tilstrekkelig tilgang på vann. Ulike veggssystemer kan også kreve mye vedlikehold.

Eksempel

Citiscape House er et prosjekt tegnet av arkitektfirmaet Sheppard Robson i London. Bygningen skal stå ferdig i 2024 og vil få Europas største grønne vegg, som arkitektene blant annet antar vil bidra til å senke lokale temperaturer med 3-5 °C (Sheppard Robson, u.å.).



Figur 6.7 Grønn fasade på Citiscape House.
Illustrasjon: Sheppard Robson



Figur 6.8 Grønn fasade på Citiscape House.
Illustrasjon: Sheppard Robson

GRESS

Hvorfor

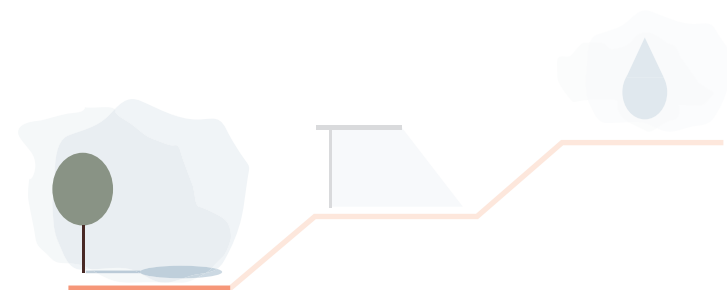
Byer har generelt stor andel ikke-permeable overflater. Disse slipper ikke gjennom vann, og materialene som benyttes har ofte lav albedo og høy emissivitet. Dette fører til høye overflatetemperaturer.

Hvordan

Sammenliknet med ikke-permeable dekker, kan gressarealer ha en temperaturregulerende effekt, ved at vann tas opp i planter og jord, og evapotranspireres. Gress kan også gi mer refleksjon av stråling ved å endre overflatens albedo.

Effekt på mikroklima

Gjennom evapotranspirasjon og endret albedo, kan gressarealer ha lavere overflatetemperatur sammenliknet med ikke-permeable dekker. Gressarealer kan derfor være mer behagelig å oppholde seg på, både for mennesker og biologisk mangfold.



TRINN 1
Klimaregulerende tjenester



Effekt på lokalklima

Gress kan bidra til lavere temperaturer gjennom evapotranspirasjon og endret albedo.

Tilleggseffekter

I likhet med andre typer vegetasjon, kan også gress gi en rekke positive tilleggseffekter, som for eksempel overvannshåndtering, habitat for dyr og insekter, rekreasjon og estetikk, binding av karbondioksid og bidra til bedre luftkvalitet.

Utfordringer

Gress vil tørke raskere ut enn trær som følge av et mer begrenset rotsystem, og gressarealer har dermed ikke en like stor klimaregulerende effekt som trær (Bühler mfl. 2010, s. 43). Gress kan heller ikke tilby skygge slik som trær, og evapotranspirasjon er derfor den viktigste klimaeffekten, så fremt gresset og jorda ikke er for tørr (Brandenburg mfl. 2018, s. 55).

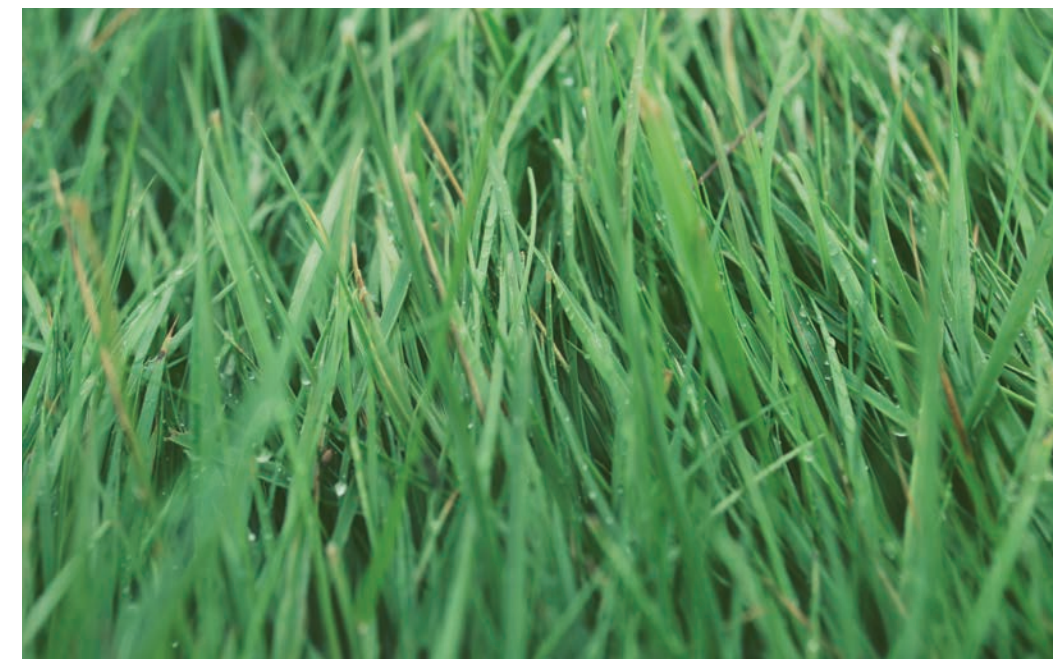


Foto 6.2 Gress holder på vannet i motsetning til ikke-permeable overflater.
Foto: Sujan Sundaeswaran/Unsplash, 2014



Foto 6.3 Gress vil holde lavere overflatetemperatur enn harde flater.
Foto: Gunnar Ridderström/Unsplash, 2019

PERMEABLE DEKKER

Hvorfor

I byer er det generelt stor andel ikke-permeable overflater. Vann renner raskt av disse overflatene, og bidrar til mindre evaporasjon i byen. Dette fasiliterer høyere overflatetemperaturer.

Hvordan

Permeable dekker slipper vann gjennom til undergrunnen. Vannet infiltreres og lagres i jorda, evapotranspireres, og bidrar til en nedkjøling.

Effekt på mikroklima

Permeable dekker kan bidra til mer evapotranspirasjon.

Effekt på lokalklima

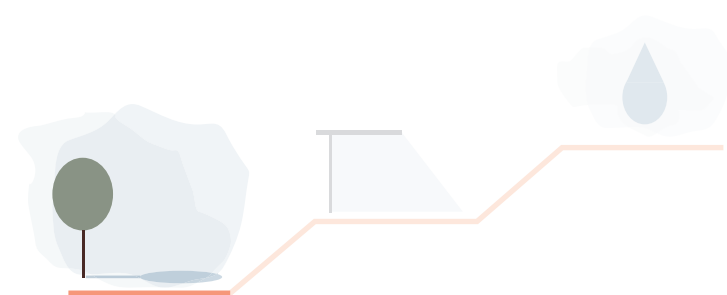
Permeable dekker kan bidra til mer evapotranspirasjon.

Tilleggseffekter

Permeable dekker er også et godt tiltak for overvannshåndtering. I spørreundersøkelsen (kapittel 2.1) svarte 55 respondenter at permeable dekker er et materiale de benytter som følge av mer nedbør. Permeable dekker gjør dessuten at mer vann kan bli tilgjengelig for vegetasjon i grunnen.

Utfordringer

Permeable dekker kan være en utfordring med tanke på universell utforming. Vedlikehold kan også være en utfordring, da ulike materialer kan tette igjen porene eller hullene som slipper vann gjennom. Dekket vil således få dårligere permeabilitet.



TRINN 1
Klimaregulerende tjenester



Foto 6.4 Belegningsstein med permeable fuger. Foto: Aaltvedt, u.å.



Foto 6.5 Gressarmering. Foto: Ingunn Mørk

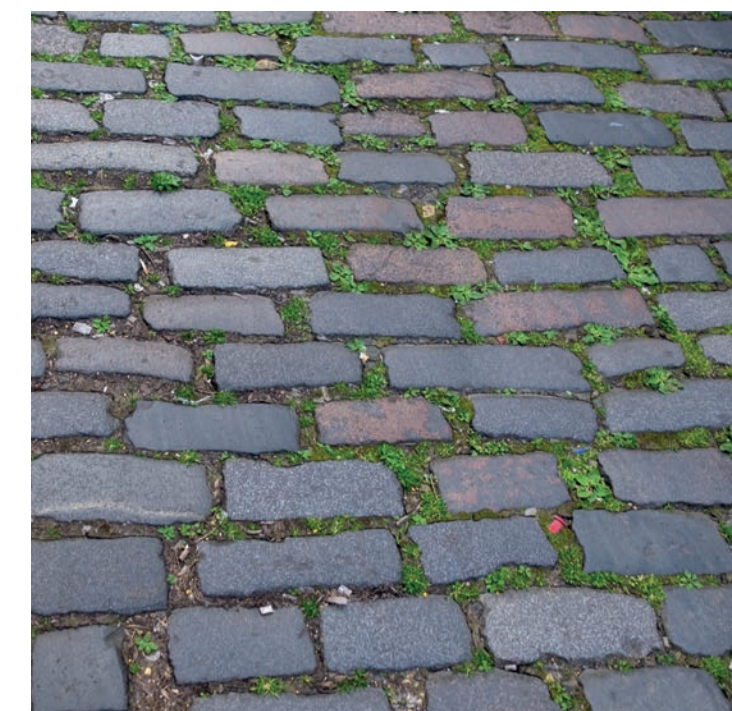


Foto 6.6 Steindekke med permeable fuger. Foto: Gunnar Ridderström/Unsplash, 2019

LYSE MATERIALER

Hvorfor

Mange tradisjonelle byggematerialer som benyttes i byer har generelt lav albedo, for eksempel tradisjonell mørk asfalt. Lav albedo gjør at mye stråling absorberes i materialet, og disse overflatene kan dermed få svært høye overflatetemperaturer.

Hvordan

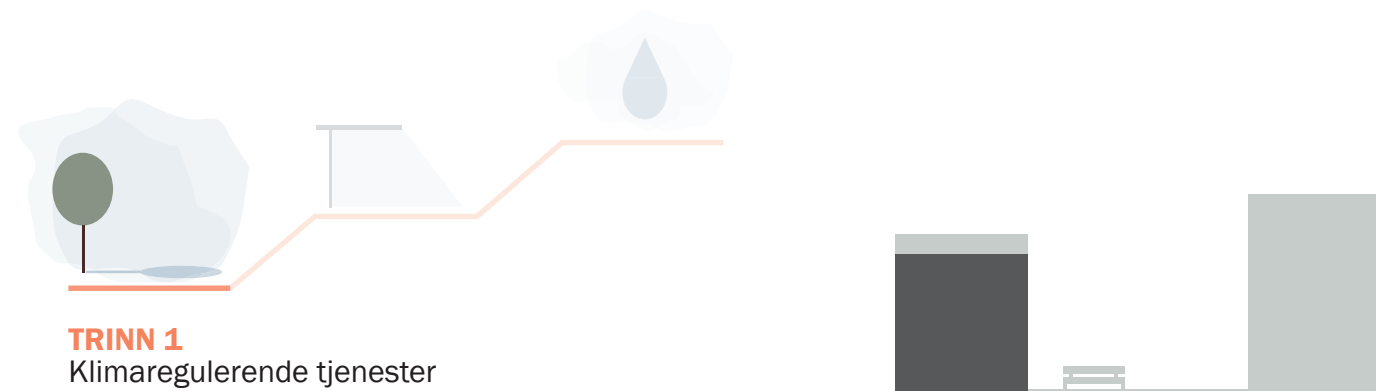
Lyse materialer har en høyere albedo enn mørke materialer, som betyr at mer strålingsenergi reflekteres bort fra materialet, og mindre absorberes. Dette kan bidra til at materialet holder lavere temperatur.

Effekt på mikroklima

Lyse materialer kan bidra til at materialer mennesker og dyr er i kontakt med absorberer mindre stråling, og dermed ikke blir like varmt som et mørkt materiale med lav albedo.

Effekt på lokalklima

Mer refleksjon av stråling fører til mindre absorbert varme i byens materialer.



Tilleggseffekter

Lyse materialer kan bedre synlighet om kvelden og natten.

Utfordringer

Ifølge Phelan mfl. (2015, s. 295) kan lyse materialer som reflekterer mye stråling øke intensiteten av stråling som reflekteres tilbake til menneskene i miljøet. Lai mfl. (2019, s. 344) har også undersøkt hvordan komforten for mennesker senkes ved bruk av reflekterende materialer, fordi mer strålingsenergi reflekteres til menneskekroppen. Dette demonstreres også av Lenzholzer (2015, s. 108), som presiserer at på store, åpne plasser vil mer av strålingen sendes til atmosfæren, og at det derfor er mindre negativt å benytte lyse materialer på slike plasser.

Svært lyse materialer kan føre til blinding og visuell forurensning, som kan skade synet ved lang eksponering (Phelan mfl. 2015, s. 295). Lyse materialer må også vedlikeholdes og vaskes for at ikke effekten skal bli dårligere.

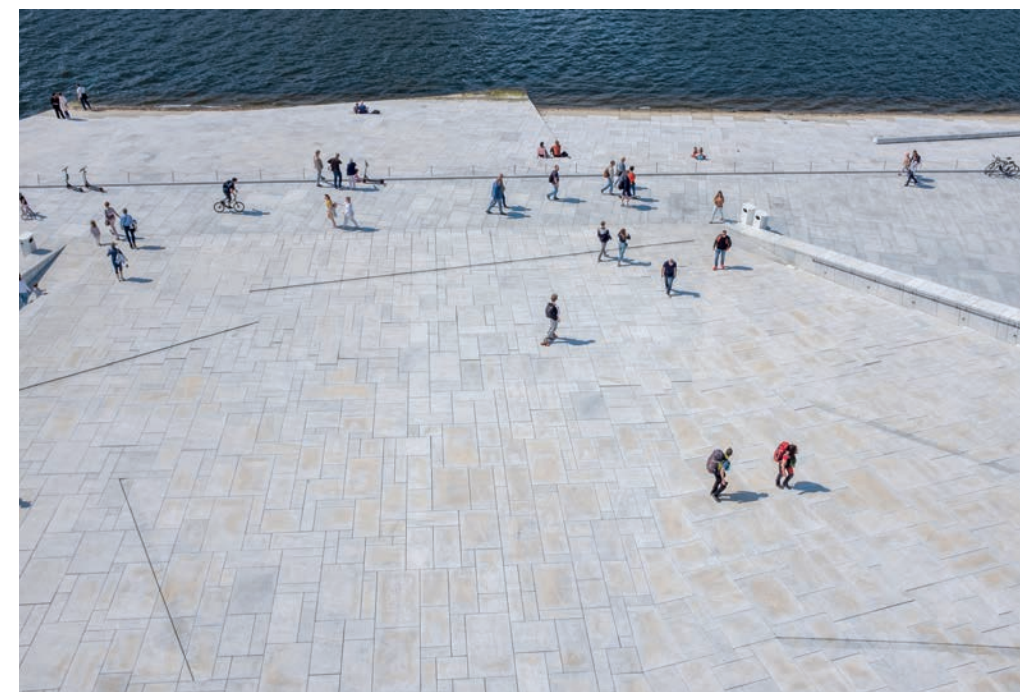


Foto 6.7 Lyse materialer på Operaen i Oslo. Foto: Gunnar Ridderström/Unsplash, 2019



Foto 6.8 Operaen i Oslo skiller seg ut fra bybildet med sine lyse materialer. Foto: Gunnar Ridderström/Unsplash, 2019

BIOKULL

Hvorfor

Et varmere klima vil gi større utfordringer knyttet til tørke. For at vegetasjon skal kunne bidra med nedkjøling som følge av transpirasjon, er det nødvendig med tilstrekkelig vanntilgang.

Hvordan

Biokull er et materiale som dannes ved pyrolyse av biomasse, og som kan benyttes som jordforbedringsmiddel (NIBIO, 2017). Ifølge Thomassen mfl. (2017, s. 11) vil jord som er tilsatt biokull holde på mer plantetilgjengelig vann og gjøre jorda mer tørkesterk, samtidig som jorda lettere kan drenere ut overskuddsvann i svært våte perioder. Ifølge NIBIO (2017) har biokull vist seg å være en bra del-erstatning til torv i vekstmedium og grønne tak. Sandnes kommune har, som første kommune i Norge, etablert et pyrolyseanlegg for biokull, og benytter biokullet som jordforbedring i byens beplantning, hovedsakelig i rotvennlig forsterkningslag (Fosse, 2019).

Effekt på mikroklima

Biokull holder på vann og gjør vannet tilgjengelig for plantene (Stockholm stad, 2020). Dermed kan plantene og jorda evapotranspirere vann lenger enn dersom jorda tørker ut.

Effekt på lokalklima

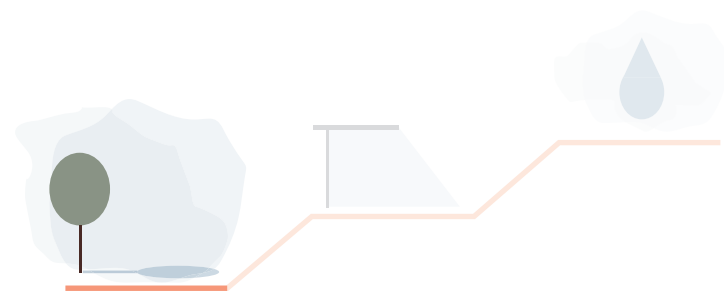
Biokull kan bidra til større evapotranspirasjon.

Tilleggseffekter

Produksjon av biokull er en effektiv måte for å binde karbon, samt utnytte restprodukter i jord- og skogbruk (Thomassen mfl. 2017, s. 3). Thomassen mfl. (ibid) vurderer at biokull potensielt kan redusere klimagassutslipp i den norske landbrukssektoren med 40 prosent innen 2030. I tillegg til større vannlagringsevne, kan biokull bidra til å holde bedre på næringsstoffer, gjøre jorda mer porøs, samt øke aktivitet og mengde av nyttige jordorganismer (ibid, s. 4).

Utfordringer

Biokull blir foreløpig lite brukt i stor skala i Norge (Thomassen mfl. 2017, s. 4). Dette kan gjøre at færre benytter seg av metoden, både grunnet pris og tilgang.



TRINN 1
Klimareguleringstjenester



Foto 6.9 Biokull. Foto: Anette Tjomsland, NIBIO



Foto 6.10 Stockholm Stad benytter biokull i byens plantebed, her i Bo Bergmans Gata. Foto: Stockholm Stad (2020)

TØRKETOLERANTE ARTER

Hvorfor

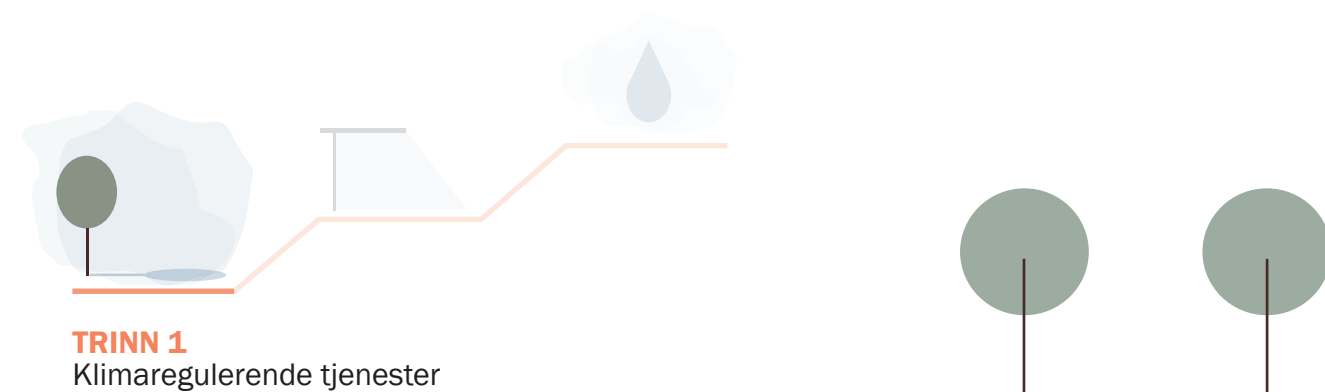
Trær bidrar med viktig klimaregulering i møte med et varmere klima, men er avhengig av tilstrekkelig vanntilgang for å opprettholde transpirasjon og skyggevirking.

Hvordan

Ved bruk av tørketolerante treslag, kan vegetasjonen bli med resilient i møte med et varmere klima.

Effekt på mikroklima

Tørketolerante treslag vil kunne opprettholde de viktige funksjonene skyggevirking og transpirasjon lenger enn arter som er mer sårbare overfor tørke. Dette er funksjoner som er viktige for regulering av mikroklima.



Effekt på lokalklima

Skyggevirking og transpirasjon er også effekter som påvirker lokalklima, gjennom å redusere mengden stråling som absorberes i ulike materialer, og at mer strålingsenergi går til latent varme heller enn følbare varme.

Tilleggseffekter

Bruk av tørketolerante arter kan i tillegg være en god løsning for prosjekter der man av ulike årsaker ikke kan gi trærne ønskelig stort jordvolum.

Utfordringer

Klimaet blir varmere og våtere. Det er derfor viktig at vegetasjonen også kan tåle perioder med mye vann.

Eksempel

I boka *Hvilken plante hvor* lister Jane Schul (2007) opp en rekke arter som passer til tørre og sandige jordtyper. Schul (ibid, s. 28) beskriver at når det mange steder ikke er tillatt å vanne hager i tørre perioder, må løsningen være å velge planter som fra naturens side kan trives med tørre

forhold. Mange tørketålende arter har spesifikke bladegenskaper, som smale blader som reduserer flaten som kan ta opp sol, og et lag med voks eller hår på bladoverflaten som fungerer som en "fordampningsbeskyttelse" (ibid). Voksen og håret kan bidra til å reflektere mer av solstrålingen.

Elaeagnus angustifolia - Smalsølvbusk

Ifølge Ole Billing Hansen (2020) er smalsølvbusk et sjeldent treslag i Norge som har potensial. Arten har hardighetszone H5. Smalsølvbusk vil stå på en godt drenert vokseplass, og er også tolerant overfor salt i jord og luft, og vind. Arten kan stammes opp til et 6-8 meter, eller ved noen tilfeller 10-12 meter høyt tre. Bladene er lansettformet. Bladundersiden er sølvhvit, mens bladoversiden er matt grønn. Smalsølvbusk får søte og saftige frukter som kan minne om oliven (Billing Hansen, 2020).



Foto 6.11 Smalsølvbusk som flerstammet tre i Malmö.
Foto: Ole Billing Hansen, park & anlegg

Sorbus intermedia fk Horten E - Svenskeasal fk Horten E

Sorbus intermedia fk Horten E er en E-plante som er herdig til sone H7, og som kan bli et 10-15 meter høyt tre. Treet får rik blomstring i juni, og senere frukter. Arten vokser naturlig på berg og i tørre skogkanter og trenger en drenert vokseplass. Svenskeasal er også tolerant overfor salt i luft og vind (Eliteplanter, u.å.). Bladene er olivengrønne og tykke, og har filthår på undersiden (Grundt og Salvesen, 2017).



Foto 6.12 Svenskeasal fk Horten E.
Foto: Eliteplanter, u.å.

OPPSAMLING AV REGNVANN

Hvorfor

Vegetasjon bidrar med viktig klimaregulering i møte med et varmere klima, men er avhengig av tilstrekkelig vanntilgang for å opprettholde transpirasjon og skyggevirksomhet.

Hvordan

Tiltaket handler om å samle opp regnvann som skal benyttes til vanning av vegetasjon.

Effekt på mikroklima

Livskraftig vegetasjon vil kunne opprettholde de viktige funksjonene skyggevirksomhet og transpirasjon lenger enn dersom vegetasjonen ikke har tilstrekkelig tilgang på vann. Dette er funksjoner som er viktige for regulering av mikroklima.

Effekt på lokalklima

Skyggevirksomhet og transpirasjon er også effekter som påvirker lokalklima, gjennom å redusere mengden stråling som absorberes i ulike materialer, og at mer strålingsenergi går til latent varme heller enn følbare varme.



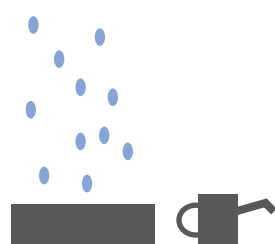
TRINN 1
Klimareguleringstjenester

Tilleggseffekter

Tiltaket vil også bidra positivt til klimatilpasning til et våtere klima med mer ekstremnedbør. Tiltaket vil kunne holde tilbake vannmengder og avlaste avløpsnett. Oppsamling av regnvann til vanning av vegetasjon vil i tillegg være med på å tydeliggjøre at vannet kan og bør benyttes som en ressurs.

Utfordringer

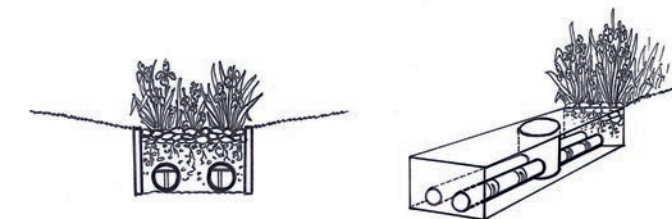
Et slikt tiltak vil kreve oppfølging og vedlikehold. Dette kan være kostbart. Dersom vannet skal lagres i tanker eller rør under bakken krever dette plass, men det er allerede mange konkurrenter om plassen under bakkenivå. Billing Hansen (2019, s. 24) kaller planterøtter "oppportunister som tar seg fram der det er næring, vann eller oksygen å finne". Et system med vanning kan derfor bli skadd av planterøtter på leting etter vann. Dersom mye vann blir stående stille i slike systemer over lang tid, kan dette føre til problemer med vannkvaliteten.



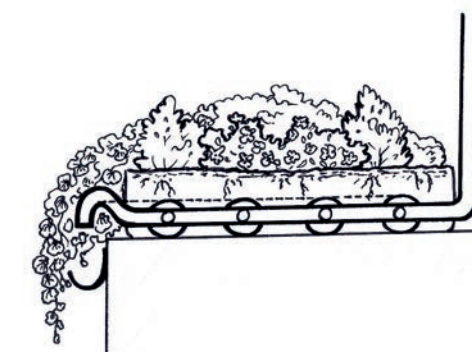
Eksempel

Min erfaring med oppsamling av regnvann for vanning av vegetasjon, begrenser seg til en løsning med en tønne under utløpet på takrenna på gården til bestemor. Via en artikkel i *Park & Anlegg* (Billing Hansen, 2019, s. 22) kom jeg over en løsning som leveres i Norge av LOG utemiljø. Det svenske firmaet Terrigio tilbyr en patentert løsning, Savaq®, som kombinerer overvannshåndtering og oppsamling av vann til vanning (ibid). Systemet består av rør og veker, og baserer seg på vekstmediets kapillære krefter (ibid, s. 23). Vann, enten tilført eller fra overvann, lagres i en tank eller i selve rørene, transporteres opp i jorda via vekene, og fordeler seg i jorda ved hjelp av vekstmediets egne kapillærkrefter (ibid). Slik blir vannet tilgjengelig for planterøttene. På denne måten unngår man å miste noe av vannet til evaporasjon fordi man vannet nedenfra, og transporten av vann kontrolleres av hvor tørr eller våt jorda er. Ifølge LOG utemiljø (u.å.) vil systemet Savaq® 160 City spare 60-90 prosent vann sammenliknet med konvensjonelle vanninnsystemer.

Systemet er trykkløst, og kan legges hvor som helst (Billing Hansen, 2019, s. 24). Vanligvis legges systemet omtrent 70 cm ned i jorda, eventuelt dypere til trær eller grunnere ved lite jordvolum (ibid). Ifølge Peter Eclund i Terrigio har de på 5-6 års erfaring aldri sett antydning til rotinntrengning i Savaq®-systemet (ibid). Rørene har en forventet levetid på 250 år, mens sugematerialet i vekene er garantert å holde i 60-70 år (ibid).



Figur 6.9 Konseptskisse som viser hvordan Savaq®-systemet kan benyttes i et vekstbed (Terrigio, u.å.)



Figur 6.10 Konseptskisse som viser hvordan Savaq®-systemet kan benyttes på tak (Terrigio, u.å.)



Foto 6.13 Savaq®-systemet lagt ut i et anlegg. Det hvite på toppen av rørene er vekene. (LOG utemiljø, u.å.)

TRÆR

Hvorfor

Grey og Deneke (1978, s. 45) mener trær kan omtales som naturens klimaanlegg.

Hvordan

Ifølge Federer (1976, s. 122) er skygge den mest åpenbare mikroklimatiske effekten et tre kan ha. Trær kan, ved hjelp av blader og greiner i ulike nivåer, hindre strålingsenergi i å nå bakken og objekter under trekrona. Trær kan også bidra med evapotranspirasjon. Trær har dypere rotsystem enn andre vegetasjonstyper, og kan dermed fordampe vann lenger under perioder med lite nedbør. Som vist i kapittel 3.5 kan et tre transpirere 200-400 liter vann per dag i varmt vær (Pedersen, 1994, s. 11).

Effekt på mikroklima

Trekroner kan gi kjærkommen skygge for mennesker og dyr. Trær som er vintergrønne og beholder bladene gjennom vinteren har en større kjøleende effekt enn løvfellende trær. For oss som bor i et klima med varm sommer og kald vinter, er det en stor fordel at løvtrær har blader som lager skygge om sommeren, men slipper sollys gjennom om vinteren. Løvfellende arter slipper gjennom 10-30 prosent av solstråling om sommeren, og

50-80 prosent om vinteren, mens eviggrønne arter slipper gjennom 10-30 prosent året rundt (Oke mfl. 2017, s. 434).

Effekt på lokalklima

Trekroner endrer byens albedo, sørger for evapotranspirasjon av vann og beskytter byens overflater fra strålingsenergi som kan gi mindre absorpsjon av varme.

Tilleggseffekter

Trær har også en rekke andre fordeler. Trær kan for eksempel bidra med overvannshåndtering, rensing av vann, være habitat for dyr og insekter, tilby rekreasjon og estetikk, binde karbondioksid og bidra til bedre luftkvalitet.

Utfordringer

Trær i urbane områder blir utsatt for høyere temperaturer grunnet varmeøy-effekten. Dette kan forsterke evapotranspirasjonen, som videre nødvendiggjør at trærne utvikler et stort og dypt rotsystem som kan forsyne treet med nok vann (Oke mfl. 2017, s. 190). Trær må også nå en viss størrelse før de kan ha god kjøleeffekt, både med tanke på vannopptak for transpirasjon og størrelse med tanke på skyggeeffekt.

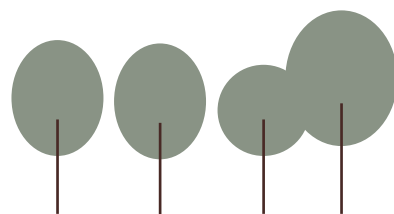


Foto 6.14 Gatetrær. Foto: Gunnar Ridderström/Unsplash, 2019



Foto 6.15 Løvfellende trær slipper sollys gjennom i de kjøligere månedene. Foto: Gunnar Ridderström/Unsplash, 2019

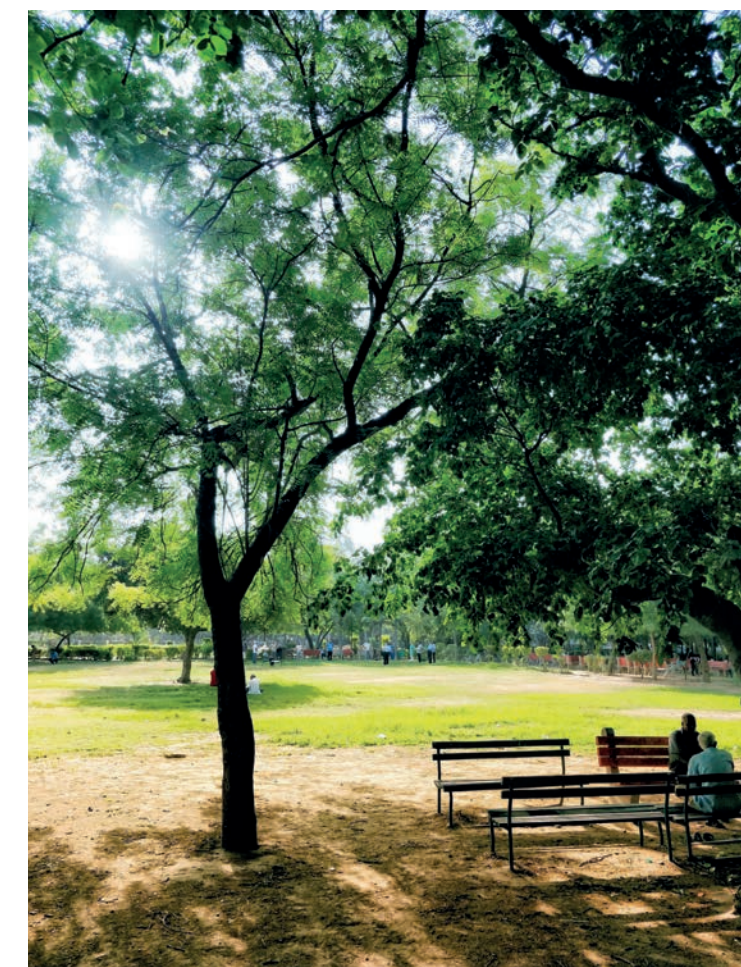


Foto 6.16 Trær kan skape kjærkommen skygge i åpne arealer. Foto: Kumar Vivek/Unsplash, 2020

SKYGGEINSTALLASJONER

Hvorfor

Det vil ha stor påvirkning på termisk komfort om man er eksponert for strålingsenergi eller om man oppholder seg i skygge, ved samme lufttemperatur.

Hvordan

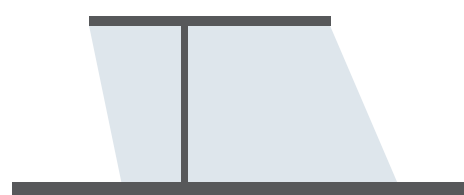
Elementer og konstruksjoner kan blokkere for strålingsenergi og tilby skygge.

Effekt på mikroklima

Skyggeinstallasjoner kan ha stor effekt på mikroklima gjennom å beskytte mennesker og dyr fra strålingsenergi, samt hindre at materialer i byen varmes opp i like stor grad.

Effekt på lokalklima

Gjennom å hindre at strålingsenergi når ulike materialer i byen, kan skyggeinstallasjoner bidra til at mindre varme absorberes og avgis fra disse overflatene. Dette kan bidra til mindre oppvarming av lufta.



Tilleggseffekter

Skyggeinstallasjoner har ikke bare fordeler i møte med et varmere klima. Mange av løsningene som skaper skygge kan også beskytte mennesker fra for eksempel regn og snø. Ved gjennomtenkt plassering, høyde og vinkling, kan slike konstruksjoner slippe sollys gjennom i vinterhalvåret når sola står lavt, men skape skygge i sommerhalvåret når sola står høyt. Dersom man benytter løvfellende arter vil vegetasjonen slippe mer sollys gjennom om vinteren, og skape mer skygge om sommeren.

Utfordringer

Materialeegenskaper som albedo og emissivitet bør vurderes dersom man lager konstruksjoner.

Eksempel

Sommeren 2019 hang Midtbyen Management opp 250 paraplyer over Thomas Angells gate i Trondheim. Disse skulle beskytte både mot sol og regn, samt være et fargerikt tilskudd i bybildet. Installasjonen ble byttet ut med julebelysning i skiftet oktober/november (Midtbyen, 2019). Bildene under viser en mer permanent skyggeinstallasjon, en pergola ved Aarhus sjøfront. Vegetasjonen på pergolaen gir ekstra skygge om sommeren og mens vegetasjonen har blader.



Foto 6.17 Paraplyer over Thomas Angells gate.
Foto: Kathrine/Midtbyen Management, 2019



Foto 6.18 og 6.19 Pergola ved Aarhus sjøfront. Foto: Helene Hoyer Mikkelsen, u.å.

DRIKKEFONTENER OG FUGLEBAD

Hvorfor

I byer er det mindre tilgang på vann grunnet stor andel ikke-permeable flater. Både dyr og mennesker er avhengig av vann. 50-60 prosent av menneskekroppen består av vann, og dersom man har for lavt væskeinntak, for høyt væsketap eller en kombinasjon, kan man bli dehydrert (Norsk helseinformatikk, 2018). Dersom man skal bevege seg utendørs ved høye temperaturer anbefaler Norsk helseinformatikk (2019) at man drikker mye før man går ut, samt at man fortsetter å drikke vann jevnt i løpet av dagen.

Hvordan

Drikkefontener og fuglebad kan tilby både mennesker og dyr vann i varme perioder der det er essensielt å få i seg nok vann når man oppholder seg utendørs. I Paris står tanken om at vann er et fellesgode som alle mennesker har rett til sterkt, og byen skal derfor etablere flere nye drikkefontener fra 2018 (City of Paris, 2018, s. 68). Ifølge Paris Convention and Visitors Bureau (u.å.) er det 1200 drikkefontener i byen.

Effekt på mikroklima

Drikkefontener og fuglebad har liten effekt på mikroklima.

Effekt på lokalklima

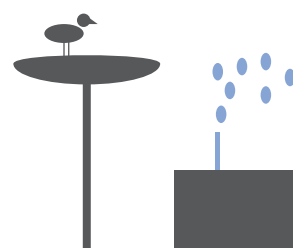
Drikkefontener og fuglebad har liten effekt på lokalklima.

Tilleggseffekter

Drikkefontener kan styrke sosial bærekraft og begrense bruk av lite miljøvennlig flaskevann. Fuglebad kan styrke biologisk mangfold.

Utfordringer

Slike installasjoner krever vedlikehold og rengjøring for å ikke være helseskadelig.



Eksempel

Bildene under viser en drikkefontene ved South Kensington Tube Station i London. Vannstrålen aktiveres av bevegelsessensorer, som er positivt for holdbarhet og renslighet. Målet med drikkefontenen er å redusere mengden engangs plastflasker (Spears, 2019). Denne fontenen, designet av Michael Anastassiades, og fuglebadet i støpejern til høyre, viser at drikkefontener og fuglebad kan være et estetisk interessant element i bybildet, i tillegg til å fylle en praktisk og viktig funksjon.



Foto 6.20 Fuglebad i støpejern.
Foto: I Gros Hage, u.å.



Foto 6.21-6.23 Berøringsfri drikkefontene designet av Michael Anastassiades. Foto: Andy Stagg (u.å.)

TÅKEFONTENER

Hvorfor

Ifølge Norsk helseinformatikk (2019) er en avkjølende dusj eller bad sannsynligvis den mest effektive måten å få ned et menneskes temperatur på.

Hvordan

Tåkefontener sprer vann i små dråper, som lettere evaporerer enn stille vann (Oke mfl. 2017, s. 441). Når huden vår dekkes med vanndråper, vil strålingsenergien som treffer huden gå med til å evaporere vannet heller enn å varme opp huden i like stor grad. Ifølge Paris Convention and Visitors Bureau (u.å.) har Paris 48 “water misters” og 35 fontener som både tilbyr drikkevann og “mist”. Mennesker kan også kjøle seg ned ved å være i direkte kontakt med vannet, gjennom konduksjon.

Effekt på mikroklima

Tåkefontener kan ha en effekt på mikroklima gjennom å bidra til evaporasjon.

Effekt på lokalklima

Tåkefontener kan ha en effekt på lokalklima gjennom å bidra til evaporasjon.

Tilleggseffekter

Tåkefontener kan være et interessant og aktiviserende element i bybildet, og bidra til rekreasjon, lek og estetikk.

Utfordringer

Slike installasjoner krever vedlikehold og rengjøring for å ikke være helseskadelig. Dette kan i tillegg være svært teknisk krevende anlegg. Vannforbruk er også en mulig utfordring. Her synes jeg prosjekteksempelet på neste side har løst det på en fin måte, der vannet kun skiftes én gang i året, bli rensert og filtrert kontinuerlig, samt at vannet benyttes til noe nyttig når det skal fjernes. Problematikk rundt frostskafer er relevant å tenke på dersom man skal benytte et slikt tiltak her i Norge.



Eksempel

Miroir d'Eau er et vannelement i Bordeaux i Frankrike. Vannspeilet er 2 cm dypt, og åpent for at mennesker kan gå gjennom det. Vannet går gjennom tre stadier. I 15 minutter står det 2 cm vann på plassen. Så følger 5 minutter der vannet dreneres bort og det bare er igjen en våt overflate. Så følger 5 minutter med tåke. Slik blir vannet kontinuerlig filtrert og kjemisk behandlet, slik at det ikke er helseskadelig for mennesker å være nær vannet. Vannet byttes ut én gang i året, og det brukte vannet benyttes til vasking av gater. Vannelementet er tomt for vann noen uker om vinteren for å unngå frysing. Vannet kan stenges dersom plassen skal benyttes til arrangementer (Whitney, 2019).



Foto 6.24 Tåke på Miroir d'Eau. Foto: Michel Corajoud, u.å.



Foto 6.25 Tåke på Miroir d'Eau. Foto: Sophie Duboscq, u.å.

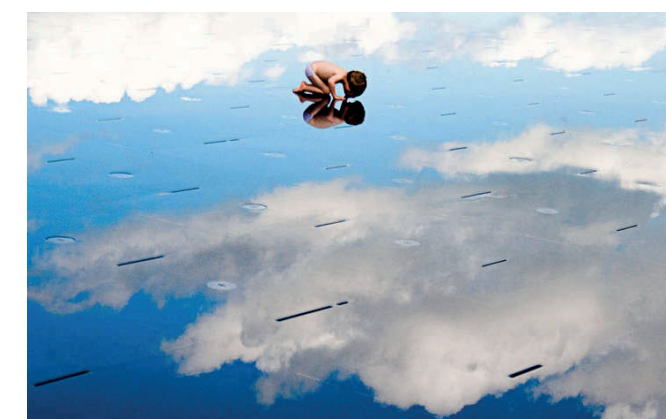


Foto 6.26 Miroir d'Eau. Foto: Béranger Zylla, u.å.

BADEPLASSER

Hvorfor

Ifølge Norsk helseinformatikk (2019) er en avkjølende dusj eller bad sannsynligvis den mest effektive måten å få ned et menneskes temperatur på.

Hvordan

Gjennom å være i direkte kontakt med vann, kan mennesker kjøle seg ned gjennom konduksjon. Når huden vår dekkes med vandrdåper, vil mye av strålingsenergien som treffer huden gå med til å evaporere vannet heller enn å varme opp huden i like stor grad. Badeplasser vil fasilitere en slik nedkjøling.

Effekt på mikroklima

Badeplasser kan ha en effekt på mikroklima gjennom at vannet gir evaporasjon.

Effekt på lokalklima

Badeplasser kan ha en effekt på lokalklima gjennom at vannet gir evaporasjon. Vann har stor varmekapasitet, som gjør at mye stråling kan absorberes i vannet uten at temperaturen stiger like mye som i et annet materiale.

Tilleggseffekter

Tilgjengeliggjøring og etablering av badeplasser i en by kan bidra til å styrke sosial bærekraft, samt tilby gode rekreasjonsmuligheter.

Utfordringer

Offentlige badeplasser i tett by kan gi utfordringer med naboklager dersom plassen blir brukt gjennom hele døgnet.

Eksempel

Sørenga sjøbad ligger ytterst på Sørenga-utstikkeren ved Oslofjorden. Badeplassen åpnet i 2015, og er et resultat av at det i 2000 ble vedtatt at sjøsiden av hovedstaden skulle tilgjengeliggjøres til rekreasjon (Stokland, 2019). Sjøbadet har blitt svært populært. Sommeren 2018 var det noen dager samlet opp til 30.000 mennesker på badeplassen, hvilket ga utfordringer for infrastruktur, sikkerhet og søppelhåndtering (ibid). Populariteten rundt sjøbadet viser nødvendigheten av å etablere offentlige badeplasser langs sjø eller vann i tilknytning til byen.



Foto 6.27 Sørenga sjøbad en sommerdag i 2015.
Foto: Katrine Lunke, 2015



Foto 6.28 Sørenga sjøbad 9. juni 2018.
Foto: adina*raul, 2018



Foto 6.30 Sørenga sjøbad en sommerdag i 2015.
Foto: Vibeke Hermanrud / Bjørvika Utvikling



Foto 6.29 Sørenga sjøbad sett fra Ekebergåsen.
Foto: © Eirik Dahl / Visit Oslofjorden



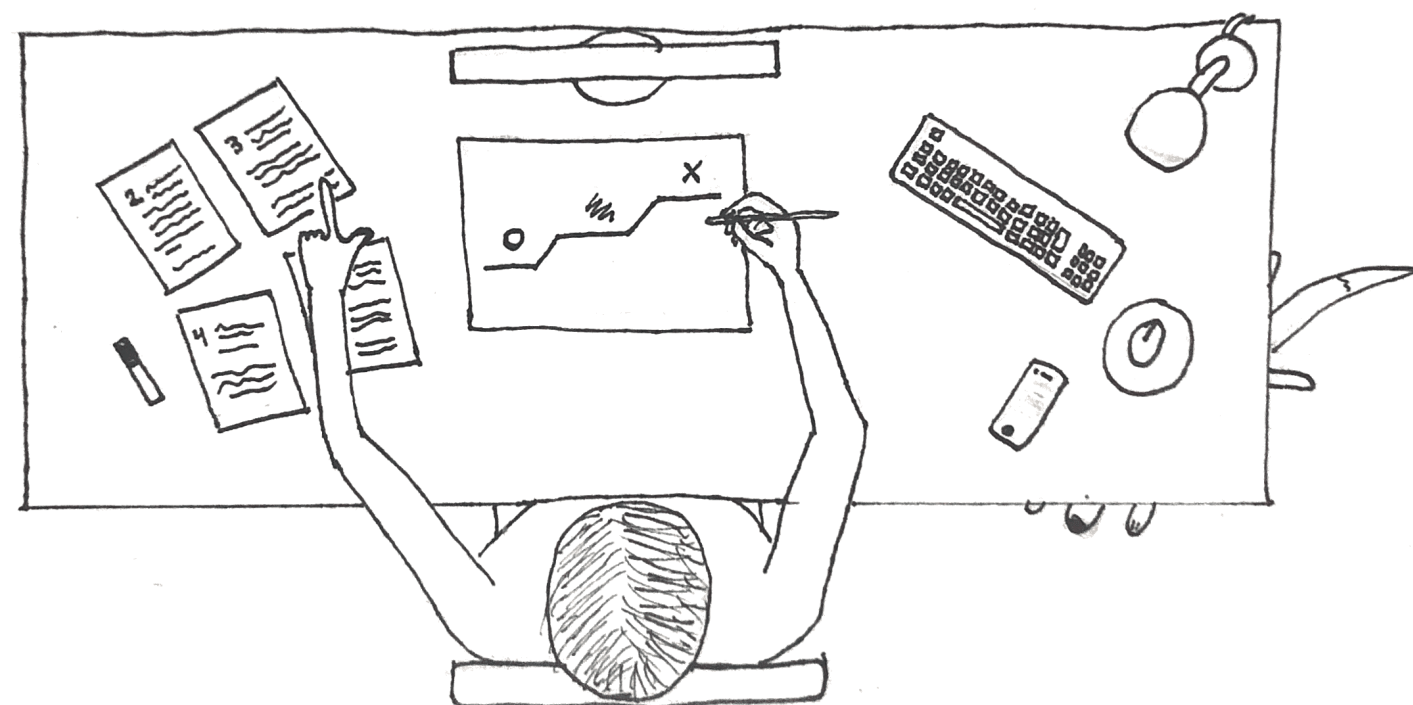
DELOPPSUMMERING KAPITTEL 6

I dette kapittelet svarer jeg på delproblemstillingen: *Hva innebærer det å klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima?*

Løsningen på dette mener jeg er en rød tretrinnsstrategi for håndtering av et varmere klima. Det må bli økt bevissthet rundt tematikken, og strategien må implementeres på et overordnet nivå. Den røde tretrinnsstrategien må inn i politiske planer og føringer, og inn i "rygggraden" til både landskapsarkitekter, byplanleggere, oppdragsgivere, politikere og andre beslutningstakere, på samme måte som tretrinnsstrategien for håndtering av overvann.

Det er videre behov for kunnskap som kan operasjonaliseres og benyttes i konkrete prosjekter. Jeg presenterer derfor 13 tiltak som hører sammen med den røde tretrinnsstrategien.

Tiltakene som blir presentert er ikke revolusjonerende. Dette er tiltak som i dag allerede blir brukt i større eller mindre omfang, men som gjerne blir brukt med andre begrunnelser enn klimatilpasning til et varmere klima. Grønne tak blir gjerne først og fremst sett på som et tiltak for overvannshåndtering eller rekreasjon. Spørreundersøkelsen i kapittel 2.1 viste at mange norske landskapsarkitekter benytter permeable dekker som et tiltak for å møte økt nedbør, men ikke for økt temperatur eller tørke. Gjennom en økt bevissthet om at disse tiltakene også kan benyttes for å møte et varmere klima, vil landskapsarkitekten få ytterligere et argument for natur og andre kvaliteter som kan gi bedre levekår for mennesker i byene.



Figur 6.11 Tegningen illustrerer arbeidet med kapittel 6

7

KONKLUSJON

6.1 Konklusjon

6.2 Refleksjon

Litteraturliste

Figurliste

Fotoliste

Vedlegg 1

Vedlegg 2

Vedlegg 3

Vedlegg 4



7.1 KONKLUSJON

Hovedproblemstillingen for denne oppgaven er:

Hvordan kan landskapsarkitekter klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima?

Dette har jeg utforsket gjennom de foregående kapitlene, og her vil jeg forsøke å konkludere.

I kapittel 2 avdekket jeg et kunnskapshull og et ønske om mer litteratur/veiledere om klimatilpasning til et varmere klima blant norske landskapsarkitekter. Teori om hvorfor det er nødvendig å klimatilpasse norske byers uterom til et varmere klima ble gjennomgått i kapittel 3. Her viste jeg at klimaet i Norge blir og er blitt varmere og tørrere, og at varmeøy-effekten er en utfordring for byene. Jeg har redegjort for hvordan et varmere og tørrere klima kan få negative konsekvenser for folkehelse og biologisk mangfold, samt vist hvordan løsningen kan være klimatilpasning av byens uterom. Dette kan gjøres gjennom bruk av økosystemtjenesten klimaregulering, for å styrke byens resiliens og bidra til et godt levemiljø for mennesker, dyreliv og vegetasjon. Det er nødvendig å starte arbeidet med klimatilpasning til et varmere klima allerede i dag. Dette for å møte en framtid der vi ønsker at folk skal bo i byer fra et miljøperspektiv, der vi vil ha en betydelig større andel eldre, og der klimaendringene gir både kjente og ukjente klimautfordringer.

I kapittel 4 viste jeg imidlertid at klimatilpasning til et varmere klima har lav prioritet i norske planer og føringer. Flere av de mest sentrale planene begynner å bli noen år gamle, og det er på tide å få temaet på dagsordenen. I kapittel 5 viste jeg at flere europeiske land, blant annet naboene våre Sverige og Danmark, har planer, tiltak og strategier for å møte en varmere framtid i byene.

I kapittel 6 presenterer jeg mitt forslag til hvordan vi skal få klimatilpasning til et varmere klima på dagsordenen. Jeg presenterer min versjon av tretrinnsstrategien - den røde tretrinnsstrategien for håndtering av en varmere framtid. Den originale tretrinnsstrategien for håndtering av overvann er en strategi jeg har hørt mye om gjennom fem år som student på NMBU, og som jeg ser blir benyttet i flere planer og føringer for klimatilpasning. Tanken er at den røde tretrinnsstrategien skal kunne implementeres på noenlunde samme vis, og kunne bli førende i klimatilpasningsarbeidet.

Kapittel 6 inneholder videre en rekke tiltak det kan være aktuelt å gjennomføre i samsvar med den røde tretrinnsstrategien. Dette for å bidra med konkret kunnskap som kan gjøre det enklere å implementere den røde tretrinnsstrategien i praksis. Tiltakene er kjente tiltak som blir brukt i større eller mindre omfang i prosjekter i dag. Målet er imidlertid at landskapsarkitekter og andre beslutningstakere skal få en forståelse av at disse tiltakene også kan bidra til klimatilpasning til et varmere klima. Dette vil gi landskapsarkitekter ytterligere et argument for mer natur og nyttige elementer i utformingen av norske byers uterom.

Til slutt er det viktig å nok en gang presisere at denne oppgaven ikke har som mål å skape skyggefulle, kalde uterom uten tilgang på sol. Jeg ønsker å formidle et behov for å tilrettelegge for en variasjon av mikroklima, slik at både mennesker, insekter, dyr og vegetasjon kan leve komfortabelt i byens uterom. Det har derfor vært et mål å finne tiltak som er fleksible, og som ikke nødvendigvis kaster den største skyggen, men som kan bidra til å regulere temperaturer. Målet er å bidra til komfortable uterom i møte med et varmere klima.

7.2 REFLEKSJON

LÆRINGSUTBYTTE

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har jeg lært mye om byklima, lokalklima og mikroklima. Dette er nyttig kunnskap jeg kan ta med meg videre inn i arbeidslivet som landskapsarkitekt, da dette er viktige forutsetninger for komfort og kvalitet i byens uterom. Dette er kunnskap jeg ellers ikke ville tilegnet meg gjennom studieløpet.

Jeg har også lært mye om hvordan menneskekroppen opplever og regulerer varme, samt mulige negative konsekvenser av høye temperaturer for mennesker. Flere av de mulige negative konsekvensene varme og tørke kan ha for biologisk mangfold, er kunnskap jeg ikke hadde fra før.

Arbeidet har gitt innsikt i mange spennende studier, både fra Norge og fra utlandet, samt vist at temaet er relevant å studere nærmere. Jeg er glad for at jeg fulgte nysgjerrigheten min rundt dette temaet, for det har gjort at oppgaven ikke bare har vært lærerik, men også veldig personlig meningsfull å arbeide med.



Foto 7.1 Ingunn Mørk

UTFORDRINGER

Den første og største utfordringen jeg møtte i arbeidet med oppgaven er at jeg har vært i tvil om temaet klimatilpasning til et varmere klima er relevant i norsk sammenheng. En varm sommer med sol og blå himmel er jo gjerne det folk flest ønsker seg. Gjennom de fem årene på NMBU har vi dessuten gjort sol- og skyggeanalyser for å identifisere plassene med best sol. I flere dokumenter fant jeg i tillegg sitater om at varme og hetebølger enda ikke er et problem i Norge, og at vi har et robust samfunn som er godt rustet til å møte framtidens klima. Dette har tidvis fått meg til å tvile på oppgavens tema, men gjennom dialog med veileder og gjennom spørreundersøkelsen fikk jeg se svart på hvitt at dette er noe norske landskapsarkitekter ser behov for mer kunnskap om.

Det har vært en utfordring å skrive selvsikkert om fagfeltene meteorologi, klimatologi og folkehelse, da dette er temaer jeg ikke har noen spesielle forkunnskaper innen. Jeg har derfor lest mye litteratur, og forsøkt å få en forståelse for de viktigste temaene som knytter seg til oppgavens tematikk.

Det er nødvendig å skrive litt om situasjonen med Covid-19. Denne våren har nemlig ikke vært helt som vanlig. En pandemi har rast gjennom store deler av verden, og ført til at vi må holde avstand til andre mennesker. Dette førte til at arbeidsplassen på Akropolis måtte flyttes hjem, og at alle veiledninger, samarbeid med medstudenter og intervjuer måtte gjennomføres via videosamtale. Det var utfordrende å konsentrere seg om oppgaven i begynnelsen av pandemiutbruddet i Norge, da alt fortsatt var veldig usikkert. Dette løsnet etter hvert, og arbeidet har siden gått bra til tross for litt uvante omstendigheter.

HVA KUNNE VÆRT GJORT ANNERLEDES

Dersom jeg skulle gjort noe annerledes, og hadde hatt bedre tid, ville jeg inkludert et case. Det kunne vært interessant å teste ut strategien og de ulike tiltakene på en tomt, der man enten erfarer eller kan analysere seg fram til at det kan bli ubehagelig varmt på de varmeste dagene.

Jeg kunne tenkt meg at jeg kunne gått noe dypere inn i hva som må til for å implementere den røde tretrinnsstrategien i relevante planprosesser. Her kunne samarbeid med en student innen byplanlegging vært spennende.

Når det gjelder gjennomføringen av spørreundersøkelsen, skulle jeg satt en frist for når respondentene måtte svare innen. I ettertid ser jeg at det også kunne vært interessant å sendt undersøkelsen til svenske og danske landskapsarkitekter for å se om det er store forskjeller mellom oss og naboene våre. I kapittel 5 så vi at Sverige og Danmark har konkrete planer for klimatilpasning til et varmere klima, og det hadde vært interessant å se om dette gir utslag blant landskapsarkitektene.



Foto 7.2 Ingunn Mørk

FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING

Jeg vil anbefale å undersøke effektene av de ulike tiltakene på temperatur og tørke. I oppgaven viser jeg til studier med temperaturmålinger i svenske parker, men skulle gjerne sett noe liknende for Norge. En oppgave som ser på eller utvikler analyseverktøy for å identifisere lokaliteter med problematikk med varme, tørke og varmeøy-effekten, kunne vært meget spennende.

Det ville også vært interessant med et studium av nordmenns termiske komfort i byenes uterom. Når blir det for varmt? Hvor mange søker skygge? Når søker man skygge?

Gjennom de siste somrene har vi sett eksempler på hvordan offentlige badeplasser ved sjøen blir svært attraktive og folksomme på varme sommerdager. Med et varmere klima kan det tenkes at disse områdene får enda større press, og en oppgave som ser på vedlikehold og utvidelse av slike offentlige badeplasser kunne vært spennende.

LITTERATURLISTE

- 100 Resilient Cities (u.å.) OASIS Schoolyards. Tilgjengelig fra: <https://100resilientcities.org/projects/paris-oasis-schoolyards/> (Lest 05.02.2020)
- 100 Resilient Cities (2018) *Paris Resilience Strategy*. Tilgjengelig fra: <http://100resilientcities.org/wp-content/uploads/2017/10/Paris-Resilience-Strategy-English-PDF.pdf> (Lest 05.02.2020)
- Aamaas, B., Aaheim, A., Alnes, K., van Oort, B., Dannevig, H., Hønsi, T. (2018) *Oppdatering av kunnskap om konsekvenser av klimaendringer i Norge*. Rapport nr. 14. Tilgjengelig fra: <https://www.vestforsk.no/sites/default/files/2019-02/Rapport%202018%2014%20Oppdatering%20av%20kunnskap%20om%20konsekvenser%20av%20klimaendringer%20i%20Norge%201812.pdf> (Lest 31.01.2020)
- Aarrestad, P. A., Bjerke, J. W., Follestad, A., Jepsen, J. U., Nybø, S., Rusch, G. M., Schartau, A. K. (2015) *Naturtyper i klimatilpasningsarbeid. Effekter av klimaendringer og klimatilpasningsarbeid på naturmangfold og økosystemtjenester*. Rapport nr. 1157. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning. Tilgjengelig fra: <https://brage.nina.no/nina-xmlui/bitstream/handle/11250/292962/1157.pdf?sequence=3&iAllowed=y> (Lest 28.01.2020)
- Ahern, J. (2011) From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world, *Landscape and Urban Planning*, 100, s. 341-343. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.02.021 Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016920461100079X?via=ih3Dihub> (Lest 13.02.2020)
- Anderson, C. A. (2001) Heat and Violence, *Current Directions in Psychological Science*, 10(1), s. 33-38. Tilgjengelig fra: <https://www2.psych.ubc.ca/~schaller/308Readings/Anderson2001.pdf> (Lest 24.02.2020)
- Anderson, C. A. (1989) Temperature and Aggression: Ubiquitous Effects of Heat on Occurrence of Human Violence, *Psychological Bulletin*, 106(1), s. 74-96. Tilgjengelig fra: <https://pdfs.semanticscholar.org/6f7e/ce3f7045e645f6b5891a80a10236cabd9f0f.pdf> (Lest 24.01.2020)
- Barry, R. G. & Chorley, R. J. (2010) *Atmosphere, Weather and Climate*. 9. utg. New York: Routledge
- Bastin, J-F., Clark, E., Elliott, T., Hart, S., van den Hoogen, J., Hordijk, I., Ma, H., Majumder, S., Manoli, G., Maschler, J., Mo, L., Routh, D., Yu, K., Zohner, C. M., Crowther, T. W. (2019) Understanding climate change from a global analysis of city analogues, *Plos One*, 14(7), s. 1-13. DOI: 10.1371/journal.pone.0217592 Tilgjengelig fra: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0217592&type=printable> (Lest 05.02.2020)
- Basu, R. & Samet, J. M. (2002) Relation between Elevated Ambient Temperature and Mortality: A Review of the Epidemiologic Evidence, *Epidemiologic Reviews*, 24(2), s. 190-202. DOI: 10.1093/epirev/mxf007 Tilgjengelig fra: <https://academic.oup.com/epirev/article/24/2/190/535042> (Lest 18.02.2020)
- Billing Hansen, O. (2020) *Elaeagnus angustifolia - et sjeldent treslag med potensial*. Tilgjengelig fra: <https://parkoganlegg.no/treportrettet/elaegagnus-angustifolia-et-sjeldent-treslag-med-potensial-2/> (Lest 06.04.2020)
- Billing Hansen, O. (2019) Overvannshåndtering og vanning i ett, *Park & Anlegg*, 2, s. 22-25
- Bjørndal, T. (u.å.) Vi må uansett tilpasse oss et endret klima, <2 *C, 2019, s. 18. Tilgjengelig fra: <https://klimas-tiftelsen.no/publikasjoner/hvordan-far-vi-opp-farten/> (Lest 23.01.2020)
- Bordas, D. B. (2018) *The City Dune*. Tilgjengelig fra: <https://www.publicspace.org/works/-/project/g363-the-city-dune> (Lest 25.03.2020)
- Bothner, v. & Aanderaa, T. (2017) *Før flommen - bærekraftig overvannshåndtering for økt klimaresiliens i norske byer og tettsteder*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2450896> (Lest 13.02.2020)
- Botkin, D. B. & Keller, E. A. (2014) *Environmental Science - Earth as a Living Planet*. 9. utg. Hoboken: Wiley.
- Brandenburg, C., Damyanovic, D., Reinwald, F., Allex, B., Gantner, B., Czachs, C. (2018) *Urban Heat Island Strategy, City of Vienna*. Tilgjengelig fra: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/uhi-strategieplan-englisch.pdf> (Lest 10.03.2020)
- Brattbakk, I. & Andersen, B. (2017) *Oppvekststedets betydning for barn og unge*. Rapport nr. 02/2017. Oslo: Arbeidsforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/319101878_Oppvekststedets_betydning_for_barn_og_unge_Nabolaget_som_resurs_og_utfordring (Lest 23.01.2020)
- Brown, R. D. (2010) *Design with microclimate: the secret to comfortable outdoor space*. Washington DC: Island Press
- Bruholt, E. (2020) Medisinstudentene vil ha klimaendring på pensum. *Dagens medisn*. 20. februar. Tilgjengelig fra: <https://www.dagensmedisin.no/artikler/2020/02/20/medisinstudentene-vil-ha-klimaendring-pa-pensum/> (Lest 27.02.2020)
- Bühler, O., Tøttrup, C., Borgstrøm, R., & Jensen, M. B. (2010) *Urban heat island i København: beskrivelse af fænomenet, vurdering af omfang i København, input til strategi for håndtering*. Skov & Landskab: Københavns Universitet. Tilgjengelig fra: https://static-curis.ku.dk/portal/files/34391374/UHI_i_K_benhavn_25_august_2010_GRAS_LIFE_1.pdf (Lest 03.02.2020)
- Bymiljøetaten (u.å.) *Gatenormal for Oslo*. Dokument ute på høring. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13365642-1586155629/Tjenester%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Etater%2C%20foretak%20og%20ombud/Bymilj%C3%B8etaten/Kunngi%C3%B8ringer%20fra%20Bymilj%C3%B8etaten/Ny%20gatenormal%20for%20Oslo/Gatenormalen.pdf> (Lest 27.04.2020)
- C40 Cities Climate Leadership Group (u.å.) *How to adapt your city to extreme heat*. Tilgjengelig fra: https://www.c40knowledgehub.org/s/article/How-to-adapt-your-city-to-extreme-heat?language=en_US (Lest 13.01.2020)
- Carmona, M., Tiesdell, S., Heath, T., Oc, T. (2010) *Public Places Urban Spaces: the dimentions of urban design*. 2. utg. New York: Routledge
- City of Paris (2018) *Paris Climate Action Plan*. Tilgjengelig fra: <https://cdn.paris.fr/paris/2019/07/24/1a706797ea-c9982aec6b767c56449240.pdf> (Lest 05.02.2020)
- Crowtherlab (u.å.) *Cities of the future: visualizing climate change to inspire action*. Tilgjengelig fra: https://crowtherlab.pageflow.io/cities-of-the-future-visualizing-climate-change-to-inspire-action?utm_source=Organic%20Twitter&utm_medium=Social%20Media&utm_campaign=2050Cities#210424 (Lest 05.02.2020)
- Den Norsk Legeforening (u.å.) *Legeforeningens engasjement i klimaendring: Grunnlagsdokument fra arbeidsgruppe "Global oppvarming og helse"*. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/83adf487100e4415ac9ff73127be565a/den_norske_legeforening_vedlegg.pdf (Lest 19.02.2020)
- DESA (2016) *Climate Change Resilience: an opportunity for reducing inequalities*. Tilgjengelig fra: https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/publication/WESS_2016_Report.pdf (Lest 13.02.2020)
- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (2019) *Analyser av krisescenarioer 2019: Alvorlige hendelser som kan ramme Norge*. Tilgjengelig fra: https://www.dsb.no/globalassets/dokumenter/rapporter/p1808779_aks_2018_cleaned.pdf (Lest 19.02.2020)
- Dyrrdal, A. V. & Førland, E. J. (2019) *Klimapåslag for korttidsnedbør - Anbefalte verdier for Norge*. Rapport nr. 5/2019. Norsk klimaservicesenter. Tilgjengelig fra: https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/rapporter-og-publikasjoner/_attachment/14849?_ts=16ae48116a6 (Lest 17.01.2020)
- Eliteplanter (u.å.) *Sorbus intermedia fk Horten E*. Tilgjengelig fra: <https://eliteplanter.no/produkt/sorbus-intermedia-fk-horten-e/> (Lest 06.04.2020)
- European Academies Science Advisory Council (2019) *The imperative of climate action to protect human health in Europe*. Rapport nr. 38. Tilgjengelig fra: https://easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Climate_Change_and_Health/EASAC_Report_No_38_Climate_Change_and_Health.pdf (Lest 24.01.2020)
- EPA (2008) *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of strategies*. Tilgjengelig fra: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium> (Lest 13.03.2020)
- Federer C. A. (1976) Trees modify the urban microclimate, *Journal of Arboriculture*. 2(7), s. 121-127. Tilgjengelig fra: <http://joa.isa-arbor.com/request.asp?JournalID=1&ArticleID=1391&Type=2> (Lest 03.02.2020)
- Folkehelseloven. *Lov om folkehelsearbeid*
- Folkhälsomyndigheten (2019) *Värme och människa i bebyggd miljö - Kunskapsstöd för åtgärder som minskar hälsoskadelig värme*. Tilgjengelig fra: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/da3f008f2fbc4d9f8424a3eb73f0d1a5/varme-manniska-bebyggd-miljo.pdf> (Lest 21.02.2020)
- Folkhälsomyndigheten (2018) *Ökad dödlighet under sommarens varmebölja*. Tilgjengelig fra: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/nyheter-och-press/nyhetsarkiv/2018/december/okad-dodlighet-under-sommarens-varmebolja/> (Lest 24.02.2020)
- Forsgren, E., Aarrestad, P. A., Gundersen, H., Christie, H., Friberg, N., Jonsson, B., Kaste, Ø., Lindholm, M., Nilsen, E. B., Systad, G., Veiberg, V., Ødegaard, F. (2015) *Klimaendringenes påvirkning på naturmangfoldet i Norge*. Rapport nr. 1210. Norsk institutt for naturforskning. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m443/m443.pdf> (Lest 19.02.2020)
- FN-sambandet (u.å.) *Tema*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Tema> (Lest 28.01.2020)
- FN-sambandet (2020) *FNs bærekraftsmål*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal> (Lest 30.01.2020)
- FN-sambandet (2019a) *Klimaendringer*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Tema/Klima-og-miljoe/Klimaendringer> (Lest 14.01.2020)
- FN-sambandet (2019b) *Parisavtalen*. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/Avtaler/Miljoe-og-klima/Parisavtalen> (Lest 17.01.2020)
- Forskrift om fremmede organismer, *Forskrift om fremmede organismer*

- Fosse, D-H. (2019) *Biokull fra felte trær på Ruten får nye trær til å vokse*. Tilgjengelig fra: <https://www.aftenbladet.no/lokalt/i/LALd0Q/biokull-fra-felte-trr-pa-ruten-far-nye-trr-til-a-vokse> (Lest 04.03.2020)
- Framstad, E. & Nybø, s. (2015) Naturindeksen måler tilstanden for biologisk mangfold, i Framstad, E. (red.) *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*. s. 8-10. Rapport nr. M-441. Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m441/m441.pdf> (Lest 22.03.2020)
- Framstad, E. & Pedersen, B. (2015) Hvordan svarer naturindeksen på klimaendringer?, i Framstad, E. (red.) *Naturindeks for Norge 2015. Tilstand og utvikling for biologisk mangfold*. s. 30-38. Rapport nr. M-441. Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m441/m441.pdf> (Lest 22.03.2020)
- Gehl, J. (2010) *Byer for mennesker*. 1. utg. 2. opplag. Bøværket
- Gjose, K. (2013) *Hvordan øke urban resiliens?* Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://core.ac.uk/download/pdf/52080672.pdf> (Lest 13.02.2020)
- Glosli, C. (2018) *Ville dyr i byen*. Tilgjengelig fra: <https://www.nmbu.no/aktuelt/node/34725> (Lest 02.03.2020)
- Grey, G. W. & Deneke, F. J. (1978) *Urban Forestry*. John Wiley and Sons
- Grundt, H. & Salvesen, H. (2017) *Svensk asal*. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/tema/skog/skoggenetiske-ressurser/treslag-i-norge/svensk-asal-copy> (Lest 06.04.2020)
- Gunnufsen, E. & Solli, H. (2015) *Framtidens byer klimatilpasning - oppsummering og evaluering*. Rapport nr. 4. Asplan Viak. Tilgjengelig fra: https://www.regjeringen.no/contentassets/334b297f783d460484c653bb44dd5b9b/framtidens_byer_klimatilpasning_sluttrapport.pdf (Lest 19.02.2020)
- Hanssen-Bauer, I., Førland, E. J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer, S., Nesje, A., Nilsen, J. E. Ø., Sandven, S., Sandø, A. B., Sorteberg, A., Ådlandsvik, B. (2015) *Klima i Norge 2100 - Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015*. Rapport nr. 2/2015. Oslo: Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2015/sep-tember-2015/klima-i-norge-2100/> (Lest 12.01.2020)
- Hauge, A. (2018) *temperaturregulering*, i *Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/temperaturregulering> (Lest 23.02.2020)
- Hauge, Å. L., Flyen, C., Almås, A. J., Ebeltoft, M. (2017) *Klimatilpasning av bygninger og infrastruktur - samfunnsmessige barrierer og drivere*. Rapport nr. 4. SINTEF, Klima 2050. Tilgjengelig fra: <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2436195> (Lest 19.02.2020)
- Hertel, S., Le Tertre, A., Jöckel, K-H., Hoffmann, B. (2009) Quantification of the heat wave effect on cause-specific mortality in Essen, Germany, *European Journal of Epidemiology*, 24, s. 407-414. DOI: 10.1007/s10654-009-9359-9 Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/26283389_Quantification_of_the_heat_wave_effect_on_cause-specific_mortality_in_Essen_Germany (Lest 17.02.2020)
- Hine, D. W., Kormos, C., Marks, A. D. G. (2016) Agree to Disagree - A practical Guide to Conducting Survey Research in Environmental Psychology, i Gifford, R. (red.) *Research Methods for Environmental Psychology*. 1. utg. John Wiley & Sons, Ltd. s. 71-91
- Hjerpaasen, M. (2014) *Vertikal beplantning/grønne vegger - en kunnskapsbank for videre utvikling i Norge*. Masteroppgave. Ås: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Tilgjengelig fra: <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/217496> (Lest 04.03.2020)
- Hofstad, K. (2019) *Stråleenergi*, i *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/str%C3%A5leenergi> (Lest 10.05.2020)
- Horrocks, J. & Menclova, A. K. (2011) The effects of weather on crime, *New Zealand Economic Papers*, 45(3), 231-254. DOI: 10.1080/00779954.2011.572544 Tilgjengelig fra: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/00779954.2011.572544?needAccess=true> (Lest 24.01.2020)
- IPCC (2014) *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland. Tilgjengelig fra: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf (Lest 19.02.2020)
- Jansen, J. (2019) *hypothalamus*, i *Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/hypothalamus> (Lest 23.02.2020)
- Jordbakke, A., Røsjø, M. J., Skogvold, T., Karstensen, H. (2017) *Kartlegging av 11 kommuners arbeid med klimatilpasning*. Rapport nr. M-647/2016. Analyse & Strategi og Multiconsult. Tilgjengelig fra: <https://tema.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M647/M647.pdf> (Lest 19.02.2020)
- Kelbaugh, D. (2019) *The Urban Fix*. 1. utg. Routledge
- Klemetsen, M. & Dahl, M. S. (2019) *Hvor godt er norske kommuner rustet til å håndtere følgene av klimaendringer? Spørreundersøkelse om klimatilpasning utført våren 2019*. Rapport nr. 2019: 09. Oslo: Cicero. Tilgjengelig fra: <https://pub.cicero.oslo.no/cicero-xmlui/bitstream/handle/11250/2607609/Rapport%202019%2009%20def%20versjon%20-%20WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Lest 08.04.2020)
- Klimaetaten (2020) *Klimasårbarhetsanalyse for Oslo*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/03/Klimasårbarhetsanalyse-for-Oslo.pdf> (Lest 13.03.2020)
- Klimaetaten (2019a) *Klimaetatens faggrunnlag til klimastrategi 2030*. Oslo: Klimaetaten. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13315606-1551276157/Tjener%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Etater%2C%20foretak%20og%20ombud/Klimaetaten/Kunngjøring/Klimaetatens%20faggrunnlag%20til%20klimastrategi%202030.pdf> (Lest 13.01.2020)
- Klimaetaten (2019b) *Klimaendringer og klimautfordringer i Oslo mot år 2100*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/02/Klimatilpasning-Klimaendringer-og-klimautfordringer-i-Oslo-frem-mot-2100.pdf> (Lest 08.02.2020)
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2019) *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/cc2c53c65af24b8ea560c0156d885703/nasjonale-forventninger-2019-bm.pdf> (Lest 31.01.2020)
- Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2018) *Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2018-09-28-1469> (Lest 31.01.2020)
- Kreftforeningen (u.å.) *Solvennbarnehager*. Tilgjengelig fra: <https://kreftforeningen.no/forebygging/forebygging-i-skoler-og-barnehager/solvennbarnehager/> (Lest 23.01.2020)
- Københavns Kommune (2015) *Bynatur i København - strategi 2015-2025*. Tilgjengelig fra: https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1447 (Lest 05.02.2020)
- København Kommune (2011) *Københavns Klimatilpasningsplan*. Tilgjengelig fra: https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1270 (Lest 25.03.2020)
- Lai, D., Liu, W., Gan, T., Liu, K., Chen, Q. (2019) A review of mitigating strategies to improve the thermal environment and thermal comfort in urban outdoor spaces, *Science of the Total Environment*, 661, s. 337-353. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719300683?via%3Dihub> (Lest 18.02.2020)
- Lenzholzer, S. (2015) *Weather in the City*. nai010 publishers: Rotterdam
- Lindhjem, H. & Sørheim, M. D. (2012) *Urbane økosystemtjener i Norge: Status, utvikling, verdi og kunnskapshull*. Rapport nr. 37/2012. Tilgjengelig fra: https://dyhyjcmimsyl.cloudfront.net/assets/files/5819/va-rapport_2012-37_urbane_kosystemtjener-1.pdf (Lest 13.02.2020)
- Lindholm, O., Endresen, S., Thorolfsson, S., Sægrov, S., Jakobsen, G., Aaby, L. (2008) *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Rapport nr. 162. Hamar: Norsk Vann
- Liu, K. & Bass, B. (2005) Performance of green roof systems, *Cool Roofing Symposium*, s. 1-18. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/profile/Brad_Bass/publication/44077726_Performance_of_green_roof_systems/links/0c96052b4deed36266000000/Performance-of-green-roof-systems.pdf (Lest 25.03.2020)
- LOG Utemiljø (u.å.) *Savaq system for overvann og undervanning*. Tilgjengelig fra: <https://www.log.no/produkt/savaq-system-for-overvann-og-undervanning/> (Lest 23.04.2020)
- Magnussen, K., Wifstad, K., Seeberg, A. R., Stålhammar, K., Bakken, S. E., Banach, A., Hagen, D., Rusch, G., Aarrestad, P. A., Løset, F., Sandsbråten, K. (2017) *Naturbaserte løsninger for klimatilpasning*. Rapport nr. 61/2017. Menon Economics. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m830/m830.pdf> (Lest 19.02.2020)
- Martincic, J. (2019) Vi må snakke om været, *Klassekampen*, 17. april. Tilgjengelig fra: <https://www.klassekampen.no/article/20190417/ARTICLE/190419970> (Lest 12.01.2020)
- McEvoy, D. (2019) Climate Resilient Urban Development, *Sustainability*, 11(3):724, s. 1-4. DOI: 10.3390/su11030724. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/330748426_Climate_Resilient_Urban_Development (Lest 13.02.2020)
- Meteorologisk institutt (2020a) *Været i Norge i 2019*. Tilgjengelig fra: <https://www.met.no/nyhetsarkiv/vaeret-i-norge-i-2019> (Lest 12.03.2020)
- Meteorologisk institutt (2020b) *Den varmeste vinteren målt i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.met.no/nyhetsarkiv/den-varmeste-vinteren-malt-i-norge-pa-120-ar> (Lest 12.03.2020)
- Meteorologisk institutt (2017) *Det blir varmere*. Tilgjengelig fra: <https://www.met.no/vaer-og-klima/hvordan-blir-vaeret-i-framtiden> (Lest 20.01.2020)
- Midtbyen (2019) *Fargerikt og flott!* Tilgjengelig fra: <https://midtbyen.no/nyheter/fargerikt-og-flott> (Lest 05.04.2020)
- Miljødirektoratet (2020a) *Klimaendringer i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/klimaendringer-i-norge/> (Lest 11.03.2020)
- Miljødirektoratet (2020b) *Politisk mål om at samfunnet skal forberedes på og tilpasses klimaendringene*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/miljomal-5.6/> (Lest 26.03.2020)
- Miljødirektoratet (2019a) *Helse*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimatilpasning.no/sektorer/helse/#Varme> (Lest 03.02.2020)

- Miljødirektoratet (2019b) *Økt beredskap ved varme døgn*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimatilpasning.no/eksempler/okt-beredskap-ved-hetebolge/> (Lest 03.02.2020)
- Miljødirektoratet (2019c) *Drivhuseffekten*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/drivhuseffekten/> (Lest 12.03.2020)
- Miljødirektoratet (2018a) *Naturbaserte løsninger for klimautfordringer i nasjonal forvaltning*. Rapport nr. M-1088. Miljødirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1088/m1088.pdf> (Lest 19.02.2020)
- Miljødirektoratet (2018b) *Virkninger av 1,5 °C global oppvarming*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1117/m1117.pdf> (Lest 19.02.2020)
- Miljødirektoratet (2018c) *Klimatilpasning 2018-2022: Strategi og handlingsplan for Miljødirektoratet*. Rapport nr. M-1018. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M1018/M1018.pdf> (Lest 19.02.2020)
- Miljødirektoratet (2014) *Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder*. Tilgjengelig fra: <http://tema.miljodirektoratet.no/Documents/publikasjoner/M100/M100.pdf> (Lest 02.03.2020)
- Miljøkommune (2016) *Treleddsstrategi for overvann og grønnstruktur i arealplanlegging*. Tilgjengelig fra: <http://www.miljokommune.no/Temaoversikt/Vannforvaltning/Overvann/Overvann-i-planlegging/Treleddsstrategi-for-overvann-og-gronnstruktur-i-arealplanlegging/#> (Lest 27.02.2020)
- Miljølære (u.å.) *Byens natur er mangfoldig*. Tilgjengelig fra: https://www.miljolare.no/tema/planterogdyr/artikler/naturverdier_i_by.php (Lest 02.03.2020)
- Miljøstyrelsen (2015) *Regnvand bag spændende byrum i København*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimatilpasning.dk/cases-overview/regnvand-bag-spaendende-byrum-i-koebenhavn/#category-lning> (Lest 25.03.2020)
- Mørch, W. T. (2019) Abraham Maslow, i *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: https://snl.no/Abraham_Maslow (Lest 07.02.2020)
- Nafstad, P., Skondal, A., Bjertness, E. (2001) Mortality and temperature in Oslo, Norway, 1990-1995, *European Journal of Epidemiology*, 17, s. 621-627, DOI: 10.1023/A:1015547012242
- Naturmangfoldloven, *Lov om forvaltning av naturens mangfold*
- NIBIO (2017) *Biokull*. Tilgjengelig fra: <https://www.nibio.no/tema/jord/organisk-avfall-som-gjodsel/biokull> (Lest 28.02.2020)
- Nilsen, L.T.N., Saxebøl, G., Kofstadmoen, H., Espetvedt, S. L., Sørensen, I. L., Nøkleby, H., Robsahm, T. E., Husaas, E., Husby, M. L. (2019) *Nasjonal UV- og hudkreftstrategi*. Rapport nr. 02/2019. Østerås: DSA. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/filer/763279b8b6.pdf> (Lest 23.01.2020)
- Nordh, H. & Thorén, K. H. (2012) Utemiljø i byen, i Fyhri, A., Hauge, Å. L. & Nordh, H. (red.) *Norsk Miljøpsykologi*. Oslo: Sintef. s. 237-258
- Norsk Helseinformatikk (2019) *Hvordan unngår du overoppheting og heteslag?* Tilgjengelig fra: <https://nhi.no/forstehjelp/akuttmedisin/varmekulde-skader/overopphe-ting-og-heteslag/?page=all> (Lest 03.02.2020)
- Norsk Helseinformatikk (2018) *Dehydrering, inntørring*. Tilgjengelig fra: <https://nhi.no/forstehjelp/varmekuldeskader/dehydrering-inntorring/#heading-1> (Lest 04.03.2020)
- Norsk Klimaservicesenter (u.å.-a) *Klimaprofiler for fylker og Longyearbyen*. Tilgjengelig fra: <https://klimaservicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/klimaprofiler> (Lest 03.02.2020)
- Norsk Klimaservicesenter (2017) *Klimaprofil Oslo og Akershus*. Tilgjengelig fra: https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-oslo-og-akershus/_attachment/12036?_ts=15d9d3c7ba3 (Lest 03.02.2020)
- NOU 2018: 17 *Klimarisiko og norsk økonomi*
- NOU 2015: 16 *Overvann i byer og tettsteder*
- NOU 2013: 10 *Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester*
- NOU 2010: 10 *Tilpassing til eit klima i endring*
- Obradovich, N., Migliorini, R., Mednick, S. C., Fowler, J. H. (2017) Nighttime temperature and human sleep loss in a changing climate, *Science Advances*, 3(5), s. 1-6. DOI: 10.1126/sciadv.1601555. Tilgjengelig fra: <https://advances.sciencemag.org/content/advances/3/5/e1601555.full.pdf> (Lest 24.01.2020)
- Oke, T. R., Mills, G., Christen, A. & Voogt, J. A. (2017) *Urban Climates*. 1. utg. Cambridge University Press
- Olsen, S. J. (2018) *Dette er produktene nordmenn gikk mann av huse for å kjøpe*. Tilgjengelig fra: <https://www.tek.no/nyheter/nyhet/i/pLI0z1/dette-er-produktene-nordmenn-gikk-mann-av-huse-for-a-kjpe> (Lest 23.01.2020)
- Oslo kommune (u.å.-a) *Overvannshåndtering*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/vann-og-avlop/arbeider-pa-vann-og-avlopsnettet/overvannshandtering/#gref> (Lest 26.03.2020)
- Oslo kommune (u.å.-b) *Høring: Ny gatenormal for Oslo*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/etater-foretak-og-ombud/bymiljoetaten/kunngjoringer/horing-ny-gate-normal-for-oslo> (Lest 27.04.2020)
- Oslo kommune (2019) *Klimaundersøkelsen 2019 - befolkning*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2019/05/Befolkningen-Oslo-og-Akershus-klar.pdf> (Lest 09.02.2020)
- Oslo kommune (2018) *Vår by, vår framtid - Kommuneplan for Oslo 2018*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13324093-1572596131/Tjenester%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Politikk/Kommuneplan/Vedtatt%20kommuneplan%202018/Kommuneplan%20Oslo%20E2%80%93%20utskriftvennlig.pdf> (Lest 11.02.2020)
- Ottesen, P. (red.), Alexander, J., Krogh, T., Lassen, J., Lund, V., Nafstad, P., Nygaard, U. C., Schwarze, P., Utkilen, H., Aamodt, G. (2010) *Helsekonsekvenser av klimaendringer i Norge - Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpasning*. Nasjonalt folkehelseinstitutt og Helsedirektoratet. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/globalassets/dokumenterfiler/til-arkiv/rapport-til-nou-klimatilpasning.pdf> (Lest 19.01.2020)
- Paris Convention and Visitors Bureau (u.å.) *It's hot in Paris! Our top tips for keeping cool*. Tilgjengelig fra: <https://en.parisinfo.com/what-to-do-in-paris/info/guides/it-s-hot-in-paris> (Lest 04.03.2020)
- Paus, K. H. (2018) *Håndtering i overvann i byer og tettsteder*. Tilgjengelig fra: https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-agder/dokument-agder/miljo-og-klima/kurs-og-konferanser/2018_05_02_var-smart-kurs-om-klimatilpasning/2918_05_02-varsmart_paus.pdf (Lest 27.02.2020)
- Pedersen, B. (2019) varmekapasitet, i *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/varmekapasitet> (Lest 13.03.2020)
- Pedersen, P. A. (1994) *Vegetasjon ved trafikkårer*. Håndbokserie nr. 169. Statens vegvesen. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/s/bransjekontakt/Funksjonskontrakt%20dokumenter/hb169-1994-03.pdf> (Lest 23.02.2020)
- Phelan, P. E., Kaloush, K., Miner, M., Golden, J., Phelan, B., Silva, H., Taylor, R. A. (2015) Urban Heat Island: Mechanisms, Implications, and Possible Remedies, *The Annual Review of Environment and Resources*, 40, s. 285-307. DOI: 10.1146/annurev-environ-102014-021155 Tilgjengelig fra: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-environ-102014-021155> (Lest 22.01.2020)
- Plan- og bygningsetaten (2018) *Grøntregnskap: en måling av grønnstruktur i Oslos byggesone*. Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13300369-1539862391/Tjenester%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Etater%20og%20foretak%20og%20ombud/Plan-%20og%20bygningsetaten/Gr%C3%B8ntregnskap%20-%20fagrapport.pdf> (Lest 05.02.2020)
- Ranhoff, A. H., Hygen, H. O., Di Ruscio, F., Rao, S., Strand, B. H. (2019) Varm sommer 2018 - økt dødelighet blant eldre?, *Tidsskriftet Den Norske Legeforening*, DOI: 10.4045/tidsskr.19.0167. Tilgjengelig fra: <https://tidsskriftet.no/2019/06/kort-rapport/varm-sommer-2018-okt-dodelighet-blant-eldre> (Lest 20.01.2020)
- Robine, J-M., Cheung, S. L. K., Roy, S. L., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J-P., Herrmann, F. R. (2008) Death toll exceed 70,000 in Europe during the summer of 2003, *Comptes Rendus Biologies*, 331, s. 171-178. DOI: 10.1016/j.crvi.2007.12.001 Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069107003770> (Lest 19.01.2020)
- Rommetveit, A. (2015) *Ny rapport om klima i Norge: Det er vannet de frykter mest*. Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/artikkel/ny-rapport-om-klima-i-norge-det-er-vannet-de-frykter-mest-1.12560321> (Lest 17.02.2020)
- Rommetveit, A., Fallet, Ø., Baastad, B. (2014) *Her melder hun været for 2050*. Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/artikkel/her-melder-hun-vaeret-for-2050-1.12018463> (Lest 21.03.2020)
- Rusch, G. M. (2012) *Klima og økosystemtjenester - Norske økosystemers potensial for avbøting av og tilpassing til klimaendringer*. Rapport nr. 792. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning. Tilgjengelig fra: <https://www.nina.no/archive/nina/PppBasePdf/rapport/2012/792.pdf> (Lest 28.01.2020)
- Schul, J. (2007) *Hvilken plante hvor*. 3. utgave, 2. opplag. København: JP/Politikens Forlagshus AS
- Sheppard Robson (u.å.) *Citiscap House, EC1*. Tilgjengelig fra: <https://www.sheppardrobson.com/architecture/view/citiscap-house> (Lest 05.04.2020)
- Sjöman, J. D., Sjöman, H., Johansson, E. (2015) Staden som vaxtplats, i Sjöman, H. & Slagstedt, J. (red.) *Träd i urbana landskap*. Lund: Studentlitteratur, s. 240-280
- Skaland, R. G., Colleuille, H., Andersen, A. S. H., Mamen, J., Grinde, J., Tajet, H. T. T., Lundstad, E., Sidselrud, L. F., Tunheim, K., Hanssen-Bauer, I., Benestad, R., Heiberg, H., Hygen, H. O. (2019) *Tørkesommeren 2018*. Meteorologisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.met.no/publikasjoner/met-info/met-info-2019> (Lest 19.02.2020)

- Skeie, H. (2019) *Kartlegger grønt i Oslo*. Tilgjengelig fra: <https://magasin.oslo.kommune.no/byplan/kartlegger-gront-i-oslo#gref> (Lest 23.01.2020)
- SLA (u.å.) *Bymilen - SEB Bank*. Tilgjengelig fra: <https://www.sla.dk/dk/projects/bymilen/> (Lest 25.03.2020)
- SOU 2007: 60 *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*
- Spears, T. (2019) *Michael Anastassiades installs 'touchless' drinking fountain in London*. Tilgjengelig fra: <https://www.designboom.com/design/michael-anastassiades-let-fountain-london-south-kensington-09-22-2019/> (Lest 06.04.2020)
- SSB (u.å.) *Kommunefakta Oslo*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/kommunefakta/oslo> (Lest 28.02.2020)
- SSB (2019a) *Døde*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/dode> (Lest 23.01.2020)
- SSB (2019b) *Tettsteders befolkning og areal*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befteftaar> (Lest 23.01.2020)
- Statens strålevern, Sundhedsstyrelsen, Strålsikkerhetsmyndigheten, STUK, Geislavarnir ríkisins (2017) *Outdoor environments for children must offer sun protected areas*. Tilgjengelig fra: <https://www.dsa.no/dav/29527b37f0.pdf> (Lest 24.01.2020)
- Stavland, B. & Bruvoll, J. A. (2019) *Resiliens - hva er det og hvordan kan det integreres i risikostyring?* Rapport nr. 19/00363. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt. Tilgjengelig fra: <https://publications.ffi.no/nb/item/asset/dspace:6458/19-00363.pdf> (Lest 27.02.2020)
- St. meld. nr. 10 (2016-2017) *Risiko i et trygt samfunn*
- St. meld. nr. 14 (2015-2016) *Natur for livet*
- St. meld. nr. 15 (2017-2018) *Leve hele livet*
- St. meld. nr. 18 (2016-2017) *Berekraftige byar og sterke distrikt*
- St. meld. nr. 19 (2018-2019) *Folkehelsemeldinga - Gode liv i eit trygt samfunn*
- St. meld. nr. 33 (2012-2013) *Klimatilpasning i Norge*
- St. meld. nr. 41 (2016-2017) *Klimastrategi for 2030*
- Stockholm stad (2020) *Biokol*. Tilgjengelig fra: <https://parker.stockholm/vaxter-djur/trad/biokol/> (Lest 04.03.2020)
- Stokland, E. (2019) *Badebyen Oslo*. Tilgjengelig fra: <https://magasin.oslo.kommune.no/byplan/badebyen-oslo> (Lest 27.04.2020)
- Sundhedsstyrelsen (2018) *Forebyggelsespakke Solbeskyttelse*. Tilgjengelig fra: <https://www.klimatilpasning.dk/media/1573089/solbeskyttelse.pdf> (Lest 27.01.2020)
- SurveyMonkey (u.å.) *Feilmarginkalkulator*. Tilgjengelig fra: <https://no.surveymonkey.com/mp/margin-of-error-calculator/> (Lest 19.02.2020)
- Swim, J. K. & Whitmarsh, L. (2019) *Climate Change as a Unique Environmental Problem*, i Steg, L. & de Groot, J. I. M. (red.) *Environmental Psychology, an introduction*. Hoboken, NJ: Wiley, s. 26-35
- Tajet, H. T. T. (2020) *Hetebølger i Norge fra 1957-2019*. Rapport nr. 1/2020. Meteorologisk institutt. Tilgjengelig fra: <https://www.met.no/publikasjoner/met-report> (Lest 12.03.2020)
- Thiollier, R. (u.å.) *Transforming 10 Parisian schoolyards into local community spaces adapted to climate change*. Upublisert, tilsendt fra forfatter.
- Thomassen, M. K., O'Toole, A., Joner, E., Tschentscher, R., Otte, P., Vik, J., Brobakk, J., Horn, S., Vik, L., Halvorsen, T. (2017) *Utvikling og implementering av biokull som klimatiltak i Norge*. Tilgjengelig fra: <https://www.sintef.no/globalassets/sintef-teknologi-og-samfunn/avdelinger/arbeids-og-narringsliv/capture-biokull-som-klimatiltak-8-sept.pdf> (Lest 28.02.2020)
- Thorén, K. H., Nordbø, E. C. A., Nordh, H., Ottesen, I. Ø. (2019) *Uteområder i barnehager og skoler. Hvordan sikre kvaliteten i utformingen*. Tilgjengelig fra: <https://www.nmbu.no/aktuelt/node/38636> (Lest 11.03.2020)
- Thorsson, S., Lindqvist, M., Lindqvist, S. (2004) *Thermal bioclimatic conditions and patterns of behaviour in an urban park in Göteborg, Sweden*, *International Journal of Biometeorology*, 48, s. 149-156. DOI: 10.1007/s00484-003-0189-8. Tilgjengelig fra: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00484-003-0189-8.pdf> (Lest 18.02.2020)
- Thue, J. V. (2002) *Husbyggingsteknikk - Bygningsfysisk grunng. Tilgjengelig fra: https://www.nb.no/items/4c-6553554662596d5265e377da85fef8?page=0&search-Text=varmekapasitet&fbclid=IwAR2IHCTs9Sjxtl5vx3FhN-zzmgJDIFd14KJJK-7TR5NWmQjFgzxa8HASCmHQ* (Lest 29.04.2020)
- Torgersen, E. (2018) *Smådyr er enda mindre i byene enn på landet*. Tilgjengelig fra: <https://forskning.no/insekter-biologisk-mangfold-evolusjon/smadyr-er-enda-mindre-i-byene-enn-pa-landet/266657> (Lest 02.03.2020)
- Tryg Forsikring (u.å.) *Slik gir du hunden din en god sommer*. Tilgjengelig fra: <https://www.tryg.no/magasinet/slik-gir-du-hunden-din-en-god-sommer.html> (Lest 02.03.2020)
- tørkestress (2012) i *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/t%C3%B8rkestress> (Lest 02.03.2020)
- UIO (2019) *Tørkestress*. Tilgjengelig fra: <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/t/torkes-tress.html> (Lest 02.03.2020)
- UN (u.å.) *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Tilgjengelig fra: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld> (Lest 13.02.2020)
- UN-habitat (2017) *Trends in Urban Resilience*. Tilgjengelig fra: http://urbanresiliencehub.org/wp-content/uploads/2017/11/Trends_in_Urban_Resilience_2017.pdf (Lest 12.02.2020)
- Upmanis, H., Eliasson, I., Lindqvist, S. (1998) *The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Göteborg, Sweden)*, *International Journal of Climatology*, 18, s. 681-700. Tilgjengelig fra: [https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199805\)18:6<3C681::AID-JOC289%3E3.0.CO;2-L](https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/(SICI)1097-0088(199805)18:6<3C681::AID-JOC289%3E3.0.CO;2-L) (Lest 21.02.2020)
- Ursin, L. (2019) *Ekspertintervjuet: Kloden er allerede 1 °C varmere*. Tilgjengelig fra: <https://energiogklima.no/to-grader/aktuelt/ekspertintervjuet-kloden-er-allerede-1-c-varmere/> (Lest 14.01.2020)
- Utaaker, K. (1991) *Mikro- og lokalmeteorologi*. Bergen: Alma Mater Forlag AS
- Venter, Z. S., Krog, N. H., Barton, D. N. (2019) *Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway*, *Science of the Total Environment*, 709, s. 1-10. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719361893?via=ihub#f0025> (Lest 22.01.2020)
- Wahl, B. (2020) 2019: *Vær og klima hånd i hånd* [videoopptak] Tilgjengelig fra: <https://vimeo.com/383241800> (Hentet 17.02.2020)
- Westerberg, U. (2009) *The Significance of Climate for the Use of Urban Outdoor Spaces - Some Results from Case Studies in Two Nordic Cities*, *International Journal of Architectural Research*, 3(1), s. 131-144. DOI: 10.26687/archnet-ijar.v3i1.258, Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/26597696_The_Significance_of_Climate_for_the_Use_of_Urban_Outdoor_Spaces_Some_Results_from_Case_Studies_in_Two_Nordic_Cities (Lest 12.03.2020)
- Whitney, C. (2019) *Bordeaux's Water Mirror Is Magical, Worth Visiting*. Tilgjengelig fra: <https://science.howstuffworks.com/engineering/civil/bordeaux-water-mirror.htm> (Lest 05.04.2020)
- WMO - World Meteorological Organization (2020) *WHO confirms 2019 as second hottest year on record*. Tilgjengelig fra: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/wmo-confirms-2019-second-hottest-year-record> (Lest 17.02.2020)
- World Health Organization (2018) *COP24 special report: Health & Climate Change*. Tilgjengelig fra: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/276405/9789241514972-eng.pdf?ua=1> (Lest 24.01.2020)
- Åström, D. O., Åström, C., Forsberg, B., Vicendo-Cabrera, A. M., Gasparrini, A., Oudin, A., Sundquist, K. (2018) *Heat wave-related mortality in Sweden: A case-crossover study investigating effect modification by neighbourhood deprivation*. *Scandinavian Journal of Public Health*, s. 1-8, DOI: 10.1177/1403494818801615. Tilgjengelig fra: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1403494818801615#articleCitationDownloadContainer> (Lest 22.01.2020)

Figur 1.1 Ingunn Mørk

Figur 1.2 Norsk Klimaservicesenter (u.å.-a) *Forsider på Klimaprofiler* [Skjermbilder]. Tilgjengelig fra: <https://klima-servicesenter.no/faces/desktop/article.xhtml?uri=klimaservicesenteret/klimaprofiler> (Hentet 03.02.2020)

Figur 1.3 Norsk Klimaservicesenter (2017) *Forventede endringer i klima, hydrologiske forhold og naturfarer som kan ha betydning for samfunnsikkerheten, for Oslo og Akershus* [Tabell]. Tilgjengelig fra: https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-oslo-og-akershus/_attachment/12036?_ts=15d9d3c7ba3 (Hentet 03.02.2020)

Figur 1.4 - 1.13 Ingunn Mørk**Figur 2.1 - 2.24** Ingunn Mørk**Figur 3.1 - 3.2** Ingunn Mørk

Figur 3.3 Egenprodusert figur basert på Miljødirektoratet (2019c) *Drivhuseffekten*. Tilgjengelig fra: <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/drivhuseffekten/> (Lest 12.03.2020)

Figur 3.4 - 3.7 Tajet, H. T. T. (2020) *Hetebølgehendelser i Norge* [Kart]. Tilgjengelig fra: <https://www.met.no/publikasjoner/met-report> (Hentet 12.03.2020)

Figur 3.8 - 3.11 Norsk Klimaservicesenter (u.å.-b) *Klimaframskrivninger* [Kart]. Tilgjengelig fra: https://klima-servicesenter.no:443/faces/desktop/scenarios.xhtml?climateIndex=air_temperature&period=Summer&scenario=R-CP85®ion=NO&mapInterval=2085 (Hentet 29.03.2020)

Figur 3.12 Ingunn Mørk

Figur 3.13 Egenprodusert figur basert på informasjon i Utaaker, K. (1991) *Mikro- og lokalmeteorologi*. Bergen: Alma Mater Forlag AS

Figur 3.14 Egenprodusert figur basert på Oke, T. R., Mills, G., Christen, A. & Voogt, J. A. (2017) *Urban Climates*. 1. utg. Cambridge University Press

Figur 3.15 - 3.21 Ingunn Mørk

Figur 3.22 Egenprodusert figur basert på Lenzholzer, S. (2015) *Weather in the City*. nai010 publishers: Rotterdam. Bakgrunnskart hentet fra Google Maps

Figur 3.23 Venter, Z. S., Krog, N. H., Barton, D. N. (2019) *Overflatetemperatur for de 21 mest typiske landskapstypene i Oslos bebygde areal, for en skyfri 3. juli 2018* [Tabell]. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719361893?via%3Dihub#f0025> (Hentet 22.01.2020) Tiltattelse innhentet fra forfatter

Figur 3.24 Venter, Z. S., Krog, N. H., Barton, D. N. (2019) *Modellerte overflatetemperaturer i Oslos bebygde areal for en skyfri 3. juli 2018, med og uten trær* [Kart]. Tilgjengelig fra: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719361893?via%3Dihub#f0025> (Hentet 22.01.2020) Tiltattelse innhentet fra forfatter

Figur 3.25 - 3.27 Ingunn Mørk

Figur 3.28 Egenprodusert figur basert på Carmona, M., Tiesdell, S., Heath, T., Oc, T. (2010) *Public Places Urban Spaces: the dimensions of urban design*. 2. utg. New York: Routledge

Figur 3.29 Ingunn Mørk. Værstatistikken er hentet fra Norsk Klimaservicesenter.

Figur 3.30 Rommetveit, A., Fallet, Ø., Baastad, B. (2014) *Værmelding for sommeren 2050* [Bilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.yr.no/artikkel/her-melder-hun-vaeret-for-2050-1.12018463> (Hentet 21.03.2020)

Figur 3.31 Egenprodusert figur basert på Gehl, J. (2010) *Byer for mennesker*. 1. utg. 2. opplag. Bogværket

Figur 3.32 - 3.33 Ingunn Mørk

Figur 3.34 Egenprodusert figur basert på Klemetsen, M. & Dahl, M. S. (2019) *Hvor godt er norske kommuner rustet til å håndtere følgene av klimaendringer? Spørreundersøkelse om klimatilpasning utført våren 2019*. Rapport nr. 2019: 09. Oslo: Cicero. Tilgjengelig fra: <https://pub.cicero.oslo.no/cicero-xmliui/bitstream/handle/11250/2607609/Rapport%202019%2009%20def%20versjon%20-%20WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Lest 08.04.2020)

Figur 3.35 Ingunn Mørk

Figur 3.36 Egenprodusert figur basert på NOU 2013: 10 *Naturens goder - om verdier av økosystemtjenester*

Figur 3.37 Ingunn Mørk

Figur 3.38 Ingunn Mørk. Kart hentet fra Google Maps

Figur 3.39 Egenprodusert figur basert på Gehl, J. (2010) *Byer for mennesker*. 1. utg. 2. opplag. Bogværket

Figur 3.40 Ingunn Mørk

Figur 4.1 Forsiden til NOU 2010: 10 *Tilpassing til eit klima i endring* [Skjermbilde]. (Hentet 13.03.2020)

Figur 4.2 Forsiden til St. meld. nr. 33 (2012-2013) *Klimatilpasning i Norge* [Skjermbilde]. (Hentet 13.03.2020)

Figur 4.3 Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2019) *Forsiden til Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023* [Skjermbilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/cc2c-53c65af24b8ea560c0156d885703/nasjonale-forventninger-2019-bm.pdf> (Hentet 31.01.2020)

Figur 4.4 Klimaetaten (2020) *Forsiden til Klimasårbarhetsanalyse for Oslo* [Skjermbilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.klimaoslo.no/wp-content/uploads/sites/88/2020/03/Klimasårbarhetsanalyse-for-Oslo.pdf> (Hentet 13.03.2020)

Figur 4.5 FN-sambandet (2020) *FNs bærekraftsmål 3, 9 og 11* [Illustrasjon]. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal> (Hentet 30.01.2020)

Figur 4.6 Ingunn Mørk

Figur 5.1 og 5.7 Folkhälsomyndigheten (2019) *Forsiden til Värme och människa i bebyggd miljö - Kunskapsstöd för åtgärder som minskar hälsoskadlig värme* [Skjermbilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.folkhalsomyndigheten.se/contentassets/da3f008f2fbc4d9f8424a3eb73f0d1a5/varme-manniska-bebyggd-miljo.pdf> (Hentet 21.02.2020)

Figur 5.8 - 5.13 Ingunn Mørk

Figur 5.2 og 5.14 København Kommune (2011) *Forsiden til Københavns Klimatilpasningsplan* [Skjermbilde]. Tilgjengelig fra: https://kk.sites.itera.dk/apps/kk_pub2/index.asp?mode=detalje&id=1270 (Hentet 25.03.2020)

Figur 5.15 - 5.21 Ingunn Mørk

Figur 5.3 Foto av Magnus Klitten, u.å. Tilsendt fra SLA

Figur 5.4 og 5.22 Lenzholzer, S. (2015) *Forsiden til Weather in the City* [Skjermbilde]. nai010 publishers: Rotterdam

Figur 5.23 - 5.40 Ingunn Mørk

Figur 5.5 og 5.41 Brandenburg, C., Damyanovic, D., Reinwald, F., Allex, B., Gantner, B., Czachs, C. (2018) *Forsiden til Urban Heat Island Strategy, City of Vienna* [Skjermbilde]. Tilgjengelig fra: <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/uhi-strategieplan-englisch.pdf> (Hentet 10.03.2020)

Figur 5.42 - 5.58 Ingunn Mørk

Figur 5.6 og 5.59 UIA (u.å.) *Logoen til OASIS Schoolyard Project* [Logo]. Tilgjengelig fra: <https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/paris-call3> (Hentet 10.03.2020)

Figur 5.60 Paris (u.å.) *OASIS Schoolyard Project* [Illustrasjon]. Tilgjengelig fra: <https://www.paris.fr/pages/les-cours-oasis-7389> (Hentet 10.03.2020)

Figur 5.61 Ingunn Mørk

Figur 6.1 Bymiljøetaten (u.å.) *Gatenormal for Oslo*. Dokument ute på høring. [Forside] Tilgjengelig fra: <https://www.oslo.kommune.no/getfile.php/13365642-1586155629/Tjenester%20og%20tilbud/Politikk%20og%20administrasjon/Etater%2C%20foretak%20og%20ombud/Bymilj%C3%B8etaten/Kunngj%C3%B8ringer%20fra%20Bymilj%C3%B8etaten/Ny%20gatenormal%20for%20Oslo/Gatenormalen.pdf> (Hentet 28.04.2020)

Figur 6.2 Egenprodusert figur basert på Paus, K. H. (2018) *Håndtering i overvann i byer og tettsteder*. Tilgjengelig fra: https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-agder/dokument-agder/miljo-og-klima/kurs-og-konferanser/2018_05_02_var-smart--kurs-om-klimatilpasning/2918_05_02-var-smart-paus.pdf (Lest 27.02.2020)

Figur 6.3 Egenprodusert figur basert på Paus, K. H. (2018) *Håndtering i overvann i byer og tettsteder*. Tilgjengelig fra: https://www.fylkesmannen.no/globalassets/fm-agder/dokument-agder/miljo-og-klima/kurs-og-konferanser/2018_05_02_var-smart--kurs-om-klimatilpasning/2918_05_02-var-smart-paus.pdf (Lest 27.02.2020)

Figur 6.4 - 6.5 Ingunn Mørk

Figur 6.6 Leonard design architects (u.å.) *Bispevika* [Illustrasjon] Tilgjengelig fra: <https://leonard.design/portfolio/bispevika/> (Hentet 05.04.2020)

Figur 6.7 og 6.8 Sheppard Robson (u.å.) *Citiscap House, EC1* [Illustrasjon]. Tilgjengelig fra: <https://www.sheppardrobson.com/architecture/view/citiscap-house> (Hentet 05.04.2020)

Figur 6.9 - 6.10 Terrigio (u.å.) *Konseptskisser* [illustrasjoner] Tilgjengelig fra: <https://terrigio.com/konsept/konseptskisser/> (Hentet 23.04.2020)

Figur 6.11 Ingunn Mørk

Foto 1.1 Ingunn Mørk

Foto 3.1 Tanishq Tiwari/Unsplash (2018) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/ZYzLDz-HZF08> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.2 Eirik Skarstein/Unsplash (2018) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/sphlovA7Ejl> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.3 Harrison Moore/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/zBG29d6Z98l> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.4 Tom Barrett/Unsplash (2017) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/hvvRg72aXCw> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.5 Markus Spiske/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: https://unsplash.com/photos/xH8_bSnp-H5Q (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.6 Markus Spiske/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/tyfl3RGqL7Y> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.7 David Monje/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/77AW8rM9KGg> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.8 Matthew Bennett/Unsplash (2017) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/78hTqvjY-MS4> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.9 Frank Mckenna/Unsplash (2017) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/aRI6s25G-MQk> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.10 Andrew Seaman/Unsplash (2018) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/p1dUXr9zNHs> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.11 Dagny Gromer (2018) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://ccsearch.creativecommons.org/photos/02574212-28d1-4ccf-b03d-6a2c694a758c> (Hentet 05.04.2020)

Foto 3.12 Darya Tryfanava/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/prUJinnPAIlg> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.13 Ingunn Mørk [digitalt fotografi]

Foto 3.14 Ingunn Mørk [digitalt fotografi]

Foto 3.15 Alexandre Lecocq/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/ePghIE-czhl> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.16 Gunnar Ridderström (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: https://unsplash.com/photos/2CTO_mPRQxQ (Hentet 05.04.2020)

Foto 3.17 Ingunn Mørk [digitalt fotografi]

Foto 3.18 Johm Wilson/Unsplash (2014) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/nQtuv9JTzYs> (Hentet 18.03.2020)

Foto 3.19 Bruno Martins/Unsplash (2017) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/-c9N9RgiOPU> (Hentet 18.03.2020)

Foto 4.1 Markus Spiske/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/cUhsb9roaU> (Hentet 18.03.2020)

Foto 5.1 - 5.4 Magnus Klitten (u.å.) [digitalt fotografi] Tilsendt fra SLA

Foto 5.5 Jens Lindhe (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <http://landezine.com/index.php/2011/10/park-by-sla-landscape-architecture/> (Hentet 27.03.2020) Tillatelse innhentet fra SLA

Foto 5.6 David Bravo Bordas (2018) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.publicspace.org/works/-/project/g363-the-city-dune> (Hentet 25.03.2020)

Foto 5.7 100 Resilient Cities (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://100resilientcities.org/projects/paris-oe-sis-schoolyards/> (Hentet 24.03.2020)

Foto 6.1 Ingunn Mørk [digitalt fotografi]

Foto 6.2 Sujan Sundaeswaran/Unsplash (2014) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/TB-QXwj3DEOY> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.3 Gunnar Ridderström/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/hr-t9idjVCvM> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.4 Aaltvedt (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.aaltvedt.no/referanser/drenerende-dek-ke-pa-jar-i-baerum/> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.5 Ingunn Mørk [digitalt fotografi]

Foto 6.6 Gunnar Ridderström/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/KeMgF-96sQll> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.7 Gunnar Ridderström/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/TDN-Jyb8SS4k> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.8 Gunnar Ridderström/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/qOb-5jowH6l8> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.9 Anette Tjomsland, NIBIO. [digitalt fotografi] Tilsendt fra fotograf

Foto 6.10 Stockholm Stad (2020) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://parker.stockholm/vaxter-djur/trad/biokol/> (Hentet 04.03.2020)

Foto 6.11 Ole Billing Hansen, park & anlegg. [digitalt fotografi] Tilsendt fra fotograf

Foto 6.12 Eliteplanter (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://eliteplanter.no/produkt/sorbus-intermedia-fk-hor-ten-e/> (Hentet 06.04.2020)

Foto 6.13 LOG utemiljø (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.log.no/produkt/savaq-system-for-over-vann-og-undervanning/> (Hentet 23.04.2020)

Foto 6.14 Gunnar Ridderström/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/-OV-kj8a2jw> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.15 Gunnar Ridderström/Unsplash (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/WRRPYuQiyh0> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.16 Kumar Vivek/Unsplash (2020) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://unsplash.com/photos/NnwFbi-HM9bs> (Hentet 18.03.2020)

Foto 6.17 Kathrine/Midtbyen Management (2019) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://midtbyen.no/nyheter/farge-rikt-og-flott> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.18 - 6.19 Helene Hoyer Mikkelsen (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <http://landezine.com/index.php/2015/11/aalborg-waterfront/> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.20 I Gros Hage (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.igroshage.no/fuglebad-i-stoepejern> (Hentet 30.04.2020)

Foto 6.21 - 6.23 Andy Stagg (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.designboom.com/design/michael-anastasiades-fleet-fountain-london-south-kensington-09-22-2019/> (Hentet 06.04.2020) Tillatelse innhentet fra fotograf

Foto 6.24 Michel Corajoud (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <http://landezine.com/index.php/2010/05/water-mirror/> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.25 Sophie Duboscq (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.bordeaux-tourism.co.uk/Discover-Bordeaux/Must-See/Water-mirror> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.26 Béranger Zylla (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.bordeaux-tourism.co.uk/Discover-Bordeaux/Must-See/Water-mirror> (Hentet 05.04.2020)

Foto 6.27 Katrine Lunke (2015) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:S%C3%B8renga_Sj%C3%B8bad_sett_mot_Vippetangkaia.jpg (Hentet 27.04.2020)

Foto 6.28 adina*raul (2018) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.flickr.com/photos/adina-ana/29745583517/in/photostream/> (Hentet 27.04.2020)


Foto 6.29 Eirik Dahl/Visit Oslofjorden (u.å.) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.visitoslofjorden.no/havnepromenaden-i-oslo-1/2019/11/3/12-srenga> (Hentet 29.04.2020) Tillatelse innhentet fra fotograf

Foto 6.30 Vibeke Hermanrud/Bjørvika Utvikling (2015) [digitalt fotografi] Tilgjengelig fra: <https://www.bjorvika-utvikling.no/portfolio-item/sjobadet-pa-sorenga/> (Hentet 30.04.2020) Tillatelse innhentet fra fotograf

Foto 7.1-7.2 Ingunn Mørk [digitalt fotografi]

vedlegg 1 spørreundersøkelsen

Her presenteres spørsmålene i spørreundersøkelsen slik respondentene fikk de tilsendt.



11% fullført

Kjønn

Kvinne

Mann

Ønsker ikke å oppgi

Alder

under 18

18-29

30-39

40-49

50-59

60-79

over 79

Ønsker ikke å oppgi

I hvilket fylke jobber du hovedsakelig?

Viken

Oslo

Innlandet

Vestfold og Telemark

Agder

Rogaland

Vestland

Møre og Romsdal

Trøndelag

Nordland

Troms og Finnmark

Ønsker ikke å oppgi

Hvor jobber du?

Privat sektor, rent landskapsarkitekt-kontor

Privat sektor, tverrfaglig kontor

Offentlig sektor


Student

Ønsker ikke å oppgi

Annet, spesifiser her:

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
 Powered by EasyQuest



22% fullført

Har du hørt om fenomenet "varmeøy"/"Urban Heat Island Effect"?

Ja

Nei

I hvilken grad ser du på klimatilpasning som en del av landskapsarkitekten sitt ansvar?

Ingen grad

I liten grad

I middels grad

I stor grad

I svært stor grad

Vet ikke

Skriv kort hva du mener er landskapsarkitektens viktigste bidrag innen klimatilpasning

I hvilken grad har du mulighet til å jobbe med klimatilpasning i prosjekter?

Ingen grad

I liten grad

I middels grad

I stor grad

I svært stor grad

Vet ikke

Hva er eventuelt de største hindrene for å ta nødvendige hensyn til klimatilpasning i prosjekter?

Kunnskap

Tid

Økonomi

Annet, spesifiser her:

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
 Powered by EasyQuest

easyQuest

33% fullført

Har du jobbet med prosjekter der klimatilpasning til økt nedbør har vært relevant?

Aldri
 Svært sjelden
 Sjelden
 Ofte
 Svært ofte

Har du jobbet med prosjekter der klimatilpasning til økt temperatur har vært relevant?

Aldri
 Svært sjelden
 Sjelden
 Ofte
 Svært ofte

Har du jobbet med prosjekter der klimatilpasning til tørke har vært relevant?

Aldri
 Svært sjelden
 Sjelden
 Ofte
 Svært ofte

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
Powered by EasyQuest

easyQuest

44% fullført

I hvilken grad ser du på disse klimaendringene som aktuelle i norsk sammenheng?

	Svært aktuell	Aktuell	Lite aktuell	Svært lite aktuell	Ikke aktuell
Økt nedbør	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt temperatur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tørke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
Powered by EasyQuest

easyQuest

56% fullført

Har du kunnskap om hvordan et prosjekt kan klimatilpasses til..

	Svært stor grad	Stor grad	Middels grad	Liten grad	Svært liten grad	Ingen grad
Økt nedbør	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt temperatur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tørke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
Powered by EasyQuest

67% fullført

Velger du annet plantemateriale nå enn tidligere med hensyn til økt nedbør?

- Nei
- Ikke relevant
- Ja - beskriv gjerne hvordan:

Velger du annet plantemateriale nå enn tidligere med hensyn til økt temperatur?

- Nei
- Ikke relevant
- Ja - beskriv gjerne hvordan:

Velger du annet plantemateriale nå enn tidligere med hensyn til tørke?

- Nei
- Ikke relevant
- Ja - beskriv gjerne hvordan:

Velger du andre materialer nå enn tidligere med hensyn til økt nedbør?

- Nei
- Ikke relevant
- Ja - beskriv gjerne hvordan:

Velger du andre materialer nå enn tidligere med hensyn til økt temperatur?

- Nei
- Ikke relevant
- Ja - beskriv gjerne hvordan:

Velger du andre materialer nå enn tidligere med hensyn til tørke?

- Nei
- Ikke relevant
- Ja - beskriv gjerne hvordan:

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
Powered by EasyQuest

78% fullført

Kjenner du til litteratur/veiledere om klimatilpasning til..

	Ja, mange	Ja, noen	Nei, ingen
Økt nedbør	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt temperatur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tørke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
Powered by EasyQuest

89% fullført

Ser du behov for mer litteratur/veiledere om klimatilpasning til..

	Ja	Nei, det er nok	Nei, det er ikke relevant	Vet ikke
Økt nedbør	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt temperatur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tørke	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Forrige Neste

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
Powered by EasyQuest

100% fullført

Har du noe du ønsker å presisere eller tilføye til undersøkelsen?

Forrige Send inn

Dette er en anonym besvarelse. Det vil si at utsteder ikke kan koble dine svar mot din identitet.
Powered by EasyQuest

vedlegg 2 intervjuguide

Intervjuguide for masteroppgave våren 2020

Navn: Kine Halvorsen Thorén

Intervjuform: Over Skype

Dato og klokkeslett: 12. mars 2020, kl. 14:00

Intervjuer: Ingunn Mørk

Varighet: omtrent 1 time

Spørsmål

1. Mener du mikroklimatiske hensyn ivaretas i planlegging og utforming av byrom i Norge i dag?
2. Har dette endret seg gjennom tiden? Mer hensyn før eller nå?
3. Hva er eventuelt de største hindrene for å ta mikroklimatiske hensyn i planlegging og utforming av norske byrom?
4. Ser du et behov for å klimatilpasse norske byrom til økt temperatur?
5. Ser du et behov for å klimatilpasse norske byrom til tørke?
6. Hva tenker du om mikroklimas plass i utdanningsløpet her på NMBU?
7. Gjennom ditt arbeid, synes du norske skoler og barnehager generelt er godt nok tilpasset et varmere og tørrere klima?
8. Har du sett gode eksempler på barnehager eller skoler der det tas gode hensyn?
9. Har du sett dårlige eksempler?
10. Hva tenker du er de viktigste tiltakene man kan gjøre som landskapsarkitekt for å klimatilpasse til økt temperaturer?
11. Hva tenker du er de viktigste tiltakene man kan gjøre som landskapsarkitekt for å sørge for et godt mikroklima i byrom med tanke på tørke?
12. Kan klimatilpasning ses på som en måte å øke byens resiliens?

Intervjuguide for masteroppgave våren 2020

Navn: Guro Sørnes Kjerschow

Intervjuform: Over FaceTime

Dato og klokkeslett: 13. mars 2020, kl. 11:00

Intervjuer: Ingunn Mørk

Varighet: omtrent 1 time

Spørsmål

1. Kan du fortelle litt om din arbeidsbakgrunn?
2. Hva er Klimaetatens viktigste oppgaver?
3. Har dere gjennomført, eller har dere planer om tiltak for å redusere negative effekter av økt temperatur og tørke?
4. Har dere sett på muligheten for å bruke biokull i vekstmedium i grøntanlegg?
5. Hva må eventuelt gjøres fra Oslo kommune sin side for at byen skal klimatilpasses til økt temperatur og tørke?
6. Hva må eventuelt gjøres fra staten sin side for at byen skal klimatilpasses til økt temperatur og tørke?
7. Så dere noen spesielle utfordringer under sommeren 2018?
8. Har dere noen definisjoner på hva dere anser som "skadelig" eller "uønsket" varmt?
9. Jobber Klimaetaten/Oslo kommune med tanke på hetebølger?
10. Har dere noe bevisst forhold til varmeøy-effekten?
11. Når begynte dere å fokusere på høyere temperaturer og tørke?
12. Har dere noe forhold til resiliens-begrepet?

vedlegg 3 ordsøk

Tabellen under viser resultatet fra ordsøket som presenteres i kapittel 4.1.

- A: Meld. St. 15 (2017-2018) Leve hele livet
 B: Meld. St. 19 (2018-2019) Folkehelsemeldinga
 C: Klimasårbarhetanalyse for Oslo
 D: Klimaetatens faggrunnlag til klimastrategi 2030
 E: Klimaprofil Oslo og Akershus
 F: Klimaendringer og klimautfordringer i Oslo mot år 2100
 G: Kommuneplan for Oslo 2018
 H: Meld. St. 14 (2015-2016) Natur for livet
 I: Meld. St. 33 (2012-2013) Klimatilpasning i Norge
 J: Meld. St. 41 (2016-2017) Klimastrategi for 2030
 K: NOU 2010: 10 Tilpassing til eit klima i endring
 L: Meld. St. 10 (2016-2017) Risiko i et trygt samfunn
 M: Meld. St. 18 (2016-2017) Berekraftige byar og sterke distrikt
 N: Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging 2019-2023

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Klima	0	29	198	46	7	10	16	93	167	66	518	21	47	2
Klimatilpasning/Klimatilpassing	0	5	244	12	7	3	4	20	271	10	30	7	14	5
Tilpasse	5	11	31	6	0	0	0	10	45	8	66	7	10	2
Tilpassing/Tilpassing	1	5	20	3	1	0	0	10	38	5	16	2	7	0
Sum	1,50	12,50	123,25	16,75	3,75	3,25	5,00	33,25	130,25	22,25	157,50	9,25	19,50	2,25
Overvann/Overvatn	0	3	116	12	7	13	1	1	50	1	0	10	8	3
Overvannshåndtering/Overvatnshandtering	0	0	60	6	2	1	7	3	14	0	1	0	0	0
Nedbør	0	2	56	5	26	18	2	7	77	2	112	2	8	1
Ekstremnedbør	0	0	80	6	0	10	0	2	2	0	9	0	0	0
Regn	0	0	17	0	7	3	3	0	5	0	12	0	0	0
Sum	0,00	1,00	65,80	5,80	8,40	9,00	2,60	2,60	29,60	0,60	26,80	2,40	3,20	0,80
Varme	1	0	14	8	0	3	1	2	7	4	24	1	0	0
Varmere/Varmare	1	2	26	4	0	5	15	5	22	2	0	2	2	0
Høy temperatur/Høg temperatur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Høye temperaturer/Høge temperaturar	0	0	23	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0
Temperaturstigning/Temperaturauke	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0
Hetebølge/Hetebølje	0	0	6	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmebølge/Varmebølgje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ekstremvarme	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	0,25	0,25	8,88	1,63	0,13	2,13	2,00	0,88	4,00	0,75	3,50	0,38	0,25	0,00
Tørke	0	0	43	3	3	13	0	3	7	3	24	0	2	0
Markvannsunderskudd/Markvassunderskot	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0
Lav grunnvannsstand/Låg grunnvassstand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tørkeperiode	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Sum	0,00	0,00	11,25	0,75	1,00	3,50	0,00	0,75	1,75	0,75	7,25	0,00	0,50	0,00
Varmeøy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmeøyer	0	0	8	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Varmeøy-effekten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Urban heat island	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	0,00	0,00	2,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Klimatisk komfort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termisk komfort	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uteklima	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabellen under viser en sammenstilling for kategoriene i planene for Oslo kommune.

Klimatilpasning	Overvann	Temperatur	Tørke	Varmeøy	Klimatisk komfort
123,25	65,8	8,88	11,25	2	0
16,75	5,8	1,63	0,75	0,25	0
3,75	8,4	0,13	1	0	0
3,25	9	2,13	3,5	0,75	0
5	2,6	2	0	0	0
30,40	18,32	2,95	3,30	0,60	0,00

vedlegg 4 høringsinnspill

Innspill til ny gatenormal for Oslo

Den nye gatenormalen skal bidra til å gjøre Oslo mer robust mot klimaendringer. Oslo kommune har som mål at byens evne til å tåle klimaendringer skal styrkes fram mot 2030, og at byen skal utvikles så den er rustet for endringene som forventes fram mot 2100. I gatenormalen fremkommer det at det viktigste tiltaket for bedre klimatilpasning ved planlegging av gater, er bedre overvannshåndtering.

Dette er gode og viktige ambisjoner, men jeg savner at gatenormalen også belyser klimautfordringene knyttet til et varmere klima, som høyere temperaturer, tørke og varmeøy-effekten. Disse utfordringene er, etter det jeg kan se, fraværende i dette høringsdokumentet. Jeg heter Ingunn Mørk, og studerer landskapsarkitektur ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Denne våren skriver jeg masteroppgave om klimatilpasning til et varmere klima. Et av målene med oppgaven er å bidra til økt bevissthet om at det er nødvendig å begynne arbeidet med å klimatilpasse norske byer til et varmere klima. Dette er bakgrunnen for dette innspillet.

Ifølge Klimaetatens *Klimasårbarhetsanalyse for Oslo*, som kom ut nå i 2020, burde konsekvenser av høyere temperaturer vært vurdert grundigere i kommunenes planer. Analysen beskriver også at høyere temperaturer vil gi et bredt spekter av konsekvenser, særlig innenfor helsesektoren. Klimaetaten skriver at løsningen for å møte disse konsekvensene hovedsakelig ligger i hvordan vi utformer byen for å sikre god livskvalitet og komfort selv ved høyere temperaturer.

I masteroppgaven min kommer jeg frem til at et varmere klima kan gi en rekke negative konsekvenser for folkehelse og biologisk mangfold i norske byer. Klimatilpasning til et varmere klima ved hjelp av økosystemtjenesten klimaregulering, vil etter min mening styrke byens resiliens og bykvalitet i møte med et varmere klima. Vegetasjon kan for eksempel endre mengden strålingsenergi som reflekteres og absorberes i byen, skape skygge for mennesker og overflater, samt fordampe vann. Vannelementer og konstruksjoner som kan tilby skygge, er også mulige virkemidler som kan dempe de negative virkningene av et varmere klima. Hvordan vi utformer byene våre er med andre ord avgjørende. Gatenormalen for Oslo omhandler i aller høyeste grad hvordan byen skal utformes, og jeg mener det derfor er viktig å få inn klimatilpasning til et varmere klima i den nye gatenormalen for Oslo. Når en gate er ferdigstilt bør den ha et langt tidsperspektiv, og det er derfor nødvendig å begynne å klimatilpasse gatene til et varmere klima nå.

I gatenormalen beskrives det at gater ikke bare er trafikkårer, men også byrom og møteplasser som innbyr til opphold og sosiale funksjoner. Gjennom arbeidet med masteroppgaven har jeg lest både teori og studier som viser at et komfortabelt mikroklima er avgjørende for både opphold og valgfrie aktiviteter i uterom.

Under kapittel 1.3.1 i normalen beskrives det at grøntarealer kan bidra til triveligere omgivelser, sikre biologisk arts mangfold, ivareta naturlige karbonlagre, rense luft, samt virke flomreducerende. Vegetasjonens klimareguleringstjenester, som for eksempel

skyggevirking og fordampning av vann, bør også fremheves som en klar fordel man får ved å skape en grønnere by. Dette gjelder også under kapittel 5.1.

I kapittel 6.1.1 i normalen beskrives det at klimaendringene gir flere utfordringer, og tørkeperioder nevnes. Jeg mener høyere temperaturer også bør med. Ifølge *Klimaetatens faggrunnlag til Klimastrategi 2030* vil stigende gjennomsnittstemperaturer og gradvis endring i normalklima i Oslo føre til klimautfordringer det er viktig å forebygge på lang sikt, for eksempel tørkeperioder og hetebølger. Varmeøy-effekten kommer i tillegg til klimaendringene i byer, og kan bidra til ubehagelig høye temperaturer. Det er etter min mening relevant å ha med varmeøy-effekten i gatenormalen, da utformingen av det bebygde miljøet i stor grad er med på å skape denne effekten.

Mvh,

Ingunn Mørk

Ingrid Merete Ødegård, førsteamanuensis ved Fakultet for landskap og samfunn ved NMBU, og veileder for masteroppgaven, støtter dette høringsinnspillet.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway