

Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp

Fakultet for landskap og samfunn (LANDSAM)
Elin Børrud

Lokalklimahensyn i byplanlegging

Application of climate considerations and urban climatology in spatial planning

Johannes Aicher

By- og regionplanlegging
Fakultet for landskap og samfunn

TITTEL

Lokalklimahensyn i byplanlegging

Application of climate considerations and urban climatology in spatial planning

FORFATTER

Johannes Aicher

VEILEDER

Elin Børrud

SIDETALL

90

FORMAT

Stående A4

EMNEORD

Lokalklima, byklima, lokalklimatisk komfort, vindkomfort, uteoppholds kvalitet, topoklima, mikroklima, innversjon, luftmiljø, luftkvalitet, luftforurensning, anvendt vitenskap, meteorologi, lokal- og mikrometeorologi, klimatilpasning, klimaendring, klimatologi, topoklimatologi, urban klimatologi, lokalklimaanalyse, climate considerations, urban climatology, urban design, spatial planning, town planning, city planning, Stadtklima



Figur 1.1. Tåkeinstallasjon av kunstneren Fujiko Nakaya ved "The Glass House" tegnet av arkitekt Philip Johnson i 1949 (Designboom).

Denne oppgaven markerer avslutningen på min videreutdanning innen by- og regionplanlegging ved NMBU. Det siste året har jeg ved siden av studiene jobbet som praktikant for Asplan Viak, og min interesse for miljøhensyn og lokalklima vokste i takt med at jeg fikk muligheten til å arbeide med flere prosjekter relatert til dette. Jeg ønsker spesielt å takke Hanne C. Jonassen, som har fungert som både inspirator, faglig støttespiller og mentor underveis i oppgaveskrivingen.

Tematikken var relativt ukjent for meg, og så langt i min utdanning innen arkitektur og by- og regionplanlegging har jeg i liten grad blitt undervist i lokalklima. Mye tyder også på at dette er en tematikk som få av aktørene som designer våre byer (arkitekter, landskapsarkitekter og planleggere) har kjennskap til. Til tross for at klimaendringer og vær generelt står høyt på agendaen i Norge og i samfunnsdebatten som sådan, er hensyn til lokalklima sjelden på dagsorden. Jeg ble interessert i å få enda bedre kjennskap til fagets opprinnelse, og ikke minst hvorfor det tilsynelatende ikke vektlegges mer i plansystemet.

Jeg bestemte meg derfor for å ta utgangspunkt i lokalklima, og i starten hadde jeg mange uformelle samtaler om tematikken med ulike personer som jobber med planlegging. Denne fasen var viktig for å skape en bedre forståelse for temaet, for å utlede og teste hypoteser og påstander, samt få en bekreftelse på at min problemstilling er relevant.

Jeg håper at oppgaven kan rette fokus mot lokalklimahensyn, et tema som generelt får lite oppmerksomhet, men som er viktig både for menneskers liv og helse, og er en essensiell faktor for god klimatilpasning i våre byer.

En stor takk til min veileder Elin Børrud for gode diskusjoner, innspill, inspirasjon og verdifulle råd gjennom hele skriveprosessen.

En spesiell takk til Linn Eva Stormyr for gjennomlesing, korrektur og språkvask.

SAMMENDRAG

Klimaet i et begrenset område (utstrekning fra 100 m til 20 km, Utaaker, 1991) omtales som lokalklima, og det påvirkes i stor grad av; 1) prosesser i terrengoverflaten som følge av storstilte vær- og klimaforhold, 2) prosesser som følge av topografiske forhold og 3) av lokale og stedbundne virkninger som følge av overflatetyper som forekomsten av vegetasjon og bebyggelse. På bakgrunn av meteorologi (urban klimatologi) kan vi analysere og hensynta forhold som er viktige for å ivareta lokalklima gjennom samfunnsplanlegging.

Lokalklimahensyn i byene er en forutsetning for menneskers trivsel og helse, og faget beror på et stort kunnskapsgrunnlag, dog er ikke denne kunnskapen i særlig stor grad omsatt til praksis. Oppgavens litteraturstudie eksemplifiserer hvorfor tematikken er viktig og relevant, spesielt når fortetting fører til at det bygges i områder som av klimatiske årsaker tidligere ikke har vært aktuelle for boligformål. I tillegg er lokalklimahensyn viktig for å kunne håndtere problemer knyttet til luftforurensing i byene og når det gjelder klimatilpasningsarbeidet.

Oppgaven avdekker imidlertid at lokalklimahensyn i Norge i liten grad er sikret gjennom lover og regler og en undersøkelse av norske kommuneplaner viser at temaet knapt nok nevnes. Dette viser at lokalklima ikke blir hensyntatt i overordnet kommunal planlegging. Anbefalingen er at lokalklimahensyn må styrkes og det bør skje på flere nivåer og arenaer samtidig. En viktig start vil være ny forskning og en generell styrking av urban klimatologi i Norge. Gjennom ekspertsamtaler og case-studie foreslås en rekke tiltak som kan bidra til å styrke lokalklimahensyn i norsk byplanlegging.



Figur 1.1. Bilde tatt av en tåkeskulptur i Ekebergparken av kunstneren Fujiko Nakayas. Tåkens bevegelsesmønster gir en sterk romlig opplevelse, og de ellers usynlige "svake vinder" blir synlige (foto: Oslo kunstforening).

ABSTRACT

Local climate describes the climate in a small geographical area (extent from 100 m up to 20 km, Utaaker, 1991), which is determined by; 1) processes due to climate and weather conditions, 2) processes due to topographical conditions and 3) processes due to surface types such as vegetations and buildings. With knowledge from meteorology (urban climatology) we can analyse and take into account aspects that are important in order to maintain and strengthen good local climate in the field of urban, spatial planning.

A good local climate is an important prerequisite for both human well-being and health. The literature study exemplifies why urban climatology in planning of cities is important and relevant, especially due to urbanisation and a general strategy calling for compact city development. Urban climatology can provide solutions for typical city-problems such as air pollution and with relevance to urban response towards global climate change.

The thesis reveals that climate considerations is not sufficiently secured through law and regulations, and application of urban climatology in Norwegian municipalities is hardly present. The thesis concludes that the discipline needs to be strengthened and points out some recommendations on how this can be done.

INNHALDSFORTEGNELSE

KAP. 1 INNLEDNING & BAKGRUNN

1.1 MILJØHENSYN I PLANLEGGING8	
Vinden danser i våre byer.....9	
2000 år med klimahensyn.....9	
Vitenskapsbasert byplanlegging.....9	
Urban klimatologi.....9	
Das Stadtklima.....10	
Internasjonal optimisme.....10	
Fra vitenskap til prosess.....11	
Klimaendring = lokalklimaendring?.....12	
Klima i ulik skala.....13	
1.2 DET NORSKE PLANSYSTEM15	
Ansvarsforhold.....15	
Lovbestemmelser.....15	
Luftkvalitet i arealplanlegging.....15	
ROS analyse.....16	
Konsekvensutredning.....16	
Hvem kjemper for lokalklima?.....17	
1.3 INTEGRERT LOKALKLIMAKUNNSKAP18	
Lokalklima; alles rett.....18	
Integrert naturkunnskap.....18	
Er lokalklima glemt kunnskap?.....19	
Formål og avgrensning.....19	

KAP. 2 ROBLEMSTILLING

2.1 BÆREKRAFTIG BYUTVIKLING20	
Kompakt byutvikling.....21	
Fortetting og byklima.....21	
2.2 PROBLEMSTILLING21	

KAP. 3 METODE

3.1 VALG AV METODE22	
Mitt forskningsdesign.....23	
Personlig interesse.....23	
Deduktiv tilnærming.....24	
3.2 MINE UNDERSØKELSER23	

KAP. 4 LOKALKLIMAKUNNSKAP

4.1 NORDEN VÅRT LIVSMILJØ25	
Hva er klima.....25	
Vær er øyeblikkets klima.....25	
Nedskalert klima.....25	
Kunnskap om lokalklima.....26	
4.2 DEN VIKTIGE KLIMATOLOGIEN27	
4.3 LOKALKLIMAETS ÅRSAKSFORHOLD28	
Hvor lokalt er lokalklima?.....30	
Landskapstyper og klimarom.....30	

4.4 LOKALKLIMA I URBANE STRØK31	
Byen som varmeøy.....32	
Byens overflater.....32	
Grønnstrukturens betydning.....33	
Byens grønne lunger.....33	
Vind og turbulens.....34	
Sterk vind i byen.....34	
Svak vind i byen.....35	

4.5 TOPOGRAFI OG BYPLANLEGGING36	
Kaldluftsdrenasje.....36	
Kaldluftssjø.....37	

4.6 INVERSJON OG LUFTFORURENSNING37	
Luftforurensning i byen.....38	
Inversjon og forurenset luft.....39	
Lokalklima og luftforurensning.....40	

4.7 LOKALKLIMA OPPSUMMERT41	
Kunnskap for planleggeren.....42	

KAP. 5 OPPLEVE & MODULERE

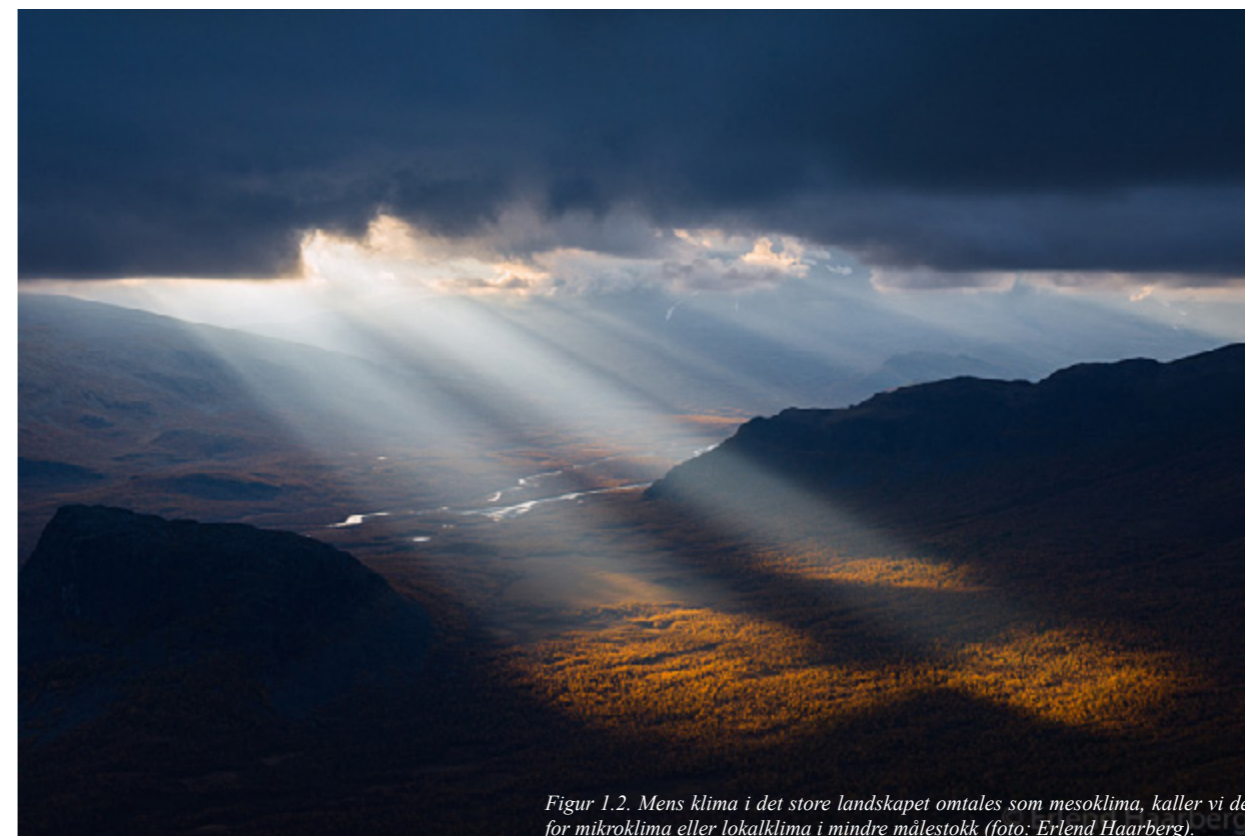
5.1 OPPLEVELSE44	
Sanseopplevelse.....44	
Klimaopplevelse.....46	
Forhold vi kan påvirke.....33	
5.2 Å TA HENSYN TIL LOKALKLIMA?48	
Form changes climate.....48	
Vårt handlingsrom.....48	
Å beskytte oss.....49	
Å spille på lag.....49	
Å reparere og styrke.....50	

KAP. 6 STATUS I KOMMUNEPLANER

6.1 PÅSTAND OG MÅL52	
Metode, utvalg og gjennomføring.....52	
6.2 KOMMUNEPLAN*2054	
6.3 KOMMUNEPLAN*1056	
6.4 LOKALKLIMAFUNN58	
6.5 OPPSUMMERING60	

KAP. 7 ANVENDT VITENSKAP

7.1 MÅL, OPPSETT OG GJENNOMFØRING62	
Metode.....62	
Om informantene.....63	
Har vi glemt lokalklimahensyn?.....63	
Urban klimatologi i Norge?.....64	
Økt fokus på lokalklimahensyn?.....64	
Mangel på kvantifisering.....64	



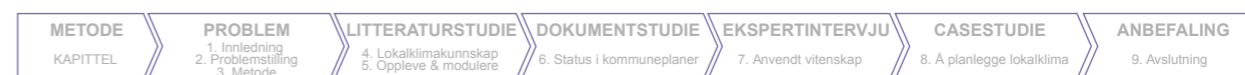
Figur 1.2. Mens klima i det store landskapet omtales som mesoklima, kaller vi det for mikroklima eller lokalklima i mindre målestokk (foto: Erlend Haarberg).

Prosjektvis eller overordnet?.....65	Kimatoper.....75
Hva vet vi, hva er antagelser?.....66	Anbefalingskart.....77
Lokalklima på kommuneplannivå.....66	Veileder og kommunikasjon.....77
Oslo som eksempel og mal?.....68	
Fortetting med kvalitet.....68	8.5 FRA PLAN TIL GJENNOMFØRING78
7.2 OPPSUMMERING69	Kommunikasjon og klimaendringer.....78
KAP. 8 PLANLEGGJE LOKALKLIMA	Kvantifisert miljøpolitikk.....78
Intro, oppsett og metode.....70	Love og regler.....79
8.1 UNDERSØKE KUNNSKAPS- OVERFØRING71	
Modell for undersøkelse.....71	8.6 OPPSUMMERING OG RELEVANS FOR NORGE80
8.2 CASE-STUDIE STUTTART72	Stuttgart som modell.....80
Bakgrunn: behov for kunnskap.....72	Kommunikasjon av kunnskap.....80
KlimaAtlas kort forklart.....73	Modell for anvendt kunnskap.....80
8.3 VITENSKAPELIG KUNNSKAP74	
Klimakunnskap over lang tid.....74	KAP. 9 AVSLUTNING
Kunnskapsbasen.....74	Bør lokalklima få større relevans?.....82
8.4 OVERSETTE KUNNSKAP TIL PLANLEGGERE75	Hvordan kan hensynet styrkes?.....82
Ressurs for planlegging.....75	Dårlig klima eller dårlig planlegging?.....83

LITTERATURLISTE

VEDLEGG

Resultat av ordsøk



Metode og kapitteloversikt (brukes gjennom hele oppgaven)

KAP.1 INNLEDNING & BAKGRUNN

INTRO

Mange aktører som jobber med byutvikling blir ofte usikre når de blir stilt spørsmål rundt lokalklima. Arkitekter, landskapsarkitekter og planleggere nevner ofte vær og vind samt tilpasning til klimaendringer eller det refereres til stedsanalyser der sol-skygge virkninger og eventuelt lokale vindforhold blir vurdert.

Men hva er egentlig lokalklima og hva innebærer det å ta hensyn til lokalklima? Er dette et tema som blir tilstrekkelig hensyntatt når våre byer planlegges, og har vi tilstrekkelig og relevant kunnskap? Innledningsvis i oppgaven tar jeg et tilbakeblikk på lokalklima-fagets 60 år lange tradisjon. Videre diskuteres hvordan planlegging kan ivareta miljøhensyn, etterfulgt av en gjennomgang av det norske plansystemet. Målet med første kapittel er å gi en generell innføring i kunnskapsgrunnlaget til lokalklima, for så å lede frem til min problemstilling. Kapittelet retter fokus mot hvorfor det er viktig med kunnskap om lokalklima i lys av klimaendringer, bærekraft og fortetting. Spørsmålet videre er hvorvidt planlegging kan ivareta miljøhensyn og problemstillinger knyttet til kunnskapsoverføring mellom naturvitenskap og humaniora/ samfunnsvitenskap.



Figur 1.3. Stor variasjon i lokalklima i urbane omgivelser (Glaumann, 1993).

1.1 MILJØHENSYN I PLANLEGGING

VINDEN DANSER I VÅRE BYER

Om vi forestiller oss byen som koreograf av vinden, vil le den benyttet topografi, strukturer og bebyggelse til å lede, endre og blokkere vinden. Dette kan også fungere som en metafor på at vi bevisst, eller ubevisst har store muligheter til å påvirke lokalklimatiske forhold når vi planlegger våre fysiske omgivelser, spesielt i byen. Det er vanskelig å endre topografien til en by, og med vår tids fokus på fortetting og transformasjon, er det sjeldent vi planlegger byutvidelser eller byggefelt på ubrukt areal. Men kan fortetting og lokalklima forenes, eller er det i grunn og bunn motstridende hensyn?

2000 ÅR MED LOKALKLIMAHENSYN

Å ta hensyn til lokalklimatiske forhold når vi planlegger er langt fra nytt. Fagets kunnskapsgrunnlag beror både på naturvitenskapelig- så vel som empirisk kunnskap og har inngått i planlegging og prosjektering i alt fra ett enkeltbygg til boligområder og byer. Innen byggeskikken kan kunnskap om anvendelse av lokalklima spores helt tilbake til antikken og boksamlingen *De Architectura libri decem*, er skrevet av arkitekt Vitruvius flere tiår fvt (Vitruvius Pollio, 1960). Går vi tilbake til det andre århundre før Kristus, finner vi kilder som referer til enda eldre detaljerte og muntlige fortellinger fra oldtidens Kina, *The Rites of Zhou* og disse skildrer hvordan en by skal bygges; Den skal være bestående av en grid-struktur med 9 kvadranter med nord-sør og øst-vest løpende akser, og helst avgrenset av beskyttende fjell i nord og en elv i sør. På denne måten kunne Chi (energi) oppnås og flyte uhindret gjennom byen og sikre innbyggerne både rikdom og velstand. Denne strukturen hadde også praktiske fordeler basert på natur- og landskapsbaserte forutsetninger, med andre ord tar skildringen for seg det vi i dag ville kalt lokalklimahensyn i byplanlegging (Sijmons, 2015).

VITENSKAPSBASERT BYPLANLEGGING

Lokalklima som fag (urban climatology, urban klimatologi) er nært knyttet til fremveksten av moderne byplanlegging og byplanteori i det forrige århundre. 1800 tallets industrialisering medførte stor vekst i byene, og i takt med dette oppstod det problemer knyttet til forurensning og dårlige levekår for byens innbyggere. På begynnelsen av det 20 århundre hadde vi pionerer som Ebenezer Howard og Daniel Burnham som lanserte visjonære ideer og store byplaner, men de titulerte ennå ikke seg selv

som planleggere (Fainstein & DeFilippis, 2015, s. 5). Det var på denne tiden at grunnlaget ble lagt for det vi innen byplanteori kaller altomfattende planlegging (Synoptic planning eller rational comprehensive approach på engelsk). Datidens planleggings-optimisme er nesten til å ta og føle på i utsagnet til Burnham; "Make no little plans. They have no magic to stir men's blood and probably themselves will not be realized. Make big plans" (Moore, 1921, p. 147). Byene skulle designes på nytt, og intet problem var for stort til at ikke omfattende analyser eller vitenskapene kunne gi svar. Tankesettet bak altomfattende planlegging er positivisme og ideen om verdi-nøytral kunnskap stod helt sentralt hos den altomfattende planleggeren (Bäcklund & Mäntysalo, 2010, s. 338). Beslutningsgrunnlaget til planleggeren (eksperten) baserte seg på kunnskap generert gjennom kvantitative metoder, og nesten på lik linje med en vitenskapsmann ville han komme opp med den korrekte løsningen på et problem. Og med det som bakteppe er det ikke vanskelig å forstå at også klimatologi spilte en viktig rolle innen planleggingsfaget.

URBAN KLIMATOLOGI VOKSER FREM

Blant moderne urbane klimatologer regnes ofte kjemikeren Luke Howard som den første fagmannen som for alvor adresserte lokalklimatiske forhold i byen. Med publiseringen av *Climate of London* (1833) dokumenterte han varmedannelsen forårsaket av en storby ved systematiske målinger og kartlegginger. I dag omtales dette som urban heat island (varmeøy på norsk) (Janković, 2013). Mange fulgte opp arbeidet hans med studier av byklima, blant dem Emilien Renou i Paris, og Max Von Pettenkopfer i München (ibid.). Ved siden av et generelt fokus på vitenskapsbasert byutvikling, var også fremveksten av en bevegelse som rettet søkelys mot folkehelse i anmarsj, og fra midten av 1800 tallet ble det stadig mer fokus på luftkvalitet i byene. I starten kunne dette handle om hvordan man gjennom design kunne påvirke luftstrømmer, og dermed fjerne «vond lukt» (Jankovic, 2010). Og med publiseringen av *Hygeia: A City of Health* av Sir Benjamin Ward Richardson, kom ønsket om bredere gater for bedre ventilasjon og mer sollys. Ideen om «Garden City» vakte oppsikt, og både leger og arkitekter omfavnet snart ideen om sol og «naturlig vær» i byparker og «grønne» forsteder (Worpole, 2000).

To av de viktigste teoretikere innen byplanteori var Patrick Geddes og Ebenezer Howard. Spesielt sistnevnte

lanserte ideen om «den gode by», som gjennom å forene natur og by sikret viktige kvaliteter for byens innbyggere. Geddes regnes kanskje som den viktigste grunnleggeren i forhold til å fokusere på behovet for regional planlegging, samt betydningen av en grundig analyse for overordnet og helhetlig planlegging (Asmervik & Simensen, 2008). Et annet godt eksempel på en byplan som har omsatt en del av dette tankegodset i stor skala, er Fingerplanen til København.

DAS STADTKLIMA

På begynnelsen av 1900 tallet var det en sterk kobling mellom klima og by, noe som blir tydelig når prologen til utgivelse nr. 1 av verdens første magasin for planlegging, *Der Städtebau* (1904), inkluderte fuktighet, temperatur, luftkvalitet og ventilering blant hensynene som skulle tas med i betraktning (Collins, Sitte, & Collins, 2006). Men først med publiseringen av Benedictine Father Albert Kratzers *Das Stadtklima* utgitt i 1937, revidert og utvidet i 1956, ble urban klimatologi etablert i all sin kompleksitet (Kratzer, 1937). Det sentrale argumentet i utgivelsen var at byklima ikke var noe en bare måtte akseptere, men

snarere noe en kunne og burde påvirke til vårt eget beste (Hebbert, 2014, s. 206). Det var ikke mange år etter, nærmere bestemt i 1944, at Carl L. Godske i et foredrag ved Bergens museum, nevnte at man ved etablering av nye byer bør ta hensyn til meteorologiske faktorer, og peker til byplanene for Magnitogorsk og Stalingrad (se side 49) som eksempler på planer som nærmest må være tegnet av meteorologer. Han påpekte samtidig at våre byer vokser langsomt og organisk, men at noe mer meteorologisk sakkyndighet i forbindelse med byreguleringer og rasjonelle byutvidelse, sikkert ville vært på sin plass (Fægri & Det Geofysiske, 1944).

Altomfattende planlegging var en reaksjon mot modernistenes måte å bygge på, som i arkitekturen og planleggingen ble drevet frem av redselen for 1800 tallets industribyer som resulterte i skitne slummer, og oppfatningen av (...) «the Machine Age» (Carmona, 2010, p. 21). Modernismens ideer fikk stort gjennomslag i forbindelse med gjenreisningen i Europas etterkrigstid, og senere også i forbindelse med sanering av slumområder og som følge av bilismens behov for veibygging (ibid.). Vitenskapsbasert planlegging fikk med andre ord fotfeste.

INTERNASJONAL OPTIMISME

I 1951 ble Verdens meteorologiorganisasjon (World Meteorological Organization, WMO) (opprinnelig grunnlagt i 1837) et FN organ, noe som bidro til at fokus ble rettet mot «anvendt klimatologi». Særlig fra midten av 1960 tallet og videre fremover, var organisasjonen helt sentral, for eksempel gjennom oppdrag som ledet til viktige bidrag i diskursen. Johan Page mente at meteorologer skulle tre ut av sin klassiske rolle som produsenter av data for beslutningstakere, og heller innta en mer proaktiv og direkte rolle sammen med designere, og slik sørge for at faget fikk betydning for romlig planlegging (Hebbert, 2014). Et annet dokument som ifølge Hebbert står sentralt for ettertiden, er Tony Chandler's *Urban Climatology and its Relevance to Urban Design*, og innholdet viser tydelig at klima bør være en avgjørende design-faktor når nabolag og byer skal planlegges. Utdraget nedenfor er gjengitt i sin helhet (WMO Technical Note 149, Chandler (1976)):

”Optimization of the indoor climate is a most important and long recognized role of the architect. In contrast, although not entirely neglectful of climatic considerations, urban planners have, until

comparatively recently, only rarely considered climate among the several constraints upon urban design. The layout of cities has in most cases been dictated, or almost accidentally created, by a series of mainly political, social and economic decision-making processes, often over many centuries. The reason for the neglect of climatic considerations has been partly the relative youthfulness of the science of urban climatology and partly the relatively weak communication links that presently exist between climatology and planning. But faced with the exponential growth of the world's population and the accelerating pace of urbanization it is clear that our cities must, where appropriate, be purposefully planned in order to optimize the environment of urban areas and avoid a series of structural and functional design failures. Climate is an essential element in this planning”.

Gjennom 70 og 80 tallet ble fokuset endret fra deskriptive undersøkelser til å utforske de bakenforliggende årsaker og prosesser som ledet til endringer i det urbane klima. En sentral pådriver i dette arbeidet var Tim Oke, som kan regnes som grunnleggeren for hvordan man i dag jobber med tematikken (Roth, 2012). Et nylig verk som allerede regnes som svært viktig er Grimmonds omfattende sammenstilling av kunnskap om byklima gjennom de siste 20 år, og boken ses på som et bidrag til hvordan vi i dag kan anvende lokalklima-kunnskap for å få bærekraftige byer (Grimmond et al., 2010). Også i Norge hadde vi et sterkt miljø som fungerte som pådrivere for å implementere lokalklimahensyn i norsk planlegging og undervisning. Særlig Arne K. Sterten og Anne Brit Børve ledet an, og var også bidragsytere i det internasjonale samarbeidet, og bidro blant annet med vitenskapelige artikler i *The impact of climate on planning and building* (Bitan, 1982). Innen meteorologien var det den såkalte Bergenskolen, i årene etter andre verdenskrig, som gjorde viktige nyvinninger innenfor meteorologifaget. Og med stor sannsynlighet kan man si at det var Carl L. Godske som var den første til å beskrive og forske på lokalklimatiske hensyn i byene.

FRA VITENSKAP TIL PROSESS

I etterkrigstiden endret synet seg fra å se på byen som et objekt som kunne planlegges på nytt (redesign), til planlegging som en generisk prosess, der byplanlegging var



Figur 1.5. Etterkrigstidens byutvikling og økning i bil- og sykkeltrafikk fikk med Fingerplanen fra 1947 en arkitektonisk struktur av stor og langvarig betydning. Planen er den første danske byutviklingsplanen, og prinsippet var å konsentrere fremtidig byvekst langs en rekke hovedferdselskorridorer som strakte seg som fingre utover Sjælland fra bysentrum som utgjorde håndflaten. Mellomrommet mellom fingrene skulle ikke bygges ned, men bevares som friluftsområder med plass til både landbruksformål og rekreative funksjoner (Byplanlaboratorium 1993).

ett av mange verktøy for samfunnsplanlegging (Farthing, 2015, s. 14). Og dette er kanskje også noe av forklaringsgrunnen på hvorfor urban klimatologi, til tross for akademisk tyngde og betydningsfulle forkjempere, ikke fikk større betydning eller reell påvirkning.

Michael Hebbert beskriver i artikkelen *Climatology for city planning in historical perspective* (Hebbert, 2014) historien om urban klimatologi, og Hebbert ønsker å korrigere det han påstår er en generell misoppfatning; at urban klimatologi er en «ung og uprøvd disiplin». Ifølge Hebbert er det grunn til fornyet optimisme når det gjelder

faget. Teoretikere og miljøer i Tyskland har hele veien vært i førersetet når det gjelder tematikken, og det har resultert i et såkalt *KlimaAtlas*. Dette rammeverket beskriver et verktøy og en metode som ikke bare har gjort seg gjeldende i Tyskland, men som også er årsaken til at mange andre vestlige land har innført lignende løsninger. I tillegg viser han til at kunnskap om urban klimatologi er viktig for god tilpasning til klimaendringer.

KLIMAENDRING = LOKALKLIMA- ENDRING?

Det er stor interesse for vær og klimaspørsmål i disse tider og spesielt sett i lys av klimaendringene verden står overfor. Det er en åpenbar og direkte sammenheng mellom klima og lokalklima, men samtidig er det en viktig



Figur 1.6. Vind og turbulens kan føre til redusert vindkomfort (Glaumann, 1993).

forskjell ved at ekstremvær er vær-situasjoner med lav hyppighet og således mindre relevante fordi lokalklima ofte dreier seg om gjennomsnittlige værforhold.

På oppdrag fra Miljødirektoratet ble rapporten *Klima i Norge 2100* utgitt i 2015, og dette er et viktig vitenskapelig grunnlag for klimatilpasning i Norge. Første utgave av rapporten ble utarbeidet som underlagsmateriale for NOU 2010-10 *Klimatilpassing*. Rapporten tar for seg forhold som temperatur, vind, nedbør og havnivå, og stadfester at Norge blir varmere og våtere, og at den største klimautfordringen i fremtidens Norge er økt nedbør som fører til mer flom, skred og overvann. Dette er viktige temaer som ivaretas på flere nivåer, og som utgjør en sentral del av arbeidet kommunene er lovpålagt å utrede i forbindelse med utarbeidelse av kommuneplanen, som for eksempel risiko- og sårbarhetsanalyser og konsekvensutredning av kommuneplanens arealdel.

I senere tid er det utredet mye rundt hvordan vi kan håndtere utfordringer knyttet til overvann. Det er også skrevet mange forskningsoppgaver om temaet, blant annet en masteroppgave om hvordan resiliens (et systems evne til å opprettholde viktige prosesser og funksjoner i møte med endringer og forstyrrelser) kan brukes som strategi når norske byer og tettsteder skal tilpasses et villere, varmere og våtere klima (Aanderaa & Bothner, 2017).

Ekstremvær er som tidligere nevnt vær-situasjoner med lav hyppighet og er således mindre relevant når vi snak-

DAGENS VIND

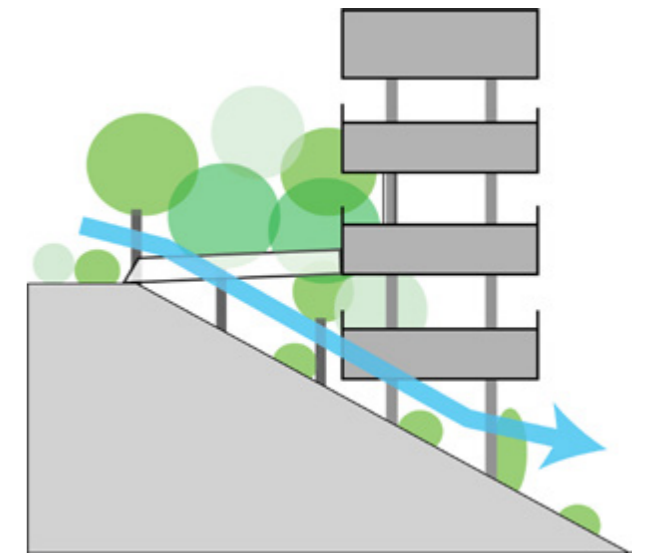
VIND I ÅR 2100?

ker om lokalklima. Likevel vet vi at det lokale været blir påvirket av det globale klimaet. Den generelle temperaturøkningen, som er en følge av global oppvarming, har stor innvirkning på alle naturlige prosesser. Endringer i klimasystemet som følge av denne oppvarmingen vil også påvirke lokalklima. Til tross for fokus på klimaspørsmål, fant jeg lite relevant forskning på lokalklimahensyn og urban klimatologi i Norge. En masteroppgave ved NMBU utarbeidet en verktøykasse som forklarer hvordan en landskapsarkitekt kan skape klimatisk komfort for brukerne av et urbant byrom (Lund, 2015), og en rekke oppgaver ved UiT (fakultet for Ingeniørvitenskap og teknologi) tar for seg vindforhold i lokalklimaanalyser gjennom numeriske simuleringer.

Som det fremkommer av ordet omhandler lokalklima klimatiske forhold i en relativt liten skala (Mamen, Store norske leksikon, 2018). Kunnskap om lokalklimatiske forhold omhandler både naturgitte og menneskeskapte forhold. Forståelse for hvilke naturforhold som er av betydning, og ikke minst effekten av endringer som følge av et planlagt prosjekt, er viktige innen planlegging. Mangel på klimahensyn kan i ytterste konsekvens føre til farlige forhold der mennesker utsettes for ekstreme vær- og vindforhold eller eksponeres for forurenset luft.

KLIMA I ULIK SKALA

På den ene siden av skalaen har vi mindre prosjekter der lokalklimatiske vurderinger kan inngå i designprosessen. Arkitekten kan bruke lokalklimatiske forutsetninger som vind, snødrift, topografi og solforhold når bebyggelsen skal formes og plasseres på tomten og dette er kunnskap relatert til byggeskikk. Når man planlegger arealbruk i en større skala, blir lokalklimahensyn langt hyppigere utredet. I byene er det ofte større fokus på lokalklima, særlig for å sikre god komfort i uteoppholdsarealer og i nyere tid også som verktøy for håndtering av luftforurensning. Planer og byggeprosjekter over en viss størrelse utløser krav om konsekvensutredning i henhold til plan- og bygningsloven, og i en KU kan lokalklima inngå som ett av temaene som utredes. Eksempler på slike tiltak er utviklingen av et kvartal eller større byområder, plasser og torg eller lignende. I motsatt ende av skalaen har vi store plansaker, der lokalklimavurdering kan inngå i arbeidet med kommuneplanen, eller hvor statlige aktører utreder i forbindelse med byggeprosjekter som eksempelvis i store samferdselsprosjekter.



Figur 1.7. Illustrasjon som viser prinsippsskisse av hvordan lokalklimakunnskap kan anvendes i utforming av en bygning. Eksempelet viser hvordan bygget kan plasseres i terrenget for å unngå oppdemming av kaldluft som siger ned langs bakken (basert på Jensen, 1966).

1.2 DET NORSKE PLANSYSTEMET

ANSVARSFORHOLD

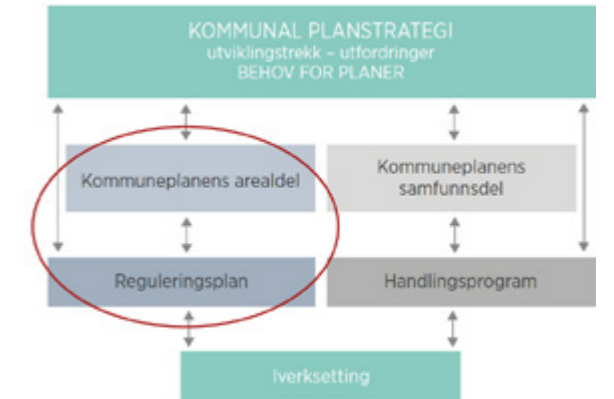
På hvilken måte er hensynet til lokalklima i arealplanleggingen ivaretatt i vårt lovverk? Plan- og bygningsloven (pbl.) er den overordnede loven som danner grunnlag for Norges arealforvaltning og byggesaksbehandling, og angir at ansvaret for planlegging ligger hos kommunestyre, regionale planmyndigheter (fylkesmann og fylkeskommune) og staten. I lovverket er alle samfunnsinteresser likestilte, og med unntak av energisektoren har loven rettsvirkning for alle sektormyndigheter. Pbl. er en prosesslov som stiller opp saksbehandlingslover og rammer for hvordan kommunene skal gå frem for å anvende lovverket. De tre plannivåene har ulike ansvar og virkemidler, men siden min oppgave i all hovedsak retter seg mot byplanlegging vil jeg ha fokus på det kommunale plannivået.

Med hjemmel i pbl. er det først og fremst kommunen som gjennom planlegging både former det fysiske miljø og sikrer kvalitet og muligheter for bygging og vern. Kommunen skal tilrettelegge for utvikling gjennom kommuneplan og reguleringsplan, men er pålagt å følge de retningslinjer og mål som statlige organer og fylkeskommunen bringer inn i planprosessen (KMD, 2014). Kommunene skal ivareta mange ulike hensyn i sin planlegging, og selv om pbl. §1-1 *Formålsparagrafen* og §3-1 om *Oppgaver og hensyn* tar for seg de viktigste hensynene, er det også mange hensyn som er hjemlet i enkeltbestemmelser og særlover (aktuelle særlover som kan ha betydning for klima og luftmiljø er Naturmangfoldloven og Forurensningsloven).

Innen kommunal planlegging administrerer og regulerer kommunen ved bruk av planverktøy. Mens enkelte av verktøyene, som kommunal planstrategi og kommuneplanens samfunns- og arealdel, må utarbeides av kommunen iht. pbl, står de fritt i bruken av andre verktøy, som for eksempel overordnede planer (kommunedelplaner og temaplaner) og mer detaljerte planer, gjerne i mindre målestokk (områdeplaner og reguleringsplaner).

LOVBESTEMMELSER OG FORHOLD SOM REGULERER LOKALKLIMA

Pbl. er sektorovergrepene og koordinerer mange lover, deriblant naturvernlovgivning. Når det gjelder gjennomføring av tiltak som retter seg mot klima og klimaendringer innebærer det ofte at noe må reduseres, og i og

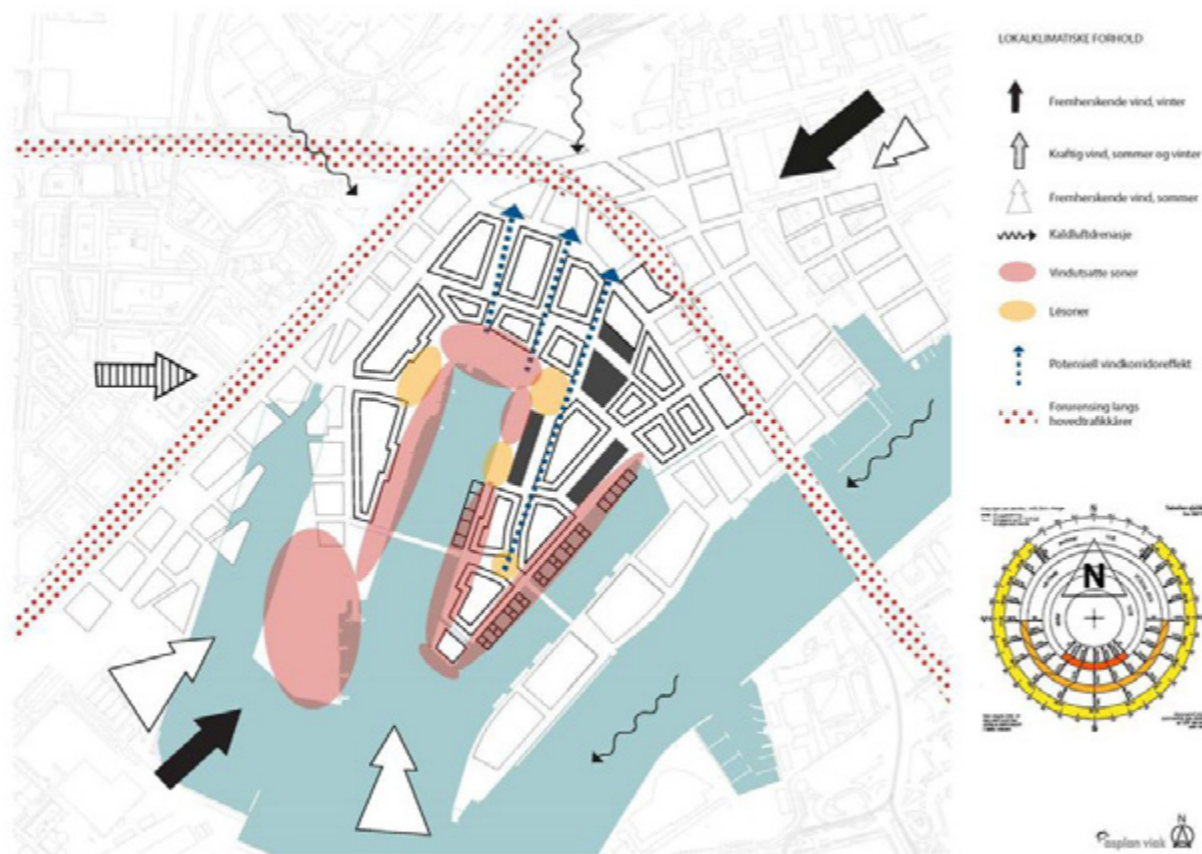


Figur 1.8. Viser elementene i det kommunale plansystemet. Verktøy som ikke nevnes eksplisitt er områdeplan og at stadig flere kommuner tar i bruk VPOR, som i anvendelse kan ligne på en områdeplan, men som ikke er juridisk bindende (KMD).

med at reduksjon kan medføre mindre økonomisk lønnsomhet, møter man derfor ofte motstand. Norge har fått en egen *Klimalov* som har et overordnet mål om å fremme gjennomføringen av Norges klimamål og omstillingen av Norge til et lavutslippssamfunn. Loven sier blant annet at regjeringen årlig må redegjøre overfor Stortinget om status og framdrift i arbeidet med å nå målene, og en stor del av rapporteringen vil dreie seg om hvordan regjeringen forbereder og tilpasser Norge til klimaendringene (regjeringen.no). *Loven omtaler dog ikke lokalklimatiske forhold*. Når det kommer til luftmiljø er det særlig retningslinjen T-1520 som er viktig, og i forhold til rettslig vern av hensyn til naturgitte forhold (deriblant klima), er det viktig å se nærmere på forskrift om Risiko- og sårbarhetsanalyser (ROS) samt forskrift om konsekvensutredninger (KU).

LUFTKVALITET I PLANLEGGING

Denne retningslinjen (T-1520) er kun veiledende, men vesentlige avvik fra anbefalingen kan gi grunnlag for innsigelse til en plan fra offentlige myndigheter, deriblant fylkesmannen. Retningslinjen sier at det bør utarbeides et eget temakart til kommuneplanen (luftsonekart) som skal legges til grunn ved vurdering av ulike innspill og byggeområder. Utfra temakartet kan kommunen utarbeide kommuneplanbestemmelser som gir retningslinjer for hvordan arealbruk i områder utsatt for luftforurensning skal håndteres, som for eksempel krav om at bygningsplassering, vegetasjons- og landskapsbehandling tar hensyn til luftutveksling og lokalklima. Retningslinjen påpeker også muligheten kommunen har til å utarbeide



Figur 1.8. Analysekart av lokalklimatiske forhold for et havneområde i Göteborg. Asplan Viak har levert lokalklimainnspill til tre parallelle landskapsarkitekt-team som skal utarbeide en stor park og fellesområde i et transformasjonsområde som skal huse 15.000 beboere. Konsulentene gir veiledning til blant annet orientering av gateløp, plassering av høyere bebyggelse, utforming av havnefront og plassering av mindre plassrom. Klimakart: Asplan Viak

hensynssone for lokal luft i kommuneplanens arealdel, og således, med hjemmel i Pbl. §11-8 bokstav a, angi områder der bestemmer reguleringer av håndteringen av lokal luftkvalitet. De eksemplifiserer dette selv med å for eksempel innføre krav om tiltak for å hindre stagnasjon av luft (Miljøverndepartementet, 2012).

ROS ANALYSE

Det er særlig to lover som er sentrale i kommunal planlegging og samfunnsikkerhet, Sivilbeskyttelsesloven som stiller krav til kommunen om helhetlig ROS, og Plan- og bygningsloven som stiller krav om ROS-analyser som gir kunnskapsgrunnlag for å ivareta samfunnsikkerheten i planområdet. En viktig veileder i sammenheng med ROS er *Samfunnsikkerhet i kommunens arealplanlegging* (Veileder, DSB, 2017).

Kommunen som lokal planmyndighet er ansvarlig for å ivareta befolkningens sikkerhet og trygghet. Et viktig verktøy for å ivareta dette er det kommunale plansystemet, og dokumentet *Kommuneplanens arealdel* angir rammene og retningslinjer for planleggingen. I motsetning til reguleringsplaner som i henhold til pbl. er enkeltvedtak og dermed kan påklages, er arealdelen (kart og bestemmelser) juridisk bindende, og viktig for hvordan det jobbes videre med reguleringsplaner i kommunen. En for lite detaljert arealdel vil kunne føre til større utredningsbehov på lavere plannivå (områderegulering og detaljregulering), mens for detaljerte planer kan hindre fleksibilitet og sette begrensninger.

Kommunen er ansvarlig for å følge opp ROS på et overordnet nivå i kommuneplanens arealdel, samtidig som pbl. stiller krav til ROS-analyse for planområdet i alle planer for fremtidig utbygging i kommunedelplaner og reguleringsplaner. Dersom det ikke stilles krav til reguleringsplan må ROS-analysen synliggjøre alle forhold som er av betydning for om arealet er egnet til utbyggingsformålet, og om tiltaket kan medføre endringer i risiko- og sårbarhetsforhold. Veilederen fremhever også at man i arealdelen kan bruke ROS-analysene som verktøy for å vurdere ulike områders egnethet, om lokalisering av utbyggingsformålet er hensiktsmessig eller om andre områder bør vurderes. Analysene kan også være gode å ha når man skal prioritere mellom ulike planområder.

Reguleringsplaner skal følge opp kommunens langsiktige strategier og primært følge de områder som er definert

for fremtidig utbygging angitt i arealdelen. Det finnes både områdeplaner og detaljreguleringsplaner og planforslag til reguleringsplan skal bygge på den kunnskap som til enhver tid er tilgjengelig, men også legge til rette for ny kunnskap. Planforslaget følger altså opp ROS-analysen fra arealdelen, med nye retningslinjer og ny informasjon om prosjektet som skal utbygges. Dermed blir ROS-analysen mer detaljert etter hvert som ytterligere informasjon foreligger og jo lavere man kommer i planhierarkiet. Detaljreguleringsplaner er ofte knyttet til ett konkret utbyggingsformål, og ROS analysen vil altså bygge på ROS-analysen i overordnet områdeplan eller arealdel.

ROS-analyse er et generelt utredningskrav som gjelder for alle planer for utbygging. For kommuneplanens arealdel og for reguleringsplaner som kan gi vesentlige virkninger for miljø og samfunn, utløses det i tillegg et krav om konsekvensutredning (KU).

Det er kommunenes ansvar under behandlingen av planforslag å påse at analysene er gjennomført og utført iht. krav og at eventuelle funn er presentert og tilstrekkelig ivaretatt i planforslaget. Kommunen må eventuelt ta grep for å sikre at samfunnsikkerheten blir ivaretatt ved å for eksempel avvise planen eller ved å avmerke hensynssoner i planen og vedta bestemmelser for utbygging.

KONSEKVENsutredning

Pbl. nevner ikke lokalklima, men det forekommer likevel at lokalklima inngår i konsekvensutredninger (KU). Hjemmelen for KU finner vi i Plan og bygningsloven, og er nærmere beskrevet i egen forskrift om konsekvensutredninger. En viktig veileder vedrørende KU er V712:133 (SVV). I en KU skal både *miljøfaglige* og *samfunnsfaglige* forhold utredes. Selv om ikke lokalklima nevnes verken i loven eller forskriften, hender det likevel at temaet inngår under miljøfaglige forhold. Forskriften er derimot tydelig på at luftforurensning er utredningspliktig, noe som også kan utløse spørsmål om lokalklima.

OPPSUMMERING

HVEM KJEMPER FOR LOKALKLIMA?

Lokalklima nevnes ikke eksplisitt i verken lover eller forskrifter. Likevel er det viktig å huske at lokalklima kan inngå som en del av et utvidet naturbegrep flere steder i lovverket. Hensikten med en ROS analyse er at kommunen skal ha et *godt beslutningsgrunnlag* for å ivareta samfunnsikkerhet i arealplanlegging. Selv om lokalklimahensyn ikke nevnes, bør en lokalklimaanalyse, etter mitt syn, være et viktig bidrag i kommunenes kunnskapsgrunnlag.

Som vi nå har sett er altså ikke lokalklimahensyn godt forankret i plansystemet. Det finnes derimot mange særlover som regulerer miljøhensyn, og innen jusen omtales rettsområdet som Miljøforvaltningsrett. Dette forvaltningsrettslige området oppstod i Norge på 90 tallet, med Hans Chr. Bugge som første professor i miljørett ved UiO. Bugge viser til at samfunnet i miljøvernarbeidet står overfor noen grunnleggende styringsproblemer som i stor grad utfordrer samfunnsorganiseringen og rettssystemet, og som har særlig betydning for miljøinteressenes rettslige stilling når miljøhensyn skal avveies mot andre hensyn (Bugge, 2015). Jeg har tatt utgangspunkt i noen av de såkalte «Ti grunnproblemer i miljøretten» (Bugge, 2015, s. 52) som dekker de fleste av de viktigste utfordringene miljøproblemer stiller overfor rettssystemet, og eksemplifisert problemene med utgangspunkt i lokalklimahensyn.

- Virkningen av å ikke hensynta lokalklima er ofte usynlig, og vi er avhengig av forskning for å både oppdage dem og forstå konsekvensene.
- Lokalklimaets årsaksforhold er komplekse og avhenger av mange forhold som ikke lar seg regulere enkeltvis, eller at vi ofte mangler dokumentert kunnskap om hvordan naturen (inkludert den menneskelige organisme) reagerer på inngrep. Det er derfor viktig å anvende føre-var-prinsippet når det gjelder lokalklimahensyn.
- Lokalklima har ikke rettigheter og kan ikke selv opptre rettslig. Lokalklima er derfor helt avhengig av at enkeltpersoner, miljøorganisasjoner og miljøvernmyndigheter kan tale dens sak og representere den når miljøpolitikken utformes, når ny lovgivning utvikles eller lover anvendes.

- Lokalklima er ingens eksklusive rett, men et fellesgode, og bør i likhet med Allemannsretten ha rettslig vern.
- Menneskeskapt inngrep og tiltak som fører til et forverret lokalklima har en samfunnsmessig kostnad som det er vanskelig å sette en riktig pris på. I tillegg må en regne med at klimaendringer i fremtiden vil føre til en ytterlig forverring av disse skadene, et forhold som også bør inngå i denne vurderingen.
- En utfordring for planleggingen og det rettslige vern for lokalklima er at det kan være stor geografisk avstand mellom årsak og virkning. Dette forutsetter både et interkommunalt samarbeid og et internasjonalt samarbeid for å hindre uheldige virkninger.
- Problemer relatert til lokalklima er sektorovergripende i både årsak og virkning. For å møte dette problemet er det ekstra viktig å få frem kunnskap om konsekvensen av den samlede virkningen, og det viktigste verktøyet vi har for dette er reglene om konsekvensutredninger.
- Virkningene av mangelfullt lokalklimahensyn kan være langsiktige og vil ramme fremtidige generasjoner.

For å ivareta et godt lokalklima er det spesielt viktig med helhetlig planlegging i motsetning til en «bit-for-bit» og stykkevis utbygging. Et tilsvarende eksempel på dette er at 75% av indre Oslofjord ikke er tilgjengelig for allmenheten som følge av stykkevis utbygging. Problemet har ført til at vi har fått et byggeforbud i strandsonene (100-meters belte). Kunne man tenke i retning av lignende bestemmelser knyttet til lokalklimatiske forhold? Forbud mot fortetting eller særskilte krav til bebyggelse i områder som er utsatt for luftforurensning? Med retningslinjen T-1520 har man kommet et stykke på vei, men den er ikke rettslig forpliktene, og det er tillatt å dispensere fra byggeforbud i områder med høy luftforurensning såfremt kommunenes arealdel har angitt at området ligger innenfor grensene for sentrumsområde og/eller kollektivknutepunkter.

Interessen til andre rettsområder, samfunnsinteresser og miljøhensyn blir ofte representert av interesseorganisasjoner og myndigheter, og det er vanskelig å se hvem som taler på vegne av lokalklima.

1.3 MOT INTEGRERT LOKALKLIMAKUNNSKAP

LOKALKLIMA; ALLES RETT!

Luften vi puster inn og som er helt avgjørende for vår eksistens og lokalklima er et felles gode. Samfunnets eksistens avhenger ikke av planlegging, og det finnes til dels motstridene syn på hva god planlegging er, kanskje spesielt ift. selvbestemmelsesrett og maktbalansen mellom kommunal og statlig styring. Når det gjelder miljøhensyn, som for eksempel biologisk mangfold, beror slike systemer på en kompleks helhet, der selv enkelte mindre inngrep kan føre til irreversible skader. Ofte anvendes prinsippet om økosystemtilnærminger og samlet belastning, som innebærer at påvirkningen av et tiltak eller en aktivitet på økosystemet, at vurderingen må tas ut fra den samlede belastningen et økosystem blir utsatt for. Dette er hjemlet i blant annet Grunnlovens §112 og naturmangfoldloven §10. Så hvordan kan dette prinsippet omsettes til praksis? Lokalklimahensyn understøtter argumenter til fordel for organisert samfunnsplanlegging da det er nødvendig med offentlig planlegging. Dette fordi det er et samfunnsmessig fellesgode som må fremmes og tas vare på, og fordi man gjennom offentlig planlegging kan håndtere de uheldige eksterne virkinger (som forringet lokalklimakomfort) som følger av individuelle tiltak og gruppetiltak (Langdalen, 1994).

INTEGRERT NATURKUNNSKAP

Fortetting og kompakt byutvikling som modell for en bærekraftig byutvikling er gjeldende ideal i norsk byutvikling (Hanssen, Hofstad, & Saglie, 2015). Men byene er, ifølge rapporten *Norske Miljømål*, også «avhengig av natur for å fungere» (Miljøverndepartementet, 2011, s. 30). Rapporten fremhever videre at vekst i antall innbyggere fører til press på miljøkvalitetene i og rundt byene, samt at økt trafikk kan bety at grønne områder blir bygget ned. Rapporten nevner ikke lokalklima, men indirekte nevnes «ren luft» og «hyggelige omgivelser» som goder folk setter pris på og som fører til at vi er mer ute, «noe om er viktig for alle mennesker, ikke minst i et land som er kaldt og mørkt i store deler av året» (ibid., s. 33). Det som gjør rapporten spesielt relevant for min oppgave er kapittelet som heter *Kunnskap* der åpningsreplikken er at «miljøvernpolitikk må bygge på kunnskap om sammenhenger i naturen (...) og god kunnskap om årsak og virkning vil gi oss et grunnlag for å vurdere konsekvensene av handlingene våre» (ibid., s. 50). Naturkunnskap skal altså bygge på overvåkning og forskning, og være grunnmuren i vår kunnskapsbaserte miljøforvaltning. Det påpekes at det er viktig at kunnskapen formidles til

allmenheten og beslutningstagerne, og at måten dette bør gjøres på er gjennom mediene, godt utbygde nettsider, publikasjoner og sosiale medier.

Når det gjelder kunnskap om lokalklima undres jeg over om denne naturkunnskapen i det hele tatt når frem til planleggingsaktørene. Er kvaliteten på kunnskapen, og ikke minst mottakers evne til å forstå og anvende kunnskapen ut ifra sin kompetanse god nok? Er bevisstheten rundt naturkunnskap godt nok integrert hos utdannelse-institusjonene som utdanner morgendagens formgivere? Hvordan kan kunnskap om lokalklima oversettes til konkrete kart og bestemmelser? Og hvordan kan hensynet sikres i alt fra enkeltprosjekter til bydeler, byer og regioner?



Figur 1.9. Viser diagram over naturvitenskapelig kunnskap og humaniora kunnskap, og hvordan kunnskap fra disse kan smelte sammen til en byutvikling med transdisiplinær kunnskap. Med flerfaglig menes at fagdisipliner eksisterer side om side uten å berøre hverandre. Med tverrfaglig eller interdisiplinær menes at fag belyser hverandre. Med transdisiplinær menes at kunnskap fra ulike fagdisipliner har smeltet sammen. Resultatet bærer preg av gode integrerte løsninger, og det er ikke mulig å lese «hvem som har gjort hva».

Om vi tenker oss at lokalklimahensyn er optimalt ivare tatt i en by, burde lokalklimatiltak nærmest være usynlige og snarere inngå som en naturlig del av byens struktur og design. I en slik «lokalklimavennlig by» har tverrfaglig kunnskap kommet til praktisk anvendelse og byen bærer ikke preg av tilfeldige avbøtende tiltak. Målet bør være prosesser som muliggjør at vi går fra flerfaglig og tverrfaglig mot en planleggingskultur som er transdisiplinær.

ER LOKALKLIMA GLEMT KUNNSKAP?

Ifølge nederlandske Prof. Dirk Sijmons har man i lang tid forsømt å hensynta klima i nederlandsk planlegging, og selv om det en sjelden gang blir foretatt vindsimuleringer av bydeler, inngår ikke dette i planprosessen. Undersøkelser blir oftere foretatt når uheldige effekter som følge av utbygging allerede har oppstått, og en forsøker å finne avbøtende tiltak. «We can do tests afterwards (climate issues), but it is no longer mostly in the mind of the designer» (Sijmons, 2015, s. 10)

Basert på litteratur, (manglende) dokumentasjon og egen erfaring påstår jeg at det tas for lite hensyn til lokalklima i norsk planlegging. Selv om det utredes godt og tilstrekkelig i enkelte prosjekter, kan det virke som om det er noe tilfeldig når lokalklimavurderinger inngår i planprosesser. Tilsynelatende er det store forskjeller fra kommune til kommune når lokalklimaanalyser og lokalklimavurderinger etterspørres og utføres i plansaker. Det er også forskjeller med tanke på hva som utredes i forbindelse med lokalklimavurderinger, og kvaliteten på disse. Dette kan skyldes geografiske forskjeller, men kan like gjerne være som følge av kunnskapsmangel hos beslutningstagerne i kombinasjon med manglende forankring av hensynet i våre lover og prosesser.

Følgende påstander beskriver kvaliteter man kan oppnå gjennom å ta hensyn til klima og luftmiljø. Disse ønsker jeg å undersøke gjennom teori (eksisterende kunnskap, status) og empiri. Fokus på lokalklima i planlegging kan:

- øke kvalitetene i et område slik at det får en positiv effekt for trivsel og helse (folkehelse)
- heve den miljø- og energimessige kvaliteten (bærekraft)
- bidra til hvordan vi opplever og bruker våre nærområder

- bidra til mer attraktive byrom som folk ønsker å oppholde seg i
- være en forutsetning for fortetting med kvalitet
- bidra til å unngå at mennesker lever og oppholder seg i miljø med dårlig luftkvalitet
- være billigere enn å reparere problematiske forhold i etterkant

FORMÅL OG AVGRENSNING

Med utgangspunkt i disse påstandene tar denne oppgaven sikte på å sammenstille kunnskap om hva lokalklima og lokalklimahensyn er. Gjennom forskning og intervjuer med eksperter ønsker jeg å få bekreftet hvorvidt påstanden om at vi tar for lite hensyn til lokalklima i norsk byplanlegging er riktig. Målet med oppgaven er å komme med konkrete forslag til hvordan lokalklimahensyn kan styrkes i norsk byplanlegging.

Opgaven retter seg hovedsakelig mot lokalklimahensyn i urbane områder. Derfor er oppgaven fokusert på problemer og utfordringer relatert til byutvikling og kommunal planlegging. Hvordan hensynet er eller bør være ivare tatt på regionalt og statlig nivå er altså ikke en del av oppgavens formål.

KAPITTEL 2 PROBLEMSTILLING

2.1 BÆREKRAFTIG UTVIKLING

Bærekraftig utvikling som begrep i planlegging ble allment kjent etter publiseringen av Brundtlandkommissjonens rapport i 1987 «Vår felles framtid», og siden har begrepet hatt stor betydning i norsk politikk, og særlig innenfor planlegging. Begrepet favner bredt, men det er Plan- og bygningsloven som skal sikre en bærekraftig utvikling, også med hensyn til klima. Begrepet står sentralt og nevnes allerede i lovens formålsparagraf som sier at «loven skal fremme bærekraftig utvikling til beste for den enkelte, samfunnet og framtidige generasjoner».

Samme lov pålegger også regjeringen et ansvar om å fremme en bærekraftig utvikling ved å hvert fjerde år utgi dokumentet *Nasjonale forventninger til regional og kommunal planlegging*. I gjeldende dokument, utgitt av Kommunal- og moderniseringsdepartementet i 2015, er regjeringen tydelig på at befolkningsvekst skaper press på arealer og infrastruktur noe som gir utfordringer for klima, miljø og helse. Regjeringen er tydelig på at byspredning skal unngås til fordel for mer kompakte byer og tettsteder, og at kommunene skal sikre høy arealutnyttelse rundt kollektivknutepunkt. I tillegg skal de utnytte potensialet som ligger i fortetting og transformasjon for nye utbyggingsområder tas i bruk. Noen av forventningene de stiller til fylkene og kommunene er at de skal hensynta klimaendringer, sikre et godt kunnskapsgrunnlag som forebygger farer knyttet til natur og klimaendringer samt identifisere og ivareta viktige naturmangfold- og landskapsverdier i planlegging.

De fremhever også viktigheten av at man ved fortetting er særlig aktsom rundt det å bevare naturverdier i nærmiljøet og at utbygging ikke medfører økt sårbarhet for naturhendelser og klimaendringer. De knytter betydningen av et godt nærmiljø opp mot folkehelse, og peker på den store faren for negative helseeffekter knyttet til støy og lokal luftforurensing. «Sammenhengende grønnstruktur og åpne vannveier i og rundt norske byer og tettsteder bidrar til naturmangfold, opplevelser, kunnskap og livskvalitet, og kan dempe effektene av klimaendringer» (NF, 2015).

KOMPAKT BYUTVIKLING

Fortetting fremfor byspredning og kompakt byutvikling er og har vært det gjeldende ideal innen byutviklingen i lengre tid. Dette med støtte både i nasjonal politikk, blant forskere og planleggere (Hanssen, Hofstad, & Saglie, 2015). Etter hvert har ideen om at en strategi for bærekraftig utvikling bør gå i retning av kompakt byutvikling, fått stor oppslutning i norsk politikk, i planleggingsmiljøet, og ikke minst har markedet gledelig respondert og fulgt opp med fortettingsprosjekter over hele landet. At fortetting i urbane omgivelser, og dermed i en videre forstand urbanisering, kan bidra til en mer miljøvennlig samfunnsutvikling, pålegger byutviklingen store utfordringer, men også muligheter.

Noen av hovedutfordringene for å skape en bærekraftig byutvikling i Norge er blant annet at byene tilpasses klimaendringer, energiforbruket begrenses, forurensning reduseres, naturområder beskyttes og at man sørger for et trygt og sunt miljø for innbyggerne (Næss, 2012).

Kunnskap og forståelse om lokalklima kan bidra til å redusere energibehovet til oppvarming og drift av bygninger og man kan oppnå dette ved å anvende lokalklimakunnskap når bygningsmasse skal lokaliseres, formes og grupperes. Gjennom lokalklimahensyn i planlegging kan vi altså unngå å bygge i skyggefulle og vindutsatte områder samt å dra fordel av den stedsbudne topografien for å gi beskyttelse mot vær og vind samt ta i bruk vegetasjon for å forbedre klimaet rundt bygningene (Næss, 1997).

2.2 FORTETTING OG BYKLIMA

At fortetting kan være en bærekraftig strategi for å motvirke globale klimaendringer, men at dette imidlertid også kan gå på bekostning av lokale miljøhensyn, omtales av blant annet Petter Næss i artikkelen *Bærekraft og klimahensyn i planlegging* (Aarsæther, 2012). Jeg vil i denne oppgaven rette særlig fokus mot lokalklimahensyn i byene (byklima) fordi det er nettopp her vår inngripen og endring av lokalklimatiske forhold er størst (Fægri & Det Geofysiske, 1944). Dette gir også plan-

leggerne en stor mulighet til å påvirke designprosessen og sørge for at vi skaper gode og sunne, attraktive steder for mennesker.

Lokalklimahensyn kan være en ressurs som sikrer viktige kvaliteter når vi driver med arealplanlegging. I urbane områder, hvor det er ønskelig med fortetting og høy arealutnyttelse, blir det ofte press på arealer som kan være av betydning for det lokale klimaet. Det er også grunn til å anta at et godt lokalklima kan være en forutsetning for bedre folkehelse ved å legge til rette for gode og sunne miljøer der vi bor og oppholder oss. Attraktive uteoppholds- og byrom med klimatisk komfort er et premiss for økt aktivitet og sosiale møteplasser. Og ikke minst kan lokalklimahensyn beskytte mennesker mot helseskadelig eksponering av forurenset luft.

2.3 PROBLEMSTILLING

Jeg tar utgangspunkt i at vi i Norge både har et kunnskapshull og en styringsutfordring når det kommer til lokalklimahensyn og dette ønsker jeg å finne svar på gjennom oppgaven.

Problemstillingen er derfor; Hvorfor bør lokalklima få større relevans i byplanlegging, og hvordan kan hensynet styrkes?



Figur 2.1. Norge har en stor variasjon i lokalklimatiske forhold, og en kan grovt dele landet inn i nord; der snødrift dominerer; vest som er vindutsatt og/ eller med trange daler og fjorder, og øst som er dominert av innlandsgryster (Hanne Jonassen, intervju). Bilde viser en snøskavle ved Lille Ørntind (Foto: Camilla Henrikke Daae-Qvale).



KAPITTEL 3 METODISK GREP

3.1 VALG AV METODE

Valg av metode er som regel styrt av hva slags problemstilling man har. Min problemstilling stiller spørsmål ved hvorfor og hvordan lokalklimahensyn kan og bør styrkes i byplanlegging og forutsetter en påstand om at hensynet behøver å styrkes. Både problemstillingen og påstanden er av kvalitativ karakter, og gjennom ulike undersøkelser skal jeg komme frem til en anbefaling til hvordan lokalklima kan styrkes i byplanlegging. For å svare på problemstillingen vil jeg anvende både kvalitative (for eksempel intervju) og kvantitative (for eksempel dokumentgjennomgang) metoder.

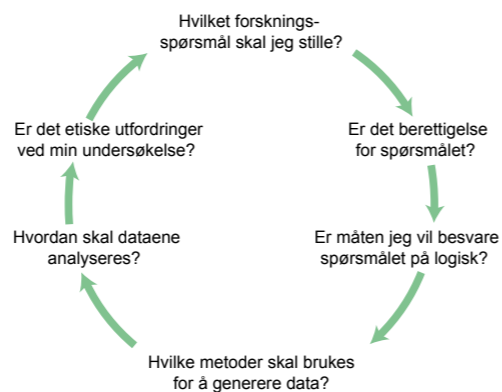
Men før jeg kan komme med anbefalinger til hvorfor og hvordan lokalklimahensyn kan eller bør styrkes, må jeg fullt ut forstå hele konteksten. Jo større forståelse jeg har for rammeverket mitt tema befinner seg i, dess større er sannsynligheten for at mine anbefalinger er relevante og faktisk kan bidra til en endring. Jeg ønsker å delta i den allerede eksisterende diskursen knyttet til temaet, og Stuart Farthing beskriver dette slik;

”Before a situation has been satisfactorily described, it cannot be explained, and until we know something about the problem and why it exists, we cannot hope to make a recommendations for changing it” (Farthing, 2015, s.46).

Selv om det finnes mye forskning om kunnskapsgrunnlaget til lokalklima og urban klimatologi (naturvitenskap og særlig innenfor meteorologien), har jeg funnet langt mindre data rundt anvendelsen og kunnskapsoverføringen fra vitenskap til praksis av lokalklimahensyn i norsk planlegging.

MITT FORSKNINGSDESIGN

Problemstillingen kan undersøkes på mange måter og derfor var det viktig å bruke god tid på å finne et forskningsdesign som både gir gode svar, som sikrer etterprøvbarehet, som er motiverende og som har forutsetninger til å være gjennomførbare. For å strukturere oppgaven brukte jeg ”The Cycle of Research Design” til Farthing. Problemstillingen (forskningsspørsmålet) har blitt endret og tilpasset underveis for å sikre at problemet jeg undersøker er relevant og for å unngå å gjenta spørsmål som allerede er besvart.



Figur 3.1. The cycle of research design (basert på Farthing, 2015).

PERSONLIG INTERESSE

Man kan velge ulike strategier for hvordan man velger å undersøke et problem, som for eksempel med et helt åpent utgangspunkt eller med hypoteser forankret i en teori. Uansett tilnærming er det viktig å være klar over sin egen bakgrunn, sine interesser og verdier samt å forstå hvordan dette kan påvirke utviklingen og gjennomføringen av en forskningsoppgave. Jeg har studert ved AHO og NMBU, og jobber for øyeblikket som praktikant hos Asplan Viak. Gjennom jobben ble jeg introdusert for lokalklima og har bidratt i tema- og konsekvensutredninger. Da jeg har noe erfaring med lokalklimahensyn innebærer det at jeg må være ekstra påpasselig med å unngå å trekke egne slutninger, og hele tiden ha fokus på å gjennomføre etterprøvbare forskning. Innledningsvis hadde jeg en myldre-fase hvor jeg bredt samlet informasjon gjennom søk på litteratur, rapporter og forskning. Jeg deltok også på seminarer i regi av NAL og CIENS for inspirasjon. Jeg formulerte hypoteser og diskuterte disse med veileder og fagpersoner.

Jeg har funnet lite relevant forskning og teori på anvendelse av lokalklima i byplanlegging. Lokalklimahensyn er heller ikke nevnt direkte i relevante lover og regler og tema er verken en del av den politiske debatten eller diskursen innad i fagmiljøet. Derfor mener jeg det er riktig med en relativt generell og overordnet problemstilling.

3.2 MINE UNDERSØKELSER

Den overordnede problemstillingen er hvorfor lokalklima bør få større relevans i byplanlegging, og hvordan hensynet kan styrkes. For å besvare problemstillingen har jeg stilt opp 4 påstander som skal besvares gjennom ulike metoder og undersøkelser. De beskrives mer utfyllende i hvert sitt kapittel for å sikre etterprøvbareheten av mine resultater.

Påstand 1: Det foreligger mye kunnskap om lokalklima, og lokalklimahensyn er en viktig ressurs for byutvikling.

Påstanden skal undersøkes ved å gjennomføre en *litteraturstudie*. Litteraturstudien bygger på en bred gjennomgang av eksisterende kunnskap om hva lokalklima er, og jeg tar for meg både nasjonal og internasjonal litteratur. Undersøkelsen skal gi svar på hvilke fag som utgjør kunnskapsgrunnlaget for lokalklima så vel som i hvilken grad dette er relevant og anvendbar kunnskap for landskapsarkitekter, arkitekter og planleggere. Litteraturstudien skal oppsummeres med en definisjon på hva lokalklima og lokalklimahensyn er, og hvorfor lokalklimahensyn kan være en ressurs innen byutvikling, spesielt når en ønsker å fortette med kvalitet.

Påstand 2: Lokalklima er ikke tilstrekkelig hensyntatt i det kommunale plansystemet.

Påstanden skal undersøkes ved å gjennomføre en *dokumentstudie*. Undersøkelsen skal gjøres ved hjelp av søkeord som utledes av definisjonen fra litteraturstudien. Kommuneplanen er det viktigste styringsdokumentet i norske kommuner og skal gjenspeile kommunens strate-

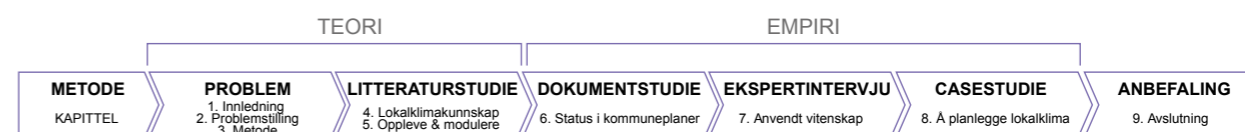
giske mål. Undersøkelsen utføres ved å gjennomføre søk med søkeordene på et visst antall geografisk representative kommuneplaner. Resultatet vil gi en indikasjon på om lokalklima som tema er aktuelt i norske kommuner. En svakhet ved studien er at jeg ikke får undersøkt alle kommuneplaner og jeg har heller ikke hatt anledning til å gi kommunene muligheten til å se på resultatet av min forskning eller svare på om de følger opp tematikken på annet vis. Likevel mener jeg at undersøkelsen gir et godt nok overordnet bilde av situasjonen i Norge for å kunne besvare påstanden.

Påstand 3: Det er mest hensiktsmessig å styrke lokalklimahensyn på kommuneplannivå.

Påstanden skal undersøkes ved å gjennomføre *ekspertintervjuer*. Det er viktig å få bekreftet problemstillingen og påstanden av personer som har ekspertise innen ulike men relevante fagområder. De har erfaring fra praktisk arbeid, og har kunnskap jeg ikke kan finne gjennom egne studier av litteratur. Intervju kan også benyttes for å få en validering av egne funn i forutgående undersøkelser.

Påstand 4: Det finnes gode eksempler i andre land som kan anvendes i det norske plansystemet.

Påstanden skal undersøkes ved å gjennomføre en *case-analyse*. Med bakgrunn i både forståelse av hva lokalklima er og innsikt gjennom samtaler med eksperter skal jeg undersøke om modeller fra andre land kan anvendes når jeg skal komme med konkrete anbefalinger til hvordan lokalklimahensyn kan styrkes i norsk kommunal planlegging.



Figur 3.2. Fremstilling av mitt forskningsdesign i kronologisk rekkefølge. Forskningsdesign omfatter alt som har med oppgaven å gjøre, og logikken i metodevalget mitt gjenspeiler både hvordan oppgaven er strukturert og forskningen utført fra start til slutt. Det ble logisk for meg å stille opp påstander og besvare disse i en rekkefølge som bidro til at mitt kunnskapsnivå økte underveis i prosjektet gjennom teori/litteraturstudier og undersøkelser. Denne innsikten var viktig for å få til gode intervjuer med eksperter. Ulike metoder ble valgt for å sikre et godt datagrunnlag, både for å ha nok materiale å forske på, men også for at svarene er gyldige og til en viss grad etterprøvbare.

KAP 4 KUNNSKAP OM LOKALKLIMA

INTRO

Dette kapitlet ser nærmere på hva klima, lokalklima og byklime er, hvordan vi opplever lokalklima og hva vi kan påvirke. Datagrunnlaget for dette avsnittet er generert gjennom et omfattende litteratursøk, både nasjonal og internasjonal litteratur, og nærmere dokumentstudier av utvalgt teori, forskning, veiledere og foredrag om temaet. Det er skrevet mye om lokalklimahensyn i varme og tropiske klima, men i min sammenstilling av tematikken presenteres kun funn jeg anser som relevante for klima i Norge. Kapitlet oppsummeres med en definisjon på lokalklima og lokalklimahensyn. Funn og forståelse fra teori og litteraturdelen danner grunnlag for egne undersøkelser som følger i kapittel 6,7 og 8.



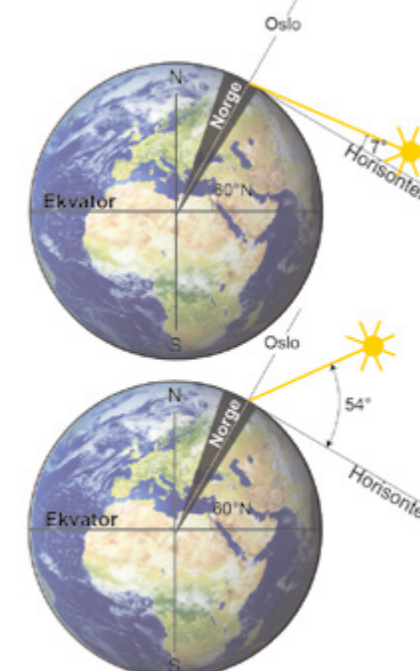
Figur 4.1. Klima i Norge er i stor grad preget av landets dramatiske topografi. Foto: Erlend Haaberg

4.1 NORDEN VÅRT LIVSMILJØ

«God dag, god dag, dette her er Metrologisk institutt, vi kan melde om at regnet nå tar slutt og det blir sol, sol, sol!». Det er nå mer enn 150 år siden Henrik Mohn grunnla Meteorologisk Institutt, og dermed etablerte vitenskapelig værvarsling basert på nasjonal klimatologi. Det rår liten tvil om at vi i Norge er opptatt av vær og vind og til alle tider har mennesker søkt etter, og bosatt seg i, områder med bedre forutsetninger for mat og gode boforhold. Dette gjelder kanskje særlig for et land som Norge, som i motsetning til land rundt Middelhavet, ligger utsatt til for naturkreftene. Norge ligger mellom 58N og 71N, men sammenlignet med andre områder på samme breddegrad, har vi et relativt mildt klima grunnet stortilt sirkulasjon av varmt vann fra Golfstrømmen og vind fra sørvest som fører varm fuktig luft inn mot kysten. Vi bor med andre ord i værharde strøk, men med et variert klima.

HVA ER KLIMA

Klima er det typiske værmønsteret på et geografisk område, og man snakker ofte om forekomsten av middelverdier og hyppigheten av fenomener. Klimaet i Norge, og på jordkloden for øvrig, er et resultat av mange faktorer hvor beliggenhet i breddegrader er det som har størst betydning. Dette skyldes den direkte sammenhengen med solens stilling på himmelen og



Figur 4.2. To figurer som viser solens posisjon på horisonten sommer (54°) og vinter (7°). Den "lave" vintersolen kan by på utfordringer.

den varmen som tilføres jordoverflaten. Andre viktige faktorer er havets påvirkning, spesielt da vann jevner ut temperaturvariasjon. Videre har havstrømmene effekt på temperaturen og fungerer som kilde for fuktighet som igjen har nær sammenheng med nedbørmengde. Temperaturmotsetningene mellom pol og ekvator og mellom land og hav setter opp sirkulasjonsmønster (vind) som sammen med eksempelvis den skandinaviske fjellrekken forsterker den store forskjellen mellom kystklimaet i vest og innlandsklimaet i øst.

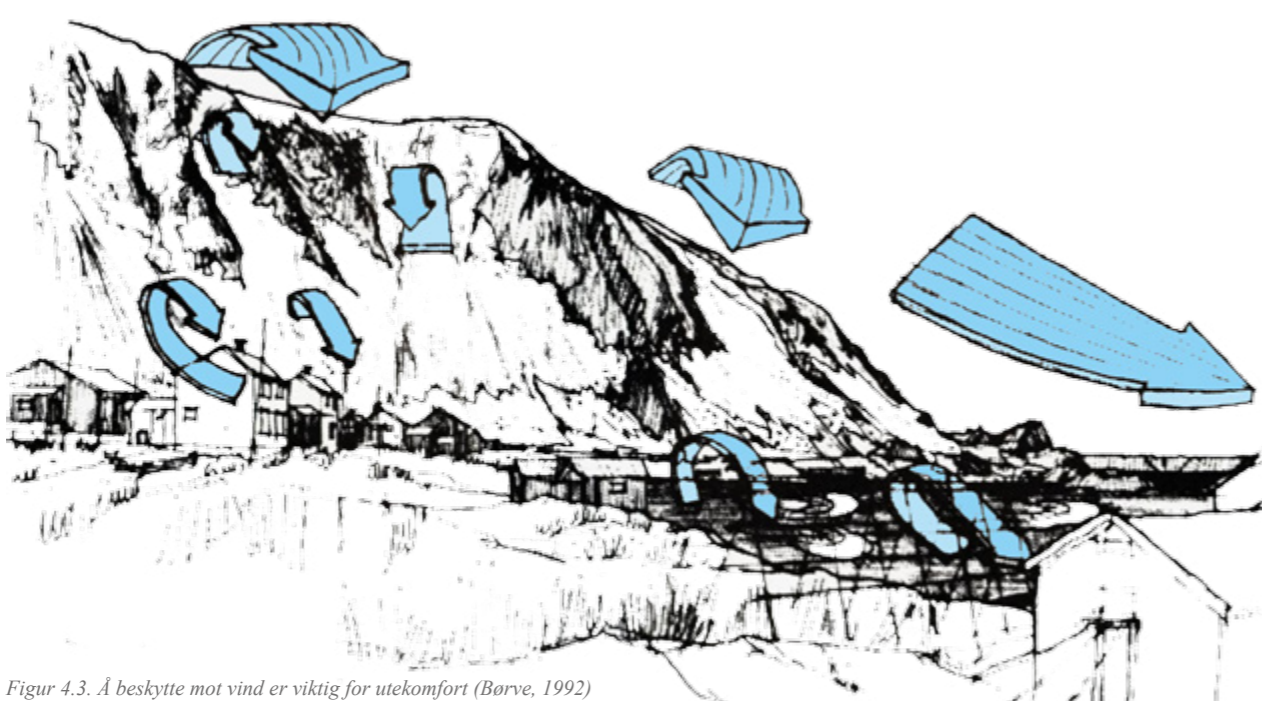
Typiske kjennetegn for flere steder i Norge er store sesongbaserte variasjoner, store lokale forskjeller ofte på grunn av fjell og fjorder som kan gi store temperaturforskjeller, varme somre, kalde vintre, og til dels hyppig ekstremværsituasjoner. For å beskrive det typiske klimaet på et sted referer man til klimanormaler eller «normalverdier», som er verdier basert på målinger over flere årtier. Perioden strekker seg over 30 år, og er viktig når vi skal sammenligne dagens klima med fortiden og ikke minst fremtiden. Det er også data fra disse framskrivningene som legges til grunn for dimensjonering av bygg og infrastruktur. Dagens klimanormal er basert på innsamling av data fra 1961-1990, men det kan i tillegg også være hensiktsmessig å beregne uoffisielle normalverdier. For en rekke variabler har det vært betydelige endringer i nyere tid, og det er derfor beregnet verdier for den ferskere trettiårsperioden 1985-2014, og det anbefales at resultater for denne perioden benyttes for planleggingsformål for de neste 10-20 årene (Klima i Norge 2100, Miljødirektoratet, 2015).

VÆR ER ØYEBLICKETS KLIMA

Ifølge Store Norske Leksikon (Dannevig, 2018) beskriver klima det gjennomsnittlige været for et område over lengre tid, mens været bestemmes av atmosfærens tilstand i øyeblikket. Tidsskalaen for endringer i atmosfæren er typisk timer til dager. Når vi beskriver og omtaler begrepet vær omfatter det svært mange faktorer som hovedsakelig inngår i fenomenene temperatur, fuktighet, skydekke, nedbør, synsvidde og vind.

NEDSKALERT KLIMA

Det fremkommer av ordet lokalklima at man her tar for seg klima i en mindre skala. Ifølge Store Norske Leksikon strekker lokalklima (Mamen, 2018) seg over en strekning på noen hundre til noen tusen meter, og typiske lokalklimatiske fenomener er nattlig strålingståke og



Figur 4.3. Å beskytte mot vind er viktig for utekomfort (Børve, 1992)

fjell-forårsakede (orografiske) skyer. Videre skriver de at lokalklimaet kan variere fra sted til sted da terreng, fuktighetskilder, vegetasjon og bebyggelse har mye å si for temperatur, vind, solskinn m.m.

Arne K. Sterten har vært en viktig bidragsyter når det gjelder å definere og sette lokalklimahensyn på agendaen i Norge. Ifølge Sterten står lokalklima som uttrykk for luftrommets egenart innen en geografisk lokalitet. Det er interessant at han allerede i 1968 beskriver luftrommet som en naturressurs, en naturfaktor som fornyer seg selv og sikrer organisk- og menneskets eksistens, og at det blir et miljø når denne ressursen blir tatt i bruk for å dekke funksjonelle behov (Sterten, 1968, s. 7).

KUNNSKAP OM LOKALKLIMA

Som vi har sett påvirkes det lokale klimaet i stor grad av klima, og kunnskapen om de klimatiske fenomener som påvirker dette finner vi i teknisk-naturvitenskapelige fag. Klima er resultatet av et stort og komplekst samspill av mange faktorer, men forskning fra fysikk, biologi og kjemi gir viktig kunnskap som kan forklare store og lokale forhold, som igjen kan anvendes innen planlegging.

”For at oversiktsplanleggeren skal kunne inkorporere det atmosfæriske miljø i sine analyser og gi det den vekt det fortjener, så må han på den ene side kjenne den jordnære atmosfæres fysiske egenart og biokjemiske kvaliteter og deres variasjoner fra sted til sted og fra tid til annen” (Sterten, 1968, s. 2).

Ifølge rapporten *Klima og luftmiljø* skriver Børve at sivilisasjonen langt på vei har mistet evnen til å leve i balanse med naturen og dens lover, men at vi kan snu dette med økt kunnskap om naturprosessene (Børve, 1992). Ifølge Børve har klima- og luftmiljøhensyn i fysisk planlegging to sider. For det første utsetter vær og klima ulike geografiske områder og landskapstyper for forskjellige

påkjenninger og for det andre vil våre inngrep i landskap og naturprosessene i seg selv påvirke vær og klima. Rapporten sier at vi kan oppleve og ta hensyn til klima og luftmiljø på tre ulike måter (se tabell 4.1)

I lys av økt kunnskap og forståelse rundt effektene av klimaendringer, har miljøfaglige forhold fått økt oppmerksomhet, spesielt arbeidet med klimatilpasning. Et godt eksempel på betydningen av kunnskap og tilpasning både på kort og lang sikt, er håndtering av overvann. Hydrologi gir oss blant annet kunnskap om nedbør, og ikke minst grunnlag for prognoser og varsler om flom. For lokalklima er det spesielt kunnskap i naturgeografi, og da særlig topografi og klimatologi, som er viktig. Mens topografien åpenbart er av stor betydning i et land med fjell og fjorder, er klimatologien den faktoren som er av størst betydning for å forstå det lokale været. Klimatologien bygger på vitenskap fra meteorologi, som er vitenskapen om atmosfærens prosesser og som vanligvis omfatter studier av lufthavet opp til ca. 100 km over bakken (Harstveit, 2018).

Tabell 4.1 Liste som beskriver hvordan vi kan oppleve og ta hensyn til klima og luftmiljø på tre ulike måter (Børve, 1992)

Trusselfaktor	Arealmangel fører ofte til at vi tøyser grensene og bygger i spesielt klimautsatte soner, og ukynlig utbyggingen er ofte med å forsterke og forverre klimaforholdene. Klima og luftmiljø er en trusselfaktor, enten den i utgangspunktet er naturgitt eller den er skapt av oss selv.
Stressfaktor	Menneskeskapt inngrep forårsaker stresssymptomer, og konsekvensene er at omgivelser tæres bort (dårlig luftmiljø), samt mangel på uteoppholdssoner som er klimaskjermet eller har luftkvalitet og støynivå som gir trygghet og skaper trivsel. Stresssymptomer kan unngås eller reduseres betraktelig ved at plan- og byggetiltak er tilpasset stedlige gitte stressfaktorer i klima.
Ressurs- og trivselsfaktor	Kunnskap om klima kan brukes for å planlegge på en måte som er energimessig gunstig og som gjør det mulig, sunt og mer komfortabelt å være ute.

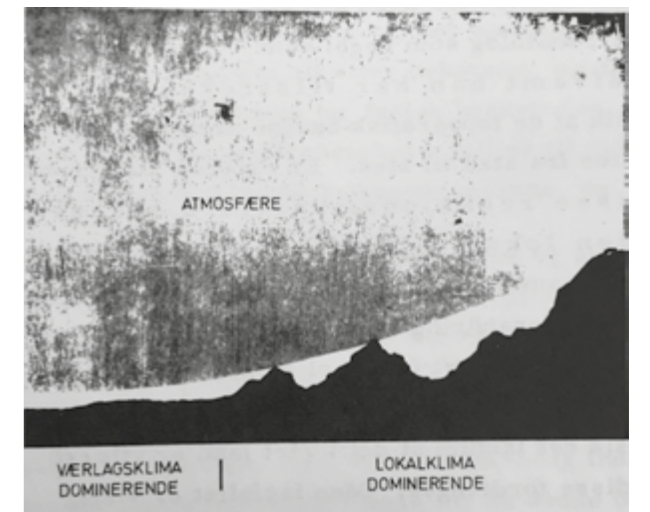
4.2 DEN VIKTIGE KLIMATOLOGIEN

Meteorologien gir informasjon som er svært nyttig innen planlegging. Mens man i aerologien studerer høyere luftlag i atmosfæren, kartlegger og studerer klimatologien variasjon i klima fra sted til sted. Bildet nedenfor viser når terrengbestemte lokaleffekter er av stor eller mindre stor betydning. For eksempel vil man i et flatt og ensformig landskap, i motsetning til et mer kupert terreng, kunne dra nytte av værlagsklimatologien.

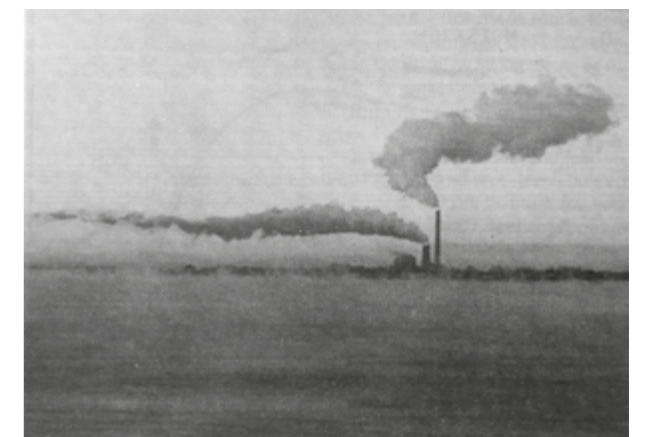
Topoklimatologien studerer samspillet mellom jordoverflaten og det nærmest luftsjiktet. Det hvite området i figur 4.4. viser sjiktet der topografiske særpreg er til stede og hvor vi får soner med lokalt varierende klimategenskaper mellom jordoverflaten og det som kan kalles den frie atmosfære. Lokalklimatologiske undersøkelser gjøres ved hjelp av statistisk data, som igjen er avhengig av å ha tilgang på gode datagrunnlag/målinger. Værklimatologisk informasjonsmaterie er strengt tatt bare gyldige i det området hvor målingene blir foretatt (Oslo har for eksempel 4 målestasjoner), men kan anvendes for nærliggende områder forutsatt at man tar hensyn til terrengbestemte lokaleffekter.

”Lokalklimatologi er omfattende og kostbart, derfor vil det i praksis ofte bli en skjønnsvurdering av en lokalklimatolog, der grad av nøyaktighet beror på hans erfaringsbakgrunn” (Sterten, 1968s. 4).

Ifølge Sterten vil en erfaren lokalklimatolog etter hvert lære disse reaksjonsmønstre å kjenne og evner dermed å se den lokale klimakarakter når han kjenner topografien i et område uten å gjennomføre noen som helst måling. Men allerede i 1968 stilte Sterten spørsmål ved hvor mange erfarne og kvalifiserte lokalklimatologer det finnes innenfor dette fagfeltet. Med tanke på dagens samfunnsutvikling og utfordringer relatert til urbanisering, fortetting og klimaendringer er kanskje spørsmålet like relevant den dag i dag.



Figur 4.4. Forskning viser et intimt samspill mellom jordoverflatens topografi og den nærmestliggende atmosfære. Variasjon i topografi gir stor lokal variasjon i klima, og disse terrengbundne lokalklimaforhold gir muligheter og begrensninger for planleggingen (Sterten, 1968).

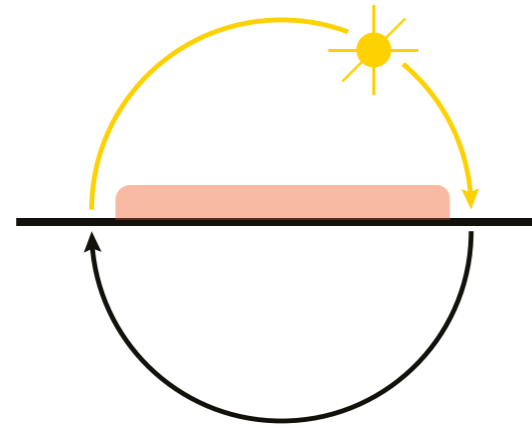


Figur 4.5. Bilde viser damputslipp fra 75 m og 150 m høye pipen i Salem, USA, en svært kald februarformorgen. Dampen fra den laveste pipa føres ut over sjøen med landbrisen, mens dampen fra den høyeste pipa føres med motstrømmen inn over land. I forgrunnen vises frostrøyk over åpent vann. Forståelse for lokale vindretninger som oppstår ved inversjon i en by kan være viktig med tanke på spredning av forurenset luft (Utaaker, 1991).

4.3 LOKALKLIMAETS ÅRSAKSFORHOLD

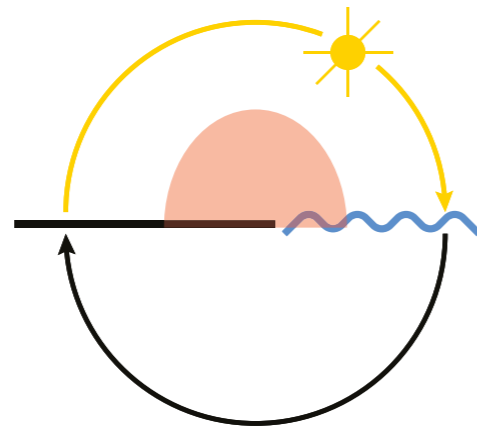
Man snakker ofte om klimakarakterer og de ulike klimakarakterene beror på at jordoverflaten påvirker atmosfæren gjennom sin overflateform og aktiviteten som foregår på den. Det finnes ulike *modifiserende krefter* som virker i atmosfærens bunnsjikt; figur 4.6.-4.11 viser en stegvis oppbygning av disse modifiserende kreftene. Figurer og tekst er i stor grad basert på to kilder; Sterten og Utaaker (Sterten, 1968) (Utaaker, 1991).

Figur 4.6.: På en uendelig jord- eller vannoverflate uten vegetasjon vil overflatens virkning på den nærmestliggende atmosfære i hovedsak ligge i omsetningen av solenergien. Dette gir en døgn- og årstidsvariasjon, men ingen lokal klimavariasjon.



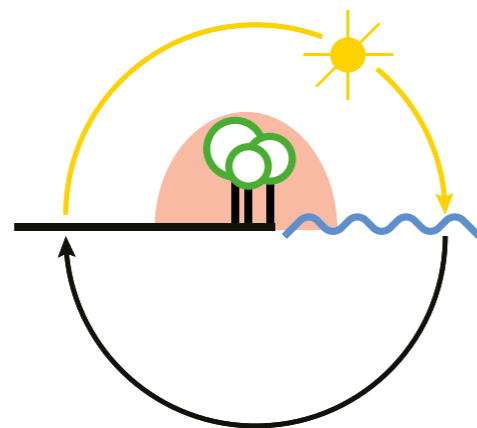
Figur 4.6. På en uendelig overflate vil vi hovedsakelig kun ha en klimasone

Figur 4.7.: I møte mellom land og vann oppstår ulikheter fordi solenergiens omsetning i overflaten er forskjellig. Grensen blir ikke en linje, men en sone – «en lokal strandklimasone» – forskjellig fra begge nabosoner, men samtidig helt avhengig av dem. Noen karaktertrekk vil være at atmosfærestrømninger utrettelig vil forsøke å skape en dynamisk likevekt mellom land- og sjøklimate, men også i strandsoneklimaets døgnvariasjon. Om dagen går luftstrømmingene hovedsakelig fra sjø mot land (pålandsvind), og motsatt om natten (fralandsvind).



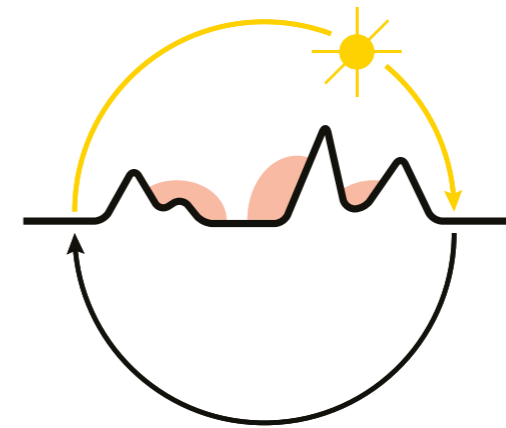
Figur 4.7. Strandklimasone

Figur 4.8.: En ny og sterk klimamodifiserende faktor vil være å innføre planter og trær i form av et vegetasjonsbelte i strandklimasonen. Luftstrømmingene bremses og endrer overflatens varmeholdning. Dette gjelder omsetningen av solenergien og redusert varmetap ved utstråling. I motsetning til tidligere er kontaktflaten mellom jordoverflaten og atmosfæren økt betraktelig. Innkommende solstråler fanges av vegetasjon og jordoverflaten mottar og avgir mindre varmestråling. Sonen får en lun karakter med mindre temperatursvingninger.



Figur 4.8. Vegetasjon er en sterk klimamodifikator

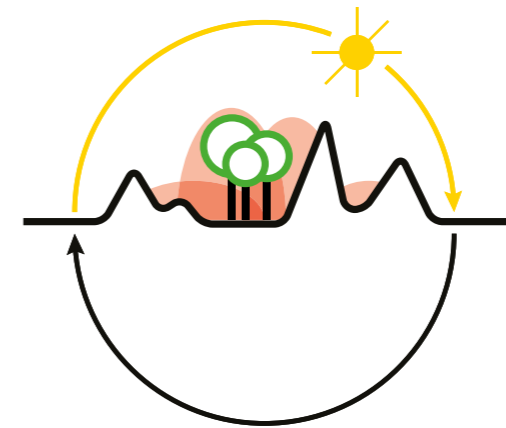
Figur 4.9.: De klimamodifiserende virkninger som følge av et kupert terreng overgår land-vann-kombinasjonen og topografien påvirker klimaet både aktivt og passivt. Overflatens mekaniske innvirkning på atmosfæren blir dominerende, og overflatens termiske prosesser får mange variasjonsmøn-



Figur 4.9. Variert topografi fører til mange klimasoner.

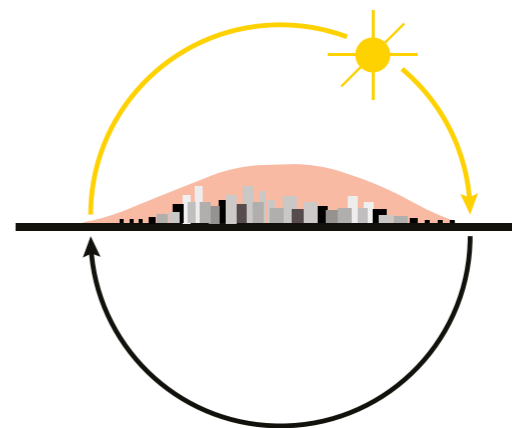
stre basert på helningsforhold og grunnforhold. Oppvarmings- og avkjølingsfase blir også forskjellig fra sted til sted samtidig som vindeksponeringen skifter. Stedvis finnes lune terrenglommes mens daler og pass blir rene vindkanaler. I tillegg kommer termiske ulikheter i fjell- og dalledskap som skaper egne variasjonsmønstre av lokale vindsystemer, som for eksempel dal- og fjellvind.

Figur 4.10.: Legger vi inn vegetasjonens betydning blir jordoverflatens klimamodifiserende virkninger enda mer kompleks med et utall av nye muligheter for variasjon fra lokalitet til lokalitet. Særlig storvokst og tett skogbestand forsterker topografiens mekaniske virkninger. De aller sterkeste virkninger kommer i det *termiske virkningskompleks*. Med dette menes virkningen av at jordoverflaten er skogdekket, og solstråler blir fanget opp av grener og blader, og få solstråler når helt ned til bakken. Solenergien fanges opp av et vertikalsjikt på opptil 20 meter, og ved ekstra tette kronesjikt sier vi at «jordoverflaten» er flyttet opp i kronenivået. Om vinteren er situasjonen en helt annen ved at et snødekke endrer topografien og virkningen til sommervegetasjon og løvverket blir borte. Av den allerede reduserte solenergien om vinteren, omsetter snøoverflaten bare rundt 20% energi. Barskog, i motsetning til løvskog, har likevel en termisk helårsvirkning, spesielt når den er snøfri. Da vil den, som om sommeren, fange både direkte og indirekte solstråler. Altså er barskogens klimamodifiserende betydning som regel enda større om vinteren enn om sommeren.



Figur 4.10. Et utall av lokale klimasoner

Figur 4.11.: Utbygging av byer endrer naturmiljøet drastisk, og åpne, flate vegetasjonskledde landområder blir forvandlet til tettbygde bymiljøer. Områdets strålings- og varmeegenskaper og fuktighets- og vindforhold endres. I tillegg utgjør ofte forurenset luft et problem for beboere i tettbygde strøk. Sammenlignet med klimafaktorer og deres påvirkning av lokalklima er det som regel i byene vi finner områdene hvor menneskets virksomhet gir størst utslag i klimaet på lokal- og til dels også på meso-skala.



Figur 4.11. I byer finner vi en egen "klimasone" som kalles byklimate

4.4 LOKALKLIMA I URBANE OMRÅDER

HVOR LOKALT ER LOKALKLIMA

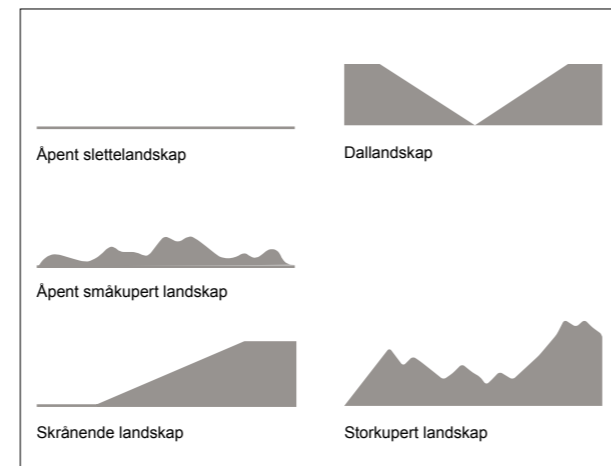
Når vi skal vurdere klima for et lokalt område må vi på ett eller annet vis avgrense studieområdet eller undersøkelsesområdet, ikke bare romlig men også i tid. Denne romlige avgrensning er spesielt viktig i plansammenheng. Men vær og vind er ikke territoriell og lar seg vanskelig avgrense. Det finnes flere betraktninger rundt romlige størrelser for undersøkelser på klima. Tabell 4.2 nedenfor er en gjengivelse fra boken «Mirko- og lokalmeteorologien» og lokalklima tilordnes her en horisontal utstrekning på 100m – 20 km, vertikal utstrekning på 10 cm – 1 km og en tidsskala på døgn- og timeverdier. Men forfatteren Utaaker påpeker selv at det ikke er noen allmennlig enighet om denne inndelingen, og at det ofte ikke blir satt noe skille mellom lokalklima og mesoklima. Dette gjelder spesielt når man ser på tidsskalaen, hvor en i lokalklimastudier ofte ønsker å studere både effekten av vær som forekommer innen døgn- og timeverdier, men samtidig også har behov for å vurdere generelle vurderinger som bygger på 30-årsnormalen (i dag brukes perioden 1961-1990).

LANDSKAPSTYPER OG KLIMAROM

Ifølge Børve er det viktig å lese lokale klimaforskjeller både i det store landskapsbildet og i detaljene (Børve, 1992). For klimaanalyser utarbeidet hun fem hovedlandskapstyper med ulike karakteristiske klimaforhold som gir ulike betingelser for planlegging og bygging. De mest utslagsgivende faktorene i samspillet mellom atmosfære og disse landskapstypene er soltilgang (sol- og skyggesider) og vindeksponering (lo- og leposisjon), og deretter variasjoner i terrengoverflaten, som gir lokale nyanser.

En annen tilnærming til en romlig inndeling av klima kan være å se på landskapsrommets utstrekning basert på klimaparametere, der også menneskers opplevelse av vær og klima kan hensyntas. Begrepet «klimarom» (Nitter, 2008) ble innført av Nitter, og er definert som

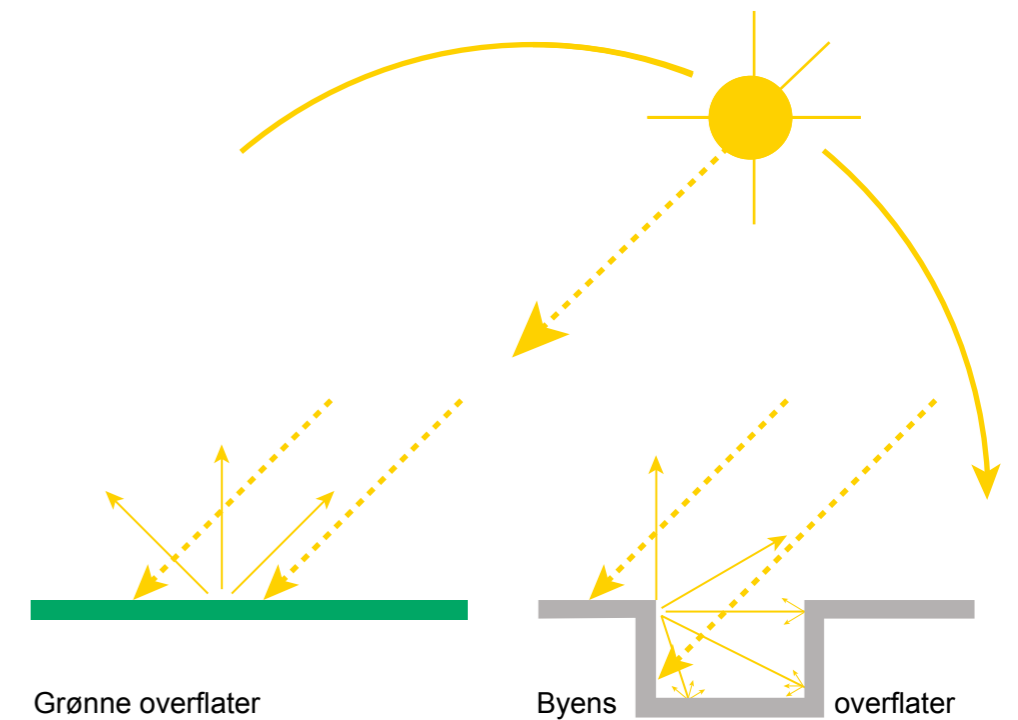
et område der klimaet er ensartet med hensyn til et bestemt klimaparameter, for eksempel temperatur, nedbør, vindretning eller vindstyrke. Området er avgrenset av topografi og vegetasjon. Man kan så anvende klimarom i ulike skalaer, der ett eksempel på klimarom på lokalnivå kan oppleves når vi står i et dalføre og føler at vi er en del av et rom. Et annet eksempel er at man en vindstille og skyfri dag kan oppleve et lokalt lukket værsystem som kalles fjell- og dalvind, generert av temperaturredifferanser, styrt av solen, avgrenset av topografien, og dermed også et tidsbegrenset perspektiv til noen timer om dagen og noen timer om natten. Klimarommets dimensjon endres raskt som for eksempel når vinden dreier, og rommets størrelse endres i løpet av minutter eller timer, men også over lengre tidsintervaller som følge av års sykluser som sterkt modifierer og endrer vegetasjonen.



Figur 4.12. Børves 5 hovedlandskapstyper inndelt etter klimakarakter. Disse forekommer ofte sammensatt, og da må det lages en samlet analyse hvor en fortolker landskapet med noen sterke eller dominerende trekk. I tillegg vil også terrengoverflatens variasjon ha betydning (basert på Børve, 1992).

Tabell 4.2. Tabellen gir et eksempel på forslag til inndeling av klima i ulik skala (Utaaker, 1991)

KLIMA	HORISONTAL UTSTREKNING	VERTIKAL UTSTREKNING	EKSEMPEL
Mikroklima	1 cm - 1000 m	1 cm - 10 m	Klimaet i en potetåker
Lokalklima	100 m - 20 km	10 cm - 1 km	Klimaet i Nes, Hedmark
Mesoklima	10 - 200 km	1 m - 6 km	Klimaet i Hordaland
Makroklima	mer enn 200km	1 m - 50 km	Klimaet i Sør-Norge



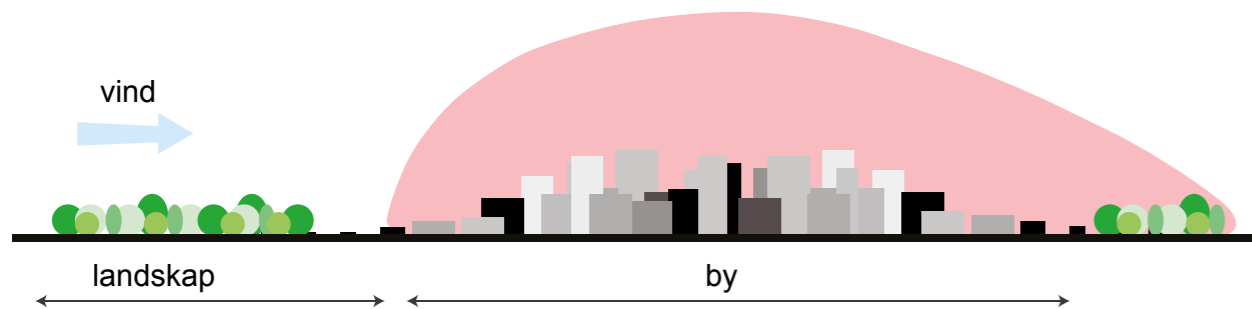
Figur 4.13. Solenergiens omsetning i jordoverflaten (grønne overflater) er veldig forskjellig fra byens harde overflater. Bygningers tak, fasader, gater og alle harde overflater bidrar til en markant økning i refleksjoner av solinnstrålingen og bidrar dermed til økte temperaturer (basert på Franke et al., 1977).

BYKLIMA

Lokalklima i byer skiller seg fra lokalklima i omkringliggende landområder som følge av at «byeffekten» påvirker klimaet lokalt (Utaaker, 1991). Som tidligere nevnt har topografi og overflatype stor innvirkning på lokalklima. Med byklima forstås middelverdiene av atmosfæriske elementer som temperatur, vind, luftfuktighet, stråling og aerosoler (forurenset luft (Neuberth, 1974)). For å forstå og kartlegge byklima finnes det flere metoder, og dette blir nærmere beskrevet i kapittel 8. Men uavhengig av dette kan det være hensiktsmessig at man ved siden av observasjoner og målinger også studerer lokale fenomener som kan fortelle noe om lokalklimaet på stedet. Eksempler på dette kan være retningen røyken tar fra piper under ulike værforhold, at formen på trær kan gi verdifull innsikt i dominerende vindretninger, at forekomsten av planter kan fortelle mye om fuktighet og at temperatur, forekomsten av frost og frostskafer kan bidra til å kartlegge såkalte kaldluftsinnsjøer (se kapittel 4.5) og stagnasjonszoner og så videre (Franke et al., 1977).

Når lokalklima inngår i byplanleggingsprosjekter er man ofte opptatt av god utekomfort der mennesker beveger og oppholder seg. Overordnet kartlegging og simulering i byområder blir ofte for grovmasket for den detaljerings-

graden som er ønskelig når en skal tilrettelegge for lokalklimakomfort på eksempelvis et torg, der sol, strålingsforhold og lokale vindforhold er viktige parametere for god plassering av benker og arealer for uteservering. For kartlegging i slike omgivelser har Lenzholzer utviklet metoder for lokale og til og med mobile målestasjoner, basert på målestasjoner montert på sykler (Lenzholzer, 2015). Videre påpeker Lenzholzer at vel så viktig som målbare fysiske data, er kunnskap om subjektive forhold som går på folks opplevelse av lokalklima. Dette kan være forhold relatert til folks erfaringer med et sted, psykologiske faktorer, opplevelser av materialer, overflater, farger osv. Deler av denne kunnskapen kan innhentes ved hjelp av en metode Lenzholzer omtaler som *mentale kart* der data genereres ved hjelp av kvalitative intervjuer med brukere på plassen. Resultatene kan samles og fremstilles i kollektive mentale kart og gir svært verdifull kunnskap om lokale forhold uten at avansert måleutstyr eller ekspertise behøves.



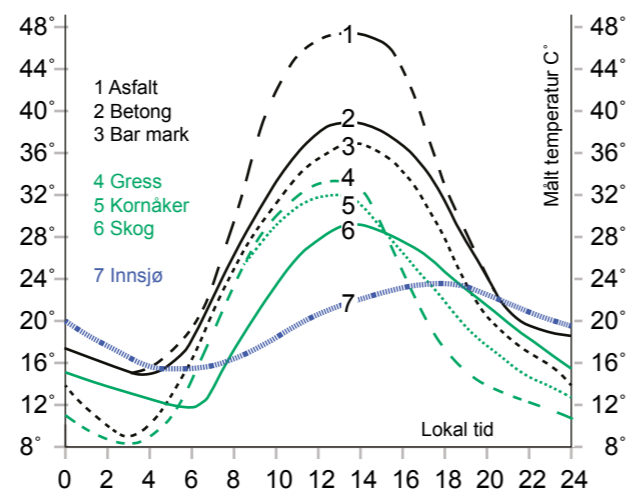
Figur 4.14. Illustrasjon som viser en såkalt «varmeøy». Det oppstår høyere temperaturer i byen på grunn av varmeomsetningen og den økte absorpsjon av varme i overflater og bygninger. Dessuten kan ansamlingen og opphopningen av forurenset luft legge seg som et lokk over byen, noe som kan føre til situasjoner der strålingsforhold blir forandret og vi får mangel på UV-stråling (Franke et al., 1977). (Basert på Robel, 1975).

BYEN SOM VARMEØY

Det som skiller lokalklima i byen og landskapet ellers, er i hovedsak forandring i strålings- og varmeegenskaper samt i fuktighets- og vindforhold. Forurenset luft fra industri, trafikk og fyring påvirker også til en endring i strålingsbalansen. Til tross for at det alltid vil være lokale forskjeller basert på bebyggelse, topografi og varierende forekomst av grøntområder, er det likevel slik at byer i gjennomsnitt er varmere enn omgivelsene. Vi beskriver byen som en varmeøy og temperaturforskjellen er som regel størst om natten (Utaaker, 1991, s. 185).

BYENS OVERFLATER

Byens materialer består i stor grad av «harde overflater», og egenskapene disse har til å absorbere, lede og lagre varme bidrar til en temperaturøkning i byen. I tillegg kommer økningen som skyldes at varmestråling øker betraktelig som følge av refleksjoner i bylandskapet. Disse forholdene, i kombinasjon med at andelen blågrønn struktur ofte er fraværende eller blir fortrent til fordel for utbygging, bidrar til økt temperatur i byene våre. Denne temperaturøkningen kan by på utfordringer av ulike slag, og vi skal ikke langt sørover før varmen i storbyer utgjør et stort problem, ikke bare relatert til komfort men den kan også bidra til mer alvorlige konsekvenser for vår helse og velvære.



Figur 4.15. Overflater har svært ulike varmeegenskaper. Generelt blir overflatetemperaturer i byen mye varmere enn i områder utenfor byen. En effekt av dette kan være forekomsten av «tropisk vegetasjon» i sentrale byområder som er avhengig av høyere temperaturer. Figuren viser temperaturmålinger over et døgn en sommerdag i Tyskland (basert på Fezer, 1975).

GRØNNSTRUKTURENS BETYDNING

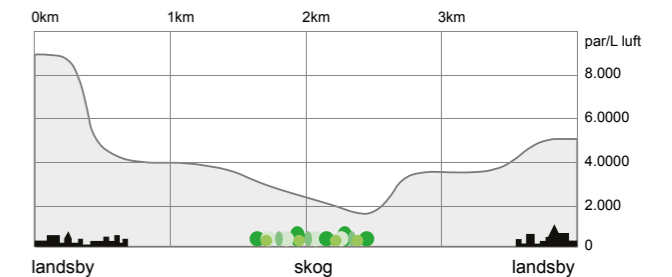
Grønnstruktur har mange viktige funksjoner for lokalklima og luftkvalitet, med klare koblinger til rikelig tilgang på grønne områder, og luftmiljø og luftkvalitet (Jonassen, C. H., 2009). Det er derfor viktig å se grønnstrukturens betydning og lokalklimatiske problemstillinger under ett slik at «viktige utluftingskorridorer og grønne områder med betydning for luftrensning ivaretas og styrkes» (Jonassen, H., 2009).

Topografi sammen med grøntområder kan fungere som viktige ventilasjonskanaler og leder ren luft inn, og forurenset luft ut av bebygde områder. Dessuten trenger byen forsyningsområder for friskluft, som hovedsakelig er å finne utenfor byggesonen, gjerne høyereliggende partier (Jonassen, C. H., 2009). Målinger har vist at skog og gressletter er viktigst for dannelsen av friskluft, og de får sin virkning både om natten og på dagen. Mens slettene varmes raskt opp på dagtid, kjølnes de også fort om natten, og bidrar da med friskluft. På motsatt vis vil det på dagtid, når slettene er varme, være luften under trekroene som er betydelig kaldere enn gresslettene og disse vil da bidra med friskluft (Rist, 1977). Særlig viktig er skogsområder som ligger på sletter som heller mot nord og øst med lite solinnstråling og mye terrengskygge.

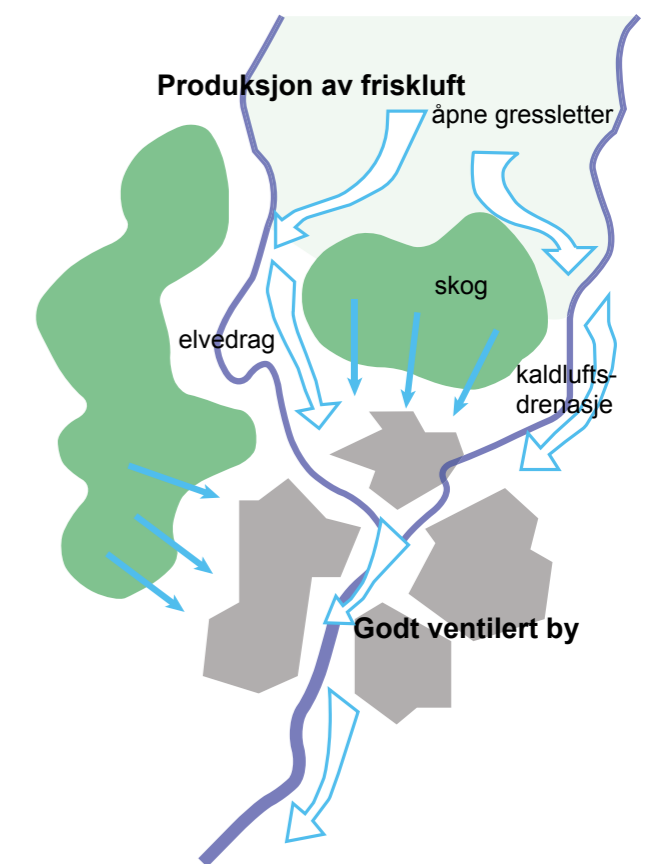
BYENS GRØNNE LUNGER

Grønnstruktur har også en viktig temperaturutjevneende virkning. Deler av solinnstrålingen blir «omformet» ved at vann som ligger lagret i jordoverflaten og vegetasjon fordampes. Virkningen av denne prosessen er langt mer effektiv enn senkning av temperaturen som følge av slag-skygger fra byens bygningsmasse (Franke et al., 1977, s. 13). Derfor er åpne grøntområder, i likhet med vannspeil, svært viktige for å dempe overoppheting i byen.

Vegetasjon omtales som byens grønne lunger og dens virkning som filtersoner, rensing og filtrering av forurenset luft, er av stor betydning (Jonassen, C. H., 2009). Til sammenligning inneholder skogsluft 200 – 1000 ganger mindre støv og sotpartikler enn i byene. Undersøkelser i Frankfurt am Main viser at en bypark sammenlignet med bysentrum inneholder fem ganger mindre støvpartikler per luftenheter, og en bygata med trær sammenlignet med en bygata uten trær, inneholder tre ganger mindre støvpartikler per luftenheter (Franke et al., 1977).



Figur 4.16. Illustrasjon som viser støvinnhold over landskap med henholdsvis bebyggelse, slette og skog. Situasjonen ble registrert utenfor Leipzig (basert på Tannehill, 1951).



Figur 4.17. Diagrammet viser en godt ventilert by, der grønnstruktur (skog og henholdsvis gressletter) er forutsetningen for produksjon og tilførsel av friskluft. Det er viktig å bevare sammenhengende skogsområder, og at gressletter ikke blir bygd ned eller blir beplantet med skog og buskas (basert på Rist, 1977).



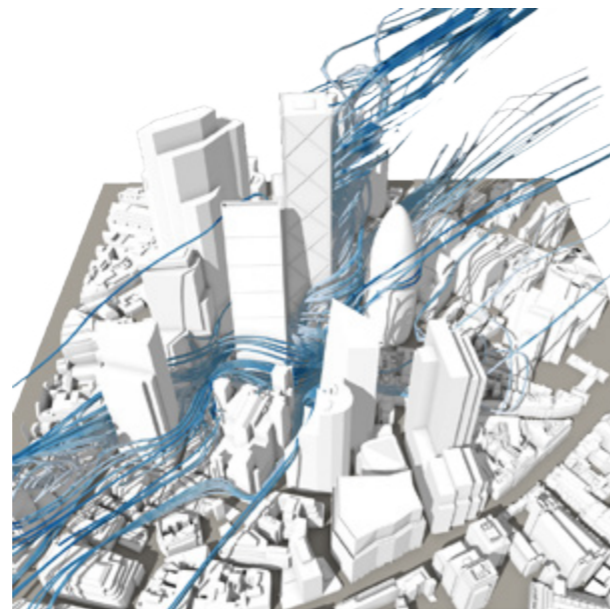
Figur 4.18.-4.19. Viser illustrasjoner av vindberegning av Londons høyhus cluster, med vindstrømmer markert i blått, og et klima-kart av samme område. Illustrasjon Meiring Beyers (Klimaet).

VIND OG TURBULENS

Vind er luft i bevegelse og oppstår som følge av temperaturforskjeller, og det blåser gjennomgående mest i vinterhalvåret når temperaturforskjellen er størst mellom ekvator og polene, og mellom det tempererte havet og kalde kontinenter (kilde SNL). Kald luft er tyngre enn varm luft fordi molekylene er mer tettpakket, noe som gjør at varm luft har en tendens til å stige mens kald luft ofte holder seg mer langs bakkeplan. Når varm luft stiger oppstår det et undertrykk som suger til seg kald luft. Denne enkle forståelsen av hvordan vind oppstår og luftmasser beveger seg, er spesielt viktig når vi snakker om lokalklima og vindforhold som oppstår i en by. Storskalavind i den nordre hemisfære har ofte retning sør-vest (kilde SNL). På en mindre skala oppstår lokale vinder som følge av varmere og kjøligere områder, og disse svake vindene kan oppleves når storskalavind ikke virker. I slike vindstille perioder er denne typen vind særlig viktig for byklima ved at den sørger for frisklufttilførsel og en generell bevegelse i luftmasse, som for eksempel frakter bort luftforurensning.

STERK VIND I BYEN

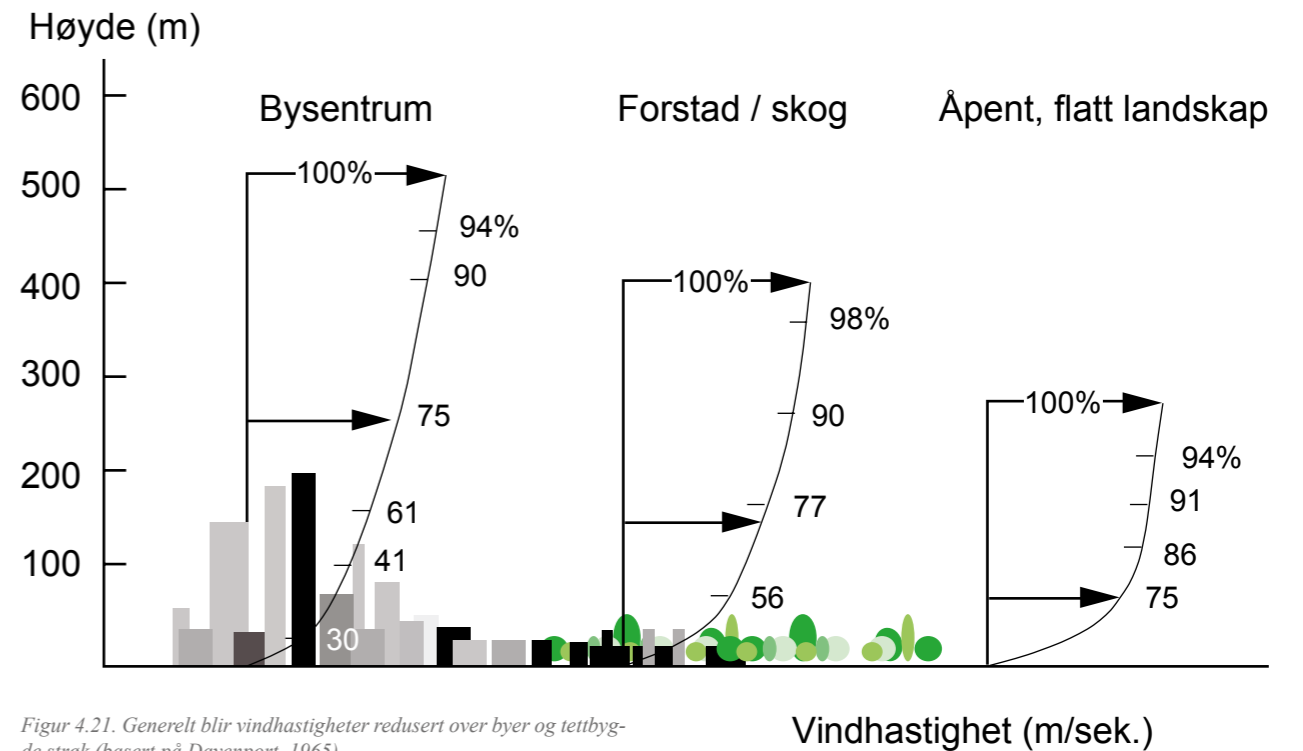
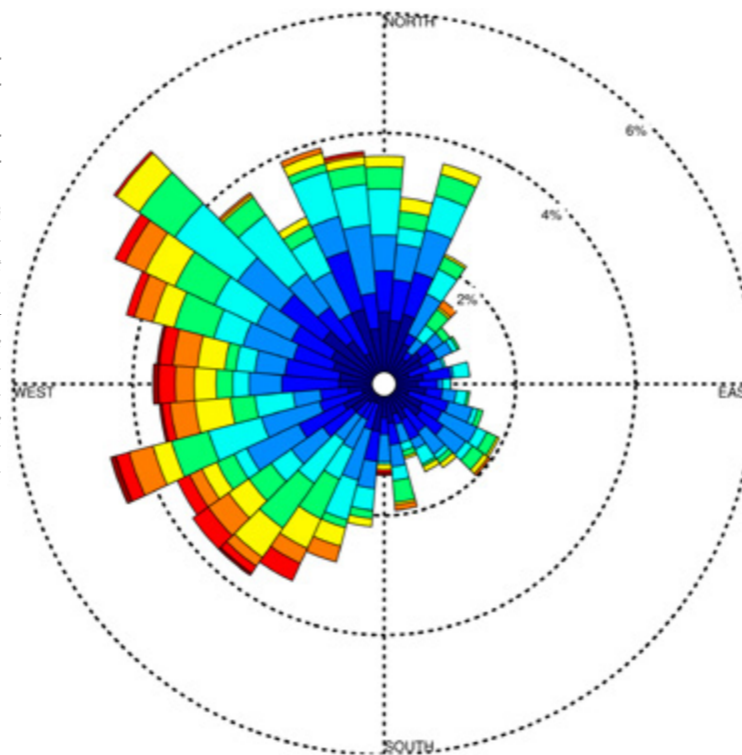
Selv forholdsvis små byer vil ha en merkbar innflytelse på vindens strømning, og jo større byene er, desto større innflytelsen (Houlberg et al., 1979). Byen og urbane områder påvirker luftstrømmen av to grunner; den første er at overflaten til byen medfører økt friksjon, mens den andre er at byen absorberer mer varme enn i et vegeta-



sjonsrikt landskap.

Den første årsaken er altså relatert til *storskalavind* og byens overflate. Ett av de viktigste kjennetegnene på byklima er hvordan egne vindsystemer oppstår, noe som i stor grad skyldes strukturen og høyden på bebyggelsen. Byens bebygde overflate fører til økt friksjon (ruhet) som igjen resulterer i reduserte vindhastigheter. Fenomenet kommer tydelig til uttrykk i vertikale vindprofiler, som vist i figur 4.20. Avhengig av bebyggelse kan vindhastigheten reduseres med inntil 75% (Franke et al., 1977, s. 14), noe som kan være uheldig med tanke på manglende utlufting og frisklufttilførsel. Samtidig kan høyhusbebyggelse føre til lokalt høye vindhastigheter og turbulens, også på bakkeplan. Når vind treffer bebyggelse må den endre retning, og dette vil føre til redusert hastighet på le-siden av en bygning, og tilsvarende en betydelig økning i trange smug der vinden «presses sammen» (Lenzholzer, 2015).

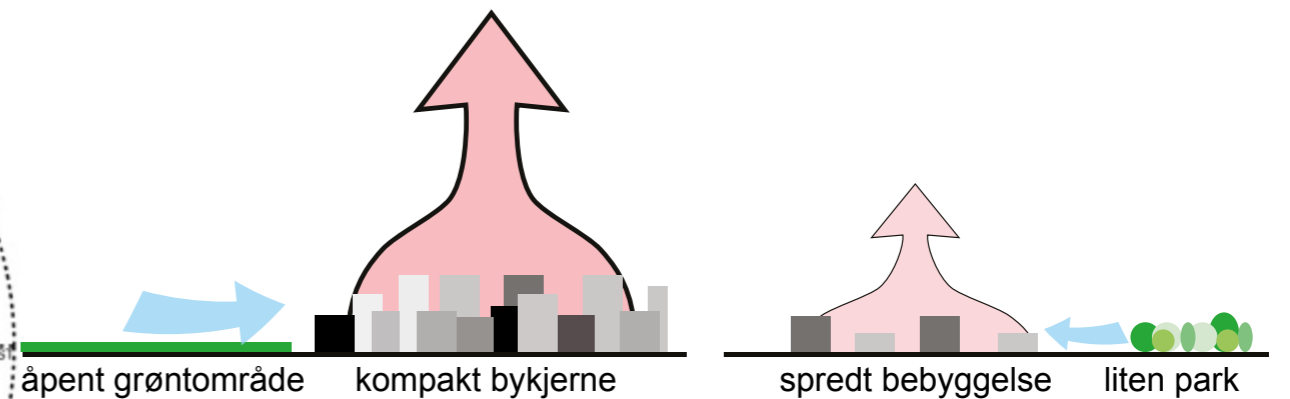
Figur 4.20. Vindrose for Detroit City Airport, for perioden høsten 2010, med vindstyrker i meter per sekund. Rødt angir de sterkeste vindstyrkene. Viftene viser retningen på vinden og sirklene hyp-pigheten angitt i prosent for de ulike vindretningene. Vindroser gir viktig informasjon og blir ofte anvendt når store havneområder skal transformeres til boligbebyggelse for å gi le for dominerende vindretninger. Kilde: Snyder et al. (2014).



Figur 4.21. Generelt blir vindhastigheter redusert over byer og tettbygde strøk (basert på Davenport, 1965).

SVAK VIND I BYEN

I motsetning til vind forårsaket av værlagsklima, har du vind som oppstår som følge av lokale årsaksforhold, og som jeg omtaler som svak vind. Disse svake vindene oppstår som følge av tre fenomen; temperaturforskjell over land og vann, topografiske forhold som for eksempel i et dalføre der oppvarming skjer i ulikt tempo, og temperaturforskjell som følge av «varmeøyprinsippet» som er beskrevet tidligere (Lenzholzer, 2015, s. 39). Eksempler på pålandsvind og dal-og fjellvind er kjente fenomen i Norge. Det siste fenomenet, bevegelse i luftmassene som følge av varmeøy effekten er interessant, og eksemplifiserer en av grønnstrukturens viktigste funksjoner for byklima. Den varme luften over byen stiger og forårsaker at kald luft fra omkringliggende områder suges inn i byen. Jo større forskjellen i temperatur er, dess kraftigere vil kaldluftsdraget være (Lenzholzer, 2015). I Norge er slik naturlig ventilasjon av byene av stor betydning for luftkvalitet (særlig om vinteren med forekomst av forurenset luft og mangel på storskalavind) og komfort (om sommeren når vi for eksempel har såkalte tropenetter). Men effekten av kald luft i bevegelse som følge av temperaturforskjell og topografi er svært viktig, og ses nærmere på i neste avsnitt.



Figur 4.22. Illustrasjon som viser hva som skjer når varm byluft stiger. Det genereres et lavtrykk og kald luft suges inn i byen. Dette er viktig for tilførsel av frisk luft når det er lite vind som sørger for utlufting (basert på Lenzholzer, 2015).

4.5 TOPOGRAFI OG BYPLANLEGGING

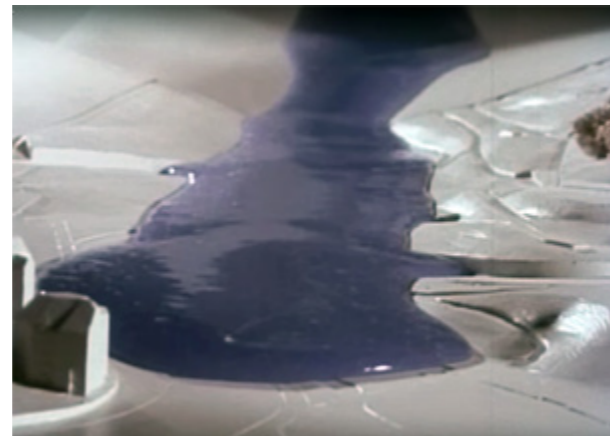
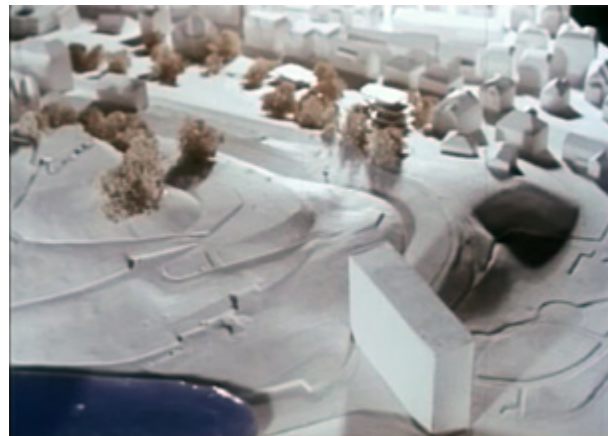
Som tidligere nevnt vil de lokalklimatiske kjennetegnene (modifiserende krefter), også i byklima utjevnes og spille en mindre viktig rolle ved ustabil vær. Men når vi har stabile meteorologiske forhold og lite vind, kan det oppstå utfordringer som er helt spesielle og særegne for byklima. I slike situasjoner er byens frisklufttilførsel overlatt til seg selv og sine nærområder. Virkninger og eventuell hindring av frisklufttilførsel under slike forhold avhenger i stor grad av god byplanlegging og aktiv bruk av grøntstruktur og topografiske forhold (Franke et al., 1977).

KALDLUFTSDRENASJE

Såkalt kaldluftsdrenasje (eller kaldluftelv ifølge Godske (1944)) beskriver et fenomen som oppstår under rolige klart vær. Under slike forhold er temperaturdrift den

eneste motoren som driver luftdrenasjon, og kald luft nær bakken i høyereliggende områder og dalsider siger nedover i terrenget, og følger dalfører eller topografien mot lavereliggende områder (Jonassen, C. H., 2009). Effekten er spesielt virksom i vinterhalvåret, under klarværsperioder sommerstid med stillestående luft og om natten (ibid.).

Når grøntområder befinner seg høyere i landskapet enn byen, vil den kjølige friskluften som produseres følge topografien ned mot byen og bidra til utlufting av den tette, dels forurensede bykjernen. Intensiteten av denne frisklufttilførselen er avhengig av størrelsen på området som produserer friskluft, helningsforhold og bredden på dalsider samt forekomsten av hindringer som bremser luftmassene i bevegelse (Rist, 1977).



Figur 4.23. - 4.26. Bildene viser et forsøk fra Stuttgart der en kaldluftstrøm siger ned fra de skogklede dalsidene inn mot bysentrum. Simuleringen viser hva som skjer når kaldluft møter et hinder, i dette tilfelle en bygning (skjermbilder av video av Scheef, 1976).

KALDLUFTSSJØ

Effekten reduseres altså når den kalde luften møter hindringer, det være seg naturgitte eller barrierer som følge av bebyggelse eller andre terrenngrep. Eksempler på dette er innsnevring i terrenget, demninger, vegetasjonsbelter på tvers av fallretningen på terrenget, men først og fremst store bygninger eller en tett og lukket bebyggelsesstruktur (Rist, 1977). Steder der kaldluft ansamles som følge av hindringer kalles en stagnasjonsone. I slike stagnasjonsoner vil kald luft hope seg opp til den eventuelt klarer å strømme over hinderet (ibid.) eller går i oppløsning fordi den varmes opp. Slike «kaldluftsjøer» kan være lite egnet for skoler, barnehager og boligformål da området ofte kjennetegnes av lav temperatur og lite soltilgang, noe som derfor reduserer kvaliteten på utearealer, og at de som oppholder seg der lettere blir syke grunnet den kalde rå luften (Jonassen, C. H., 2009). I tillegg vil slike områder, dersom det ligger kilder til forurenset luft i nærheten som for eksempel høyt trafikkerte veier, tunnelmunninger, industriområder eller havneområder, bære preg av høye konsentrasjoner av luftforurensning. Over bebygde områder vil den kalde luften varmes opp og gå i oppløsning, noe som hindrer både rekkevidden og effekten av frisklufttilførsel.

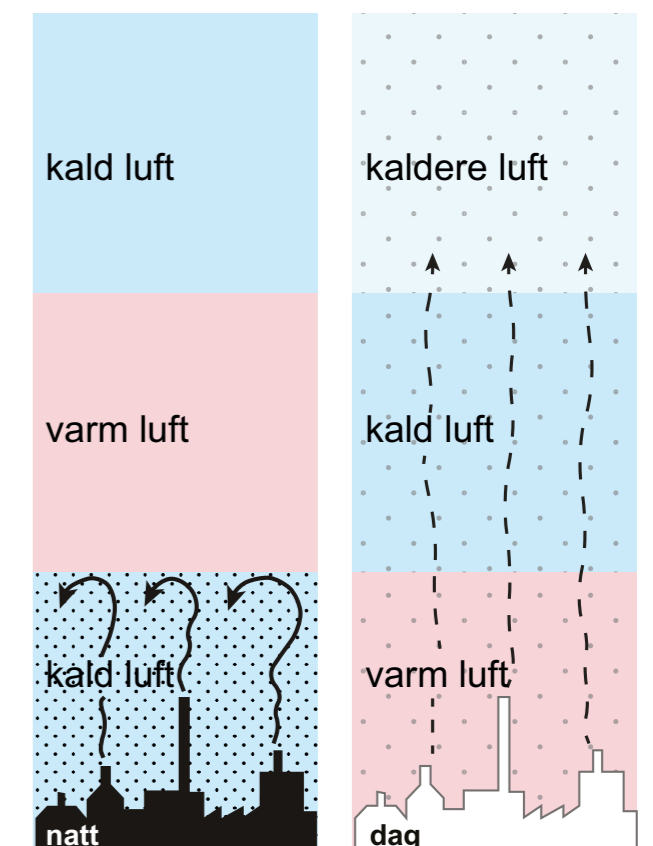
4.6 INVERSJON

Inversjon oppstår ifølge Jonassen, C. H. (2009) i situasjoner når temperaturen øker med høyden noe som resulterer i at kald og tung luft blir liggende langs bakken. Videre sier rapporten at man i slike situasjoner får liten luftsirkulasjon nær bakken, luften blir stabil og det blir lite blanding av luftmassene. Atmosfæriske inversjonsforhold oppstår ofte i vinterhalvåret når det dannes en høytrykksrygg over innlandet på den skandinaviske halvøya (Tønnesen, 1995), men kan også oppstå tidlig om morgenen gjennom hele året før sola står opp (Jonassen, C. H., 2009).

”Bunnsjiktets luft er tung, og dannes den opp i en skråning, vil den langsomt gli nedover som en elv og fylle alle groper i terrenget. Er det åpent vann i bunnen, så oppvarmes luften av vannet. Er gropen ikke fylt med vann, så vil kaldluften som samles her, bli liggende og avkjøles videre med utstrålingen, en kaldluftsjø dannes” (Godske, 1944).

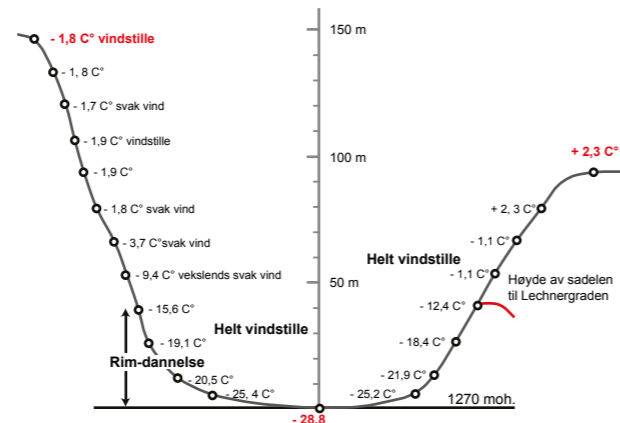


Figur 4.27. Viser bilde tatt i alpine i Østerrike. Utstrekningen til en kaldluftinnnsjø kommer tydelig frem (foto: alpstein).



Figur 4.28. Illustrasjon av inversjonsdannelse. Om dagen oppvarmes bakken mest og temperaturen faller jevnt med høyden. Om natten avgis jordens varme mest til vanddamp og forurensning til luften og det dannes seg et inversjonslag over området (basert på Busch, 1973).

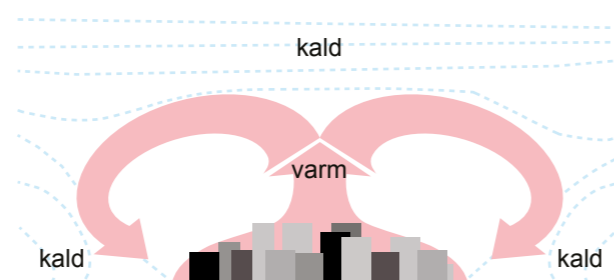
Et ekstremt eksempel på effekten av at kaldluft siger ned i groper, er kuldegropen ved Gstettneralm i de østerrikske alper (se figur 4.29.). Den har gjentatte ganger blitt forsket på, blant annet av W. Schmidt som sammen med kolleger studerte gropen i 1932. Mens Höherstein ligger på en fri fjellknatt er Gstettneralm plassert nede i gropen. Begge stedene ligger på samme kotehøyde, men temperaturmålinger over en periode på en uke i januar 1930 viser store forskjeller. Mens Höherstein jevnt over ligger på rundt 0 grader om natta og 5-7 grader om dagen, ble temperaturen på Gstettneralm målt til 0 grader om dagen og -25 grader om natta (Godske, 1944).



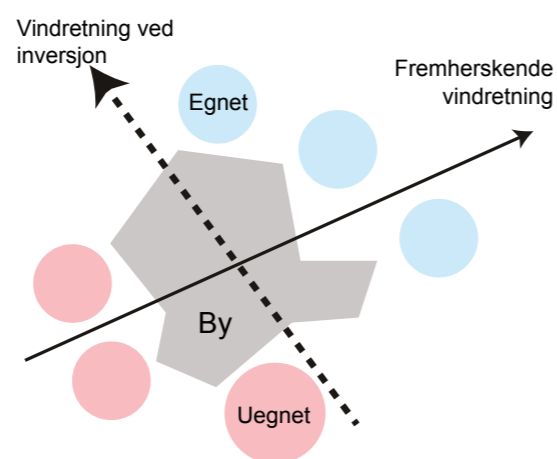
Figur 4.29. Viser profil av Grünloch med Gstettneralm i midten nederst, med temperaturmålinger og vindretninger, utført om morgenen 21. januar 1930 (basert på Schmidt, 1930)

LUFTFORURENSNING I BYEN

Luftforurensning er gasser, faste partikler og dråper i atmosfæren som kan være skadelig for menneskers helse og trivsel, dyr og planter, og/eller klima og gjenstander (Utaaker, 1991). Kilder til luftforurensning kan være naturlige (vinderosjon, skogbrann mv.) men som regel er det forurensning fra industri, oppvarming og forbrenning, veitrafikk, fly og sjøtransport samt avfallsdeponier og landbruk som kan føre til lokale, regionale og globale skadevirkninger. Helsemessig er svevestøv (PM_{10} , $PM_{2,5}$) og NO_x fra biltrafikk (bidrar med eksos som NO_x og slitasje/friksjon på underlag som PM_{10}) det mest fremtredende luftforurensningsproblemet i Norge, og kan forårsake luftveisinfeksjoner, kroniske lungesykdommer og generelt nedsatt lungefunksjon (Andersen, 2018). Selvrensingsprosessen tar lang tid, og for å unngå problemer relatert til forurensningen, er en i stor grad avhengig av atmosfærens evne til å spre og dermed fortynne forurensningen (Utaaker, 1991). Luftforurensning i byene utgjør et stort problem og det forskes på hvilke andre negative helseeffekter dette kan medføre. Når det gjelder luftforurensning i byene er det særlig fokus på effekten av hyppige og gjentatte eksponeringer av høye svevestøvnivåer som for eksempel den totale summen av eksponering gjennom et døgn (målinger på Nationaltheatret stasjon viste svært høye nivåer av svevestøv (NILU-rapport, 20/2016)). Til tross for kort oppholdstid (inntil 20 min) anbefaler Folkehelseinstituttet å redusere nivåene. Videre forskes det på effekter av *lavdoseproblematikk* (langvarig eksponering av lave nivåer) der en antar at dette kan føre til negative helseeffekter som barneastma, fødselsutfall og dødelighet (Nordisk forskningsprosjekt; NordicWelfAir 2016-2020).



Figur 4.30. Viser en situasjon med lukket sirkulasjon i et byområde (basert på Busch, 1973).



Figur 4.31. I byutvikling er det ikke tilstrekkelig å ta hensyn til vindretning når arealer disponeres. Å plassere luftforurensende kilder i le-siden av fremherskende vindretning kan ved situasjoner med inversjon gjøre at forurenset luft ansamlers i boligområder. I rødt er arealer som er uegnet, i blått arealer som er egnet (basert på Franke et. Al., 1977).



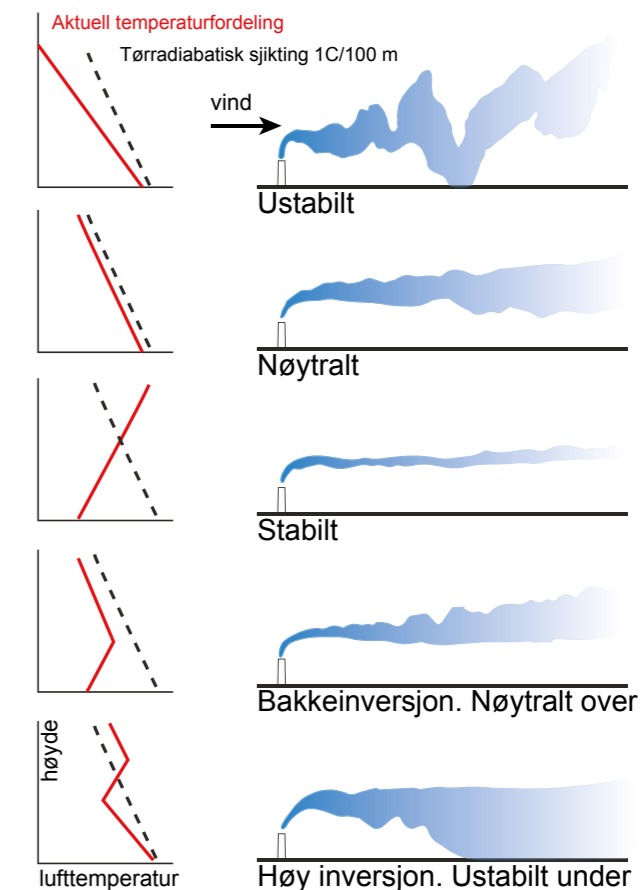
Figur 4.32. Foto av Bergen. Mange norske byer sliter med luftforurensning, særlig vinterstid med kaldt og stabilt vær (foto: scanpix).

INVERSJON OG FORURENSET LUFT

Effekten som fører til en kaldluftinnsjø vil også virke i en dal. En dal kan dessuten være utsatt for store temperaturvariasjoner i dens tverrsnitt, og da spesielt i dalbunnsjonen. Om vinteren vil for eksempel deler av dalbunnen i Groruddalen være utsatt for oppstuvning av kaldluft som blander seg med forurenset luft, noe som periodevis gir store konsentrasjoner av luftforurensning (Jonassen, C. H., 2009).

Det er i slike perioder, gjerne om natten når utstrålingen fra overflaten er høyere enn innstrålingen fra atmosfæren, at kaldluftsdrenasje oppstår. I slike perioder er bevegelsen i luftmassene nær bakken begrenset (>3 m/s) og dermed også adveksjon (spredning) av eventuell luftforurensning (Tønnesen, 1995). I Norge har vi ofte store utfordringer med dårlig luftkvalitet om vinteren og våren da flere uheldige faktorer ofte inntreffer samtidig i dette tidsrommet. De viktigste faktorene er manglende vegetasjon (bartrær har ikke luftrensende effekt om vinteren), mangel på vind, lave temperaturer samt utbredt bruk av piggdekk.

I situasjoner med stillestående luft/inversjon kan det oppstå situasjoner med såkalt termisk turbulens (Busch, 1973), og det kan utvikle seg en lukket luftsirkulasjon (se figur 4.30.). En annen uønsket virkning kan i tillegg oppstå når forurenset og varm luft sirkulerer i et urbant område uten tilførsel av frisk luft (grønnstrukturer og parker vil ha en filterende effekt).



Figur 4.33. Ved sterk vind spres og fortynnes avgasser, men er det vindstille eller svak vind, går transporten ut av området langsomt, og det lokale spredningsmønsteret er preget av den lokale atmosfæriske stabiliteten, som også er avhengig av lokale vindforhold. Figuren viser skjematisk sammenhengen mellom stabilitet og spredningsmønsteret for røyk fra en skorstein (basert på Utaaker, 1991)

4.7 LOKALKLIMA OPPSUMMERT

LOKALKLIMA OG LUFTFORURENSNING

Som vi har sett tidligere i kapitlet, er grønnstruktur svært viktig for lokalt luftmiljø og luftkvalitet, og når det planlegges er det viktig å se arbeidet med den blågrønne strukturen i sammenheng med lokalklimatiske problemstillinger slik at utluftingskorridorer og grøntområder med betydning for lokalklima og luftrensing blir ivarettatt og styrket. Videre er det viktig å være bevisst hvordan vind og luftmassene beveger seg i urbane områder for å kunne avdekke områder som er mindre egnet for bebyggelse, spesielt i områder nær kilder til luftforurensning eller som har dårlig utlufting. Det er altså klare koblinger mellom luftforurensning og lokalklima. I en omfattende tysk rapport listes det opp følgende årsaksforhold mellom klima og luftforurensning (Stuttgart, 2008).

Forhold som direkte påvirker forurensning

Temperatur:	fyringsbehov, AC
Vind og turbulens:	støv blir blåst opp
Nedbør:	binder støv på bakken
Inversjon:	opphoping av forurenset luft
Snø, is:	Saktekjørende/ mindre trafikk
Fint vær:	økt biltrafikk
Stråling:	fyringsbehov, AC

Forhold som påvirker spredning og uttynning

Vind:	bestemmer retning, transport, hastighet og fortykning
Inversjon:	redusert luftutveksling oppover
Stråling:	avviker inversjon
	øker adveksjon og konveksjon

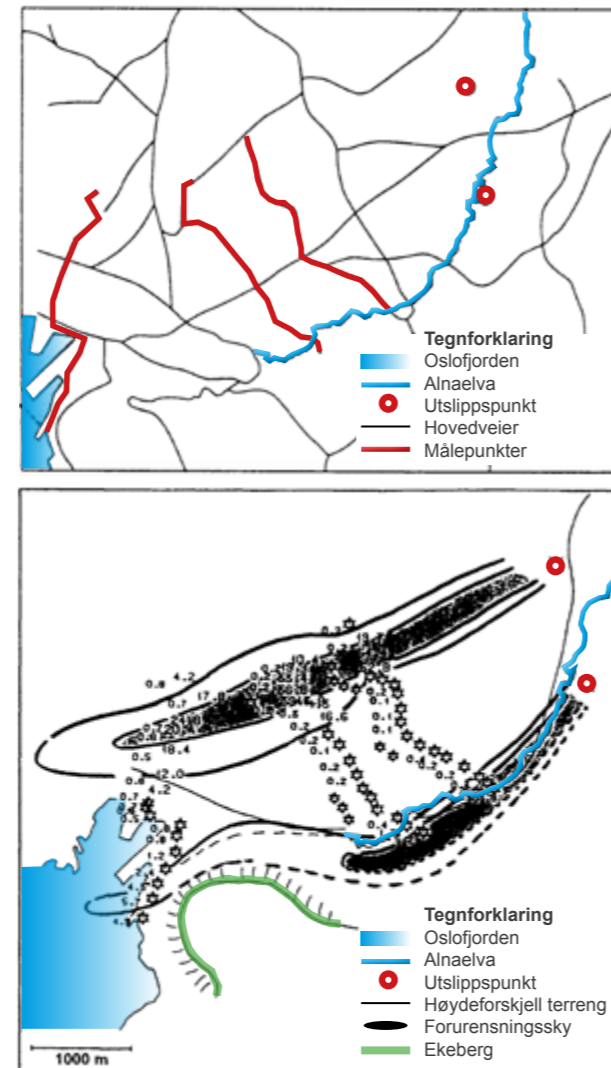
Dannelse og reduksjon av forurenset luft

Stråling:	Dannelse og omforming av luft forurensning
Regn:	Vasker bort støv og skadelige gasser
Snø:	Kjemiske reaksjoner på overflaten

Til tross for at norske byer (spesielt i vinterhalvåret der som forhold som kulde, lite vind, vedfyring og piggdekk oppstår samtidig) har store problemer relatert til luftforurensning finnes det lite forskning på hvordan dette påvirker lokalklima, og hvordan lokalklimahensyn kan bedre luftkvaliteten. Men et spredningskartleggings-eksperiment med sporgassmetode ble gjennomført av NILU 23. januar 1992 og viser effekten av inversjon/kaldluftsdrenasje for Oslo og Groruddalen. Forsøket viser at vindretningen i stor grad er bestemt av kaldluftsdrenasje gjennom små dalfører i Oslofjella (Tønnesen, 1995). På gateplan vil turbulens fra kjøretøy ha innvirkning på spredning og adveksjon av luftforurensning

(ibid.). Kartene viser oppsettet for eksperimentet (4.34.) og resultatet (4.35.). Øverste figur viser utslippspunktene av sporgassen (markert med røde sirkler) og linjene med målepunkter for konsentrasjonen av gassen som tykkere linjer. Nederste figur viser resultatet og analysen av konsentrasjonene. Forskjellen i de to mørke feltene er et resultat av topografiske forhold i Groruddalen. Det øverste feltet (forurensningsskyen) viser et spredningsmønster som følger retning på storskalavind (NN-Ø) mens det nederste feltet tar en annen retning og følger topografiske forhold. Dette viser at spredningsmønster fra to punkter nær hverandre tar ulike retninger i en periode med inversjon (Tønnesen, 1995).

Figur 4.34.-4.35. Øverste kart viser hvordan forsøk ble utført, nederst viser resultater i form av punktsky (basert på Tønnesen, 1995).



Vi ser for oss at vi kommer flyvende fra England på vei mot Bergen. I det vi skimter norskekysten i det fjerne, kunne vi beskrive området klima som typisk vestlandsklima (makroklima). Når vi nærmer oss kysten og får øye på Bergen med omkringliggende fjell og fjorder, ville vi omtalt området som Hordaland, og klimaet som mesoklima. Men når vi så går inn for landing oppdager vi nyanser i landskapet, både som følge av vegetasjonsbelter, høydevariasjoner og bebyggelse. Skulle klimaet beskrives på dette nivået hadde det vært snakk om lokalklima. Om du etter landing legger deg på bakken for å feire din tilbakekomst på landjorden, hadde du opplevd mikroklima.

Om jeg skal beskrive lokalklima for min bydel kunne jeg ha startet med å trekke frem typiske (fremherskende) vindretninger, og kanskje også noe om mer lokale vindforhold, som for eksempel hvilken retning jeg normalt vender ryggen mens jeg venter på trikken. Det er mulig jeg hadde klart å peke ut områder som er varmere enn andre, og jeg ville med sikkerhet vite hvilken uteservering jeg skulle ha valgt om ettermiddagen dersom jeg ville ha de beste solforholdene. På en forblåst dag kunne jeg ha pekt ut egnede steder i parken der vegetasjonen kunne gi le for vinden, og på en riktig varm sommerdag ville jeg visst hvor jeg kunne finne det perfekte sted med både nærhet til vann og skygge.

I litteraturen har vi sett at lokalklima som begrep er et uttrykk for ulike klimakarakterer som gjerne skiller ett område fra et annet, og kan altså være et samlebegrep som angår et geografisk begrenset område, både i horisontal og vertikal utstrekning. Lokalklima blir også ofte omtalt som *topoklima* (Sterten, 1968), og som vi har sett er det mange prosesser og årsaksforhold som påvirker de lokale klimaforhold. Det er heller ikke mulig å definere lokalklimaets eksakte utstrekning vertikalt og horisontalt som.

Beskrivelsen tar for seg viktige egenskaper av betydning for lokalklima i mitt nærområde, forhold som kan undersøkes, studeres og beskrives, og som ville gitt viktig lokalklimakunnskap om et avgrenset område. I neste kapittel beskriver jeg nærmere hvordan disse stedbundne lokalklimaforhold gir muligheter og begrensninger for en planlegger, og ikke minst hvordan lokalklima kan endres og brukes til vår fordel, eller hvordan utilsiktede virkninger kan forverre lokalklima.

BEGREPSAVKLARING

Klimatologi regnes som en hovedgren av meteorologien og handler om detaljert analyse av klima, og inneholder meteorologiske elementer som vind, nedbør, luft, temperatur, fuktighet m.m. (kilde SNL). Med **urban klimatologi** forstår jeg anvendt klimatologi som bygger på analyse av lokale forhold i urbane områder.

LOKALKLIMA ER:
summen av tre forhold:

1. TOPOGRAFI
Prosesser som følge av områdets topografi.

2. OVERFLATE
Lokale stedbundne prosesser som følge av overflatetyper i området som for eksempel forekomsten av vegetasjon og vann og menneskeskapte inngrep som bebyggelse og veianlegg.

3. STORSTILTE VÆRFORHOLD
Prosesser i terrengoverflaten som følge av storstilte vær- og klimaforhold, i all hovedsak gitt av krefter i de laveste 10-15 km av atmosfæren (troposfæren).

Figur 4.45. Bilder som fremstiller de tre forhold som utgjør lokalklima. Definisjonen er basert på gjennomgang av teori, og særlig boken Mikro- og lokalmeteorologi (Utaaker, 1991). Bilder: pixabay

OPPSUMMERENDE SNITT

HVORFOR LOKALKLIMAHENSYN ER VIKTIG FOR PLANLEGGINGSAKTØRER

Pålandsvind og fralandsvind (bris). Plasing av forurensede kilder i kombinasjon med pålandsvind kan være uheldig. Relativt svakt vindsystem som likevel kan ha viktig virkning på temperatur og utlufing i byer, spesielt i perioder med lite vind.

Store inngrep i naturen vil påvirke lokalklima. Særlig gjelder dette ved store infrastrukturprosjekter eller for eksempel ved innføring av demninger. Når slike tiltak ligger nært bebygde områder må man være ekstra varsom ift. hvordan dette kan påvirke områder mennesker bor og oppholder seg i.

Klima i fjellområder preges av eget vindsystem, såkalt fjellvind. Det er særlig viktig å hensynta dominerende vindretninger og forhold som snødrift.

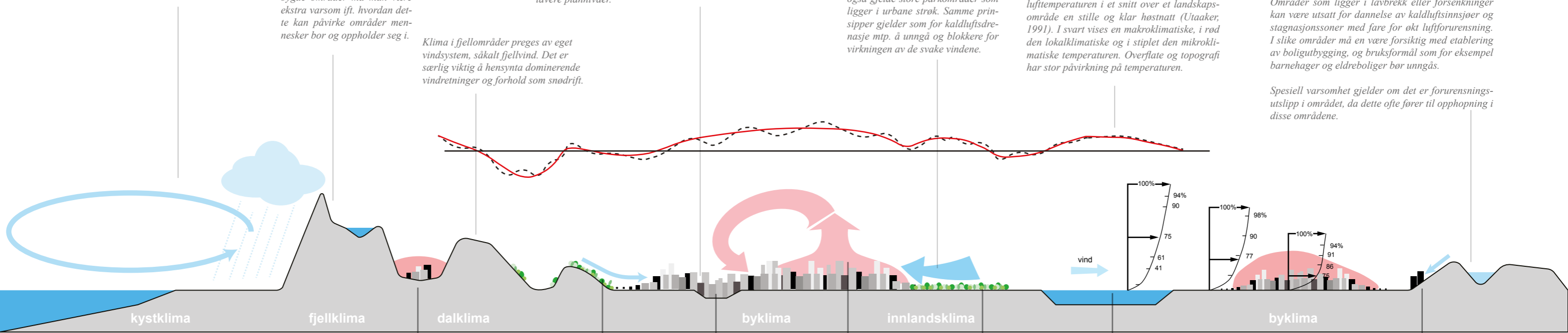
I byer og urbane strøk skapes lokale og særegne vindsystemer. Særlig trange passasjer, og spredt høy bebyggelse kan føre til kastevinder og turbulens på bakkeplan og dermed redusert vindkomfort. Her er det viktig at lokalklimaanalyser gjennomføres tidlig i planprosesser, og at kommunen har oververdne kart som viser de store sammenhenger for lokalklima som må etterfølges på lavere plannivåer.

Varmeøeffekten kan føre til at frisk luft suges inn i byområder og sørge for viktig ventilering og tilførsel av frisk og kjølig luft. Dette vil også gjelde store parkområder som ligger i urbane strøk. Samme prinsipper gjelder som for kaldluftsdrenasje mtp. å unngå og blokkere for virkningen av de svake vindene.

Linjene viser en skjematisk fremstilling av lufttemperaturen i et snitt over et landskapsområde en stille og klar høstnatt (Utaaker, 1991). I svart vises en makroklimatiske, i rød den lokalklimatiske og i stiplet den mikroklimatiske temperaturen. Overflate og topografi har stor påvirkning på temperaturen.

Områder som ligger i lavbrekk eller forsenkninger kan være utsatt for dannelse av kaldluftsinnsjøer og stagnasjonssoner med fare for økt luftforurensning. I slike områder må en være forsiktig med etablering av boligutbygging, og bruksformål som for eksempel barnehager og eldreboliger bør unngås.

Spesiell varsomhet gjelder om det er forurensningsutslipp i området, da dette ofte fører til opphopning i disse områdene.



I dalfører oppstår gjerne helt egne lokale vindsystemer og vindretninger basert på varmeomsetning. Virkningen av disse systemene er viktig for blant annet luftmiljø og må derfor opprettholdes. I trange dalfører er det ekstra viktig å unngå og innføre elementer (bygginger, veifyllinger osv.) som kan blokkere for virkningen av kaldluftsdrenasje, eller som medfører dannelsen av kaldluftsinnsjøer.

Kaldluftsdrenasje er veldig viktig for frisklufttilførsel i byene og for utluftning av forurenset luft. Spesielt viktig å holde fallende terreng mest mulig åpent for både trær og busker. Skal det bygges må form og orientering i minst mulig grad hindre kaldluftsbvegelsen. Videre bør en være varsom med bebyggelse på toppen av åser og høyder, da disse ofte er vindutsatt og viktig produksjon av friskluft.

Områder som ligger i naturlige forsenkninger kan være ekstra utsatt utfordringer relatert til mangel på ventilering, og særlig i perioder med inversjon og opphopning av forurenset luft.

I likhet med vegetasjon har også vann en viktig betydning for lokalklima, både ift. temperatur og luftfuktighet, men også på grunn av en viss rensende effekt av luftforurensning. Vassdrag, og spesielt elver (dalbunn) fungerer ofte som viktige kaldluftsdra som kan bidra til å lede bort forurenset luft. Inngrep i dalbunnsområder

Grønnstruktur har stor betydning for lokalklima og luftmiljø. I tillegg til å filtrere luft bidrar den også til å kjøle ned byområder om sommeren. Grøntområder har dessuten en viktig rolle for opplevelse, trivsel og mental helse. Vegetasjon kan også brukes aktivt for å modellere lokalklima f.eks. gjennom å lede eller blokkere for luftmasser, gi le for vind osv. Innføring av "helårsvegetasjon" kan bedre luftmiljø, særlig vinterstid.

Bebyggelse i randsonen, og særlig i skrånende terreng som leder mot bebygde områder, bør utformes på en måte som ikke hindrer luftgjennomstrømming. Dette gjelder for alle typer store inngrep som for eksempel broer og veifyllinger.

Samtidig kan både vegetasjon og bebyggelse brukes som aktiv støvleder og støvsamlere, samt fungere som forurensningsbuffer for tilstøtende områder.

Varmeøeffekten kan i perioder med kald, stillestående luft føre til et lukket sirkulasjonsmønster med stor fare for opphopning av forurenset luft. Grøntområder i byen vil være av særlig betydning for å avbøte for slike effekter.

KAP. 5 Å OPPLIVE & MODULERE

INTRO

Lokalklima er avgjørende for mennesket, fordi vår fysiologi bare fungerer godt under begrensede temperatur- og vindforhold. Når vi beveger oss utendørs søker vi som regel bevisst eller ubevisst mot områder med god klimatisk komfort, og et steds atmosfære kan spille en viktig rolle for om vi opplever det som «varmt» eller «kaldt». Fordi opplevelsen av lokalklima kan påvirkes, er det viktig å forstå hva vi kan endre gjennom design, planlegging og bygging (Lenzholzer, 2015). Dette kapitlet er delt i to, hvor vi i første del ser på hvordan vi opplever og sanser lokalklima, mens andre del tar for seg hva vi kan oppnå ved å inkludere lokalklimahensyn i planleggingen.

5.1 OPPLIVELSE

SANSEOPPLIVELSE

Gjennom tidene har det blitt viet mye oppmerksomhet ift. hvilken effekt vær og klima har på menneskers helse. I midten av forrige århundre var det stort fokus på helsefremmende byutvikling som følge av «forurensende industri» og ikke minst var kvaliteten på lokalklima den viktigste forutsetning når man skulle velge et område for etablering av kur-steder (Utaaker, 1991). «Vi kjenner alle av omtale den høyst skattede værvarsling ved hjelp av bestefars gikt» sa Godske i forbindelse med den mikrometeorologiske studieuken i mars 1944 ved Bergens Museum, hvor Godske holdt flere foredrag om lokalklima, deriblant ett med tittelen *Menneskets Kunstklima* (Fægri & Det Geofysiske, 1944). I foredraget gir han et interessant innblikk i datidens forskning som i stor grad dreide seg om kartlegging av folkehelse relatert til luftforurensning og byutvikling, kursteder og lignende. Men han viser også til heller tvilsomme oppfatninger (med alle mulige forbehold) rundt relasjoner mellom klima og menneskets helse. Eksempelvis sier han at nervøse personer er mer følsomme for været og reagerer kraftig på tordenvær, at dårlig vær kunne ha en negativ effekt ved kirurgiske inngrep (noe som resulterte i at han

konkluderte med at større, men ikke akutte, operasjoner ikke burde foretas på dager med usikker værkarakter), og at antall dødsfall også muligens var værbetinget. Sistnevnte ble forklart med at når organismen er i det siste stadium, hvor et lite pust er nok til å slukke den svake livsgnisten, kunne en slett ikke utelukke at været var denne «lille pusten».

Det er liten tvil om at klima og lokalklima er viktig når det kommer til hvordan vi opplever og sanser våre omgivelser. En viktig dimensjon i forhold til såkalte *klimarom* og *landskapsrom*, er relatert til opplevelsen knyttet til de klassiske fem sansene våre- syns-, lukte-, smaks-, høre- og følesansen. Variasjoner som følge av skiftende vær spiller en stor rolle, og menneskers opplevelse er subjektiv og derfor også ulik. En klimaopplevelse kan dessuten være preget av stemningsfulle væropplevelser, som en vakker solnedgang, skumringstiden, tåkesituasjoner eller frostrøyk (Nitter, 2008). Selv om Nitter hovedsakelig anvender begrepet *klimarom* for landskap i naturen, spiller sansene våre en like viktig rolle når vi opplever lokalklima i urbane omgivelser.



Figur 5.1. I 2017 ble det gjennomført en temporær tåkeskulptur i Ekebergparken. Den kjente kunstneren Fujiko Nakayas jobber mye med tåke i sitt kunstuttrykk. Tåkens bevegelsesmønster gir en sterk romlig opplevelse, og de ellers usynlige "svake vinder" blir visuelle (foto: Oslo kunstforening)

KLIMATOLOGISKE PARAMETRE

KLIMAKVALITETER

KLIMAOPPLEVELSE



Figur 5.2. En fremstilling over klimaopplevelsens elementer (basert på Houlberg, 1979).

KLIMAOPPLEVELSE

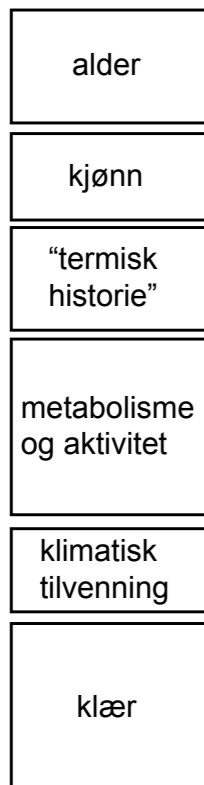
Likevel vil vår persepsjon eller opplevelse av lokalklima påvirkes av mer enn bare hørsel, syn, følelse, smake og luktesans. Mens smakssansen er mindre viktig når vi opplever klima, er derimot balanse og temperatur av stor betydning. Vi sanser ulike kvaliteter, og summen av disse kvalitetene kan samles i en helhetsoppfattelse som kalles *klimaopplevelse* (Houlberg et al., 1979, s. 14). Som det fremkommer i figur 5.2. er nesen, øret og øyet i stor grad involvert i vår klimaopplevelse, og enda mer om vi også tar med at balansesenteret er lokalisert i øret (Houlberg et al., 1979). Vi vet også at samspilleffekter, som for eksempel mellom støy og luftforurensning, kan øke plagen og helseisikoen og at dette er noe vi må ta ekstra hensyn til i planleggingen (Miljøverndepartementet, 2012).

FORHOLD VI KAN PÅVIRKE

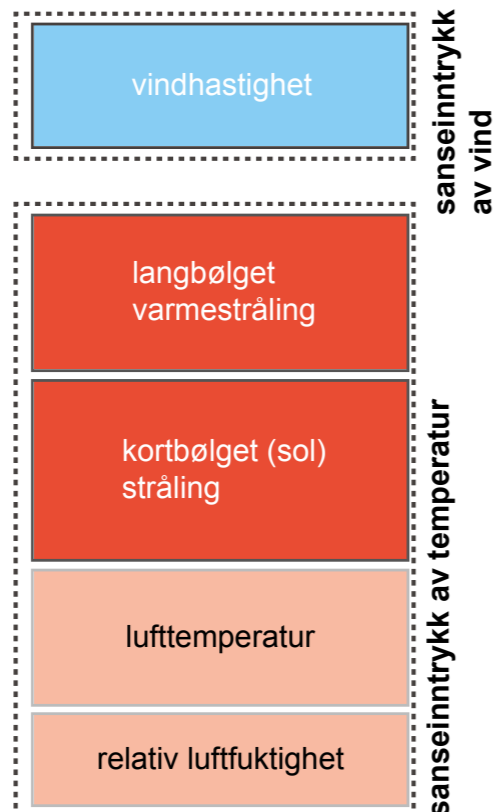
Lenzholzer grupperer faktorer som påvirker opplevelse av lokalklima i tre kategorier (se figur 5.3.). Den første kategorien viser individuelle fysiske og fysiologiske forhold, som alder, metabolisme og klær, altså faktorer

som ikke kan påvirkes gjennom planlegging. Den andre kategorien består av eksterne fysiske faktorer som har effekt på menneskers følelser relatert til temperatur og vind, og som vi kan påvirke i ulik skala. Opplevelsen av temperatur påvirkes av en rekke faktorer der lufttemperatur og lang- og kortbølget stråling har størst betydning. Der vind har stor betydning for opplevelsen av lokalklima, spiller luftfuktighet en mindre viktig rolle og det største handlingsrommet for planleggeren ligger i å modifisere vind- og temperatur. Den tredje og siste kategorien består av psykologiske faktorer som delvis lar seg manipulere gjennom planlegging. Godske skrev i 1944 at man en tid feilaktig trodde at byluftens surstoffinnhold ble fornyet av plantenes virksomhet og at parkene var «byens lunger». Nå vet vi derimot at en av fordelene ved parkene er deres tempererte klima, som ikke er så ørkenlignende som i gatene, at luften i parkene er renere og at de har en viktig psykisk virkning på mennesker (Fægri & Det Geofysiske, 1944). At omgivelsene våre påvirker vår helse både fysisk og psykisk finnes det mye forskningsbasert dokumentasjon på. En undersøkelse fra NMBU viste at pasienter med vindutsikt til naturlandskap hadde størst positiv

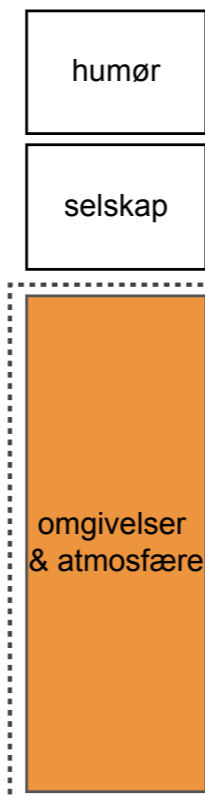
Individuelle fysiske og fysiologiske faktorer



Eksterne fysiske faktorer



Psykologiske faktorer



- Påvirkelig gjennom design på liten skala
- ■ Påvirkelig gjennom design på stor skala
- Ikke påvirkelig gjennom design
- Viktigst for opplevelse av lokalklima

sanseinntrykk av vind

sanseinntrykk av temperatur

persepsjon av omgivelser

Figur 5.3. I boken *Weather in the city* (2015) laget Lenzholzer en figur som fremstiller faktorer vi gjennom planlegging og design kan påvirke, og hvilke forhold som ikke er påvirkelig. Tabellen gir en rask oversikt over mulighetsrommet for designere, både når det gjelder vektning av betydning og i hvilken skala vi kan påvirke (tegnet etter og oversatt fra Lenzholzer, 2015).

endring i selvopplevd helse, fremfor de med delvis eller helt blokkert utsikt. Studien viste også ulike resultater for menn og kvinner, der utsikt tilsynelatende påvirker kvinners helse fysisk og menns helse psykisk (Raanaas et al., 2012).

Lufttemperatur lar seg vanskelig påvirke, men summen av mindre tiltak kan ha stor effekt. Typisk gjelder dette beplantning av trær, som på en varm sommerdag vil senke temperaturen både på grunn av skyggeeffekten og evapotranspirasjon. Fjerning av vegetasjon til byggegrunn vil ha negative effekter på lokalklima da den har vinddempende, luftfuktighetsregulerende effekter. Canberra i Australia eksemplifiserer trær betydning for lokalklima, hvor det er plantet 400 000 trær for å redusere luftforurensning, binde karbon og regulere luftfuktighet og temperatur (Brack, 2002).

Når vi en sommerdag går inn i skyggen av et tre, forblir temperaturen den samme. Men dersom vi har gått fra et område med høy konsentrasjon av kortbølget stråling til et område med lavere konsentrasjon, vil opplevelsen vår av den følte temperaturen være en helt annen. På samme måte som vi etter solnedgang kan sette oss inntil en tømmervegg, og til tross for at det har blitt kaldere i luften, klarer vi likevel «å holde varmen» på grunn av langbølget stråling fra tømmerveggen. Ekstremvarme og hetebølger er ikke noe stort problem i Norge, men vi skal ikke langt mot sør før varme byr på store utfordringer, særlig i byene. Hetebølger i nyere tid har ført til en stor økning i dødsfall, og for eksempel døde nærmere 15 000 mennesker i Frankrike sommeren 2003 som følge av varme (Lenzholzer, 2015, s. 23). Opplevelsen av vind er noe vi kjenner godt til i Norge. Vind kan øke vårt velbehag på varme dager ved å absorbere svette og varme fra huden. Men vindøkning vil ikke bare føre til at vi føler at temperaturen synker, vi opplever også vindens kinetiske energi. Vindhastigheter på inntil 4 m/sek kan føre til ubehag, mens vindkast opptil 15 m/s kan være til hinder for gående og syklende. Ved hastigheter over 20 m/s blir vi kastet over ende.

Vindkomfort inngår ofte i lokalklimaanalyser, og er spesielt viktig i fortetningsprosjekter. Det er viktig å huske at vår aksept for vindhastighet varierer basert på aktivitet. Samme vindhastighet vil oppfattes som akseptabel når vi beveger oss rundt i byen, men uakseptabel når vi sitter ute og spiser. Det finnes ulike vindkomfortklassifiseringer som har det til

felles at de gir grenser for anbefalte vindhastigheter for ulike uteaktiviteter. Ofte benyttes Lawsons vindkomfortkriterier (Lawson, 1978), en anerkjent internasjonal klassifisering av vindkomfort, og denne ble blant annet lagt til grunn ved konsekvensutredning av

Tabell 5.1. Viser Lawsons vindkomfortkriterier. Kriteriene gir prosentvis andel av tiden over en viss vindstyrke som antas som «akseptabelt» for et gitt oppholdsrom eller aktivitet (Berge, 2016).

Oppholdsrom / Aktivitet	Akseptabelt
Utearealer for sittegrupper	4 % > 3.5 m/s
Inngangspartier for bygninger	4 % > 3.5 m/s
Fotgjengerområder for stående	6 % > 3.5 m/s
Fotgjengerområder	4 % > 5.5 m/s
Fotgjengere til og fra arbeid	2 % > 8.0 m/s
Veier og parkeringsplasser	2 % > 10.5 m/s

lokalklima for nytt regjeringkvartal (Berge, 2016). Andre faktorer som kan spille en rolle for vår individuelle opplevelse av lokalklima kan være hvordan vi kler oss, hvordan vi beveger oss, vår alder og vårt kjønn. Om vi drar på ferie til tropiske strøk opplever vi temperaturen som ubehagelig varm sammenlignet med de lokale, og vi har behov for å tilpasse oss klimaet. Opplevelsen av temperatur kan også være avhengig av om vi er i selskap med andre, om vi opplever omgivelsene som «fine» og ikke minst av vårt humør.

Houlberg skriver at det er nødvendig med et nytt forskningsområde innen emnet vind som kan kalles vindkvalitet, og viser til begrep som lyskvalitet og lydskvalitet i lignende nabofag. Alle disse forskningsområdene har et felles problem som han beskriver som *en optimering av kvaliteten av den gjeldende klimafaktor* (Houlberg et al., 1979). Kanskje innføringen av *lokalklimakvalitet* som samlebetegnelse kunne bedre forståelsen for tematikken, og at klimafaktorene i større grad sikres og reguleres gjennom bruk av grenseverdier?

5.2 Å TA HENSYN TIL LOKALKLIMA

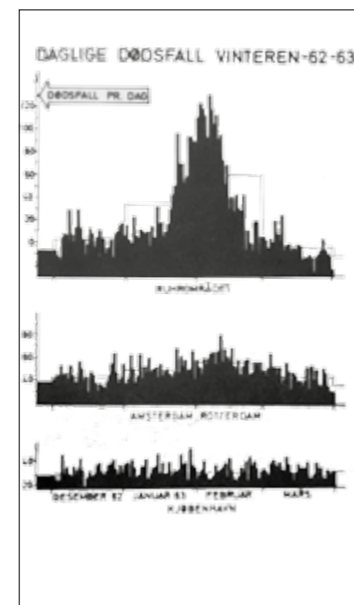
FORM CHANGES CLIMATE!

Den indiske arkitekten Charles Correa endret en gang slagordet «Form follows Function» til «Form follows Climate», men når det kommer til lokalklimahensyn kan man kanskje snu om og si «Climate follows Form». Lokalklima ifølge Godske er, i likhet med mikroklima, noe vi kan forandre på, eller omforme (Fægri & Det Geofysiske, 1944). Men selv mange tiår senere, nærmere bestemt i 1986, kan vi lese om hvor vanskelig det er å tallfeste klimaendringer som følge av inngrep i landskapet (i dette tilfelle om vassdragsreguleringers virkninger på lokalklima) fordi vekselvirkningen mellom landskap og klima er svært innfløkt (Utaaker et al., 1986). Forfatterne sier at vi til tross for god kjennskap til fysiske lover og prosesser som skaper vær og klima både i stor og liten skala, må nøye oss med å fastslå i hvilken retning endringene vil gå. Det hersker i dag liten tvil om at menneskelig virksomhet påvirker energiutvekslingen ikke bare på lokal og regional, men også global skala, hvor den største bidragsyteren til global oppvarming

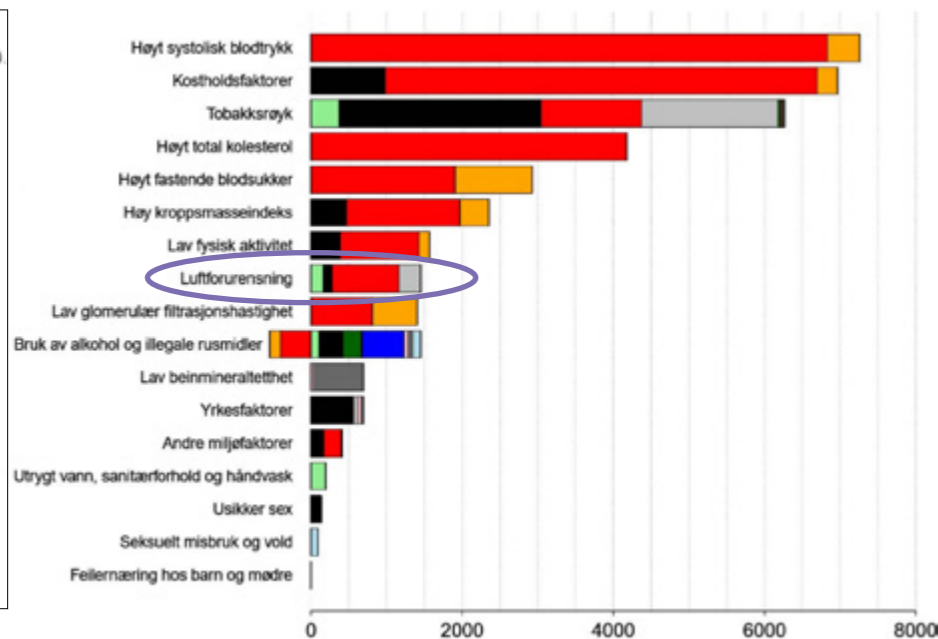
skyldes utslipp av «klimagasser». Selv om man gjennom arbeid med lokalklimahensyn indirekte vil kunne bidra til å redusere klimagassutslipp, er det imidlertid oftere snakk om å øke både helse og velvære for mennesker. Et godt lokalklima er et viktig kvalitetskriterium for attraktive byer for både dagens og fremtidens innbyggere.

VÅRT HANDLINGSROM

”I samfunnsplanleggerens hånd er lokalklimaet en naturressurs som han søker å disponere som miljøfaktor alt etter de behov som samfunnsfunksjonene stiller” (Sterten, 1968, s. 7). Ved å definere lokalklima som en ressurs, blir det tydeligere hvilken rolle den kan og bør tillegges når det kommer til samfunnsplanlegging. Selv om vi ikke kan planlegge eller bygge oss bort fra klimaet, har vi likevel et stort handlingsrom når det kommer til å anvende klimakunnskap til vår fordel. Ved å styrke lokalklimahensyn i vår samfunnsplanlegging kan vi beskytte oss mot, bevare og styrke klima samt anvende det som en ressurs- og trivselsfaktor.



Figur 5.4. Grafer som viser dødelighetsstatistikk fra Vest-Europa 1962-63 (fra H Beleke und E Klein: Zeitschr Bäder u Klimaheilkunde 13/6, 1966).



Figur 5.5. Antall dødsfall alle aldre og begge kjønn som kan tilskrives risikofaktorer. Nye beregninger i GBD (2015) anslår at 4,2 mill dør for tidlig globalt og at 1400 (markert med striplet linje) dør for tidlig i Norge tilskrevet PM25 (Knudsen et al., 2017).

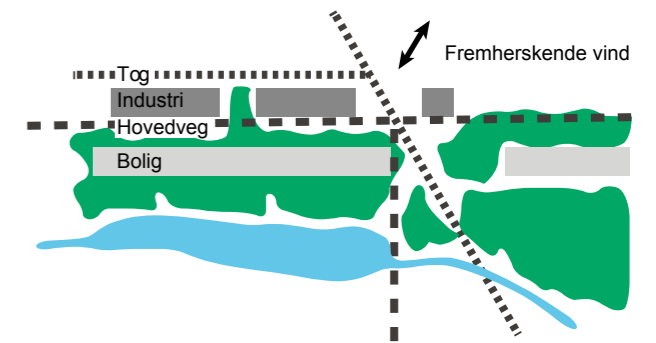
1. Å BESKYTTE OSS MOT LOKALKLIMA

Mens små endringer som for eksempel etablering av en busk eller levegg vil føre til en lokal endring, kan det samtidig skaleres opp og føre til en vesentlig endring av lokalklima for et større område. Det finnes mange eksempler på såkalt bevisst anvendelse av klimamodifikatorer. Eksempler kan være å benytte vegetasjon, som beplantning av hekker eller skog, men også å bruke bebyggelse som skjerm mot vind, sol eller kaldluftselver. Både bebyggelse og vegetasjon (spesielt skog), er viktige klimamodifikatorer som kan benyttes som middel for klimaforbedring der værlagsklimatologien ellers er den rådende. På tilsvarende vis kan vann brukes både som direkte og indirekte klimaregulierende faktor. Et eksempel på å beskytte mot klima i et havneområde er å organisere og orientere bebyggelse på en slik måte at uteområder beskyttes mot fremherskende vind og dermed legge til rette for god utekomfort.

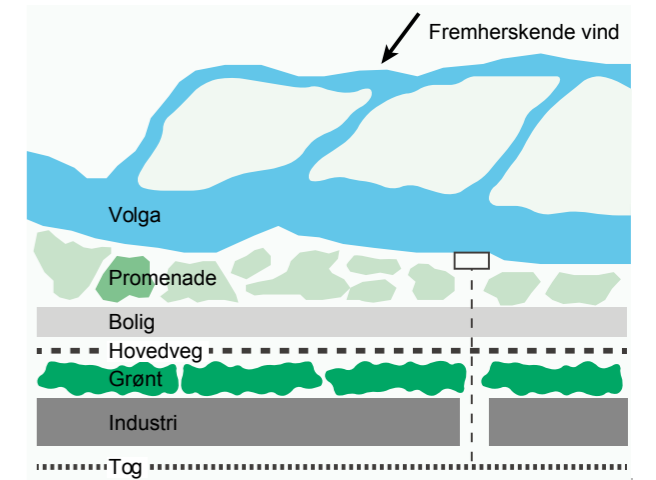
2. Å BEVARE, TILPASSE OG SPILLE PÅ LAG MED LOKALKLIMA

Et annet viktig grep man kan ta i planleggingsfasen er å søke tilpasning til lokalklima, som for eksempel vist i eksempelet fra Russland, der en særlig har vurdert plassering av byer for å dra nytte av forekomsten av vann og vegetasjon, beskyttelse mot fremherskende vindretninger, og ikke minst ift. arealdisponering i henhold til forekomsten av forurenset luft, noe som er et viktig hensyn spesielt i byer. Når det kommer til arealdisponering og egnethet kan også områder som av lokalklimatiske årsaker er uegnet for boliger (for eksempel på grunn av kuldegroper og terrengskygger), være godt egnet for kontorbygninger der sola er et uønsket varmetilskudd.

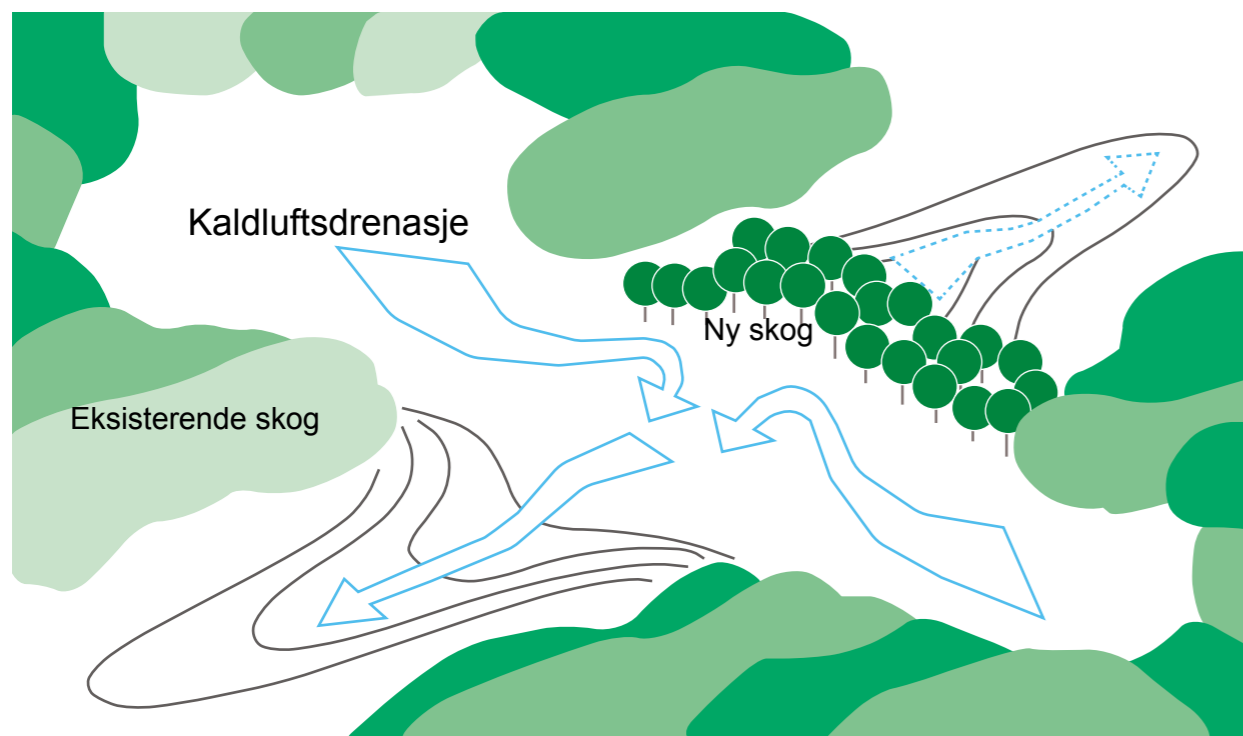
At det er en kobling mellom klima og luftmiljø er tydelig når vi ser til litteraturen. Allerede tilbake i 1968 i *Samfunnsplanleggingen* fremheves det at luften spiller en viktig rolle i de naturgitte omgivelser, og at den er viktig både for vår trivsel og helse (Sterten, 1968). Ved å påpeke at luften er et felleseie, og at luftforurensning representerer både et misbruk av det atmosfæriske miljø og forstyrrer den harmoniske sameksistens i samfunnet, viser han at lokalklima kan omhandle forhold som er langt viktigere enn «bare komfort og trivsel» men også folkehelse og oppvekstkår. «Følgene (av forurenset luft) er svekket helse, dårligere trivsel, spenningsforhold mellom ulike samfunnsinteresser og



Figur 5.6.-5.7. Illustrasjoner som viser to Russiske byer der en kan anta at de i stor grad ble planlagt utfra meteorologiske hensyn, der vindretninger var utslagsgivende for arealdisponering. F.eks. ble områder for boliger lagt godt beskyttet i "le" av filtrerende grøntområder. Øverst Magotogorsk, nederst Stalingrad (Godske, 1944).



Figur 5.8. Bilde som viser forsøksstasjon for leplantning i stor skala i Russland (Sterten, A. K., 1968)



Figur 5.9. Illustrasjon som viser grønnstrukturens betydning for frisklufttilførsel, og hvordan beplantning kan brukes for å kanalisere friskluft dit den behøves. Når skogsområder ligger i høyreliggende områder enn byen, vil det være en stor fordel om man bevarer en stor åpen gresslette mellom skogsranden og bebyggelse. Det vil sikre god drenering av kaldluft fra skogen, en virkning som er spesielt viktig på dagtid (basert på Rist, 1977).

på lengre sikt svekket samfunnsøkonomi» (Sterten, 1968, s. 1). Figuren 5.4. viser dødsfall som følge av forurenset luft i et område i Tyskland som hadde svært store problemer knyttet til forurenset luft fra industri. Norske byer har i dag først og fremst problemer relatert til luftforurensning fra trafikkerte veier. Figur 5.5. viser en fremstilling som anslår at 1400 mennesker dør for tidlig i Norge tilskrevet PM_{2.5}. Retningslinjen T-1520 utgitt av Miljødirektoratet skal sikre og legge til rette for en langsiktig arealplanlegging som forebygger og reduserer lokale luftforurensningsproblemer. Retningslinjen angir blant annet at en i områder med høye luftforurensningsnivåer (røde soner) ikke bør oppføre bebyggelse med følsomt bruksformål da det er skadelig for mennesker. Men kommunen kan dispensere fra dette i sentrumsområder og kollektive knutepunkter, til tross for at vi vet at dette er særlig farlig for barn, eldre og mennesker med redusert helse. Når det likevel planlegges og bygges i slike områder er det spesielt viktig med god forståelse for lokalklimatiske virkninger som kan forverre (luftstagnasjonssoner der forurensning kan hope seg opp) eller forbedre (tilrettelegge for utlufting) lokal luftforurensning.

3. Å REPARERE OG STYRKE KLIMA

Luftforurensning i byene kan også fungere som eksempel der lokalklimakunnskap kan reparere og bedre luftmiljø. Den største kilden til forurensning av luften i byene i dag er svevestøv som i hovedsak kommer fra veitrafikk. Både Bergen, Trondheim og Oslo har deler av året store problemer med forurenset luft, enten det dreier seg om eksisterende boligområder eller fremtidig utbygging. Ved å forstå lokalklima og stedbundne premisser kan klimamodifikatorer brukes for å bedre luftkvalitet i et område. Eksempler vil være å innføre vegetasjon eller bebyggelsesutforming og struktur for å øke utlufting eller beskytte mot forurenset luft.

Et godt lokalklima er viktig for å sikre vår helse samt legge til rette for utekomfort på steder der folk ferdes og møtes. Det er mulig å fortette med kvalitet, men det krever at miljøhensyn blir ivaretatt gjennom planlegging og bygging. Lokalklimaanalyser i ulik skala er nyttige hjelpemidler for å avdekke uheldige konsekvenser for lokalklima og forslag om avbøtende tiltak, men også for å finne muligheter og øke handlingsrommet.

KAPITTEL 6 KOMMUNEPLANER

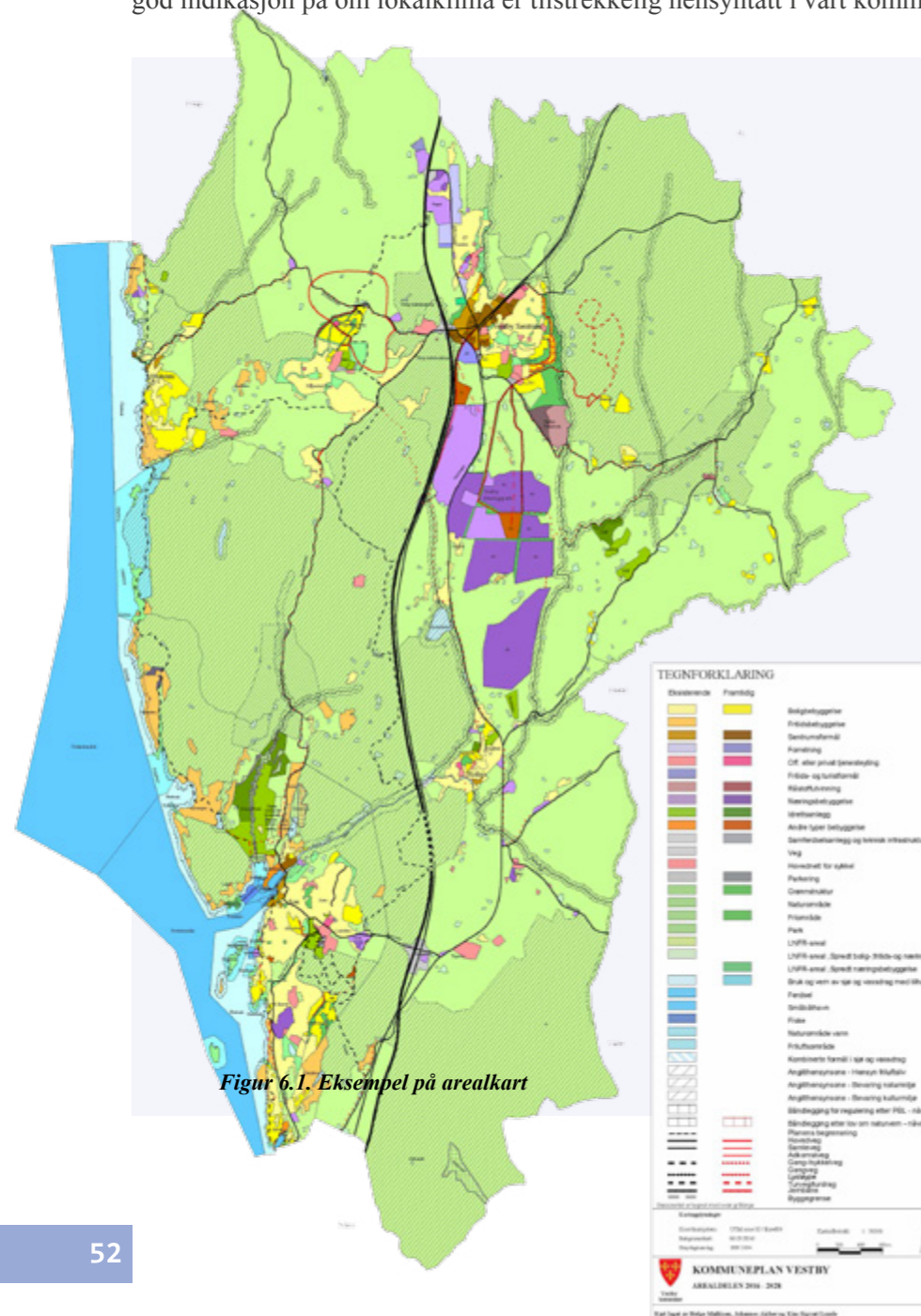
6.1 INTRO, PÅSTAND OG MÅL

Påstanden for denne undersøkelsen er at *lokalklimahensyn ikke er tilstrekkelig hensyntatt* i det kommunale plansystemet. Påstanden er basert på samtaler med personer i fagmiljøet, enkle søk i kommuneplaner og egne erfaringer fra jobb som praktikant. Målet med undersøkelsen er å finne ut om, og eventuelt i hvilket omfang, lokalklima er omtalt i norske kommuneplaner.

Denne undersøkelsen er den første i min egen empiri. Resultatet, sammen med flere undersøkelser, vil gi en god indikasjon på om lokalklima er tilstrekkelig hensyntatt i vårt kommunale plansystem.

KOMMUNEPLAN SOM STYRINGSdokUMENT

Årsaken til at jeg ser på kommuneplanen er at den er kommunens øverste styringsdokument. Planen skal angi en ønsket retning for kommunen, både når det gjelder samfunnsprosjekt og arealdisponering. Det er plan- og bygningsloven som pålegger kommunen å ha en samlet kommuneplan bestående av en samfunnsdel og en arealdel. Kommuneplanen skal ta utgangspunkt i den kommunale planstrategien og videre ivareta både kommunale, regionale og nasjonale mål, interesser og oppgaver. Kommuneplanens arealdel er overordnet alle andre arealplaner i kommunene, og planer på et lavere nivå (kommunedelplaner, områdeplaner og reguleringsplaner) må innordne seg etter denne. Mens arealdelen i hovedtrekk viser den fremtidige arealdisponeringen, skal samfunnsdelen ta stilling til kommunens langsiktige utfordringer, mål og strategier, og det blir ofte sagt at samfunnsdelens viktigste oppgave er å peke på kommunens satsingsområder. I tillegg kan kommunen utarbeide flere planer for å oppnå sine mål som for eksempel temaplaner eller kommunedelplaner for særskilte områder.



Figur 6.1. Eksempel på arealkart

METODE

Metoden som anvendes er et dokumentstudium og gjennom litteraturstudiet i kapittel 4 har jeg samlet kunnskap om lokalklima og oppsummert dette i en definisjon. På bakgrunn av teorien har jeg utledet søkeord som beskriver lokalklima. I første del av denne undersøkelsen (kap. 6.2) er det søkt opp og summert antall treff på 17 ord i 20 kommuneplaner. I andre del (kap. 6.3) har jeg utvidet søket til totalt 64 ord, men da for 10 kommuneplaner.

UTVALG OG OPPSETT

Utvalget av kommuneplaner representerer alle fylker og temperaturregioner, med unntak av den temperaturregionen som ligger lengst nord i Norge. I tillegg er det valgt kommuner der lokalklimahensyn kan være spesielt aktuelt grunnet topografiske og klimatiske forhold. Dette er kommuner med områder som ligger i trange daler, på fjell og på vidde. Jeg har også tatt med kommuner der vassdrag/elv er en dominerende del av landskapet, eller har områder som er spesielt utsatt for vind og store nedbørmengder. Temaet for oppgaven retter seg særlig mot lokalklimahensyn i byutvikling, derfor er også de fem største byene i Norge inkludert i undersøkelsen.

Oppsettet for undersøkelsen tar utgangspunkt i kommuneplaner fra 20 kommuner. I råmaterialet inngår kommuneplanens samfunnsdel og arealdel med tilhørende planbeskrivelser og bestemmelser. Det er ikke undersøkt tekst/ord i arealkart, planstrategi, handlingsdel eller planprogram. I det utvidede søket (kap. 5.5) har jeg, i tillegg til flere søkeord, også gjort en overordnet gjennomgang av dokumentene for å se etter andre planer som kan være relevante for lokalklimahensyn. Dette kan være kommunedelplaner, temaplaner og eventuelle punkter i planstrategier. Arealdelen i Brønnøy kommuneplan er fra 1998, og det blir henvisning til at rullering er forsinket. I undersøkelsen valgte jeg derfor heller å ta med fastsatt planprogram for rullering av ny arealdel.

GJENNOMFØRING AV UNDERSØKELSE

Når man gjennomfører et ordsøk er det viktig å være konsistent gjennom hele søket for å sikre et pålitelig og etterprøvbart resultat. Kommuneplanene ble samlet mappevis, og jeg brukte «avansert søk» funksjonen i Acrobat Pro DC. Det ble søkt gjennom alle PDF-dokumenter for hver kommune samtidig og enkelte ord måtte søkes med «hele ord» for å unngå ikke-relevante treff.

Selv om plan- og bygningsloven pålegger noen krav til form og prosess, er ingen kommuneplaner like. Et eksempel på dette er hvor forskjellig resultatet fra ROS/KU er omtalt i planene, noe som også førte til at enkelte ord fikk et uforholdsmessig høyt antall treff. Jeg har tatt med et relativt stort utvalg av kommuneplaner for å utjevne slike utslag.

Søkeordene er gruppert i 5 ulike kategorier, og det prosentvise forholdet mellom kategoriene ble regnet ut for hver enkelt kommune. Med utgangspunkt i dette resultatet ble så gjennomsnittet for alle kommunene regnet ut. Resultatet viser et samlet gjennomsnitt av fordelingen mellom kategoriene for hver av de 20 kommunene. Alternativt kunne jeg summert antall treff på ord og regnet ut gjennomsnitt, men da ville de ordene som i enkelte kommuneplaner fikk uforholdsmessig mange treff, påvirket det samlede resultatet på en uheldig måte.

Det er verdt å nevne at forekomsten av enkeltord bare gir en indikasjon på om et tema eller en «kategori» er nevnt og omtalt i kommuneplaner. En slik undersøkelse avhenger av hvilke søkeord som blir lagt til grunn, og videre at man har et sammenligningsgrunnlag. Selv om mange temaer kunne vært interessante for en slik sammenligning, er det i denne undersøkelsen kun «kulturminner» som er tatt med som referanse. Regneark som viser resultatet er vedlagt under vedlegg.

6.2 KOMMUNEPLAN X 20

20 NORSKE KOMMUNER

Kartet viser hvilke 20 kommuner som er undersøkt. Navngitte kommuner er de 10 kommuneplanene som blir grundigere undersøkt senere i kapittelet. Kommunene som ikke nevnes i kartet er (fra nord mot sør) Sør-Varanger, Tromsø, Brønnøy, Molde, Oppdal, Volda, Kongsberg, Hol, Vinje og Skien. For hver kommune er antall treff på ordet lokalklima (og variasjoner av ordet) angitt. For eksempel finner vi ordet 4 ganger i kommuneplanen til Kautokeino.

DATAGRUNNLAGET

Datagrunnlaget for denne delen av undersøkelsen er generert ved bruk av 17 søkeord. Ordene er inndelt i 5 ulike kategorier.

Kategori 1 er kalt lokalklima og omfatter søkeordene lokalklima, topoklima, byklima og miljøhensyn.

Kategori 2 er kalt klima og omfatter søkeordet klima i relasjon til klimaendringer og klimatilpasning.

Kategori 3 er kalt ekstremvær og omfatter søkeordene ekstremvær (-vind, -nedbør), ras, skred, flom og overvann.

Kategori 4 er kalt vegetasjon og omfatter søkeordene vegetasjon, grønnstruktur og «grønt».

Kategori 5 er kalt kulturminner og omfatter søkeordene «vern» og kulturminner.

TRONDHEIM

SOGNDAL

BERGEN

STAVANGER

KAUTOKEINO

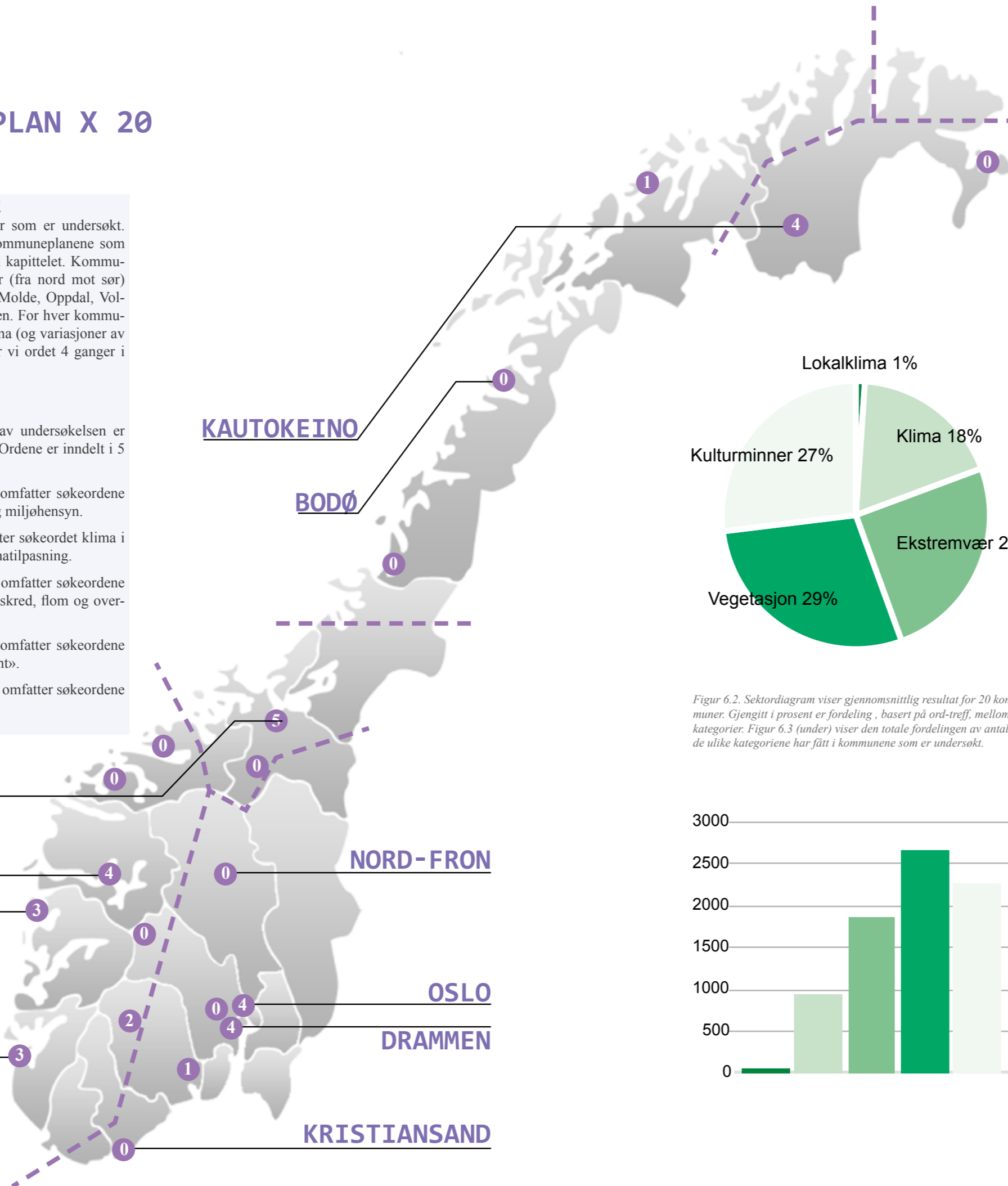
BODØ

NORD-FRON

OSLO

DRAMMEN

KRISTIANSAND



TEGNFORKLARING KART

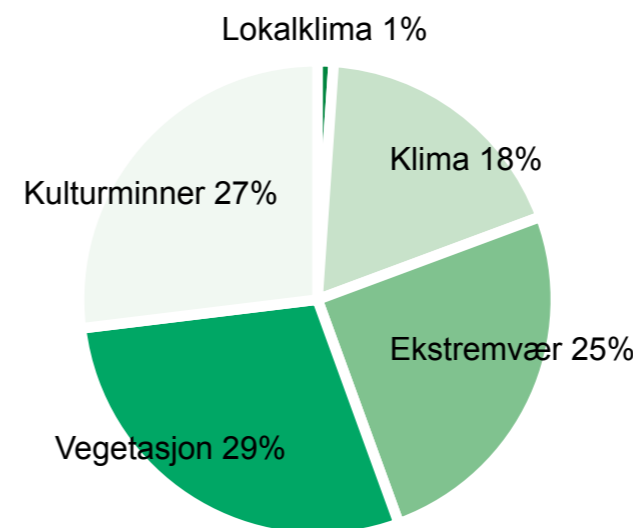
- 1 Kommune & antall treff lokalklima
- 0 Kommune & antall treff lokalklima (utvidet)
- - - Grenser mellom temperaturregioner

OPPSUMMERING 20 PLANER

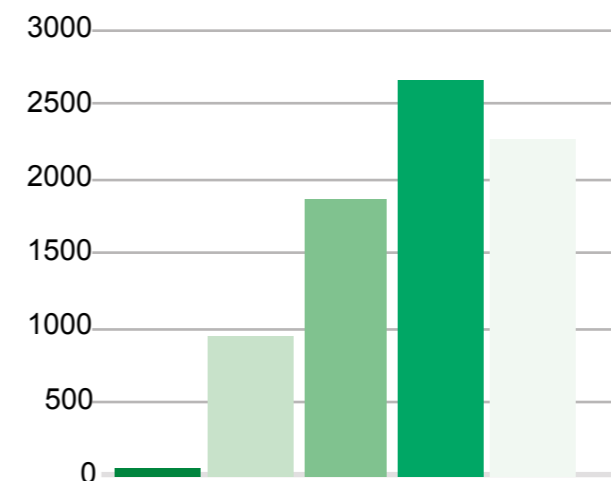
Kommuneplanen gjenspeiler politiske prioriteringer og beskriver hvordan viktige temaer skal sikres for å nå langsiktige mål. Av de 20 kommuneplanene som er undersøkt, er det kun halvparten av disse som nevner ordet lokalklima. Nærmere undersøkelser viser dessuten at av de 10 kommuneplanene som gjengir ordet, er det få som faktisk utdyper og beskriver tematikken. Planene for Kautokeino viser at lokalklima nevnes 4 ganger. Etter kontakt med kommunen per epost fikk jeg vite at et rådgiverselskap har bistått med utarbeidelse av kommuneplanens areal- og samfunnsdel. Jeg antar at det kan være årsaken til hvorfor lokalklima dukker opp i planene.

Sektordiagrammet viser den prosentvise fordelingen mellom de 5 kategoriene jeg har undersøkt og resultatet er basert på gjennomsnittet for alle de 20 kommuneplanene. Om alle kommuner i Norge (til sammen 422 kommuner per 1.1.2018) hadde blitt undersøkt, ville nok fordelingen mellom kategoriene forblitt tilnærmet lik, mens andelen på «lokalklima» hadde nærmet seg 0%. Påstanden er basert på stikkprøver i et stort antall kommuneplaner som ikke inngår i denne undersøkelsen. Dessuten er det grunn til å anta at kommuner med mindre ressurser i enda mindre grad vil prioritere lokalklimahensyn fremfor andre temaer. Diagrammet viser at kommunene er opptatte av «grønne ressurser» og generelt legger grøntområder og vegetasjon stor betydning. Videre tolker jeg resultatet dithen at klimaendringer og klimatilpasning er viktig, og i sammenheng med ekstremvær står dette høyt på agendaen.

De fleste store byene (Oslo, Drammen, Stavanger, Bergen og Trondheim) omtaler lokalklima, men temaet er ikke nevnt i kommuneplanen til hverken Kristiansand eller Bodø. Før undersøkelsen var jeg spent på om kommuner i nord ville ha større fokus på utfordringer relatert til snødrift i motsetning til vestlandskommuner som kanskje i større grad ville ha behandlet temaer tilknyttet vind, ekstremvær og utfordringer som følge av fjord- og dalklima. Resultatet viste imidlertid ingen tydelige mønstre på at geografisk beliggenhet gir utslag i hvorvidt lokalklima er et tema i planene, ei heller hvordan det eventuelt er beskrevet.



Figur 6.2. Sektordiagram viser gjennomsnittlig resultat for 20 kommuner. Gjengitt i prosent er fordeling, basert på ord-treff, mellom 5 kategorier. Figur 6.3 (under) viser den totale fordelingen av antall ord de ulike kategoriene har fått i kommunene som er undersøkt.



6.3 KOMMUNEPLAN X 10

10 NORSKE KOMMUNER

Etter den første undersøkelsen gikk jeg i dybden på 10 kommuner, og for å få et mer omfattende datamateriale ble antall søkeord utvidet fra 17 til 64 ord. Selv om kommuneplanen er det viktigste styringsdokumentet, har kommunen anledning til å vedta kommunedelplaner og temaplaner som utdyper og supplerer kommuneplanen. Ofte utarbeides disse for temaer og/eller områder kommunen anser som spesielt viktige. For denne utvidede undersøkelsen har jeg derfor også gått gjennom kommunedelplanene for de 10 kommunene og på den måten har jeg klart å fange opp noen temaer som har betydning for lokalklimahensyn.

DATAGRUNNLAGET

Datagrunnlaget for undersøkelsen er generert ved bruk av 64 søkeord. Ordene er fordelt på 4 kategorier. Den første gruppen av ord er ord som ofte inngår i temaer kommuner anser som viktige. Søkeordene ble inkludert for å ha noe å sammenligne resultatet med. Kategori 2-4 er direkte relatert til de tre punktene fra min definisjon av lokalklima i kapittel 4.7, s. 41. Nedenfor gjengis noen eksempler på ord som beskriver kategoriene.

1) ANDRE TEMAER: attraktiv, byrom, levende, barn, sykkel, folkehelse, natur, friluft, utbygging, fortetting, medvirkning og kollektiv.

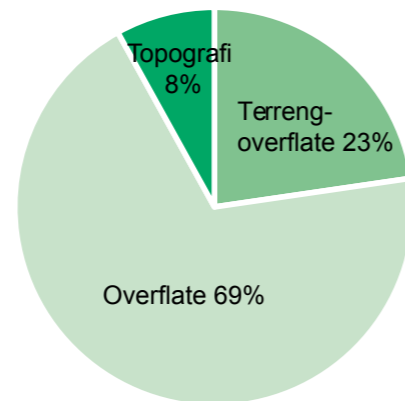
2) TERRENGOVERFLATE: klima, klimagass, vind, værforhold, komfort, solforhold, skygge, temperatur, snø, nedbør, luftforurensning osv.

3) OVERFLATETYPE: blågrønn, natur, vassdrag, vegetasjon, grønstruktur, park, overvann osv.

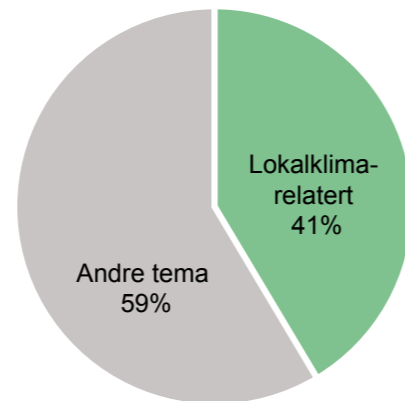
4) TOPOGRAFI: Dalklima, innlandsklima, kystklima, landskap, kaldluft, inversjon, drenasje, oppstuing osv.

TEGNFORKLARING KART

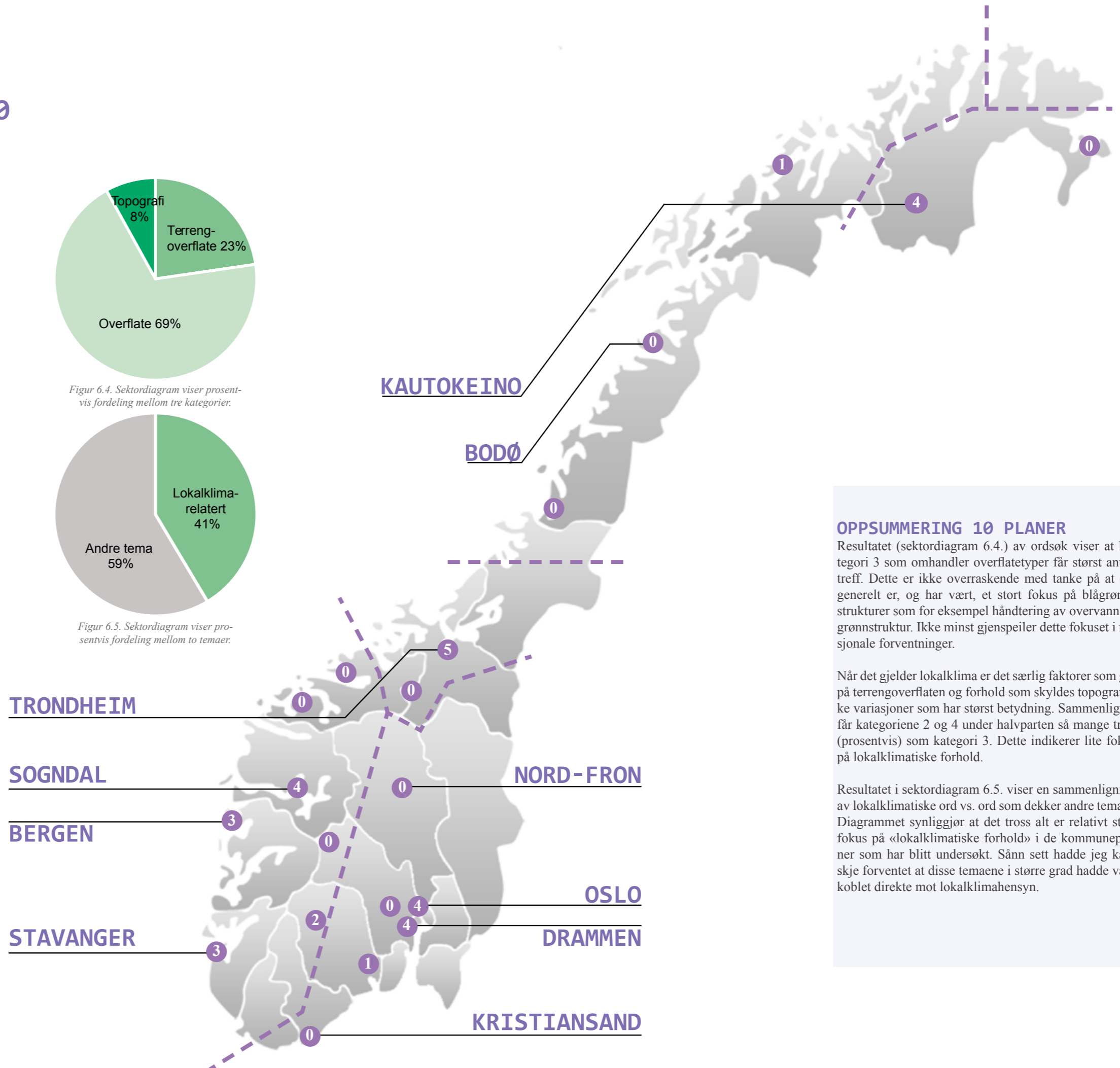
- ① Kommune & antall treff lokalklima
- ① Kommune & antall treff lokalklima (utvidet)
- - - - - Grenser mellom temperaturregioner



Figur 6.4. Sektordiagram viser prosentvis fordeling mellom tre kategorier.



Figur 6.5. Sektordiagram viser prosentvis fordeling mellom to temaer.



OPPSUMMERING 10 PLANER

Resultatet (sektordiagram 6.4.) av ordsøk viser at kategori 3 som omhandler overflatetyper får størst antall treff. Dette er ikke overraskende med tanke på at det generelt er, og har vært, et stort fokus på blågrønne strukturer som for eksempel håndtering av overvann og grønstruktur. Ikke minst gjenspeiler dette fokuset i nasjonale forventninger.

Når det gjelder lokalklima er det særlig faktorer som går på terrengoverflaten og forhold som skyldes topografiske variasjoner som har størst betydning. Sammenlignet får kategoriene 2 og 4 under halvparten så mange treff (prosentvis) som kategori 3. Dette indikerer lite fokus på lokalklimatiske forhold.

Resultatet i sektordiagram 6.5. viser en sammenligning av lokalklimatiske ord vs. ord som dekker andre temaer. Diagrammet synliggjør at det tross alt er relativt stort fokus på «lokalklimatiske forhold» i de kommuneplaner som har blitt undersøkt. Sånn sett hadde jeg kanskje forventet at disse temaene i større grad hadde vært koblet direkte mot lokalklimahensyn.

6.4 LOKALKLIMAFUNN I KOMMUNEPLANENE

FUNN I KOMMUNEPLANER

Videre følger en kort gjennomgang av funn fra kommuneplaner, men det er viktig å nevne at dette er en gjennomgang av kommuneplanene på et overordnet nivå. Undersøkelsen er basert på funn fra ordsøk, søk på nettsidene til kommunene, en epost korrespondanse med Kautokeino kommune samt at jeg gikk gjennom temaet i kommunedelplaner og andre temaplaner eller vedlegg til kommuneplanene. Jeg har kun basert meg på dokumenter som er fritt tilgjengelig på nettsidene til kommunene, med unntak av kommuneplanen til Kautokeino som jeg fikk tilsendt per epost.

DRAMMEN

Arealdel: Kommuneplanens arealdel 2014-36, vedtatt oktober 2015

Samfunnsdel: Bystrategien Drammen 2036, vedtatt juni 2013

Generelle funn i planen: Der høyhus nevnes i kommuneplanen skal det utredes for lokalklimatiske konsekvenser. Det utdypes ikke hva som menes med lokalklima, men vind nevnes generelt som en mulig uheldig konsekvens av høyhus. Planen påpeker at det kan være utfordringer relatert til lokalklima ved knutepunktutvikling. Planen trekker frem ordet «oppholdskvaliteter» i relasjon til byrom og faktorer som solforhold og vind. Komfort trekkes frem som virkemiddel for å øke sykkelandelen, uten at det spesifiseres hva som er ment med ordet.

Andre tema: eget overordnet grønnstrategisk temakart og temakart for overvann, aktsomhetskart for luftforurensning, flom og kvikkleire. Utdypende strategisk fagnotat for utvikling av grønne forbindelser, uterom og fellesarealer og veileder for høring i forbindelse med overvann (høring).

STAVANGER

Samlet areal og samfunnsdel: Kommuneplan for Stavanger 2014-2029, vedtatt juni 2015.

Generelle funn i planen: Det nevnes at lokalklima er viktig ved etablering av høyhus, og ved bygg høyere enn 5 etasjer skal lokalklimatiske virkninger dokumenteres. Det nevnes også at det er påbegynt en egen ROS-analyse for tilpasning til et klima i endring. Eget kapittel som heter «De grønne rekreasjonsområdene» med konkrete forslag til helhetlig sikring av grønne og blå verdier. Kommunen er opptatt av å redusere klimagassutslipp gjennom politikk og ved å stimulere til energieffektive byggerier samt gå foran som et godt eksempel i forbindelse med bygging eller utbedring av offentlige bygg.

Andre tema: Kommunedelplan «Klima og miljø», og ny «Klima- og miljøplan» under revidering der de skriver at planen skal vise hvordan Stavanger kan ta bedre vare på natur og miljø.

BERGEN

Samfunnsdel: Bergen 2030, vedtatt juni 2015

Arealdel: Kommuneplanens arealdel 2010 (rullering pågår)

Generelle funn i planen: Generelt skal grønn og bærekraftig utvikling være et overordnet prinsipp. Planen påpeker at lokalklima og solforhold skal vurderes ved leke- og uteoppholdsarealer og ved plassering av nye barnehager og skoler. I forbindelse med luftforurensning nevnes også «inversjonsområder» i planens bestemmelser, men det utdypes ikke nærmere hva dette er eller hvor man finner disse områdene. At luftkvalitet er av større betydning i kommuneplanen fremkommer blant annet ved at Bergen har en egen hensynssone, «Faresone for luftforurensning», med bestemmelser for å synliggjøre luftforurensede områder. De viser til at disse er utarbeidet i samråd med Meteorologisk Institutt, og blant annet bygger på målinger av NO₂ og inversjonskart.

Andre tema: Eget kart som heter grønne interesser som blant annet viser eksisterende og fremtidige grønne korridorer og fremtidige friluftsområder. Nytt temakart, «Sammenhengende BLÅGRØNNE strukturer», (til høring) som sier at Bergen skal bygges tettere for å skjerme naturområder utenfor byggesonen, og man ønsker også å tilrettelegge for flerfunksjonelle blågrønne strukturer.

SOGNDAL

Samfunnsdel: Samfunnsdelen 2010-2022, vedtatt oktober 2010.

Arealdel: Arealdel til kommuneplanen 2013-2023, vedtatt november 2013.

Generelle funn i planen: Planen fremhever at kvaliteter i nærområdet og at gode lokalklimatiske forhold er viktige ift. kommunens «bustadsstrategi». Lokalklima nevnes som viktig ved leke og oppholdsarealer, og lokalklimatiske hensyn ved etablering av barnehager. Kommuneplanen nevner i korthet at grønnstruktur er et nytt hovedformål.

NORD-FRON

Samfunnsdel: Kommuneplanens samfunnsdel, vedtatt juni 2017.

Arealdel: Kommuneplanens arealdel 2018-2029 (2.gangs offentlig ettersyn februar 2018)

Generelle funn i planen: Planen nevner klima som et eget satsingsområde.

KAUTOKEINO

Samfunnsdel: Kautokeino – Veiviseren i Sápmi, vedtatt mars 2017.

Arealdel: Kommuneplanens arealdel 2017-2030, vedtatt mars 2017.

Generelle funn: Lokalklima nevnes ikke i areal og samfunnsdel, men i bestemmelsene har de et eget punkt som tar for seg lokalklima. Her sies det at det ved nye tiltak og planer skal legges til rette for best mulig lokalklima med hensyn til le for vind- og snødrev, samt solforhold. Her vises det i tillegg til hjemmel i Pbl §11-9, pkt. 6. Solforhold og lokalklima er viktig ved etablering av lekeplasser, og formålet grønnstruktur skal blant annet sikre godt lokalklima.

KRISTIANSAND

Samfunnsdel: Kristiansand mot 2030, vedtatt september 2017

Arealdelen: Styrke i muligheter (arealdelen), vedtatt i september 2011.

Generelle funn: Har byvekst med kvalitet som satsningsområde, der blant annet grønne korridorer skal sikres. Det skal tilrettelegges for at kyst og elv blir bedre integrert i byutviklingen, og man skal generelt sikre frisk luft samt tilpasse og sikre byen mot konsekvenser av klimaendringer.

TRONDHEIM

Samfunnsdel: Kommuneplanens samfunnsdel 2009-2020, vedtatt juni 2010.

Arealdel: Kommuneplanens arealdel 2012-2024, vedtatt mars 2013.

Generelle funn: Kommunen ønsker å styrke blågrønn struktur gjennom å bevare og styrke den funksjonen grønne belter har for lokalklima, og det nevnes at bedre håndtering av overvann blant annet vil styrke lokalklima. Når attraktive byrom beskrives, nevnes lokalklima samt at gode byrom har mange og gode bruks- og oppholdsmuligheter, som gode sitteplasser og godt lokalklima (sol og fravær av vind). Når det gjelder egnethet av områder nevnes det at folkehelse er i direkte relasjon til solforhold, støy og luftforurensning. Ved høyhusbebyggelse må en være ekstra varsom ift lokale vind og solforhold. Planen nevner også kaldluftsdrag som til tross for gode solforhold kan være et problem i relasjon til frostrøyk (spesifikt knyttet til ett utbyggingsområde).

BODØ

Samfunnsdel: Strategisk samfunnsdel Bodø 2030, vedtatt februar 2014.

Arealdel: Kommuneplanens arealdel 2014-2026, vedtatt juni 2014.

Generelle funn: Planen fremhever fokus på vindforhold, og lister opp plankrav ved nye reguleringsplaner som

blant annet skal inneholde sol/skygge-diagram og analyse av sol/skygge målt på spesifikke tidspunkter (23. juni kl. 12-15-18 og 1. september kl. 12-15-15). Dette for å ivareta sol på nordsiden av viktige gateløp, i byrom og parker samt i uteoppholdsareal. Videre skal vind/tunnelvirkning vurderes der dagens situasjon endres, og for bygninger over 5 etasjer skal det utføres vindanalyse, noe som begrunnes med at ny bebyggelse ikke skal skape vindforsterkninger som gjør det ukomfortabelt å oppholde seg i byrom eller spasere på gatenivå. Generelt skal det ved boligbygging være fokus på at bebyggelse i størst mulig grad skal skjerme mot vind og nedbør. Kommuneplanen beskriver også at gatenettet i Bodø opprinnelig ble etablert for en lavere trehusbebyggelse med saltak, og at byen således er planlagt med en gjennomsnittlig gesimshøyde/gatebredde på mellom 1:1 og 1:2. Dette er vanlig i nordiske byer, og har sin historiske årsak blant annet i tilrettelegging for solinnstråling fra lav vinkel og demping av vind i gate- og byrommene. Et innspill for et spesifikt område (forslag om å vurdere og endre gatemønsteret fra øst-vest gående gater for å bryte fremherskende vinder og øke bydelens attraktivitet) tas med videre i prosessen med å utarbeide områderegulering.

OSLO

Samfunnsdel: Kommuneplan 2015, Oslo mot 2030, del 1, vedtatt september 2015.

Arealdel: Kommuneplan 2015, Oslo mot 2030, del 2, vedtatt september 2015.

Generelle funn: Oslo har tre hovedstrategier, hvorav en er grønn og med en ambisjon om å gjøre byen til en verdensledende miljøby. Dette følges blant annet opp med mål om å styrke byens blågrønne preg og at byutvikling skal skje gjennom fortetting innenfra og utover langs banenettet. Det nevnes bestemmelser både for luftkvalitet og lokalklima, og viser således at det er en kobling mellom disse to, selv om det i ordlyden fremkommer at dette gjelder for tiltak som er følsomme for luftforurensning. Når det gjelder vassdrag fremhever planen at åpne korridorer også er essensielt for lokalklima og lokal luftkvalitet. I tillegg er de viktige for naturopplevelser og for å skape sammenhengende grønne nettverk i byggesonen. I kapittel «Sikring av kvalitet i byutviklingen» nevnes det særskilt at åpen og lokal overvannshåndtering er viktig sett i lys av fremtidige klimautfordringer. Videre sies det at dette også kan føre til flere uterom og møteplasser som gir grunnlag for rekreasjon, opplevelseskvaliteter, biologisk mangfold og bedre lokalklima.

Andre tema: Grøntplan for Oslo er en tematisk kommunedelplan som omhandler den blågrønne strukturen innenfor Oslos byggesone (men KDP er ikke vedtatt), og inneholder blant annet en strategi om å utnytte den blågrønne strukturen for å oppnå bedre lokalklima, lokal luftkvalitet og en naturlig vannbalanse. Planen består av flere deler, deriblant et kartvedlegg III ved navn *Grønnstrukturens betydning for lokalklima og luftkvalitet* som er et samlet arealkart der områder er kartlagt iht Emonds klimasoner. I tillegg finner man også en inndeling basert på grønnstrukturens betydning for lokalklima og luftkvalitet.

OPPSUMMERING KP-FUNN

Gjennomgangen bekrefter momenter som ble nevnt i innledende drøfting vedrørende de 20 kommuneplanene. Lokalklima får generelt svært lite omtale, men gjennomgangen viste også positive unntak.

Ingen kommuner nevner betydningen av et godt lokalklima på et større bydelsområdenivå eller kommuneplannivå, og med unntak av Trondheim og dels Bodø, er det heller ingen av planene som skriver at et godt lokalklima kan bidra til gode (attraktive) byrom i kommuneplanene sine. Trondheim kommune omtaler vegetasjon og sier at de «ønsker å styrke grøntbelters funksjon», noe som kan antyde en mer helhetlig forståelse av grøntstrukturens betydning for byklima.

Bodø er kanskje den kommunen som går lengst i å beskrive lokalklimatiske forhold til tross for at de ikke nevner ordet lokalklima. Som eneste kommune snakker de om komfort og de er generelt opptatt av vind og solforhold. Det kan virke som om de har et særlig bevisst forhold til klimatisk komfort med tanke på sin værutsatte beliggenhet.

Grøntplan for Oslo er en kommunedelplan (ikke vedtatt) som utgjør et viktig arbeid i forhold til å ha en helhetlig tilnærming til grønnstrukturens betydning for lokalklima og luftkvalitet, der de store sammenhenger blir tydeliggjort og fastholdt i arealkart for hele byggesonen til byen. På nettsidene til Oslo kommune er det dog noe uklart hva som er gjeldende status for planen. Etter mailkorrespondanse med plan- og bygningsetaten bekrefter de per epost (24 april 2018) at den nye grøntplanen var ment å erstatte KDP 8 Grøntplan for Oslo som ble vedtatt desember 1993. KDP 8 ble opphevet i

forbindelse med vedtak av Kommuneplan 2015 fordi man hadde inkorporert hovedelementene av forslaget til ny grøntplan i kommuneplanen.

KOMMUNEPLANER OPPSUMMERT

Kommuneplanen er det viktigste styringsdokumentet til kommunene, og en bør kunne anta at temaer de anser som viktig blir behandlet. Kommuneplanene er svært ulike i form, struktur og innhold, og da de er utarbeidet i ulike tidsperioder er også enkelte temaer som for eksempel relaterer til nasjonale forventninger, ikke omtalt i eldre planer. Dette har nok i noen grad påvirket resultatet.

I tillegg har vi sett at lokalklima ikke blir nevnt særskilt i lovverk, og det er heller ikke nevnt direkte i ROS-veileder eller i forskrift om konsekvensutredning. Temaet har vært nevnt i eldre veiledere, men er så vidt nevnt i nye og oppdaterte veiledere fra Miljødirektoratet. For eksempel henviser direktoratet i veilederen *Planlegging av grøntstruktur i byer og tettsteder* (M-100-2014, s. 46) leseren til å søke etter mer kunnskap om blant annet metode for lokalklima ved søk på nettsiden til Oslo kommune. Om man følger rådet får man blant annet treff på *KDP Grøntplan for Oslo*, en plan som altså ikke er gjeldende, ref. forrige avsnitt.

Undersøkelsen bekrefter påstanden om at lokalklimahensyn i svært liten grad er behandlet i et representativt utvalg av norske kommuneplaner. Resultatet fra undersøkelsen, sammen med en gjennomgang av øvrige lover og regler, gir grunn til å anta at lokalklimahensyn ikke er tilstrekkelig ivaretatt i det norske plansystemet, verken juridisk eller i form av plandokumenter. Resultatet inngår i mitt svar på problemstillingen, og var et viktig utgangspunkt for diskusjon i ekspertintervjuer.

KAPITTEL 7 ANVENDT VITENSKAP

INTRO

Undersøkelser så langt bekrefter min påstand om at lokalklimakunnskap i begrenset grad kommer til anvendelse. Men det finnes sterke fagmiljøer, særlig innenfor rådgivningsbransjen, som på ulikt vis arbeider med lokalklimahensyn. I dette kapitlet skal min påstand om at det er hensiktsmessig å styrke lokalklimahensyn på kommuneplannivå, undersøkes gjennom samtaler med eksperter.

7.1 MÅL, OPPSETT OG GJENNOMFØRING

For å belyse denne påstanden har jeg innhentet informasjon gjennom ekspertsamtaler. Jeg har gjennomført ett gruppeintervju og ett intervju. I tillegg til at informantene svarte på konkrete spørsmål, var det minst like viktig å få frem sider jeg på forhånd ikke hadde tatt stilling til.

Til tross for at jeg har noe kjennskap til lokalklima fra før, ønsket jeg å ha størst mulig innsikt i tematikken før ekspertsamtalene. Både for å stille gode spørsmål, men også for å kunne lede et kvalitativt intervju på best mulig måte. Derfor ble intervjuene gjennomført mot siste halvdel av skriveprosessen. Gruppeintervjuet (med arkitekt og forsker/ landskapsarkitekt) ble gjennomført i starten av april, hvor både litteratur- og dokumentstudiet langt på vei var ferdige, og disse ble derfor overordnet presentert i samtalen. Intervjuet med meteorolog ble lagt til slutten av april da jeg ønsket å ha tid til å lese meg opp på urban klimatologi.

Alle informantene har god kjennskap til lokalklima i praksis. Jeg benyttet derfor intervjuene for en faglig kvalitetssjekk av egne funn og for å få bekreftet at jeg ikke har oversett viktige teorier eller aktuelle problemstillinger. Informantene er eksperter innen sine fagfelt, og følgelig kunne man forvente at dette ville gjenspeiles i svarene de ga. Jeg har vært bevisst på at informantene (inkludert meg selv) representerer en «sektorinteresse». Særlig i oppgavens avsluttende kapittel var det viktig å forstå at lokalklima utgjør ett av mange hensyn, og at det alltid vil være en viss drakamp mellom ulike interesser



Figur 7.1. Kapitlet tar for seg eksperters erfaring i sitt arbeide med lokalklimahensyn i Norge. Spesielt undersøkes på hvilken måte hensynet er ivarett på kommunalt nivå. Overordnet planlegging har stor effekt på våre fysiske omgivelser. ("The Human Touch" visualisering av @yippiehey).

(og hensyn). Derfor er det viktig at samfunnsplanleggingen og naturvitenskapene produserer et godt kunnskapsgrunnlag som synliggjør konsekvenser og muligheter, slik at de folkevalgte kan prioritere og fatte gode beslutninger.

METODE

Intervjuene ble i all hovedsak gjennomført i fire deler. Jeg startet med å presentere oppgaven, min problemstilling og mine påstander. I del to stilte jeg spørsmål om informantenes faglige bakgrunn og deres arbeid med lokalklima. Tredje del omhandlet deres erfaring med lokalklimahensyn gjennom planlegging og med fokus på konkrete prosjekter der lokalklima har bidratt til å utgjøre en forskjell. Siste del dreide seg om lokalklimahensyn i byplanlegging bør styrkes, og eventuelt hvordan. Intervjuene ble transkribert og innholdet sammenstilt i te-

maer. Disse temaene er i etterkant sammenfattet av meg. Viktige funn og sitater er referert. Hensikten var ikke å analysere og forske på dataene som ble generert gjennom intervjuene, men å samle råd samt få innsikt i hvordan vitenskapelig kunnskap om lokalklima kommer til anvendelse i praksis.

OM INFORMANTENE

Utvalget av informanter er basert på deres faglige ekspertise, praktiske erfaringer på ulike nivåer samt at de har meget god kjennskap til fagdisipliner som meteorologi, arkitektur, landskapsarkitektur og samfunnsplanlegging. Hanne C. Jonassen (Asplan Viak) er utdannet arkitekt, jobber som planlegger og har spisskompetanse innen klimaanalyse (vurdering av lokalklima og luftforurensning) og lokalklimatilpasning. Erik Berge er utdannet meteorolog, og har en særlig god innsikt innen simuleringer av lokalklima og bymiljø, vind og vindkomfort rundt bygninger. Kine Halvorsen Thorén, professor i landskapsarkitektur ved Institutt for landskapsarkitektur LANDSAM/NMBU, har lang erfaring innen forskning og metodeutvikling bl.a. tilknyttet landskapsanalyse og grønnsstrukturanalyse (hvor flom og overvann er mer sentralt enn tidligere) der betydningen for mer klimavennlige og bærekraftige byer inngår. Hanne Jonassen og Erik Berge jobber i all hovedsak praktisk som konsulenter, men de har begge god kjennskap til ulike utdanningsmiljøer gjennom undervisning og veiledning ved flere høyskoler og universiteter.

HAR VI GLEMT LOKALKLIMAHENSYN?

Thorén påpeker at enkle søk etter lokalklima på nett resulterer i få treff på lokalklima, men svært mange på temaer relatert til klimaendringer som ekstremvær og reduksjon av CO2. «Det gir en indikasjon på hva som er i hodet på folk, og bekrefter hvor viktig det er å sette dette temaet på agendaen» (Thorén, 2018). På 70 og 80 tallet var det langt større bevissthet rundt lokalklima, i stor grad takket være arbeidet til to personer. De forankret tematikken vitenskapelig og eksemplifiserte viktigheten både gjennom publikasjoner og praksis. De var også aktive i den internasjonale fremveksten av urban klimatologi. Anne Britt Børve tok doktorgrad ved Arkitektthøgskolen i Oslo 1987 som skolens første kvinnelige doktorand, ble professor ved samme skole med klimateknologi som særlig arbeidsfelt, og jobbet fra 1994 som professor ved Norges Landbrukshøgskole (SNL). Arne K. Sterten var tilknyttet det meteorologiske fagmiljøet, og var en vik-



Hanne C. Jonassen
foto: preus museum

Erik Berge
foto: Civitas

Kine Halvorsen Thorén
foto: NMBU

Figur 7.2. Bilder av informanter.

tig bidragsyter for særlig lokal- og mikrometeorologien, metodeutvikling for lokalklimaanalyser og kartlegging av såkalte fjell/dalvindfenomener. Sammen arrangerte de også et omfattende nordisk etterutdanningskurs for arkitekter/ landskapsarkitekter innenfor temaet der bl.a. Thorén deltok. Børve og Sterten hadde dessuten nær kontakt med kollegaer i Sverige. Jonassen påpeker at hun i nyere tid har holdt foredrag om lokalklima i Sverige, og at de nå ser til Norge når det gjelder lokalklima. «Det er underlig, siden de holdt på med dette for 20 år siden» (Jonassen, 2018). Likevel peker informantene på hvor betydningsfullt miljøet i Sverige har vært, -og fremdeles er for kunnskapsgrunnlaget for lokalklima. Göteborgs Universitet har et spennende miljø og jobber mye med lokal og mikroklimateknologi i byer. Berge påpeker at Göteborg på mange måter kan sammenlignes med Oslo og de har blant annet gjennomført en studie som ser på hvordan globale klimaendringer påvirker lokalklimaet i Göteborg. En av de største utfordringene med klima frem til nå har vært relatert til temperatur og komfort, der kalde vinterdager med mye vind på en måte representerer den «ekstreme delen av lokalklimaet». Men her forventes det et skifte frem mot 2100, der den kalde delen avtar i hyppighet og erstattes av den varme delen. Når man kun ser på

lokalklimakomfort/ utekomfort kan man svært forenklet si at vi befinner oss i en klimasone der fordelene av global oppvarming foreløpig overskygger ulempene relatert til global oppvarming.

URBAN KLIMATOLOGI I NORGE?

I mine litteratursøk fant jeg lite aktuell forskning på lokal- og mikroklima. I nyere tid er det skrevet en masteroppgave ved NMBU (Lund, 2015) der det ble utarbeidet en verktøykasse for landskapsarkitekter med prinsipper for økt klimatisk komfort i byrom. Andrea Lund påpeker også at det generelt er lite bevissthet rundt tematikken og at det er noe mangelfull undervisning om dette ved landskapsarkitektstudiet ved NMBU. Det er imidlertid skrevet en del masteroppgaver ved UIT Norges arktiske universitet i Narvik som tar for seg relaterte problemstillinger. Oppgavene tar utgangspunkt i utbyggingsprosjekter (for eksterne, dels kommersielle oppdragsgivere) og anvender numeriske vind-simuleringer som metode for videre anbefalinger. Ifølge Berge er urban klimatologi en egen fagdisiplin innen meteorologien, men denne står dessverre ikke så sterkt i Norge. I midten av forrige århundre var det derimot tradisjon for dette ved Universitetet i Bergen, og det var Carl L. Godske, og senere hans elev Kåre Utaaker, som var foregangspersoner på fagfeltet og de forsket blant annet på lokal-, mikro- og landbruksmeteorologi. «Der fikk jeg nok litt inspirasjon og lærte en del om temaet gjennom enkelte kurs» (Berge, 2018). Berge har inntrykk av at det er mindre fokus på dette i dag, og ved universitetet i Oslo har de ikke hatt noen tradisjon for denne delen av faget.

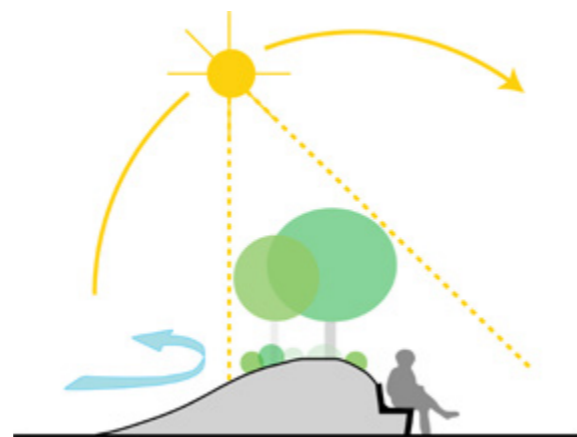
MOT ØKT FOKUS PÅ LOKALKLIMAHENSYN INNEN METEOROLOGIEN?

Berge er overbevist om at fokuset på tematikken vil øke. Betydningen av urban klimatologi vil måtte utvikle seg i takt med at våre urbane områder vokser samt at en stadig større andel av befolkningen bor i de områdene. Han påpeker at meteorologi er et stort fag som består av mange grener. I og med at fagmiljøet i Norge er relativt lite og begrenser seg til to universiteter sier det seg selv at man bare dekker enkelte deler av meteorologien. «Vi er avhengige av at flere drar i samme retning for få et godt fagmiljø» (Berge, 2018). Videre er det ofte de sterke fagpersoners interesse som styrer hvilken retning et fag tar innenfor et institutt. Han mener også at noe av årsaken til at urban klimatologi ikke står sterkere kan skyldes at lokal- og mikrometeorologi er, eller i alle fall

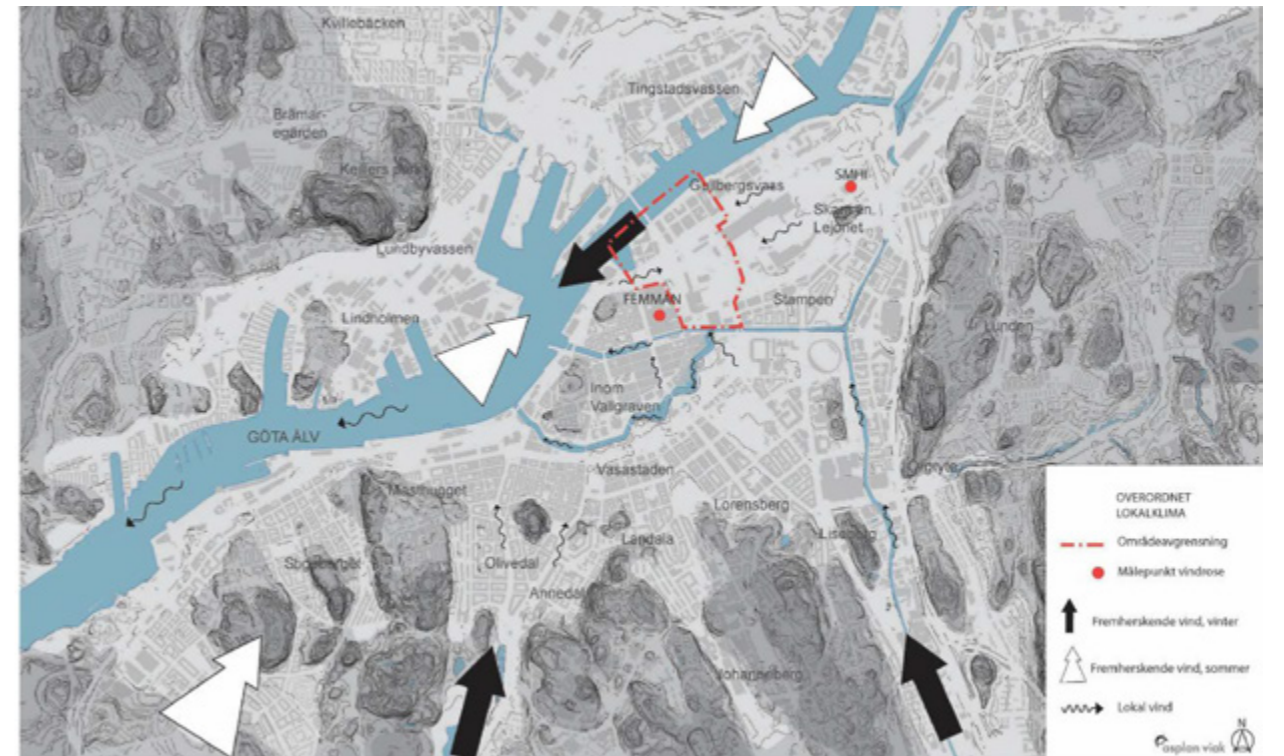
oppfattes som, mer deskriptiv enn andre deler av meteorologien. Meteorologi er atmosfærens fysikk, og mange meteorologer, har sin bakgrunn fra fysikken. «Da er det lett at man trekkes mot de deler av meteorologien som er mer kvantitativ og der du anvender mer matematikk. Og det er det ikke så mye av i lokal- og mikrometeorologi» (Berge, 2018). Han ser ikke noen stor dreining mot denne delen av faget, men påpeker at meteorologisk institutt planlegger å varsle luftkvalitet for hele Norge. Han sier videre at lokal- og mikrometeorologien er en forutsetning for å kunne gi en god og helhetlig beskrivelse av forurensning i byene, og «således tvinges man kanskje mer i den retningen» (Berge, 2018).

OPPLEVELSE & MANGEL PÅ KVANTIFISERING

Psykologiske faktorer kan påvirke hvordan vi opplever lokalklima (kap. 6). Et eksempel på dette er at vi i selskap med andre har høyere terskel for når vindstyrke oppleves som ubehagelig (Lenzholzer, 2015). Ifølge Jonassen er dette perspektivet, både ift. det vi opplever bevisst og ubevisst, svært spennende da det er nettopp dette vi *erfarer*. Noen forhold som støy, vann og forurenset luft kan ses, måles og kvantifiseres, mens andre forhold, særlig vindstrømmer, er langt mer diffuse. Her kommer persepsjonen inn. Folk er ikke alltid bevisste rundt hvorfor et uterom fungerer bra eller hvorfor det ikke er så godt å oppholde seg et sted. Forklaringen kan være så enkel som at det trekker rundt et hjørne, men dette er man ofte ikke bevisst på. Thorén bekrefter hvor stor betydning vind har for opplevd temperatur og lurer på hvor ofte man f.eks.



Figur 7.3. Viser et eksempel på en benk som ikke bare gir skjerming mot vind og sol, men som også bidrar til mikroklima og biologisk mangfold (basert på Lenzholzer, 2015).



Figur 7.4. Kart som viser overordnet lokalklimaanalyse som Asplan Viak utarbeidet for Göteborg i forbindelse med Centralenområdet. Ifølge Jonassen er dette et godt eksempel på planlegging der lokalklima utredes overordnet på bydelsnivå og tidlig i en byutviklingsprosess. Hun synes det er veldig interessant hvordan de ser på lokalklimahensyn som et viktig formgivningskriterie. Illustrasjon: Asplan Viak for Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2015.

tar hensyn til dette ved etablering av benker på åpne plasser, men enda viktigere enn benkene er alle konsekvensene av fortettingen der vi i dag i stor grad skaper skyggefulle, trange og vindutsatte utemiljøer (jfr. Bjørvika). Hun mener det er rart det ikke er mer fokus på dette, særlig med tanke på alle de forblåste stedene vi har i Norge. Berge sier videre at det er viktig at vi klarer å kvantifisere større deler av lokalklima, og at man på den måten kan drive temaet fremover. I tillegg vil man lettere få gehør for at hensynet bør bli ivaretatt og i større grad inkludert i planarbeidet. Vi må få satt tall på problemstillinger relatert til lokalklima og i likhet med Jonassen mener også Berge at betydningen og fokuset på overvannshåndtering bekrefter at et kvantifisert tema ofte anses som viktig. Når det gjelder lokalklima er det veldig mye som går på ukvantiserte variabler, og da blir det også litt diffust for beslutningstagere.

PROSJEKTVIS ELLER OVERORDNET, JA TAKK BEGGE DELER!

Berge opplever at vindberegninger og lokalklimavurderinger ofte trekkes inn når det er kommersielle interesser som står bak. Utviklere ser at de ved hjelp av lokalklimahensyn kan utnytte det kommersielle potensialet og at man kan forene god business, gode bomiljøer og etablering av serveringssteder på egnede steder. Men til tross for at lokalklima er tatt hensyn til i prosjektet, kan man si at det i liten grad styrker lokalklima overordnet sett. Jonassen viser til lignende erfaringer, blant annet fra oppdrag for store utviklere (som for eksempel OBOS, Veidekke, Statsbygg m.v.) der man i tidlige faser aktivt har inkludert lokalklima, men når prosjektene skal realiseres, er det lett å miste dette fokuset da man plutselig blir veldig avhengig av om arkitekt og utbygger er interessert i å følge opp tematikken. Pilestredet Park i Oslo er ett av få eksempler på et prosjekt der man fulgte opp lokalklima i alle ledd; innledende klimaanalyser ble

forankret i Miljøoppfølgingsprogram og videre fulgt opp helt ned til byggedetaljer som spiler og skjerming mot vind på balkonger. Selv om lokalklimahensyn er ivaretatt i noen enkeltprosjekter, slik som Pilestredet Park, er det ifølge Jonassen viktig at kunnskap om lokalklima sikres på et høyere plannivå. Hun viser til at det ikke er kommunen som alene planlegger og har ansvar for «alt», men at de ofte er svært tett på ved utforming av områdeplaner. «Men når det kommer til detaljregulering som konsulenter ofte er involvert i, er veldig mye opp til utbygger. Da er ofte handlingsrommet begrenset til mindre justeringer av et allerede lagt konsept» (Jonassen, 2018).

Når man jobber med lokalklima i enkeltprosjekter, støter man ofte på en kjent utfordring; Det som forårsaker et problem befinner seg et helt annet sted enn i ditt planområde. «For eksempel sitter problemet oppe i lia der (som ved flom og overvann) og så skal du forsøke å løse det der nede. Og vann og luft er egentlig veldig like ting» (Thorén, 2018). Jonassen trekker frem erfaringer fra to jobber de nylig har utført i Göteborg, Centralenområdet og Frihamn. «Fordi Göteborg kommune eier mange eiendommer, har de en helt annen mulighet til å håndtere og regulere lokalklimahensyn inn i sine overordnede planer. Det er snakk om store bydelsonråder der vi har gjort klimaanalyser med hensyntaking av parametere som framherskende vind, kaldluftsdrenasje, stagnasjonssoner, soltilgang, grøntstrukturens betydning og luftforurensning. De jobber nå med byplangrep og er veldig bevisste denne klimakunnskapen. De har en vilje til å tilegne seg kunnskap og håndtere tematikken i prosjektene med en helt annen tyngde og seriøsitet enn jeg har sett noen steder i Norge» (Jonassen, 2018).

HVA VET VI, OG HVA ER ANTAGELSER?

Når det gjelder Oslo kan man stille spørsmål ved hva vi egentlig vet om virkningen av de «svake byvindene». Hvordan modifierer byen lokalklima, og hvilke konsekvenser har det for luftforurensning? Her kan vi også trekke frem den evige debatten knyttet til Groruddalen om å sikre utluftningskanaler for at det ikke skal bli for mye opphopning av luftforurensning. Så lenge vi mangler målinger som bekrefter hva som skjer og ikke skjer i dette området, kan vi bare gi kvalitative anbefalinger. For alt vi vet, sier Berge, kan flere bygg i et område like gjerne føre til større utluftning fordi du får en varmere og dermed mer ustabil luft, forårsaket av økt varmetransport

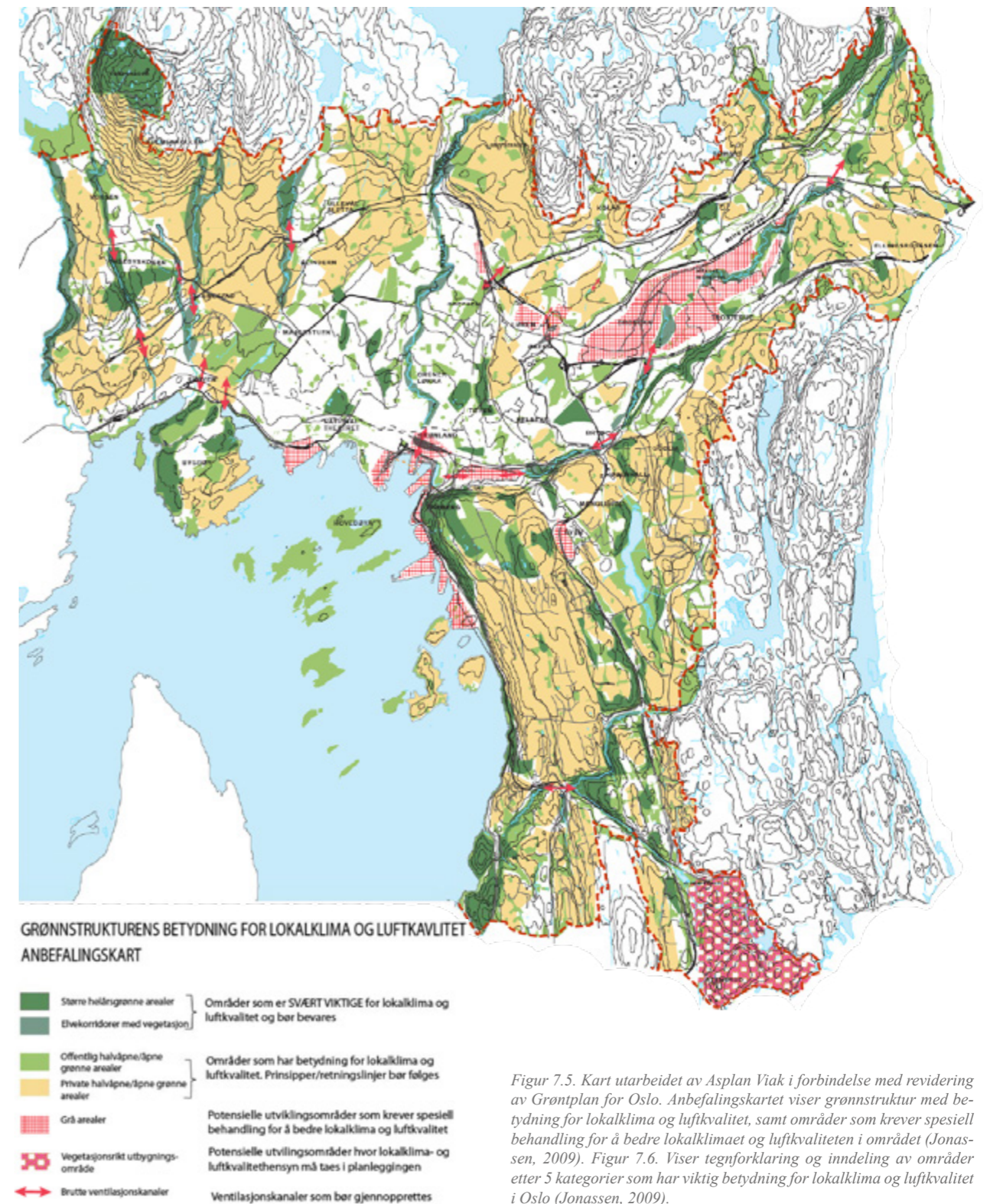
og mer turbulens. Han påpeker videre at det ikke nødvendigvis trenger å være sånn, men at vi har behov for mer forskning og kvantifisering, særlig i tilknytning til koblingen mellom lokalklima og luftforurensning. Men dette er kostbart og man er helt avhengig av en betalingsvillighet.

LOKALKLIMA BØR OPP PÅ KOMMUNEPLANNIVÅ

Når det gjelder miljøhensyn på kommuneplannivå er det viktig med gode verktøy, som for eksempel et anbefalingskart eller en *Grønn plakat*¹ tankegang, sier Jonassen. Oslo kommune bør vite at de på Ekeberg har utfordringer relatert til fremherskende vind, mens de langs Alnavassdraget må passe på å ta vare på de svake vindene. «Det viktige med overordnede analyser er å avklare bebyggbarhet kontra ikke bebyggbarhet» sier Thorén. Dersom et tema ikke blir bearbeidet i kommuneplanen, da «finnes det på en måte ikke». Og selv om det unntaksvis finnes gode eksempler, så hjelper det ikke for det store hele» (Thorén, 2018).

I følge Thorén, er ikke de overordnede kravene strenge nok, og Jonassen bekrefter at det eksplisitt må stå i bestemmelsene til en område- eller detaljreguleringsplan dersom du skal være sikker på at en lokalklimaanalyse skal bli gjennomført. Nettopp derfor, mener Thorén, må man begynne på kommuneplannivå, for å sikre en rød tråd gjennom hele systemet. Jo lenger ned du kommer i planhierarkiet, desto mer detaljerte kan kravene være. Jonassen har 30 års erfaring med arbeid innen lokalklima, og hun mener at det mest sannsynligvis er Oslo som gjennom prosjekter som Grøntplan for Oslo, har hatt størst mulighet til å se de store sammenhengene som påvirker byens lokalklima. Andre prosjekter på byutviklingsområdenivå er Jåttåvågen. Dette er riktignok store områder, men ifølge henne er det veldig sjelden du jobber med lokalklima på kommuneplannivå. Lokalklima har riktignok dukket opp i noen ROS-analyser, og mange krever at det utredes på KU nivå, men for å unngå at lokalklimahensyn er avhengig av saksbehandling eller enkeltperso-

¹ Grønn plakat er en metode for kartlegging av naturverdier på ubebygde arealer. «Plakaten» er ment som et vær-varsom-signal til alle som har med arealforvaltning å gjøre. På en enkel måte skal den gi en dokumentasjon på hvilke natur-, rekreasjons- og landskapsverdier som er knyttet til grønnstrukturen. Grønnstrukturen deles inn i tre hovedelementer; landskap, rekreasjon og friluftsliv og natur. Innbakt i metoden ligger også en måte å skille naturbetinget vegetasjon fra kulturbetinget vegetasjon og videre hvordan man kan underdele ytterligere (kilde: Miljøverndepartementet).



Figur 7.5. Kart utarbeidet av Asplan Viak i forbindelse med revidering av Grøntplan for Oslo. Anbefalingskartet viser grønnstruktur med betydning for lokalklima og luftkvalitet, samt områder som krever spesiell behandling for å bedre lokalklimaet og luftkvaliteten i området (Jonassen, 2009). Figur 7.6. Viser tegnforklaring og inndeling av områder etter 5 kategorier som har viktig betydning for lokalklima og luftkvalitet i Oslo (Jonassen, 2009).

ner, bør det løftes opp på kommuneplannivå. Thorén sier videre at hensikten med å få hensynet opp på kommuneplannivå, må være å kunne si noe om hvor vi skal bygge og hvor vi ikke skal bygge, samt hvilke retningslinjer og regler man bør ha i forhold til hvor vi får lov til hva. Og for å kunne fatte disse beslutningene trenger man et kunnskapsgrunnlag basert på temautredninger der lokalklima er ett av mange viktige tema. Jonassen sier at vi har svært forskjellige klimasoner i Norge, noe som også gir ulike utfordringer basert på geografisk beliggenhet. Sånn sett kan det kanskje i enkelte kommuner være like bra å utrede lokalklima i en kommunedelplan eller som temaplan, eksempelvis som med overvann.

Også Berge viser til at han i liten grad jobber med prosjekter på kommuneplannivå eller bydelsnivå. Men han bekrefter at han fått noen jobber med bakgrunn i at enkelte kommuner har pålagt utbyggere å utrede lokalklima. Det er tross alt kommunen som må påse at utemiljøet tas vare på og han viser for eksempel til Stavanger og Time kommune som han opplever er veldig bevisste på lokalklima, og da særlig vindforholdene. Han peker også til lignende fokus hos kommuner langs Mørkekysten og i Vestfold, og at det kan virke som om bevisstheten i kommunene er økende. Men lokalklimahensyn burde nok vært bedre systematisert ift. kommunal planlegging.

OSLO SOM EKSEMPEL TIL ETTERFØLGELSE?

En viktig del av kunnskapsgrunnlaget til Oslo kommune når det gjelder lokalklima finnes i rapporter som ble utarbeidet i forbindelse med *Grøntplan for Oslo* og revisjonen av denne. I tillegg finnes det delutredninger fra PBEs utredningsarbeid for *Høyhus i Oslo*, som kartlegger de overordnede landskapsmessige og lokalklimatiske sammenhengene som har betydning for en eventuell høyhusbygging i Oslo. Både Jonassen og Thorén har bidratt i ulike deler av dette arbeidet. I forbindelse med revisjon av *Grøntplan for Oslo* utarbeidet Asplan Viak v/Jonassen rapporten *Grønnstrukturens betydning for lokalklima og luftkvalitet i Oslo* (Jonassen, 2009). Denne rapporten sammenstiller blant annet et temakart basert på ulike overflate-kategorier samt et anbefalingskart med tilhørende retningslinjer/prinsipper for å ivareta lokalklima og luftkvalitet i grøntplanen. Det er blant annet metodene som er anvendt i dette arbeidet det pekes til i veilederen M-100 (Miljødirektoratet, 2014), som mener det er et eksempel til etterfølgelse for andre kommuner.

Til tross for at kartene er gode, og at de danner et godt utgangspunkt, er de ifølge Thorén ikke et godt eksempel da kunnskapen ikke er overført i kommunens videre planarbeid. Mens den nye grøntplanen var ment å erstatte *KDP 8 Grøntplan for Oslo* (vedtatt desember 1993), ble den istedenfor opphevet i forbindelse med vedtak av Kommuneplan 2015 (Smart, trygg, grønn, Oslo mot 2030). Dette fordi man hevdet at hovedelementene i forslaget til ny grøntplan var inkludert i kommuneplanen (Oslo kommuneplan 2015, samt mailkorrespondanse med PBE). De peker blant annet på at forslag til grønnstruktur i grøntplanen ble lagt inn i det juridisk bindende plankartet til kommuneplanen og at kommuneplanen i tillegg har et temakart for blågrønn struktur som bygger på grøntplanen, noe som legges til grunn for plan- og byggesaksbehandling. I tillegg hevder de at viktige bestemmelser og retningslinjer også er sikret i kommuneplanen. Thorén mener at det viktige vokabularet knyttet til grønnstruktur i *Grøntplan for Oslo* ikke fremkommer i kommuneplanen. Blant annet har hele poenget med grøntstrukturens flerfunksjonelle element, ikke kommet godt nok med. Dette kan også forklare hvorfor man ikke finner mer om lokalklima i kommuneplanen.

FORTETTING MED KVALITET

«I Oslo ser vi nå resultatet av at det har vært en boligmanget, og at fortetting kan gå på bekostning av særlig soltilgang og kvaliteten på uterommene» (Jonassen, 2018). Thorén viser til forskning gjort på 80 tallet, ledet av Petter Næss, og som hun selv var en del av. Prosjektet het *Natur og miljøvennlig tettstedsutvikling* og tok for seg ulike scenarier for hvordan vi skal planlegge byer i Norge dersom vi skal ta hensyn til bærekraft. Konklusjonen de kom frem til var fortetting, noe som også kom inn i den påfølgende Stortingsmeldingen i 1993 (Stortingsmelding nr. 31(1992-93) om «Den regionale planleggingen og arealpolitikken»). Da kom både fortetting og grøntstruktur inn som tema, og grønnstruktur representerer på mange måter en motkraft og konflikt. Thorén peker på hvordan markedskreftene idag spiller på fortetting begrunnet med bærekraftshensyn men der hovedhensynet er mest mulig utbygging, og hun savner mer fokus på sosial bærekraft. Dette er i følge henne, nettopp hva grøntstruktur og lokalklima også handler om. Fortetting med kvalitet er mulig, men det er et spørsmål om hvor grensen går. Det er ikke bra når det potensielt kan føre til en drakamp ift. fortetting, eller en situasjon hvor plutselig alt dreier seg om bare en ting, som at klima bare er overvann eller lignende.

7.2 OPPSUMMERING

Ekspertene bekrefter at hensynet til lokalklima i liten grad er sikret gjennom lover og regler, og heller ikke på kommuneplannivå eller gjennom veiledere. Samtidig vises det til et fokus og en bevissthet rundt tematikken i enkelte kommuner. De fleste oppdragsgivere er private, og ekspertene blir hentet inn for å utrede og hensynta lokalklima både fordi dette bidrar til å realisere kommersielle sider, men også fordi kommuner pålegger en utredningsplikt. Selv om lokalklimahensynet ofte er godt ivaretatt i prosjekter, støtter alle ekspertene påstanden om at det mangler en systematisk og helhetlig sikring av lokalklima. Styrking av lokalklima kan gjøres på flere måter, for eksempel ved at kommunen er mer aktiv i sin planlegging, enten ved å benytte planverktøy som kommunedelplaner og temaplaner, og/eller ved å inkorporere lokalklimahensyn på kommuneplannivå.

Hensynet til lokalklima bør styrkes, og for å lykkes må dette skje på flere plannivåer, og på tvers av fagmiljøer og fagdisipliner. Med tanke på hvor viktig lokal- og mikrometeorologien er for å kunne løse utfordringer knyttet til eksempelvis luftforurensning i byene, kan det virke åpenbart at vi burde starte med å forske på- og kvantifisering effekter knyttet til lokalklima og urban klimatologi. Spørsmålet er hvordan dette kan finansieres. Dersom forskning for eksempel kunne bekreftet at økt fortetting stedvis også kan føre til bedre lokalklima burde det ikke være vanskelig å finne betalingsvillighet.

En annen utfordring kan også være relatert til at ulike fagmiljøer og svært ulike disipliner ikke snakker godt nok sammen, og at det meteorologiske kunnskapsgrunnlag vanskelig lar seg «oversette» til konkrete planprinsipper. Som Thorén påpeker er det uansett viktig at alle nivåer snakker sammen, og at vi utvikler gode metoder for implementering av vitenskapelig kunnskap i våre kommuneplaner.

Avslutningsvis kan det nevnes at både Frihamn i Gøteborg og Bjørvika i Oslo er eksempler på store byutviklingsområder (transformasjon av store havneområder), men med en relativt ulik fremgangsmåte om vi ser på hvordan lokalklima er ivaretatt. Til tross for at man i Bjørvika har hatt fokus på lokalklima i de enkelte prosjekt, kan man ikke med sikkerhet si hva konsekvensen av den helhetlige utbyggingen vil være for lokalklima. Her strides de lærde, der noen hevder at fortetting i Bjørvika i enkelte tilfeller vil kunne blokkere utlufting av luftforurensning fra byen, mens andre mener at vi mangler dokumentasjon

på at dette stemmer. Det eneste vi kan si med sikkerhet er at bebyggelsesstrukturen og høyden på byggene enkelte steder har ført til redusert utekomfort grunnet skygge og redusert vindkomfort. Noe av dette kunne vært unngått om en, i likhet med Frihamn, hadde hatt lokalklimahensyn med i overordnet planlegging. Bjørvika er dessuten et godt eksempel på at vi mangler data og større grad av kvantifisert kunnskap om urban klimatologi i Oslo.



KAPITTEL 8 Å ANVENDE LOKAL-KLIMAKUNNSKAP I PLANLEGGING

INTRO OG PÅSTAND

Min fjerde og siste påstand er at det kan være nyttig å se på hvordan lokalklimahensyn praktiseres i andre lands plansystemer. I dette kapitlet tar jeg derfor for meg eksempler på hvordan dette hensynet er ivaretatt på kommunalt nivå i andre land. Hensikten er å finne eksempler på anvendt kunnskap som kan være nyttig når jeg avslutningsvis skal komme med anbefalinger til hvordan vi kan styrke lokalklima i Norge.

OPPSETT OG GJENNOMFØRING

Jeg har sett på hvordan andre land anvender lokalklimakunnskap i sin planlegging og forvaltning. Dette har jeg gjort gjennom en overordnet litteraturstudie der jeg samlet relevant informasjon om andre lands praksis relatert til lokalklima. Mine viktigste kilder har vært boken *Weather in the City* (Lenzholzer, 2015), artikkelen *Climatology for city planning in historical perspective* (Hebbert, 2014), rapporten *City Weathers meteorology and urban design 1950-2010* (Hebbert et al., 2011).

På bakgrunn av dette valgte jeg å gjøre en case-studie av Stuttgart i Tyskland (se beliggenhet ifigur 8.3.). Det er flere grunner til at jeg valgte å se nærmere på akkurat denne byen. Litteraturstudiet i kapittel 4 avdekket mange viktige akademiske bidrag til diskursen om urban klimatologi fra fagmiljøet i Stuttgart. Det viste seg også at sentral faglitteratur fra både Danmark, Sverige, Norge og England peker til Stuttgart som svært viktig for fremveksten av faget, og forskning fra dette miljøet og Tyskland generelt går igjen i publikasjoner frem til dags dato, for eksempel i boken *Weather in the City* av Lenzholzer, utgitt i 2015. Det tyske plansystemet har mange likhetstrekk med det norske, noe som øker sannsynligheten for at metodikk derfra har stor overføringsverdi til Norge.

METODE FOR CASE-STUDIE

For gjennomføringen av case-studiet har jeg brukt en modell fra artikkelen *Green structure under pressure* (Thorén & Saglie, 2013). Thorén og Saglie peker til at hovedutfordring for å lykkes med å sikre grønnstrukturen i byer er å gjøre kunnskap om naturmangfold nyttig for planleggere. De viser blant annet til flere undersøkelser som bekrefter dette (Ernstson et al., 2010; Sandström et al., 2006). Selv om de i artikkelen undersøkte grønnstruktur, anser jeg modellen like relevant for min undersøkelse av lokalklima fordi hovedutfordringen er den samme; å sikre at vitenskapsbasert kunnskap blir omsatt til konkrete planprinsipper som igjen gir føringer når vi skal prosjektere og bygge i byene. Urban klimatologi bygger på kunnskap generert i meteorologien, og om dette skal gi økt lokalklimakomfort i byene våre, må planleggere forstå og anvende denne vitenskapelige kunnskapen. At dette kan være vanskelig pekte også Hebbert til da han påstod at en av hovedgrunnene til at urban klimatologi ikke fikk større påvirkning innen planleggingsfaget var nettopp at de ikke lyktes med å gjøre meteorologisk kunnskap nyttig og anvendelig for planleggere (Hebbert, 2014). Min undersøkelse er gjennomført ved at jeg har studert kildene nevnt i første avsnitt, og videre har jeg brukt informasjon på kommunens nettsider og dokumenter/rapporter som er offentlig tilgjengelige fra regionale og statlige etater. Jeg har ikke vært i direkte kontakt med kommunen.



Figur 8.1. Figuren viser «stages in the knowledge/planning interface» slik den er fremstilt av Thorén & Saglie, 2013.

8.1 UNDERSØKE KUNNSKAPSOVERFØRING



Figur 8.2. Diagram som viser min modell, oversatt fra Thorén (2013), og som danner metoden for hvordan jeg har undersøkt Stuttgarts KlimaAtlas. Case-studien presenteres iht modellens 4 steg på kunnskapsoverføring.

MODELL FOR UNDERSØKELSEN

Basert på Hunt og Shackley (1999), laget Thorén og Saglie en teoretisk modell (Figur 8.1.) for å undersøke kunnskapsoverføring fra naturvitenskapelig kunnskap til planlegging (Thorén & Saglie, 2013). Modellen består av 4 deler, hvor den første handler om å definere og forstå konteksten til det som skal undersøkes samt avgjøre hvilken kunnskap som er relevant (framing the perspective). Steg to ser på hvordan vitenskapelig kunnskap blir generert i samarbeid mellom forskere og akademikere innen samme fagdisiplin. Steg tre tar for seg hvordan kunnskapen oversettes og blir nyttig for planleggere og beslutningstakere, med fokus på anvendelse og bruk. I siste og fjerde steg ser man på hvordan kunnskapen kommer til nytte og anvendelse i møte med lover og regler i en politisk og byråkratisk kontekst. Planlegging som fagdisiplin er forankret i forvaltning og planleggeren har kontakt med mange fagdisipliner inkludert vitenskapen. Samfunnsplanlegging befinner seg i en kompleks tilværelse preget av egne normer og regler, lokale sosiale forhold, den politiske atmosfære osv. De må følge prosessregler gitt av lovverket som inkluderer åpne, demokratiske prosesser og medvirkning. I tillegg må de også ta hensyn til føringer som følge av eierskap, da dette har stor betydning for handlingsrommet for offentlig planlegging (Thorén & Saglie, 2013).

Figur 8.3. Viser kart over Europa med markering av Stuttgart med rød sirkel. Markert med røde prikker er andre tyske byer som har anvendt samme klimaAtlas metodikk som ble utviklet i Stuttgart.



8.2 CASE-STUDIE STUTTGART

CASE-STUDIE AV STUTTGART

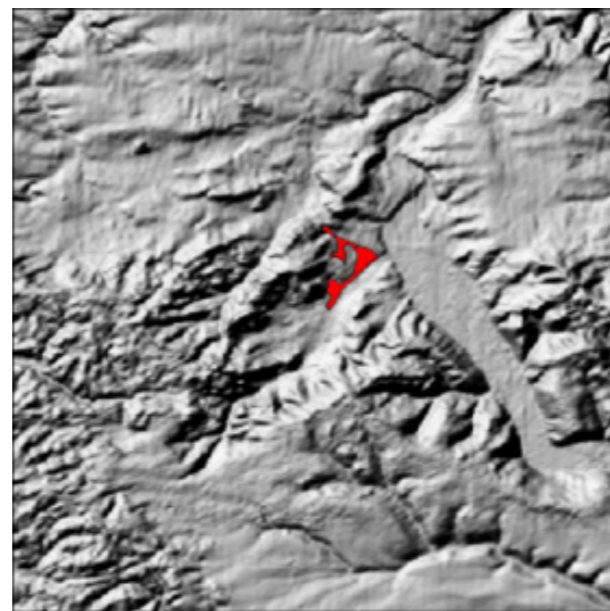
Tyskland har en lang tradisjon på å bruke den delen av meteorologien som handler om urban klimatologi. Når jeg undersøker Stuttgart er det fordi byen og regionen gjennom 80 år har fremstått som en pioner når det gjelder å integrere meteorologisk kunnskap i sin byutvikling, en erfaring som resulterte i en metodikk kalt *KlimaAtlas*. Atlaset er kommunens verktøy for å håndtere lokalklimahensyn i sin arealforvaltning. *KlimaAtlas* er tilgjengelig som publikasjon (Stuttgart, 2008), i form av en nedlastbar versjon på nett (Verband, 2008). Kommunen bruker *KlimaAtlas* sammen med *Städtebauliche Klimafibel* (en egen veileder/håndbok for planleggere og beslutningstakere; foreligger både som publisert versjon (Reuter & Kapp, 2012) og som nettbasert versjon (Ministerium für Wirtschaft, 2012)) både som kunnskapsgrunnlag og som styringsressurs i sin planlegging.

BAKGRUNN: BEHOV FOR KUNNSKAP

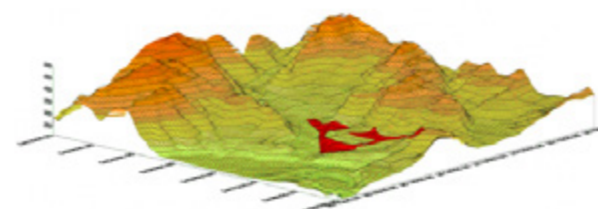
Stuttgart ligger lengst sørvest i Tyskland, har nærmere 11 millioner innbyggere og er hovedstad i delstaten Baden-Württemberg. Den sterkt industrialiserte byen ligger i bunn av en gryte omgitt av dallandskap og hele regionen er preget av lave vindstyrker, og de har derfor åpenbare utfordringer relatert til forurenset luft. Ifølge *Städtebauliche Klimafibel* fattet man derfor svært tidlig interesse for de grønnkledde åsene som ligger rundt byen som i kombinasjon med kaldluftsdrenasje sørger for viktig utlufting og ventilering av den forurensete bykjernen. Denne problemstillingen ligner på utfordringer vi også kjenner fra norske byer, særlig Bergen og Oslo som i likhet med Stuttgart, sliter spesielt med luftforurensning i perioder med inversjon. Forskning og andre eksempler fra Stuttgart er vist i både kap. 1.1, gjennom referanser i kap 4. og hovedkildene for dette kapittelet fremhever at *KlimaAtlas* er en godt utprøvd modell over lang tid. Metodikken er også implementert i flere tyske byer samt andre steder i verden. Hvorfor den vokste frem i nettopp Stuttgart kan blant annet forklares med at de har et nasjonalt meteorologisk institutt med stor interesse for lokal- og mikrometeorologi i urbane områder, velfungerende lokale myndigheter, en aktiv forskningskultur ved universitetene og politisk støtte for å sikre miljøhensyn

gjennom kommunal regulering (Schirmer, 1976; Schirmer, 1984; Weischet, 1980).

Michael Hebbert har også undersøkt og beskrevet *KlimaAtlas*, og mener blant annet at det ikke dreier seg om værkart, men snarere et sett bestående av to typer kart. De første kartene er analysekart (*Klimaanalyse-Karte*), som viser overflater med betydning for lokalklima ut ifra arealbruk, kategorisert etter såkalte *klimatoper*. Det andre kartet angir anbefalte planprinsipper for å sikre klimatopenes funksjon for byklima. Kartene angir kun gjentakende vær fenomener som har en innvirkning på helse, velvære eller økonomisk aktivitet. Hebbert oppsummerer med at målet med *KlimaAtlas* (kartene) ikke er å tilrettelegge for bestemte værforhold, men for å unngå skader som følge av manglende lokalklimahensyn. I tillegg ønsker man å benytte kunnskapen for økt fleksibilitet i møte med en usikker fremtid når det gjelder energiforsyning, samt å bruke kunnskapen for å legge til rette for lokalklimakomfort til alle årstider (Hebbert, 2014).



Figur 8.4. Høydelagskart som viser hvordan Stuttgart (markert i rødt) ligger i et dallandskap. Klima er mildt med lite vind og bærer preg av dalklima og elven Neckar (Baumueller, 2008).



Figur 8.5. 3D-illustrasjon sett mot nordøst med Stuttgart (i rødt) med omkringliggende høyder (Baumueller, 2008).



Figur 8.7. Foto av en typisk grønn-korridor som er så viktig for å lede kaldluft inn mot bykjernen (Stuttgart, V. R., 2008).



Figur 8.8. Foto fra Stuttgart sentrum mot de omkringliggende åsene. Det er en viktig bystrategi å holde disse åssidene så urørt og åpne som mulig, da de produserer kaldluft som er avgjørende for byens frisklufttilførsel (Baumueller et al., 2009).



Figur 8.6. Forsiden på "KlimaAtlas", kommunens viktigste dokument for håndtering av lokalklimahensyn i byutviklingen (Baumueller, 2008).

KLIMAATLAS KORT FORKLART

KlimaAtlas presenterer en romlig beskrivelse av dagens klimatiske forhold i regionen Stuttgart. Atlaset er todelt, der første del er kalt *Grundlagenteil* (grunnlagsdel) og andre del er kalt *Kartenteil* (kartdel). I grunnlagsdelen presenteres klima og luft som planleggingsfaktorer og det gis en omfattende beskrivelse av det regionale klima. Her beskrives også metoden for produksjonen av klimakartene. Kartdelen er delt i 3 kategorier; A) grunnlags-, B) resultat-, og C) analysekart.

A: Grunnlagskartene viser et stort spekter av ulike temaer som er relevante for å beskrive lokalklimatiske forhold, som for eksempel høydekart, arealbrukskart, plassering av målestasjoner og støykart.

B: Resultatkart viser temaer som overflatetemperaturer, gjennomsnittlige temperaturforhold, områder der kaldluft oppstår, bevegelsesforløp av kaldluftsdrenasje samt lokale vindforhold som er påvirket av overflater.

C: I analysekartene blir ulike resultater kombinert, vektet og evaluert. Her inkluderes også kart som viser hvordan klimaendringer vil påvirke fremtidens lokalklima og konsekvenser for mennesker.

De viktigste analysekartene oppsummeres i et klimaanalysekart som danner grunnlag for konkrete anbefalingskart for planleggingsformål.

8.3 VITENSKAPELIG KUNNSKAP

Å ta hensyn til lokalklima i planlegging betyr å *anvende og omsette kunnskap om atmosfærens fysikk*. Dette er kunnskap som ofte bygger på svært komplekse årsaksforhold med mange variabler og til dels usikkerheten knyttet til prognoser. Videre har hver by et unikt byklima bestående av en kombinasjon av synoptiske forhold, topografi, økologi og bebyggelse. Selv om luftens bevegelse i bebygde omgivelser er langt mer kompleks sammenlignet med eksempelvis hydrologiske kretsløp, følger de likevel et gjentakende mønster som kan kartfestes. På bakgrunn av meteorologisk kunnskap, kan det lages klimakart som igjen kan danne et viktig kunnskapsgrunnlag for romlig planlegging.

KLIMAKUNNSKAP OVER LANG TID

Kunnskapsgrunnlaget som ligger til grunn for analyse- og anbefalingskartene bygger på mange årtier med systematiske undersøkelser og forskning. I 1938 fikk Stuttgart en miljøvernetat med en egen kommune-meteorolog som var ansvarlig for alle forhold relatert til luftforurensning. Under andre verdenskrig benyttet *Luftwaffe* byens topografi til å beskytte viktige industriområder mot flyangrep. Områdene som lå i dalbunnsjonen ble skjult ved at de ble kunstig røyklagt (Hebbert, 2014). En bieffekt av denne røykleggingen var at de kunne kartlegge horisontale luftstrømningsforhold etter hvert som røyken spredte seg og på den måten kunne de kartlegge områder eller kanaler som var viktige for kaldluftsdrenasje og frisklufttilførsel. Å sikre at disse friskluftkanalene beholdt sin viktige funksjon for byens utlufting, ble en essensiell del av byutviklingsstrategien for Stuttgart og dette ble nedfelt i ulike planer gjennom etterkrigstiden. Stuttgart fikk i etterkrigstiden sin egen avdeling for urban klimatologi og i 1992 publiserte de *KlimaAtlas für den Nachbarschaftsverband*, som er forgjengeren til dagens KlimaAtlas. I 2008 kom revidert og utvidet versjon, *KlimaAtlas Region Stuttgart*, og undersøkelsesområdet var nå utvidet til å dekke et areal på 3654 km² (Oslo er til sammenligning 454 km²). I forbindelse med revisjonen og videreutviklingen ble også alt av materiale gjort tilgjengelig digitalt ved hjelp av GIS.

KUNNSKAPSBASEN

Den naturvitenskapelige kunnskapen vi finner dokumentert i grunnlagskartene er hentet fra meteorologiske undersøkelser, og datasettene som er lagt til grunn for *KlimaAtlas* er hentet fra flere kilder. Her gjengir jeg de viktigste kildene rangert etter hvor relevante de er for planleggingen (Baumueller, 2008). Om vi starter helt overordnet finner vi *Nationalatlas BRD, 2003*, et klimaAtlas som gjelder for hele Tyskland (stat). Deretter følger *KlimaAtlas Baden-Württemberg, LUBW 2006*, som er utarbeidet for planlegging på makronivå (kart i målestokk 1:50 000 – 1:25 000) med et grid på 1 km. Dette er en egnet skala for planlegging på nivå med *Landesplanung* (delstatsnivå). *KlimaAtlas Region Stuttgart, 2008*, er utarbeidet for planlegging på mesonivå (kart i målestokk 1:10 000 – 1:5 000) med et grid på 50 m-1 km. Dette egner seg for planlegging på flere plannivåer; *Regionalplanung, Statdentwicklungsplanung* (ikke juridisk bindende), *Flächennutzungsplanung* og *Städtebauliche Rahmenplanung* (ikke juridisk bindende). Til sammenligning er anbefalt presentasjonsmålestokk for kommuneplanens arealdel 1:20 000 eller 1:50 000 (regjeringen. no). For planlegging på nederste plannivå (*Bebauungsplanung*), som spenner fra meso til mikronivå, med en målestokk fra 1:2500 til 1:1000 med et grid på 5 m – 200 m, forutsettes det at det gjennomføres egne lokalklima-analyser.

Hovedkildene for *KlimaAtlas* er hentet fra *KlimaAtlas Baden-Württemberg*, mens datasett som omhandler luftkvalitet (NO_x og PM₁₀) er hentet fra emisjonsundersøkelser utført av nasjonale myndigheter (Luftschadstoff-Emissionskataster Baden-Württemberg 2004, LUBW). Generelt gis det i første del av atlasen en grundig innføring i hva klima og lokalklima er. Videre beskrives det hvordan råmaterialet er generert og analysert, mens den mer komplekse forskningen formidles med figurer, grafer og kildehenvisninger.

8.4 OVERSETTE KUNNSKAP TIL PLANLEGGERE

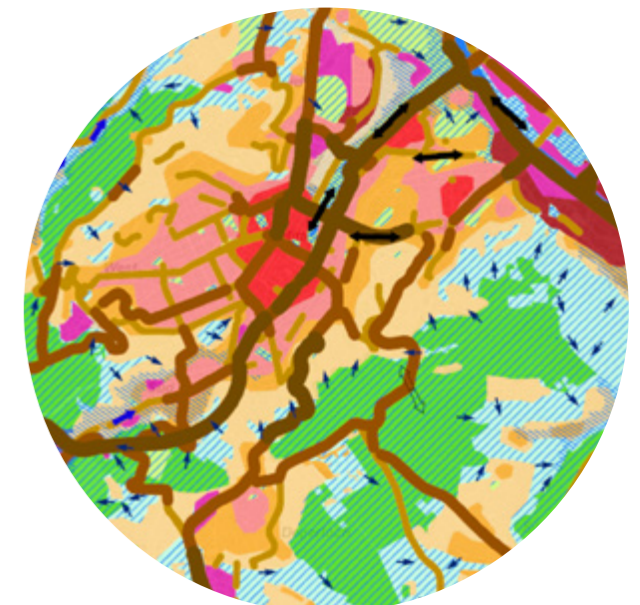
Howden har kommunen gjort denne kunnskapen forståelig og anvendelig for arealplanlegging? Stuttgart har flere verktøy som de bruker for å kommunisere kunnskap og skape forståelse for dens relevans. Mot planleggere er det primært *KlimaAtlas*, enten i form av en tilgjengelig fysisk rapport med tilhørende analysekart i målestokk 1:25.000, eller i form av en shapefil i GIS-verktøy. For beslutningstagere, politikere og folk flest har man en egen interaktiv «geportal» på nettsidene til kommunen.

RESSURS FOR PLANLEGGING

For alle aktører som jobber med arealplanlegging er *KlimaAtlas* det viktigste verktøyet. For arealplanlegging og alle planleggingsaktørene er det sentralt at den vitenskapelige kunnskapen fra meteorologien omsettes til konkrete planprinsipper. Innen romlig planlegging regulerer man gjerne ved hjelp av kart, derfor er det interessant å se hvordan de i Stuttgart har forankret kunnskapen i plankart. I *KlimaAtlas* skjer denne oversettelsen mellom kartene i kategori B (resultatkart) og C (analysekart). *Klimaanalyse-Karte* (analysekart) er kartet hvor lokalklimatiske forhold oversettes til overflater (soner) som til sammen dekker hele arealet i regionen. I alt har de 11 kategorier av overflater (soner) som de kaller *klimatoper*. *Klimatopene* er et viktig steg i analysen, og danner grunnlaget for å utforme konkrete anbefalinger og planprinsipper når anbefalingskart skal utarbeides i neste steg.

KLIMATOPER

I *KlimaAtlas* defineres en klimatop som et område med lignende mikroklimatiske egenskaper, og de skilles fra hverandre på grunn av ulike termiske egenskaper, overflateruheten (påvirker vindforhold) og topografiske forhold. I tillegg har de i Stuttgart inkludert et kriterium som går på forekomsten av kilder til luftforurensning. Av de til sammen 11 klimatopene er det her vist 8 med bilde og beskrivelse hentet fra atlasen. De tre kategoriene som ikke er vist er skog-, vann- og industri-klimatop. Å anvende klimatoper er en utbredt kartleggingsmetode som også får bred omtale i boken til Lenzholzer (2015). Scherer definerer klimatoper som “areas of characteristic combinations of climatic factors and of similar relative



Figur 8.9. Viser utsnitt av klimaanalysekart, der de fargede områdene viser de ulike klimatopene, mens piler og skraver angir hvordan luftkvalitet og luftbevegelse modifiseres av overflaten. For eksempel angir tykke blå piler berg og dalvinder; sorte piler luftkanaler utsatt for forurensning, og små blå piler kaldluftsdrenasje generert av overflater med helning (Stuttgart, 2008).

Figur 8.10. Jernbane-klimatop: preget av høy temperatur dagtid, rask nedkjøling om natten. Vindutsatt og kan fungere som vindkanal og overflate for kaldluftutvæskling. Hensyntas som klimatop når bredden er større enn 50 m (Stuttgart, 2008).



Figur 8.11. Næringspark-klimatop: ligner klimatop for tett bebyggelse; dominert av varmeøyeffekt, lav luftfuktighet, vind-dempende effekt, harde overflater i form av veier og parkering. Om natten synker ofte luften over blikktak markant mer enn på bakkeplan (Stuttgart, 2008).





Figur 8.12. Bykjerne-klimatop: Høy og tett bebyggelse med lite grøntområder fører til høye temperaturer dagtid, varmeøyeffekt om natten og lav luftfuktighet. Påvirker i sterk grad vind. På bakkeplan: vindturbulens, luftforurensning, støy (Stuttgart, 2008).



Figur 8.13. By-klimatop: Bebyggelse med flere etasjer, lite grøntområder og frittstående høy bebyggelse. Oppvarming på dagtid, redusert kjøling på kvelden kan bidra til varmeøyeffekter. I likhet med bykjerne fare for støy, forurenset luft og redusert vindkomfort (Stuttgart, 2008).



Figur 8.14. Randsone-klimatop: Tett bebyggelse, maks 3 etasjers, ofte frittstående enkelthus, blokker, rekkehus og maksimalt 5 etasjers frittstående bebyggelse. Redusert nedkjøling om natten, svært avhengig av omgivelsene. Lokale vind og kaldluftsstrømmer hindres (Stuttgart, 2008).



Park-klimatop: Har viktig temperaturreguleringseffekt på sitt nærområde. Viktig for kald- og friskluftproduksjon. Større grøntområder fungerer som friskluftkanaler. Parker med mye trær gir, særlig på dagtid, skyggefulle, kalde områder med høy luftfuktighet. Foto/tekst: Stuttgart kommune



Figur 8.15. Åpent landskap-klimatop: Temperatur og fuktighet påvirkes i stor grad av både sesong og døgnvariasjon. Vind påvirkes i begrenset grad, stor produksjon av frisk- og kaldluft om natten, særlig på gressletter og landbruksområder (Stuttgart, 2008).



Figur 8.17. Hageby-klimatop: Spredt bebyggelse, mye grøntområder, sammenlignet med åpent landskap er alle klimaforhold lett modifiserte, men preget av sterk nedkjøling om natten og liten endring av vindforhold. viktig for lokalklima, særlig i skrånende terreng (Stuttgart, 2008).

significance for their surroundings, operating on a spatial scale of several tenths to hundredths of meters” (Scherer et al., 1999, s. 4187). Scherer kritiserer derimot den tradisjonelle måten klimatopene blir registrert på, og han peker til at inndelingen ofte i stor grad baserer seg på subjektive og manuelle metoder. Han eksemplifiserer dette med at to tilsynelatende like parker i samme byområde kan ha svært forskjellig betydning for lokalklima, grunnet små topografiske forskjeller. For å øke kvaliteten og gyldigheten på klimatoper utarbeidet han, i forbindelse med klimaanalyser i Basel, en ny metode for kartlegging. De tok i bruk digitale terrengmodeller som kombineres med digitalt generert informasjon om arealbruken og som videre inkluderer både fysiske og sosioøkonomiske egenskaper (tradisjonelt brukes ofte flyfoto og kart med arealformål). Dette vil ifølge Scherer gi et sikrere resultat (Scherer et al., 1999). Som beskrevet i *Klimaatlaset* brukte de meteorologisk datamateriale, topografiske kart, bykart, arealkart og flyfoto som grunnlag for inndeling i klimatoper. Det gis ingen nærmere informasjon rundt hvem eller hvordan dette arbeidet ble utført. Imidlertid påpeker de at arealer i analysekart (klimatoper og kaldluftsområder) ikke er detaljerte nok til å ta hensyn til tomtegrenser, og at en må påregne en toleranse på inntil 100 m.

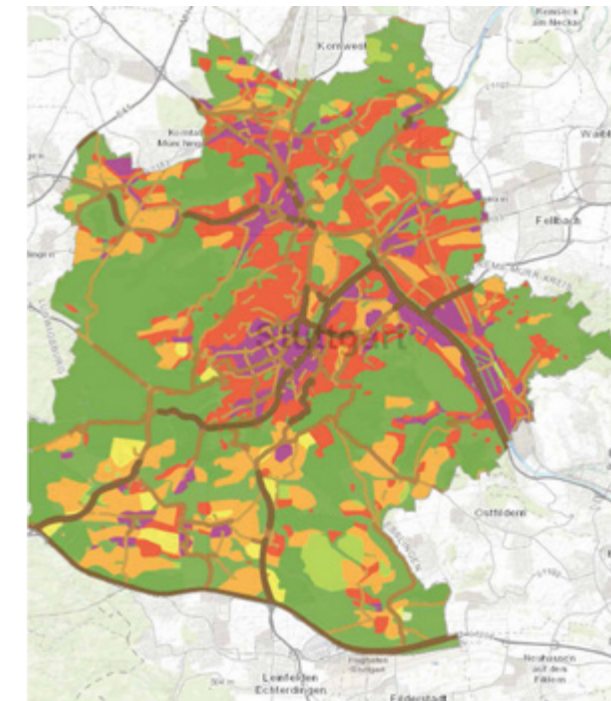
ANBEFALINGSKART

Med bakgrunn i alle parametere i klimaanalysekart, har Stuttgart utarbeidet et anbefalingskart (se figur 8.18.) der kun forhold med relevans for arealplanlegging er inkludert. Arealene har ulik farge og inndeling er i stor grad basert på følsomhet eller sårbarhet ved en eventuell endring av bruken. Kategoriene har tilhørende beskrivelser, anbefalinger og bestemmelser som bør tas med i betraktningen om en planlegger ny eller endret bruk. Arealene følger ikke eiendomsgrenser og også her gjelder en toleranse på inntil 100 m. Man kan også ta ut egne prinsippkart som for eksempel vist i figur 8.19. Slike kart presenterer en rekke prinsipper som gjelder for særskilte overflater som har stor betydning for lokalklima og luftkvalitet. Disse arealene er fordelt etter bebygde og ikke bebygde områder. Her kan det nevnes at en lignende analyse og kartleggingsmetode ble anvendt av Jonassen, og fremstilt i et temakart som dekker Oslos byggesone basert på 6 typer arealer/soner (basert på Emonds kategorier¹) og disse representerer viktig grønnstruktur samt dens betydning for lokalklima og luftkvalitet (Jonassen, 2009)

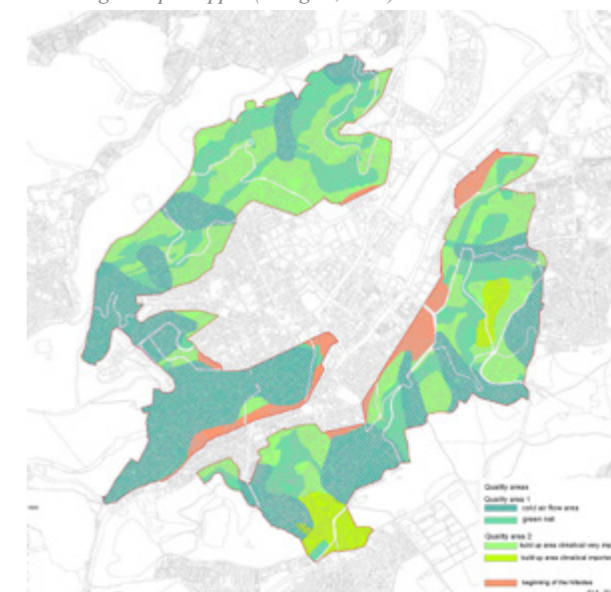
VEILEDER OG KOMMUNIKASJON

For planleggere og beslutningstagere har kommunen utarbeidet veilederen *Städtebauliche Klimafibel*, og denne foreligger både som publisert versjon (Reuter & Kapp, 2012) og som nettbasert versjon (Ministerium für Wirtschaft, 2012). Den supplerer med andre ord *Klimaatlaset*. Veilederen beskriver på en enkel måte hvordan klima og urban klimatologi påvirker menneskers helse og trivsel og komfort. Den kommuniserer ikke bare viktige temaer som for eksempler virkemidler for å bearbeide luftforurensning, men omtaler i tillegg utfordringer og sammenhenger mellom lokalklima og klimatilpasning. Data fra *Klimaatlaset* er gjort tilgjengelig via en geoportal på kommunens egne nettsider (Stadtmessungsamt), der brukeren enkelt får tilgang til nyttige, interaktive kart (GIS) for en rekke ulike temaer hvorav ett av dem er Stadtklima (byklima). På samme portal finner man også WMS tjenester, 3D modeller og lignende informasjon.

¹Emonds klimasoner: Vegetasjonens og terrengformasjoners betydning for lokalklima og luftkvalitet er delt inn i fem kategorier etter den tyske klimatologen Emonds, 1990. I tillegg har vi definert en sjetende kategori for temperaturutjevningseffekt. Oppsettet er hentet fra Planlegging av grønnstruktur i byer og tettsteder, DN-håndbok 6, 1994 og er supplert av Per Anker Pedersen, 2008 (Jonassen, 2009, s. 6)



Figur 8.18. Viser anbefalingskart som er utarbeidet på bakgrunn av klimaanalysekart, men som kun inneholder informasjon som er relevant for arealplanlegging, og som kan følges opp med konkrete planbestemmelser og arealprinsipper (Stuttgart, 2008).



Figur 8.19. Eksempel på prinsippkart for overflater vektet ut fra viktighet for kaldluftproduksjon (mørkegrønn) og områder som kanalisere kald- og friskluft. Lysegrønt angir hageby-bebyggelse som ikke må fortettes da områdene er viktig for produksjon og kanalisering av friskluft inn mot bykjernen. I rødt: terrenghelning som møter bebygde områder som må holdes åpne (Stuttgart, 2008).

8.5 FRA PLAN TIL GJENNOMFØRING

Gjennom min undersøkelse av Stuttgart får jeg inntrykk av at det generelt er stor politisk interesse for miljø og urban klimatologi i området. Denne antagelsen er bygget på at jeg ser vilje til å bruke ressurser på tematikken ved at de gjennom årtier har brukt midler på utredninger og kartlegginger, at de har en egen kommunal «klimaetat», at de aktivt bruker kunnskap om lokalklima i sin kommunikasjon på kommunens nettsider samt gjennom støtte til FoU. Stuttgart er heller ikke alene om tematikken. De trekker kunnskap fra- og samarbeider både på delstat- og statlig nivå.

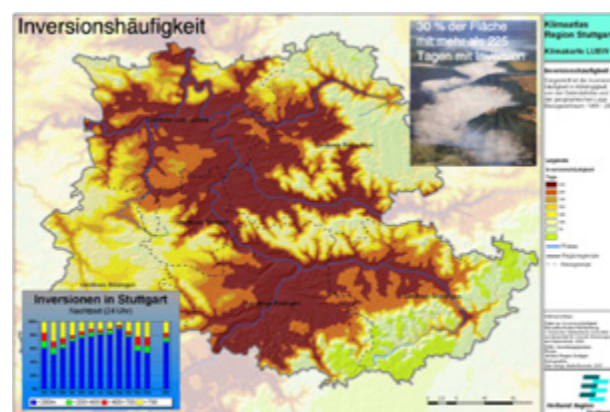
KOMMUNIKASJON OG KLIMAENDRING

Både *KlimaAtlas* og *Städtebauliche Klimafibel* er svært tekniske og grundige i sin gjengivelse av kunnskap. Skjønt, rapportene bærer også tydelig preg av et klart politisk budskap. De trekker i stor grad frem betydningen av arealpolitikks betydning for folk flest, spesielt med tanke på at regionen er særlig utsatt for fremtidige hettebølger som følge av klimaendringer. I analysekartene presenterer de også data og prognoser for ventede forhold frem mot 2100, og de er ikke redde for å bruke til dels følsom statistikk, som for eksempel dødelighet, for å vise til betydningen av tematikken. De fremhever at lokalklimakunnskap er sentral for å legge til rette for bærekraft (både for miljø, folkehelse og samfunnet generelt) og som verktøy for en god klimapolitikk.

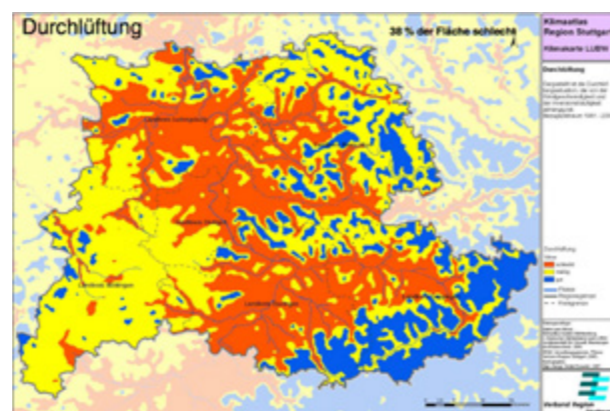
På sine nettsider og geoportalen jobbes det med å kommunisere og gjøre kunnskap om lokalklima lett tilgjengelig for både planleggingsaktører, men også for andre beslutningstagere og allmenheten. Forholdsvis komplisert meteorologi fremstilles og forklares på en enkel måte, og portalen oppleves intuitiv og pedagogisk i sin layout og oppbygning. De opplyser at interaktive kart er tilgjengelige for mobile enheter, og lokale vindvarsel (syntetiske vindroser) for hele regionen oppdateres direkte hver time.

KVANTIFISERT MILJØPOLITIKK

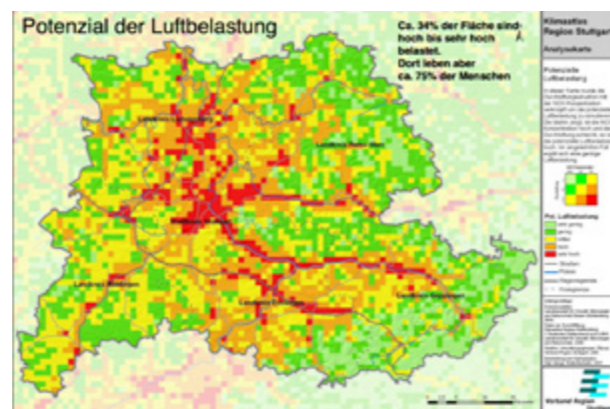
I ekspertintervjuene i forrige kapittel ble det påpekt at økt grad av kvantifisering er nødvendig for å øke betydningen, viktigheten og forståelsen for lokalklimahensyn. Jeg trekker frem noen eksempler fra analyse- og resultatkartene i *KlimaAtlas* som både tall- og kartfester klimatiske faktorer. Alle figurer er hentet fra Baumüller (2008).



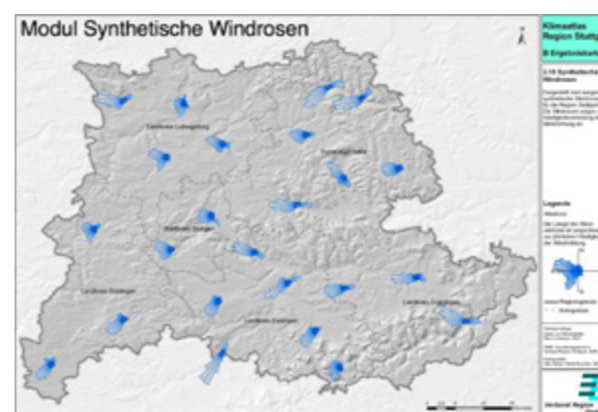
Figur 8.20. Viser kart over inversjonshyppighet. 30% av overflatene er utsatt for inversjon i mer enn 225 dager (Baumueller et al., 2009).



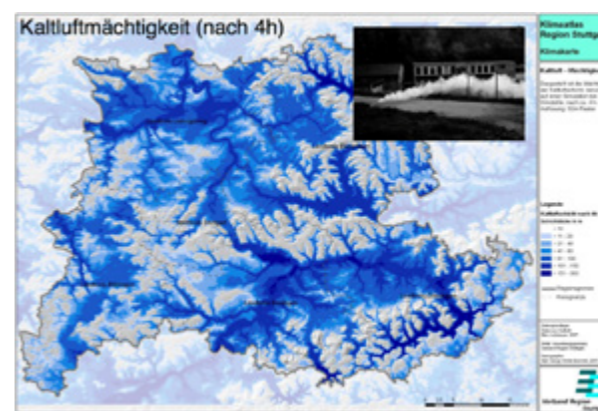
Figur 8.21. Viser kart over ventilerte områder. 38% av overflatearealer er dårlig ventilert (Baumueller et al., 2009).



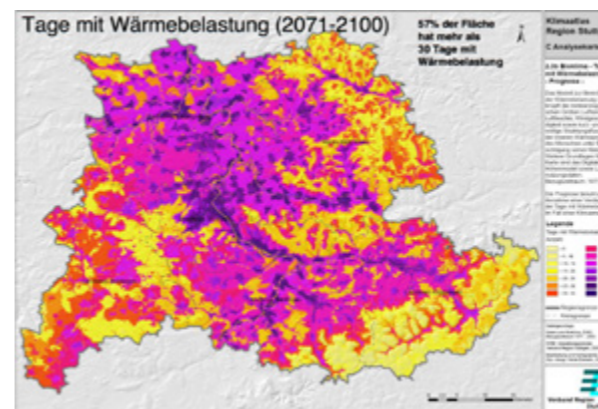
Figur 8.22. Kart viser at 34% av arealet har høy luftforurensning. På det samme arealet bor 75% av innbyggerne (Baumueller et al., 2009).



Figur 8.23. Kart som viser syntetisk fremstilte vindroser. Disse er nyttig når detaljerte analyser skal gjennomføres (Baumueller et al., 2009).



Figur 8.24. Viser simulering av kaldluftsdrenasje, 4 timer etter solnedgang. Kald luft siger ned i dalbunnen (Baumueller et al., 2009).



Figur 8.25. Kart over ventet temp. for 2071-2100. 57% av overflatene er utsatt for ekstremvarme i mer enn 30 dager (Baumueller et al., 2009).

Kart 8.20 viser inversjonshyppigheten for regionen Stuttgart, og ifølge målinger ser vi at 30% av overflatene er utsatt for inversjon i mer enn 225 dager. Dette underbygges av kart 8.21 som viser at hele 38% av overflatene i regionen er dårlig ventilert. Når en da i tillegg kombinerer dette med data om luftforurensning blir de negative konsekvensene synlige. Det tredje kartet (figur 8.22) viser at 34% av overflatene er høyt til svært høyt utsatt for luftforurensning, og det er en tankevekker at det på det samme arealer (34%) bor om lag 75% av innbyggerne.

Når kunnskapen blir kvantifisert og visualisert, blir det enkelt å forstå, både for allmenheten og politikere, hvorfor det er så viktig å ta vare på skogs- og grøntområder som produserer kald og frisk luft. Da blir det også enklere for de folkevalgte å samles om en arealpolitikk som gjennom regulering skal sørge for opprettholdelse av slike grønne områder, i tillegg til å forby fortetting i områder som kanalisere og leder friskluft inn i varme, forurensede bykjerner. Gode analyser og anbefalingskart gjør det mer forståelig for beslutningstagere og politikere å skjønne klima, og dermed også prioritere og omsette kunnskap til konkret handling. Og ikke minst blir det lettere å få aksept for- og støtte av innbyggerne når kunnskapen også blir formidlet på en god måte.

LOVER OG REGLER

KlimaAtlas og *Städtebauliche Klimafibel* inneholder også kapitler som beskriver hvordan lokalklima er fastholdt gjennom lover og regler. De rettslige sidene ved klimahensyn, både ift krav og muligheter, får omtale. Allerede i 1977 ble det vedtatt at luft og klima må hensyntas i planleggingsprosesser (i dag hjemlet i Baugesetzbuch, BauGB). I 1993 ble *KlimaAtlas* metodikken fra Stuttgart tatt inn som en nasjonal standard av *Verrein Deutscher Ingenieure (VDI-3787) Umweltmeteorologie Klima- und Lufthygienekarten für Städte und Regionen* (Miljømeteorologi Klima- og lufthygienekart for byer og regioner). I innledningen til denne standarden nevnes at retningslinjen har som mål å forklare hvordan byklimatiske forhold kan gjengis i kart, analyseres og vurderes samt hvordan man med utgangspunkt i dette kan lage konkrete anbefalingskart for arealplanlegging. Det fremheves at kunnskap fra disse kartene er viktig for både kommunal og regional planlegging og vil få økt betydning i tråd med klimaendringer og generell økning i miljøbevissthet.

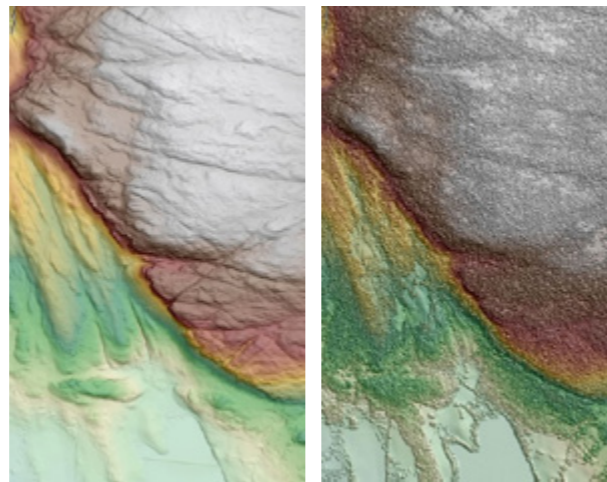
8.6 OPPSUMMERING OG RELEVANS FOR NORGE?

STUTTGART SOM MODELL

Hva kan vi lære av Stuttgart, og har klimaatlasmetodikken overføringsverdi til vårt plansystem? Det kan være greit å starte med en overordnet sammenligning av våre plansystemer. Når det gjelder *lover og regler* er også det tyske plansystemet bygget opp rundt tre plannivåer; statlig-, (Landesplanung), regional- (Regionalplanung) og kommunal planlegging (Bauleitplanung der einzelnen Gemeinden). Ifølge Holth har den tyske plan- og bygningsloven (Raumordnungsgesetz og Landesplanungsgesetz) mange likhetstrekk med den norske, blant annet ift at en reguleringsplan ikke skal gripe inn i privatrettslige forhold, og at bestemmelser i planen gjelder fremtidig bruk (Holth, 2017). Det samme gjelder i stor grad prosessreglene når det kommer til utarbeides av reguleringsplan, som for eksempel regler om konsekvensutredninger. Den tyske *Flächennutzungsplan* tilsvarer kommuneplanens arealdel, men den er, i motsetning til arealdelen, ikke rettslig bindende. Derimot har tyske regionale planer tilsynelatende en sterkere grad av rettslig binding enn de norske, som i motsetning ikke har rettsvirkende kraft (Holth, 2017). Dette bekreftes i undersøkelsen av Stuttgart der det vektlegges at anbefalingskartet retter seg mot både regional planlegging så vel som kommunal planlegging. Det kan også nevnes at tyske planer må ta hensyn til krav stilt i overordnet plan, men at de samtidig skal delta i utarbeidelsen av spesifikasjonene i de overordnede planene iht. motstrømsprinsippet. Dette skal sikre forutsigbarhet og medvirkning og at behov på lavere nivå blir hensyntatt. I Tyskland har de to typer konsekvensutredninger der *UVP* er en KU på overordnede planer, og *Strategische Umweltprüfung SUP* er KU på prosjektnivå. I motsetning til en norsk KU (som også utreder for samfunnsmessig bærekraft) skal det utredes for konsekvenser av planen på miljø.

KOMMUNIKASJON AV KUNNSKAP

Oslo kommune opprettet 1. juli 2016 en etat som skal implementere en klima- og energistrategi. Den heter *Klimaetaten* og er en viktig del av arbeidet knyttet til å kommunisere og involvere innbyggerne og samarbeidspartnerne, men den skal også bidra til å gjøre Oslo klimarobust i møte med klimaendringene. I og med at opprettelsen fremdeles er relativt fersk, skal det ifølge dem selv (Klimatilpassingsstrategi for Oslo kommune, 2014) fremover jobbes med viktig datainnsamling og kunnskapshøving. På deres nettsider pekes det spesielt til håndtering av overvann, men også grøntområders be-



Figur 8.26. Eksempler på detaljerte høydelagskart som kan være svært nyttig for lokalklimaanalyser. Til venstre vises digital terrengmodell (DTM) der trær og andre detaljer er fjernet, slik at selve bakken står fram. Til høyre vises digital overflatemodell (DOM) hvor trær og andre detaljer på bakkeplan danner en ruglete overflate (Bilde: Kartverket / Jon Arne Trollvik).

tydning og luftkvalitet blir nevnt. Det ville være veldig interessant å gå nærmere inn på hvilken måte Oslo kobler lokalklimahensyn opp mot klimatilpassning. Jeg er sikker på at både Oslo og andre norske kommuner har mye å lære av Stuttgart på dette området, ikke minst når det gjelder å kommunisere naturvitenskapelig kunnskap på en enkel og forståelig måte, slik som man eksempelvis har gjort gjennom Stuttgarts geoportal.

MODELL FOR ANVENDT KUNNSKAP

Stuttgart har en godt utprøvd modell når det gjelder å anvende lokalklimakunnskap i sin forvaltning og arealpolitikk. Kunnskapsgrunnlaget basert på *KlimaAtlas-metodikken* kan anvendes på både overordnet og strategisk planlegging og helt ned på reguleringsplannivå. Det er mye lærdom å hente i hvordan meteorologisk kunnskap blir oversatt og brukt, både som ressurs for økt kvalitet i områder med fortetting, men også for å regulere ikke bebyggbare områder på grunn av deres viktige lokalklimatiske funksjon. Elementer fra Stuttgart kunne vært implementert i norsk kommunal planlegging, for eksempel gjennom bruk av hensynssoner på kommuneplannivå, og ikke minst ved å løfte lokalklima opp som et eget tema, gjerne fulgt opp gjennom som kommunedelplan eller i form av temaplaner. Et annet viktig aspekt som blir synlig ved å se til arbeidet gjort i Baden-Württemberg, er behovet for regional samordning når det kommer til

Definere:
Lokalklima i
byplanlegging

Aktuell vitenskapelig
kunnskap

Nyttig kunnskap
for arealplanlegging

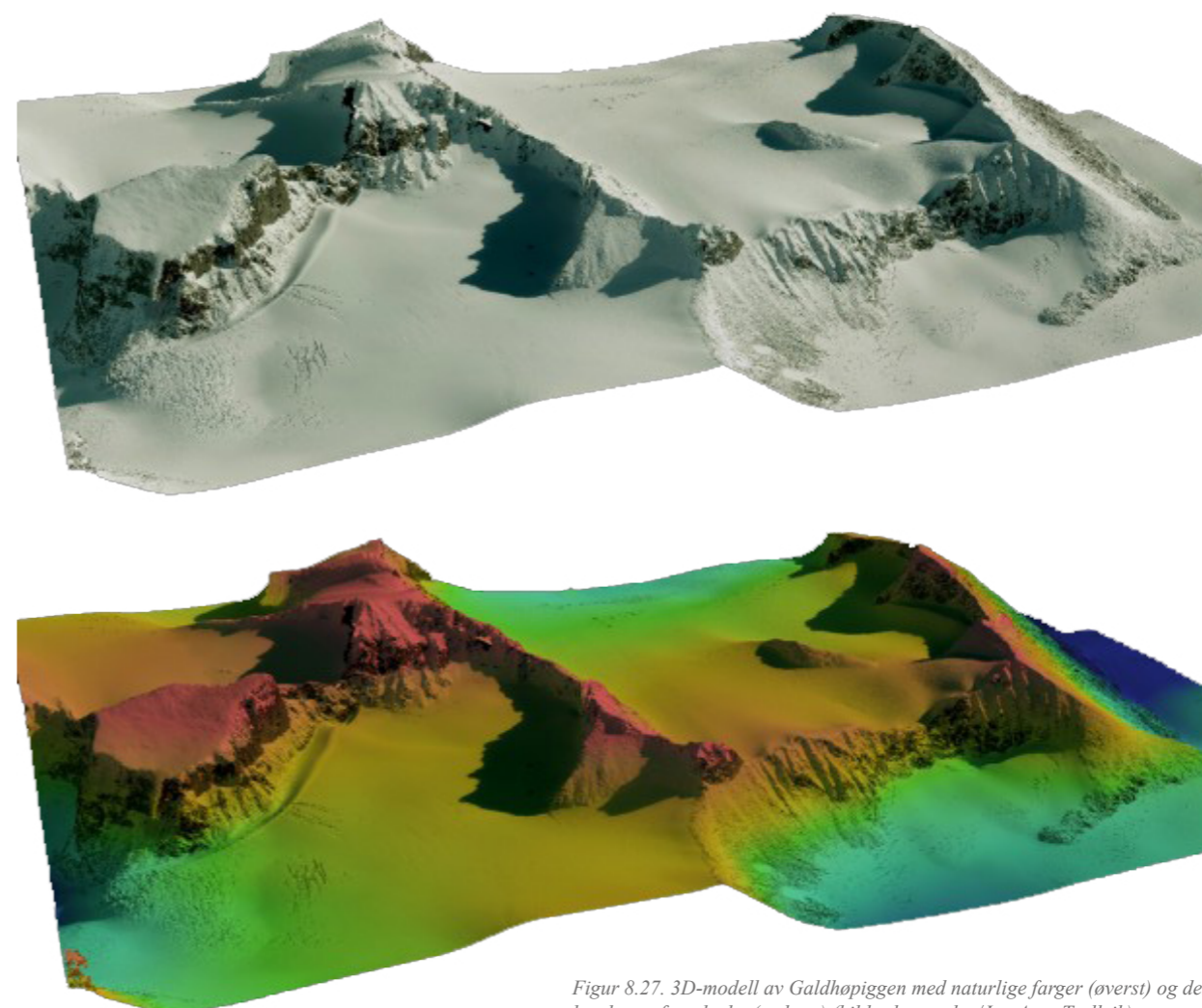
Byråkrati,
lover og regler,
politisk kontekst

miljøhensyn. Klima kjenner ingen kommunegrenser, og her er det behov for en overordnet planlegging på fylkesnivå. Men før man kan diskutere anvendt lokalklima i norske kommuner, må det et stort kunnskapsløft til. En lignende metodikk som *KlimaAtlas* kunne vært en mal å ta utgangspunkt i.

Gjennom prosjektet *Nasjonal detaljert høydemodell*, har Kartverket fortløpende gjort tilgjengelig svært detaljerte høydelagskart basert på en ny laser-scanning av hele Norge. Dette prosjektet har en planlagt varighet frem til 2020. Ifølge kartverket selv er høydedata viktige for kommuner og statlige etater i arbeidet med klimatilpassning, beredskap og planarbeid. Høydemodellen har en oppløsning på en meter og danner grunnlag for både en digital terrengmodell som beskriver terrengoverflaten (DTM, se

figur 8.26) og en digital overflatemodell som beskriver terrenget med detaljer som trær, bygninger etc (DOM). Når kartleggingen er ferdigstilt har man tilgang til svært detaljerte, digitale topografiske modeller, noe som er en viktig forutsetning for økt lokalklimakunnskap. Men om vi ser tilbake på steg to i min modell (s. 71), tyder mye på at vi har et stort «meteorologisk» kunnskapshull. Om vi skal styrke lokalklimahensyn må generell kunnskap om lokal- og mikrometeorologi økes og spesielt i forhold til urban klimatologi. Dette må skje i meteorologiske fagmiljøer (universiteter, FoU, departementer og forvaltningsorganer som meteorologisk institutt).

For å skape et godt rammeverk rundt arbeidet med lokalklima må det arbeides både med å modne samt styrke tematikken på alle de fire stegene parallelt.



Figur 8.27. 3D-modell av Galdhøpiggen med naturlige farger (øverst) og der høyden er fargekodet (nederst) (bilder kartverket/Jon Arne Trollvik).

KAPITTEL 9 AVSLUTNING

Siste kapittel er strukturert i forhold til de fire påstandene (s. 23) jeg satte opp for å undersøke samt besvare problemstillingen; «Hvorfor bør lokalklima få større relevans i byplanlegging, og hvordan kan hensynet styrkes?».

HVORFOR BØR LOKALKLIMA FÅ STØRRE RELEVANS I BYPLANLEGGING?

Påstand 1: det foreligger mye kunnskap om lokalklima, og lokalklimahensyn er en viktig ressurs for byutvikling.

- Ser vi langt tilbake i tid har hensyn til natur og klima gjennom årtusener påvirket både byggeskikken og hvordan byene ble bygget. Etter andre verdenskrig var det i hovedsak fagmiljøet som jobbet med urban klimatologi (ett av områdene innenfor meteorologien) som etablerte en vitenskapelig kunnskapsbase, og da WMO (Verdens meteorologiforbund) ble et FN organ kom tematikken for alvor på dagorden. Det tilknyttede fagmiljøet var preget av optimisme, og fra Norge var det særlig Arne K. Sterten og Anne Brit Børve som bidro i den internasjonale diskursen. De har bidratt med eget forsknings- og utviklingsarbeid, men gjorde også utenlandsk forskning om klima og luftmiljø tilgjengelig i Norge.

- Lokalklimahensyn er en viktig ressurs for trivsel og helse, og faget beror på et stort kunnskapsgrunnlag som er utviklet over mange tiår, særlig i vesteuropeiske land med Tyskland i spissen. Eksempler fra litteraturstudien eksemplifiserer hvorfor tematikken er svært relevant. Det handler om alt fra utekomfort for mennesker til å sikre at man har le for vind, tilgang på sol og et godt luftmiljø i byrommene.

- Stadig flere mennesker flytter til byene, og følgelig vokser de og fortettes. Etterspørsel og press fører til at det bygges i områder som av klimatiske årsaker ikke tidligere har vært aktuelle for boligformål. Samtidig har vi allerede store utfordringer knyttet til mangelfull utlufting og perioder med høy luftforurensning. Ved å fokusere på lokalklima i planleggingen kan slike problemer avdekkes i tide og dermed avbøtes. Et godt lokalklima handler om mer enn komfort og trivsel, og et godt luftmiljø avhenger i stor grad av arbeidet med blågrønn struktur, og at vi jobber overordnet og helhetlig med miljøhensyn.

- Urban klimatologi bygger på vitenskapelig kunnskap om meteorologiske forhold. Samtidig er det miljøer med annen faglig bakgrunn (arkitekter, landskapsarkitekter og planleggere) som må forstå og omsette kunnskapen til planer og byggeprosjekter. Derfor er suksesskriterier for å styrke lokalklimahensyn i byutvikling tredelt; relevant forskning må utvikles (meteorologi), kunnskapen må bli oversatt slik at planleggingsaktører forstår og anvender den i sitt arbeide (fra naturvitenskapelig kunnskap til forankring av kunnskap gjennom design og planprinsipper), og tematikken og kunnskapen må nå frem til politikere, beslutningstakere og samfunnsdebatten og bli prioritert.

Påstand 2: lokalklima er ikke tilstrekkelig hensyntatt i det kommunale plansystemet.

- Natur og miljøhensyn er generelt forsøkt sikret gjennom lovverk og regler. Imidlertid er ikke lokalklima nevnt i verken den viktigste loven for planlegging og byggevirkosomhet, Plan- og bygningsloven, og heller ikke i de to veilederne som utgjør det viktigste vernet for miljøhensyn; ROS-analyse og konsekvensutredning. Selv om temaet iblant nevnes og utredes på kommuneplannivå, viser undersøkelsen av 20 kommuneplaner at det er sjeldent og ofte tilfeldig når lokalklima i det hele tatt blir nevnt, og i tilfeller hvor det blir omtalt er det som regel svært mangelfullt. Hensyn til lokalklima er ikke godt nok ivaretatt gjennom lover og regler, og temaet er så å si fraværende i norske kommuneplaner.

HVORDAN KAN HENSYNET STYRKES?

Påstand 3: det er mest hensiktsmessig å styrke lokalklimahensyn på kommuneplannivå.

- Samtalene med ekspertene både bekrefter og underbygger mange av påstandene og funnene i oppgaven. Selv om enkelte kommuner viser noe fokus og bevissthet rundt lokalklimahensyn, er dette i svært liten grad sikret gjennom plansystemet. Dessuten viser de til at lokalklimahensyn ofte er ivaretatt på prosjektnivå, men at man forholdsvis sjeldent jobber med lokalklimahensyn på overordnet nivå. Kommunen kjenner best til sin byggesone, og har således det som skal til for å kunne se helhetlig på forutsetninger for et godt lokalklima og luftmiljø. Og ikke minst har de myndighet til å følge opp temaet både gjennom egne planer samt ved å kreve utredninger på lavere plannivå.

Påstand 4: det finnes gode eksempler i andre land som kan anvendes i det norske plansystemet.

- Undersøkelsen av Stuttgart fremstår som et godt eksempel til etterfølgelse om vi skal styrke lokalklimahensynet i Norge. Modellen og metodikken de har anvendt er godt etablert og utprøvd over tid og de har lyktes med å forankre kunnskap om tematikken på tvers av ulike fagmiljøer. I tillegg sitter kommunen selv i førerretet som initiativtager og kommuniserer også godt ut til allmenheten. Stuttgart kan vise til konkrete eksempler der lokalklimahensyn har tilført byen viktige kvaliteter, og dette inngår i deres langsiktige arbeid med klimatilpasning.

- Det er også flere andre byer og land som kan være aktuelle å trekke frem om man ønsker flere eksempler. Både Sverige, Sveits, Nederland, Canada, Hong Kong og Japan har alle det til felles at de i ulik grad har evnet å implementere miljøhensyn i deres byutvikling.

HVA ER VÅR STØRSTE UTFORDRING; DÅRLIG LOKALKLIMA ELLER DÅRLIG PLANLEGGING?

Lokalklimahensynet må styrkes, og det bør skje på flere nivåer og arenaer samtidig. Jeg avslutter derfor med noen betraktninger og anbefalinger jeg mener er viktige for at lokalklimatiske hensyn blir styrket.

I en tid der fortetting er ønsket politikk, går ofte bærekraftshensyn relatert til sosial bærekraft og økonomisk bærekraft seirende ut, og dels på bekostning av klima og luftmiljø. Samtidig er lokalklimahensyn et viktig kriterium for fortetting med kvalitet, og som følge av klimændringer vil det stadig bli større behov og skjerpede krav til at vi anvender kunnskap om klima i all planlegging og byggevirkosomhet. Tar vi mer hensyn til lokalklima kan vi også regne med at vi er bedre rustet for villere, våtere og vanskeligere vær i fremtiden. Lokalklimahensyn bør derfor inngå som en del av helhetlig klimatilpasningsarbeid i norske kommuner. På den måten sikrer vi viktige kvaliteter og lokalklimakomfort for innbyggerne her og nå, men også sunnere levekår og attraktive byer for fremtidige generasjoner.

Det er behov for ny kunnskap i form av større grad av forskning og kvantifisering i norsk/nordiske prosjekter. Urban klimatologi er nesten ikke eksisterende i det me-

eteorologiske fagmiljøet, verken blant utdanningsinstitusjonene eller blant praktiserende meteorologer. Det mangler både erfarne klimatologer og kvantifisert kunnskap i Norge.

Lokalklimahensyn i by handler ikke bare om objektive, målbare forhold, men også om hvordan mennesker opplever og sanser omgivelsene, og det er således nært relatert til trivsel og både fysisk og psykisk velvære. Også innenfor dette området bør det fremskaffes mer kunnskap og forskning samt hvordan slike forhold kan påvirkes gjennom planlegging.

Forskning og undersøkelser vil være et avgjørende insentiv for både økt oppmerksomhet og rekruttering innad i fagmiljøet (meteorologer, planleggere, arkitekter, landskapsarkitekter osv.) og som kunnskapsbase for beslutningstakere og politikere.

For at lokalklima i større grad blir hensyntatt i hele plansystemet (stat, fylke og kommune) må temaet tillegges større vekt (særlig politisk) og styrkes juridisk. Dette kan skje på mange måter, men det er viktig at det overordnede ansvaret ligger hos kommunene. Vi trenger kunnskap i alle ledd, både hos planmyndighet, utbygger og formgiver. I tillegg må lokalklima fanges opp i ROS/KU, og forankres i planverktøy som kommuneplan, delplaner, reguleringsplaner med bestemmelser.

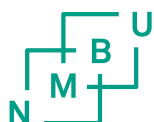
Kompetansen på tematikken må styrkes. Dette må skje både ovenfra og nedenfra, og ikke minst vil økt grad av tverrfaglighet være helt avgjørende. En annen utfordring kan også være at ulike fagmiljøer og svært ulike disipliner ikke snakker godt nok sammen, samt at det meteorologiske kunnskapsgrunnlaget vanskelig lar seg «oversette» til konkrete planprinsipper. Som Thorén påpeker er det uansett viktig at alle nivåer snakker sammen, og at vi utvikler gode metoder for implementering av vitenskapelig kunnskap i våre kommuneplaner.

«Ren Luft. Usynlig, men likevel aller øverst i behovspyramiden. Planter, dyr og mennesker må ha det absolutt hele tiden – fra fødsel til død. Luft trumfer alt»
(Miljøverndepartementet, 2011, s. 42).

LITTERATUR & FIGURLISTE

- Asmervik, S. & Simensen, T. (2008). The roots of ecourbanism. *Department of Landscape and Spatial Planning, Agricultural University of Norway*: <http://aesop2005.scix.net/data/papers/att/254.fullTextPrint.pdf> (date of access: 31-07-08).
- Andersen, G. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/luftforurensning>, (2018, 16. mai).
- Baumüller, J. (2008). *Der digitale Klimaatlas*: Verband Region Stuttgart. Tilgjengelig fra: <https://bit.ly/2IA0snR> (lest 8. mai).
- Baumüller, J., Hoffmann, U. & Stuckenbrock, U. (2009). *Urban framework plan hillsides of stuttgart*. 7th International Conference on Urban Climate.
- Berge, E. (2016). *Nytt regjeringskvartal. Statlig reguleringsplan med konsekvensutredning* Oslo: Statsbygg.
- Berge, E. (2018). *Lokalklimahensyn i byplanlegging*. Aicher, J. (red.). Apple: taleoptak.
- Bitan, A. (1982). The impact of climate on planning and building. *Lausanne: Elsevier*.
- Brack, C. L. (2002). Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environmental pollution*, 116: S195-S200.
- Bugge, H. C. (2015). *Lærebok i miljøforvaltningsrett*. 4. utg. utg. Oslo: Universitetsforl.
- Busch, N. (1973). Vejr, klima og luftforurening. I: *Forureningens Hvem Hvad Hvor*, s. 99-136: Politikens Forlag.
- Bäcklund, P. & Mäntysalo, R. (2010). Agonism and institutional ambiguity: Ideas on democracy and the role of participation in the development of planning theory and practice-the case of Finland. *Planning Theory*, 9 (4): 333-350.
- Børve, A. B. (1992). *Klima og luftmiljø*. Miljøverndepartementet. Oslo: Falch Hurtigtrykk.
- Cappelen, B. I *Store norske leksikon*. Hentet fra http://snl.no/Anne_Brit_Børve, (2018, 10. mars).
- Carmona, M. (2010). *Public places, urban spaces: the dimensions of urban design*. Second Edition utg.: Routledge.
- Chandler, T. J. (1976). *Urban climatology and its relevance to urban design*.
- Collins, G. R., Sitte, C. & Collins, C. C. (2006). *Camillo Sitte: the birth of modern city planning*: Courier Corporation.
- Dannevig, P. & Harstveit, K. Klima. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/klima>, (2018, 23. februar).
- Davenport, A. G. (1965). *The relationship of wind structure to wind loading*. Proc. Conf. on Wind Effects on Buildings & Structures, HMSO, London.
- Ernstson, H., Barthel, S., Andersson, E. & Borgström, S. (2010). Scale-crossing brokers and network governance of urban ecosystem services: the case of Stockholm. *Ecology and Society*, 15 (4).
- Fainstein, S. S. & DeFilippis, J. (2015). *Readings in planning theory*: John Wiley & Sons.
- Farthing, S. (2015). *Research design in urban planning: a student's guide*: Sage.
- Fezer, F. (1975). Lokalklimatologische Interpretation von Thermalluftbildern. *Bildmessung und Luftbildwesen*: s. 152 - 158.
- Franke, E., Forschungsgemeinschaft Bauen und W. & Württembergische Verwaltungs- und Wirtschafts Akademie, S. (1977). *Stadtklima : Ergebnisse und Aspekte für die Stadtplanung : eine Sammlung von Vorträgen eines Seminars der Württembergischer Verwaltungs- und Wirtschafts-Akademie, Stuttgart, vom April*. Veröffentlichung / Forschungs- gemeinschaft Bauen und Wohnen. Stuttgart: Krämer.
- Fægri, K. G. & Det Geofysiske, i. (1944). *Lokalklima, mikroklima, bioklima : åtte foredrag holdt på den mikrometeorologiske studieuke ved Bergens Museum 27. mars-2. april 1944*. Bergen: Bergens Museum Det geofysiske institutt.
- Glaumann, M. (1993). *Klimastudier som underlag for bebyggelseplanering*. Gävle: Statens institut för byggnadsforskning.
- Godske, C. L. S. (1944). Grunntrekk av lokal- og mikroklimaet I: *Lokalklima, mikroklima, bioklima*. Bergen: Bergens Museum Det geofysiske institutt.
- Grimmond, C., Roth, M., Oke, T. R., Au, Y., Best, M., Betts, R., Carmichael, G., Cleugh, H., Dabberdt, W. & Emmanuel, R. (2010). Climate and more sustainable cities: climate information for improved planning and management of cities (producers/capabilities perspective). *Procedia Environmental Sciences*, 1: 247-274.
- Harstveit, K. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/klimatologi>, (2018, 16. mai).
- Hanssen, G. S., Hofstad, H. & Saglie, I.-L. (2015). *Kompakt byutvikling : muligheter og utfordringer*. Oslo: Universitetsforl.
- Hebbert, M., Jankovic, V. & Webb, B. (2011). *City weathers: meteorology and urban design 1950-2010*: Manchester Architecture Research Centre.
- Hebbert, M. (2014). Climatology for city planning in historical perspective. *Urban Climate*, 10: 204-215.
- Holth, F. (2017). Prosjektplanlegging etter tysk modell. *KART OG PLAN*, 77 (110): 68-76.
- Houlberg, C., Bygningsteknisk, S., Kongelige danske kunstakademi Bygningsteknisk, s. & Byggeriets, S. (1979). *Introduktion til vindklima : 2 : Introduktion til vindklima II : vind og læ i bebyggelser*, b. 2. København: Bygningsteknisk Studiearkiv.
- Hunt, J. & Shackley, S. (1999). Reconceiving science and policy: academic, fiducial and bureaucratic knowledge. *Minerva*, 37 (2): 141-164.
- Jankovic, V. (2010). *Confronting the climate: British airs and the making of environmental medicine*: Springer.
- Janković, V. (2013). A historical review of urban climatology and the atmospheres of the industrialized world. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 4 (6): 539-553.
- Jensen, R. (1966). *High density living*: Praeger.
- Jonassen, C. H. (2009). *Grønnstrukturs betydning for lokalklima og luftkvalitet*. Oslo: Oslo kommune, Plan- og bygningsetaten.
- Jonassen, H. (2018). *Lokalklimahensyn i byplanlegging*. Aicher, J. (red.). Apple: lydopptak.
- KMD. (2014). *Kommunal planlegging*. moderniseringsdepartementet, K.-o.
- Knudsen, A., Tollånes, M., Haaland, Ø., Kinge, J., Skirbekk, V. & Vollset, S. (2017). *Sykdomsbyrde i Norge 2015. Resultater fra Global Burden of Diseases, Injuries, and Risk Factors Study 2015 (GBD 2015)*. Oslo: Folkehelseinstituttet.
- Kratzer, A. (1937). *Das Stadtklima*. Die Wissenschaft, b. 90. Braunschweig: F. Vieweg & sohn.
- Langdalen, E. (1994). *Arealplanlegging : form, funksjon, fellesskap*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Lawson, T. (1978). The wide content of the built environment. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 3 (2-3): 93-105.
- Lenzholzer, S. (2015). *Weather in the city : how design shapes the urban climate*. Rotterdam: Nai010 Publishers.
- Lund, M. A. (2015). *Klimatisk komfort i urbane byrom*: Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Mamen, J. Lokalklima. I *Store norske leksikon*. Hentet fra <http://snl.no/lokalklima>, (2018, 23. februar).
- Miljøverndepartementet. (2011). *Norske miljømål*. Oslo: Miljøverndepartementet.
- Miljøverndepartementet. (2012). *Retningslinje for behandling av luftkvalitet i arealplanlegging (T-1520)*: KMD.
- Ministerium für Wirtschaft, A. u. W. B.-W. (2012). *Städtebauliche Klimafibel Online*. I: Reuter, U. & Kapp, R. (red.). Stuttgart: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg Tilgjengelig fra: <https://www.staedtebauliche-klimafibel.de/?p=0> (lest 5. mai).
- Moore, C. (1921). *Daniel H. Burnham, Architect, Planner of Cities*, b. 2. Boston and New York: Houghton Mifflin Company.
- Neuberth, R. (1974). *Bioklima. Die Stadt in der Bundesrepublik Deutschland*.
- Nitter, M. (2008). Klimarom: klimaets avhengighet av skala og landskap.
- Næss, P. (1997). *Fysisk planlegging og energibruk*: Tano Aschehoug.
- Næss, P. (2012). Bærekraft og klimahensyn i planlegging. I: Aarsæther, N. (red.) *Utfordringer for norsk planlegging : kunnskap, bærekraft, demokrati*. Kristiansand: Cappelen Damm Høyskoleforl.
- Reuter, U. & Kapp, R. (2012). *Städtebauliche Klimafibel: Hinweise für die Bauleitplanung*: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg.
- Rist, H.-J. (1977). Baurechtliche Möglichkeiten positiver Gestaltung des Stadtklimas. I: Franke, E. (red.) b. 108 *Stadtklima; Ergebnisse und Aspekte für die Stadtplanung*. Stuttgart: Forschungsgemeinschaft Bauen und Wohnen.
- Robel, F. (1975). Vegetation, Topographie und Stadtklima. *FBW-Blätter* 4.
- Roth, M. (2012). *Urban Heat Islands Handbook of Environmental Fluid Dynamics, Volume Two: Systems, Pollution, Modeling, and Measurements*, b. 2: CRC press.
- Raanaas, R. K., Patil, G. G. & Hartig, T. (2012). Health benefits of a view of nature through the window: a quasi-experimental study of patients in a residential rehabilitation center. *Clinical*

- rehabilitation*, 26 (1): 21-32.
- Sandström, U. G., Angelstam, P. & Khakee, A. (2006). Urban comprehensive planning—identifying barriers for the maintenance of functional habitat networks. *Landscape and urban planning*, 75 (1-2): 43-57.
- Scheef, R. (1976). *Urban Development and Urban Climate—Stuttgart: An Example from the Federal Republic of Germany*. Munich, A.-F. (producer): Ministry of Building of the German Republic.
- Scherer, D., Fehrenbach, U., Beha, H.-D. & Parlow, E. (1999). Improved concepts and methods in analysis and evaluation of the urban climate for optimizing urban planning processes. *Atmospheric Environment*, 33 (24-25): 4185-4193.
- Schirmer, H. (1976). *Climatic basis for land-use planning*. Proceedings of the WMO Symposium of Meteorology as Related to Urban and Regional Land-Use Planning (Asheville, NC, 3–7 November 1975), WMO.
- Schirmer, H. (1984). Climate and regional land-use planning. *Energy and buildings*, 7 (1): 35-53.
- Schmidt, W. (1930). Night temperature in the Gstettneralm Sinkhole. *The climate near the ground (Revised Edition, by R. Geiger)*. Harvard, Massachusetts, 399p.
- Sijmons, D. (2015). Foreword. I: Lenzholzer, S. (red.) *Weather in the city : how design shapes the urban climate*. Rotterdam: Nai010 Publishers.
- Snyder, M., Arunachalam, S., Isakov, V., Talgo, K., Naess, B., Valencia, A., Omary, M., Davis, N., Cook, R. & Hanna, A. (2014). Creating locally-resolved mobile-source emissions inputs for air quality modeling in support of an exposure study in Detroit, Michigan, USA. *International journal of environmental research and public health*, 11 (12): 12739-12766.
- Stadtmessungsamt. *Geoportal*: Landeshauptstadt Stuttgart. Tilgjengelig fra: <https://www.stuttgart.de/geoportal> (lest 8. mai).
- Sterten, A. K. (1968). *Samfunnsplanleggingen og vårt atmosfæriske miljø*. S.l.: s.n.
- Stuttgart, V. R. (2008). *Klimaatlas Region Stuttgart*. *Schriftenreihe Verband Region Stuttgart*, 26: 2008.
- Tannehill, I. R. (1951). *GEIGER, RUDOLF. The Climate Near the Ground. Translated by Milroy N. Stewart and others from the second German edition*. Pp. xxi, 482. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1950. \$5.00, 274.
- Thorén, K. H. & Saglie, I.-L. (2013). Green structure under pressure – about knowledge in planning processes: Case study from Oslo. I: Lindhult, M. S. (red.) *2013 Proceedings of Fabos Conference on Landscape and Greenway Planning*, s. 306-312: University of Massachusetts Amherst.
- Thorén, K. H. (2018). *Lokalklimahensyn i byplanlegging*. Aicher, J. (red.). Apple: taleopptak.
- Tønnesen, D. (1995). Dispersion experiments with tracer gas in Oslo, Norway. *Computational Mechanics publications*, Air Pollution III Volume 1.
- Utaaker, K., Aune, B. & Norsk hydrologisk, k. (1986). *Lokalklima*. Vassdragsregulerings virkning på naturmiljøet. Oslo: Norsk hydrologisk komité.
- Utaaker, K. (1991). *Mikro- og lokalmeteorologi : det atmosfæriske miljø på liten skala*. Bergen: Alma Mater.
- Verband, S. R. (2008). *Klimaatlas für die Region Stuttgart*: Verband Region Stuttgart. Tilgjengelig fra: <https://www.region-stuttgart.org/klimaatlas/> (lest 8. mai).
- Vitruvius Pollio, M. (1960). *The ten books on architecture*. New York: Dover.
- Weischet, W. (1980). Stadtklimatologie und Stadtplanung. *Klima und Planung*, 79: 73-95.
- Worpole, K. (2000). *Here comes the sun: architecture and public space in twentieth-century European culture*: Reaktion Books.
- Aanderaa, T. & Bothner, N. V. N. (2017). *Før flommen: bærekraftig overvannshåndtering for økt klimaresiliens i norske byer og tettsteder*: Norwegian University of Life Sciences, Ås.
- Aarsæther, N. (2012). *Utfordringer for norsk planlegging : kunnskap, bærekraft, demokrati*. Kristiansand: Cappelen Damm Høyskoleforl.



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway