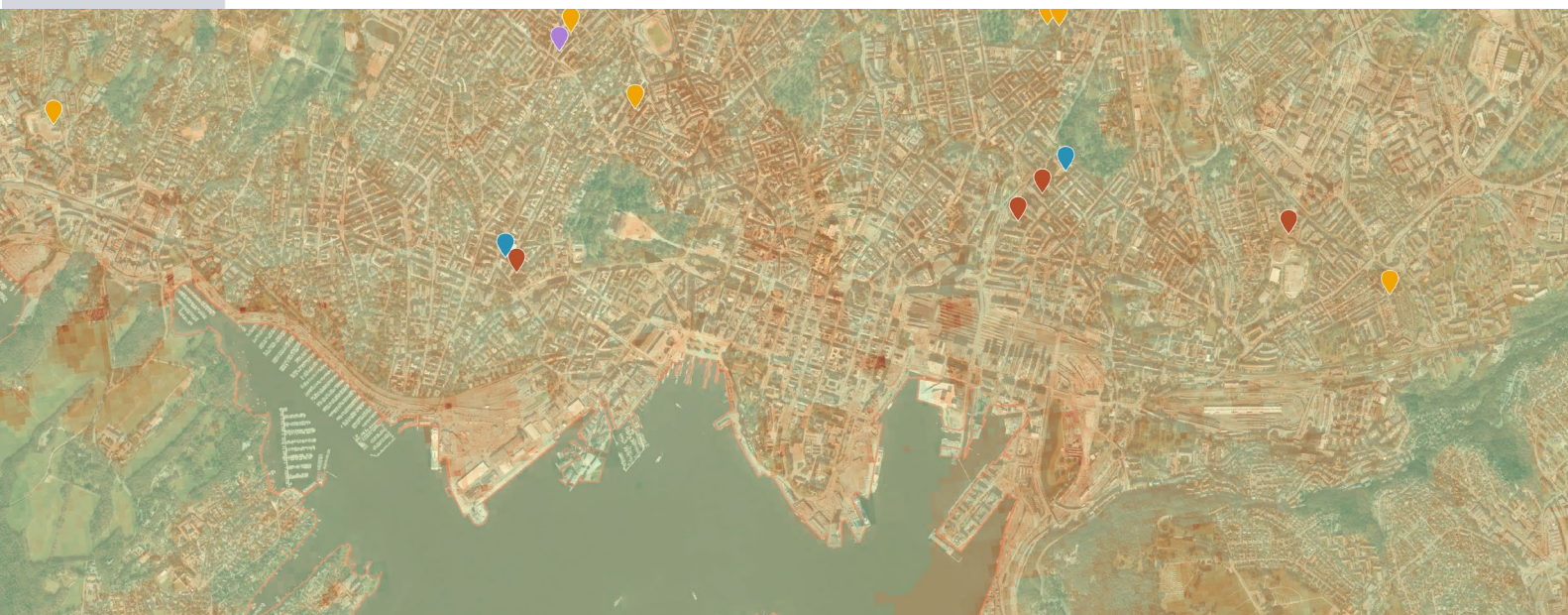


2763

NINA Rapport

Urbane varmeøyer i Oslo: kartlegging og prioritering av tiltaksområder

Maria Korkou, Andrew Møller Gray



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Datarapport

NINA Datarapport er et søkbart og refererbart metadata-dokument som beskriver et bestemt datasett eller en samling av datasett. Hovedformålet med datarapporten er å beskrive dataene, hvordan disse er samlet inn og bearbeidet. Av og til vil datarapporten også inneholde resultater - i tillegg til metadata. Datarapportene følger en standard mal og vil derfor ha en stor grad av likhet.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Urbane varmeøymer i Oslo: kartlegging og prioritering av tiltaksområder

Maria Korkou

Andrew Møller Gray

Korkou, M. & Gray, A.M. 2026. Urbane varmeøyer i Oslo: kartlegging og prioritering av tiltaksområder. NINA Rapport 2763. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, april 2026

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5604-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Zander Venter

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Margarita Novoa-Garrido

OPPDRAAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Klimaetaten Oslo kommune

OPPDRAAGSGIVERS REFERANSE

37710013

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Margrethe Lunder

FORSIDEBILDE

NINA

NØKKEWORD

Urbane varmeøyer

Sårbarhet

Kartlegging

Barnehager

Skoler

Helseinstitusjoner

Prioriterte områder

KEY WORDS

Urban heat islands

Vulnerability

Mapping

Kindergartens

Schools

Health institutions

Priority areas

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Korkou, M. & Gray, A.M. 2026. Urbane varmeøyer i Oslo: kartlegging og prioritering av tiltaksområder. 2026. NINA Rapport 2763. Norsk institutt for naturforskning.

En urban varmeøy er et fenomen der temperaturene i byer vanligvis er høyere enn i omkringliggende landlige områder, som følge av forskjeller i hvordan overflater absorberer og holder på varme. Urbane varmeøyer og ekstreme temperaturer har blitt stadig mer fremtredende globalt. De siste årene har somrene vært blant de varmeste som er registrert både globalt og i Europa, noe som understreker en akselererende oppvarmingstrend. I Norge var sommeren 2025 den varmeste som er målt, preget av ekstrem varme, særlig i juli. Klimaframskrivninger tyder på at slike ekstreme temperaturhendelser kan bli hyppigere, noe som peker mot en ny virkelighet for urbane befolkninger. På grunn av den heterogene strukturen i bylandskapet er varmeeeksponering ikke jevnt fordelt innenfor byer, og konsekvensene rammer heller ikke ulike sosiale grupper og institusjoner likt. Særlig skoler, barnehager, helseinstitusjoner, små barn, eldre, samt enpersonshusholdninger og lavinntektshusholdninger er identifisert som grupper med potensielt høyere risiko for varmeeeksponering.

Denne rapporten har som mål å identifisere områder i det bebygde Oslo som er sårbare for hetebølger, og å foreslå konkrete steder som bør prioriteres for tiltak, herunder arealplanlegging, beredskapstiltak og andre klimatilpasninger. For å oppnå dette er satellittbilder, data fra værstasjoner og sosioøkonomiske indikatorer integrert for å vurdere romlige mønstre for varmeeeksponering og befolkningens sårbarhet i hele studieområdet. Spesielt ble det utviklet en maskinlæringsmodell ved hjelp av åpent tilgjengelige fjernmålingsdatasett for å generere høyoppløselige lufttemperaturkart for Oslo med en romlig oppløsning på 30 m og en feilmargin på ca. 1,7 °C.

Resultatene viser at varmeeeksponeringen i Oslo er romlig ujevnt fordelt, med vedvarende varmeøyer konsentrert i sentrale, kystnære og industrielle deler av byen. Vegetasjon framsto som den viktigste kjølede faktoren på tvers av Oslo, mens de varmeste lokale områdene var knyttet til tett bystruktur og store arealer med tette overflater. Når temperaturmønstrene kombineres med sårbarhetsindikatorer, identifiserer analysen prioriterte områder som omfatter 49 skoler og barnehager, 18 helseinstitusjoner og flere sosialt sårbare nabolag. Scenario-baserte oppvarmingsframskrivninger tyder videre på at den forventede oppvarmingen mot midten av århundret vil gjøre varmeeeksponeringen både mer utbredt og mer vedvarende, noe som understreker behovet for målrettede klimatilpasningstiltak i Oslo i god tid før midten av århundret.

Maria Korkou, maria.korkou@nina.no
Andrew Møller Gray, andrew.gray@nina.no

Abstract

Korkou, M. & Gray, A.M. 2026. Urbane varmeøyer i Oslo: kartlegging og prioritering av tiltaksområder. 2026. NINA Report 2763. Norwegian Institute for Nature Research.

An urban heat island is a phenomenon in which temperatures in cities are typically higher than in surrounding rural areas, due to differences in how surfaces absorb and retain heat. Urban heat islands and extreme temperatures have become increasingly prominent worldwide. In recent years, summers have ranked among the warmest recorded globally and across Europe, highlighting an accelerating warming trend. In Norway, the summer of 2025 was the warmest on record, characterized by extreme heat, particularly in July. Climate projections suggest that such extreme temperature events may become more frequent, indicating a new reality for urban populations. Due to the heterogeneous nature of urban landscapes, heat exposure is not spatially uniform within cities, nor are its impacts distributed equally across social groups and institutions. In particular, schools, kindergartens, healthcare institutions, young children, the elderly, and single-person or low-income households have all been identified as groups at potentially higher risk of heat exposure.

This report aims to identify areas in built-up Oslo that are vulnerable to heat waves and to propose specific locations that should be prioritized for measures, including land-use planning, emergency preparedness measures, and other climate adaptation measures. To achieve this, satellite imagery, weather station data, and socioeconomic indicators are integrated to assess spatial patterns of heat exposure and population vulnerability across the study area. In particular, a machine learning model was developed using open-access remote sensing datasets to generate high-resolution air temperature maps for Oslo at a 30 m spatial resolution, with an accuracy of approximately 1.7 °C.

Results show that urban heat exposure in Oslo is spatially uneven, with persistent heat islands concentrated in central, coastal, and industrial parts of the city. Vegetation emerged as the strongest cooling factor across Oslo, while the warmest local areas were associated with dense built form and impervious surfaces. When combined with vulnerability indicators, the analysis identified priority areas that include 49 schools and kindergartens, 18 health institutions, and several socially vulnerable neighbourhoods. Warming scenario-based projections further suggest that projected mid-century warming will make heat exposure both more widespread and more persistent, underlining the need for targeted adaptation measures in Oslo well before mid-century.

Maria Korkou, maria.korkou@nina.no
Andrew Gray, andrew.gray@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
1.1 Bakgrunn.....	7
1.2 Formål med oppdraget.....	7
2 Metodeoppsummering	9
3 Resultater	10
3.1 Modellens ytelse.....	10
3.2 Høyoppløselige kart over lufttemperatur.....	12
3.3 Sårbarhet (sosiodemografiske og økonomiske data).....	14
3.4 Varmeøyer.....	17
3.5 Prioritering.....	19
3.6 Formidlingsplattform.....	21
4 Diskusjon og anbefalinger	23
4.1 Modellering av lufttemperatur med høy oppløsning ved hjelp av Landsat-data.....	23
4.2 Faktorer for prioritering.....	24
4.3 Framtidig varmerisiko og tilpasningsbehov.....	25
4.4 Begrensninger.....	26
4.5 Anbefalinger for videre studier.....	27
5 Referanser	28
6 Vedlegg	29
6.1 Metodeutvikling.....	29
6.1.1 Modellering og kartlegging av Oslos urbane varmeøyer.....	29
6.1.2 Vurdering av Ekstremvarmes Innvirkning på Folkehelse.....	31
6.1.3 Beskrivelse av Analyse av Funn og hvordan disse vektet.....	37
6.2 Resultater.....	38

Forord

Vi vil takke Klimaetaten i Oslo kommune for de verdifulle diskusjonene gjennom hele prosjektet, som i stor grad har forbedret og beriket denne rapporten. Vi takker også Meteorologisk institutt (MET), Helseetaten og Plan- og bygningsetaten i Oslo kommune for deres innspill og samarbeid. Vi takker Zander Venter, NINA, for kvalitetskontroll av rapporten som har resultert i betydelige forbedringer.

20. mars 2026

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Urbane varmeøymer blir en stadig viktigere utfordring for byer over hele verden. Etter hvert som klimaet blir varmere, har tett utbygde områder med store arealer av asfalt og betong og begrenset vegetasjon en tendens til å bli varmere enn grønnere deler av byen rundt dem. Dette fenomenet er kjent som den urbane varmeøyeffekten. Innenfor en by er varmeeksponeringen ikke jevnt fordelt. De største konsekvensene merkes ofte i nabolag med tett bebyggelse og lite skygge. Disse forholdene faller ofte sammen med nabolag der eldre, små barn, personer med kroniske sykdommer og husholdninger med lav inntekt bor. Disse gruppene har økt risiko for varmerelaterte helseproblemer (for eksempel heteslag eller forverring av hjerte- og lungesykdom), samtidig som viktige institusjoner som skoler, barnehager, sykehus og sykehjem i slike områder får høy varmeeksponering. I Oslo bør urban varme derfor ikke bare forstås som et klimaspørsmål, men også som et spørsmål om folkehelse med byplanlegging og miljørettferdighet som viktige elementer.

Oslos klimastrategi kombinerer utslippsreduksjon med klimatilpasning. Den viderefører målet om å redusere direkte klimagassutslipp med 95 prosent innen 2030 sammenlignet med 2009, samtidig som den skal styrke Oslos evne til å håndtere klimaendringer og utvikle seg robust frem mot 2100 (Miljømål 5.6) (Miljøstatus, 2025). Tiltak som grønne tak, gatetrær og grøntområder løftes frem som viktige deler av en mer klimarobust by. Samtidig peker offisiell klimainformasjon for Oslo og Akershus på fortsatt oppvarming gjennom dette århundret, sammen med mer intense nedbørshendelser og andre klimarelaterte belastninger som sannsynligvis vil legge økt press på infrastruktur, økosystemer og innbyggere (Dyrddal et al., 2025).

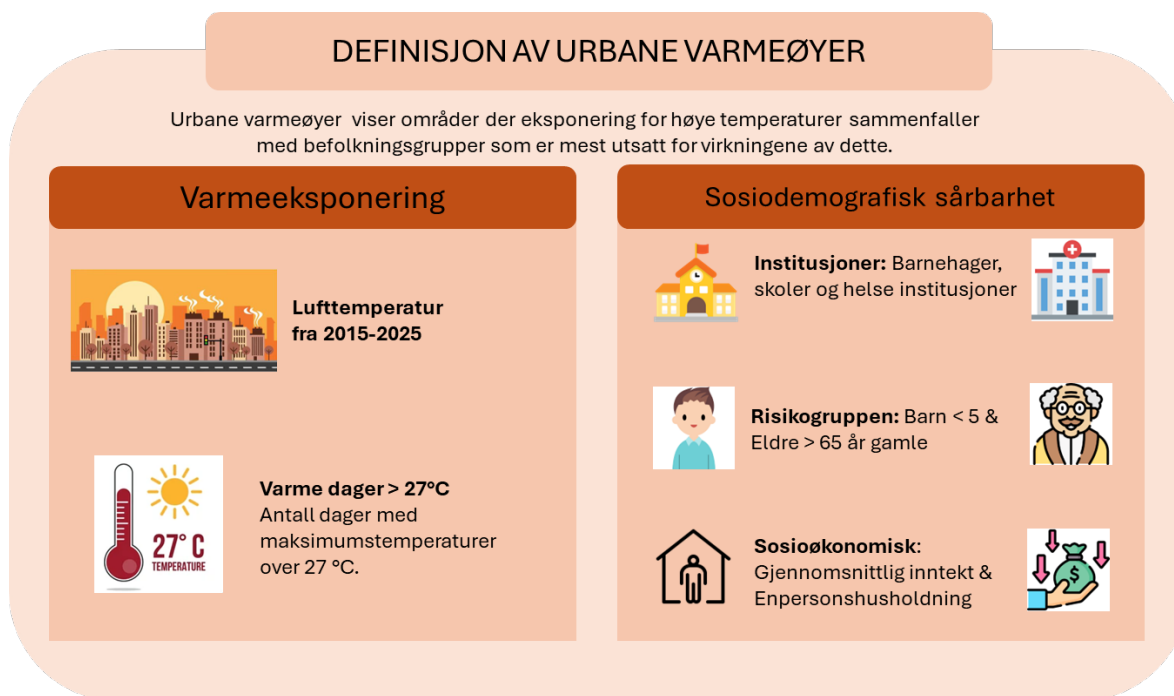
Detaljert kartlegging av lufttemperatur med svært høy romlig oppløsning kan gi et viktig grunnlag for praktisk handling. En studie av Venter et al. (2020) viste at lufttemperaturen i Oslo kan kartlegges på hyperlokale skalaer ved å kombinere satellittdata, LiDAR og tette værobservasjoner. Dette er nyttig fordi konvensjonelle datasett for lufttemperatur ofte er for grove til å fange opp variasjon på gatenivå. Kartlegging i høy oppløsning gjør det mulig å identifisere hvor varmeeksponeringen er størst og hvilke landskapstrekk som bidrar mest til lokal kjøling eller oppvarming. For Oslo kommune kan denne typen informasjon støtte mer målrettede tilpasnings- og avbøtende tiltak ved å vise hvor økt trekrededekke, mer skygge, fjerning av tette overflater, blågrønn infrastruktur eller endringer i byform sannsynligvis vil ha størst effekt. Den gir også et praktisk grunnlag for å prioritere tiltak i de delene av byen som er mest utsatt for varme og for å vurdere om tiltakene reduserer termisk risiko over tid.

1.2 Formål med oppdraget

Hovedformålet med oppdraget er å kartlegge urbane varmeøymer i Oslo og vurdere mulige tiltaksområder. Målgruppen for denne rapporten er planleggere og beslutningstakere i Oslo kommune og andre aktører som arbeider med klimatilpasning og folkehelse. Rapporten skal brukes som grunnlag for prioritering av tiltak mot urbane varmeøymer i arealplanlegging, beredskap og forvaltning. Klimaetaten i Oslo kommune har også sett behov for å lage et kart som viser varmeøymer i byen og en tilhørende rapport som rangerer og prioriterer disse etter alvorlighetsgrad, basert på konsekvenser for sårbare befolkningsgrupper. Definisjonen av urbane varmeøymer i dette prosjektet, som er illustrert i Figur 1-1, refererer til områder hvor eksponering for høye temperaturer – preget av økt overflatevarme og hyppige dager med ekstrem varme – sammenfaller med befolkningsgrupper som er mest sårbare for virkningene av dette. Dette sammenfallet tar hensyn til faktorer som beliggenheten til skoler, barnehager og helseinstitusjoner, tilstedeværelsen av barn under fem år, eldre over 65 år, gjennomsnittlig inntekt og enpersonshusholdninger.

Beskrivelse av leveranse

Leveransen inneholder en [ArcGIS Online-database](#) med kartene og en sluttrapport med oppsummering av arbeidet, med en detaljert beskrivelse av arbeidet, som viser resultater, anbefalinger og begrensninger. Temperaturkart med overlagte sårbarhetslag og sårbarhetskart vil bli publisert via ArcGIS Online - en interaktiv GIS-plattform for formidling av romlige modellresultater. Alle kart vil også bli levert i GeoTIFF-format for videre bruk i andre GIS-verktøy. Oppdraget er basert på arbeidet og artikkelen av Venter et al. (2020), som utviklet en maskinlæringsmodell som kombinerer åpne fjernmålingsdatasett for å produsere kart over lufttemperaturen i Oslo med en oppløsning på 30 meter.



Figur 1-1. Definisjon av urbane varmeøyer.

2 Metodeoppsummering

Sommerens lufttemperatur ble modellert med 30 m oppløsning over Oslo fra 2015 til 2025 med omtrent ni dagers intervall. Modellerte temperaturer ble brukt til å undersøke hyperlokale oppvarmingseffekter i byen og, sammen med romlige sårbarhetsvurderinger, prioritere områder i Oslo som er mest utsatt for høyere temperaturer, hetebølger og klimaendringer. Nedenfor følger en oppsummering av metodene som er brukt i denne studien. En detaljert beskrivelse av metodikk og modelleringstilnærming finnes i vedlegget.

Temperaturmodellering

Lufttemperatur nær overflaten i Oslo ble modellert ved hjelp av en maskinlæringsmetode som kombinerer satellittbaserte overflateegenskaper med landdekke- og topografiske variabler. Landsat 8- og 9-bilder fra varmsesongen (mai-oktober 2015-2025) ble prosessert i Google Earth Engine for å beregne prediktorvariabler inkludert landoverflatetemperatur (LST), NDVI, bredbåndsalbedo, nedbørbart vann, bebyggelsesandel, tredekkeandel, høyde, eksponering og månedlige skyggelag fra en 1 m LiDAR-terrengmodell. En XGBoost-regresjonsmodell ble trent på lufttemperaturobservasjoner fra 1 310 kvalitetskontrollerte Netatmo-privateværstasjoner fra 2018, matchet mot satellittopptak innenfor et to-timers tidsvindu. Modellen ble verifisert mot uavhengige målinger fra Norsk Klimaservicesenter ved stasjonene Blindern, Linderud, Furuset, Hovin, Hjortnes, Vestli og Bygdøy for juni-august 2020-2025. Romlige prediksjoner ble generert for hvert Landsat-opptak, med usikkerhet estimert ved hjelp av en tre-undersamplingstilnærming som produserer 95 % konfidensintervaller per piksel.

Koden for å reprodusere denne modelleringen, og kjøre den for påfølgende år, finnes på <https://github.com/andrewdotg/OsloHeatIsland>

Sårbarhetsvurdering

En sårbarhetsindeks ble konstruert for å identifisere områder der varmeeksponering sammenfaller med sårbare befolkningsgrupper. Disse gruppene er særlig utsatt under hetebølger av flere årsaker: små barn og eldre har begrenset evne til å regulere kroppstemperaturen; beboere på omsorgsinstitusjoner kan ha nedsatt bevegelse eller kroniske helsetilstander som øker varmeømfintligheten; og personer med lavere sosioøkonomisk status har sjeldnere tilgang til klimaanlegg, grønne områder eller mulighet til å tilpasse atferden sin under ekstreme varmeepisoder (Huang et al., 2022; Macintyre et al., 2018; Sánchez-Guevara Sánchez et al., 2017). Sosial isolasjon, indikert ved enpersonshusholdninger, reduserer ytterligere sannsynligheten for at sårbare personer får rettidig hjelp. Syv indikatorer ble derfor normalisert og aggregert til en sammensatt score i et rutenett med 300×300 m oppløsning: antall skoler og barnehager, antall helseinstitusjoner, befolkningstetthet av barn under 5 år, befolkningstetthet av eldre over 65 år, gjennomsnittlig husholdningsinntekt, andel enpersonshusholdninger og andel innbyggere med lavt utdanningsnivå. Tre delindekser ble beregnet fra disse indikatorene og kombinert til en samlet sårbarhetsindeks.

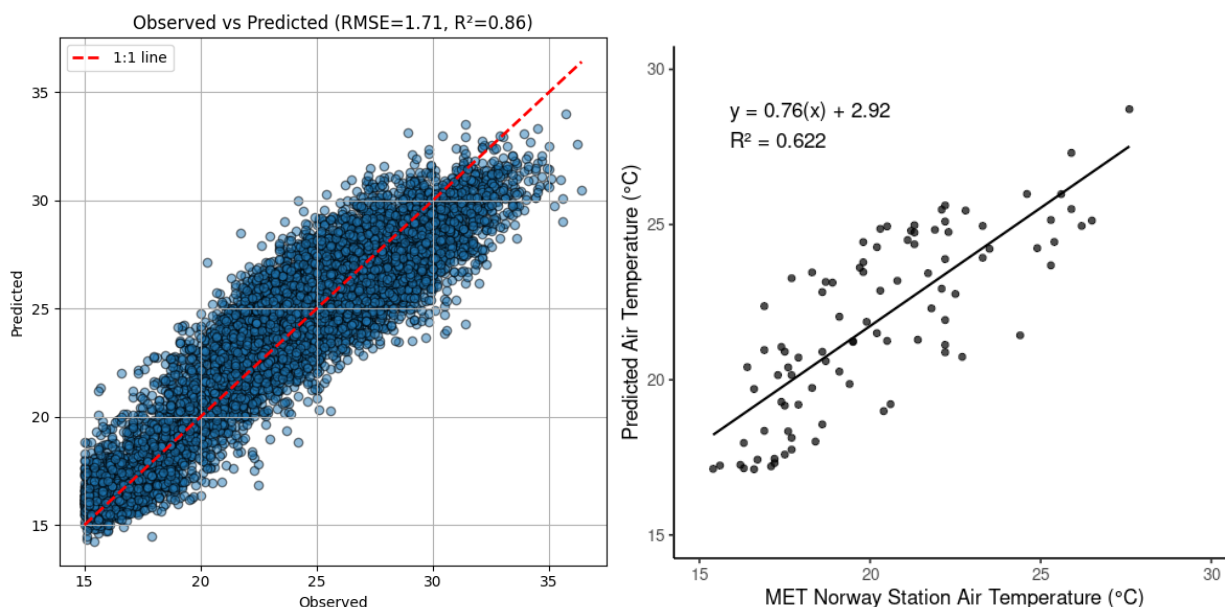
Varmeøyer- og prioriteringsanalyse

Varmeøyer ble identifisert ved å kombinere modellert antall dager med maksimumstemperatur over 27 °C med sårbarhetsindeksen. Begge variablene ble klassifisert i tre persentilbaserte kategorier og overlatt for å framheve områder med både høye temperaturer og høy sårbarhet. Skoler, barnehager og helseinstitusjoner som var lokalisert innenfor de mest sårbare rutenettcellene ble deretter valgt ut som prioriterte områder for tiltak.

3 Resultater

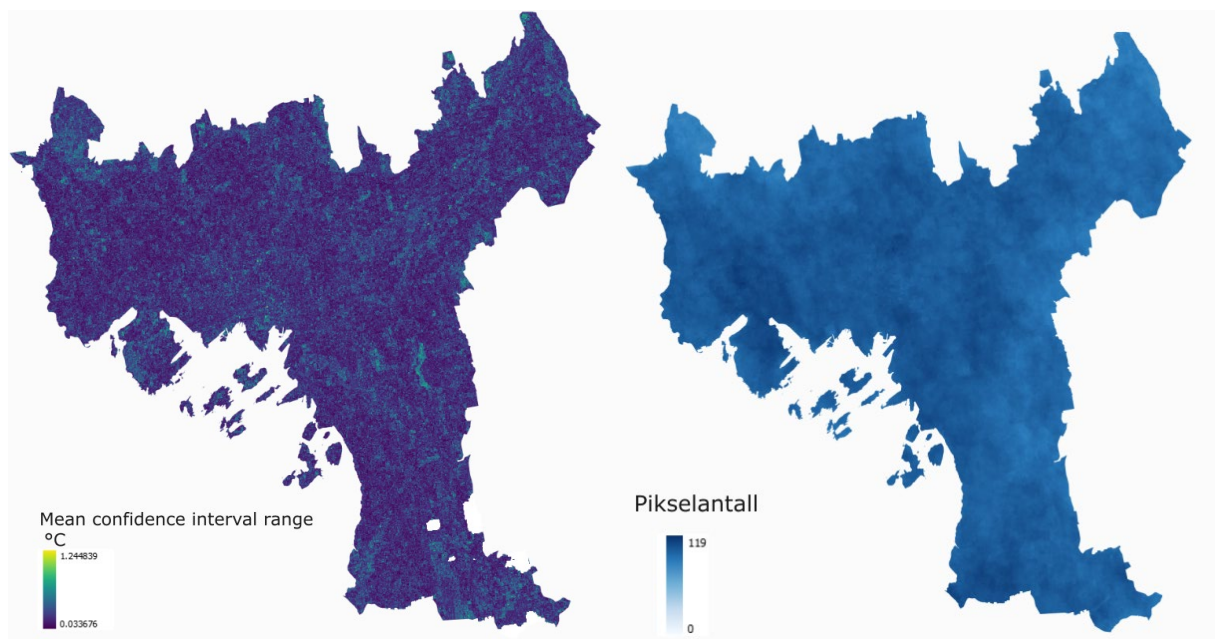
3.1 Modellens ytelse

Modellen har høy presisjon/nøyaktighet mot valideringsdataene som var holdt av til modellvurdering. Figur 31 viser at de forutsagte temperatuene stemte godt overens med målingene ($R^2 = 0,86$), med en RMSE («Root Mean Square Error») på 1,71 °C. RMSE forteller oss om det typiske avviket mellom temperaturen modellen beregner, og den temperaturen som faktisk ble målt. Modellen presterte også godt i analysen av værstasjonsdata fra Norsk klimaservicesenter for perioden 2020-2025 (figur 3-1), selv om R^2 her falt til 0,62. Vi observerte også en tendens til at modellen overestimerte temperaturen sammenlignet med de uavhengige værstasjonene.



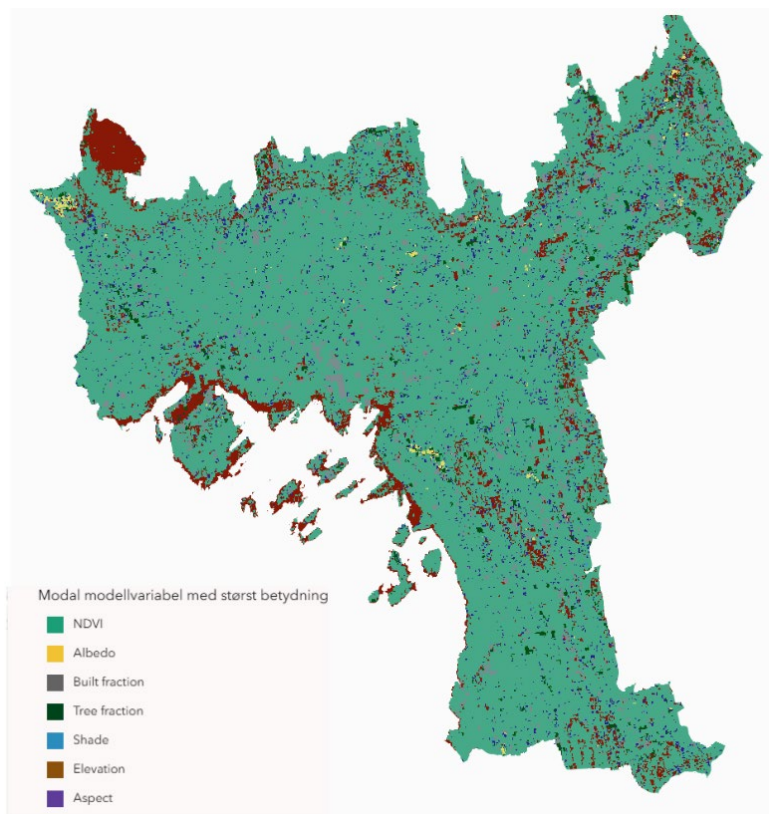
Figur 3-1. Modellens ytelse. (Venstre) Forutsagt lufttemperatur sammenlignet med målt lufttemperatur basert på 20 % av treningsdataene, reservert for modellvurdering (dvs. ikke brukt i selve modelltreningen). (Høyre) Spredningsdiagram som viser sammenhengen mellom lufttemperatur målt ved METs værstasjoner og modellert temperatur i perioden 2020-2025.

Figur 3-2 (venstre) viser at spennet mellom 5. og 95. konfidensintervall generelt var lavt, noe som indikerer lav modellusikkerhet i hele Oslo. Områdene hvor modellusikkerheten var høyest (ca. 1 °C) var skogsområder eller områder over vann, hvor modellen i noen tilfeller ekstrapolerte. Dette skyldtes relativt lave tall for værstasjonens data fra skogsområder. Figur 3-2 (høyre) viser den romlige fordelingen av antall dager med modellert lufttemperatur i Oslo. På grunn av skydekke i Landsat-bildene som ble brukt som input, dekket ikke alle modellresultatene hele byen. Dette er viktig å merke seg når man vurderer de aggregerte temperaturkartene, da det kan oppstå visse romlige skjevheter på grunn av samplingsdensiteten. Samplingsdensitet bidro til å forklare kun omtrent 4 % av variasjonen i andelen dager over 27 °C. Alle områder er representert med minst 80 dager med modellert temperatur, med lavere tall mot nord og øst for Oslo.



Figur 3-2. (Venstre) Gjennomsnittlig rekkevidde mellom 5. og 95. persentil. (Høyre) Pikselantall for alle modellresultater fra 2015 til 2025 Den interaktive versjonen av pikselantallskartet kan ses [her](#).

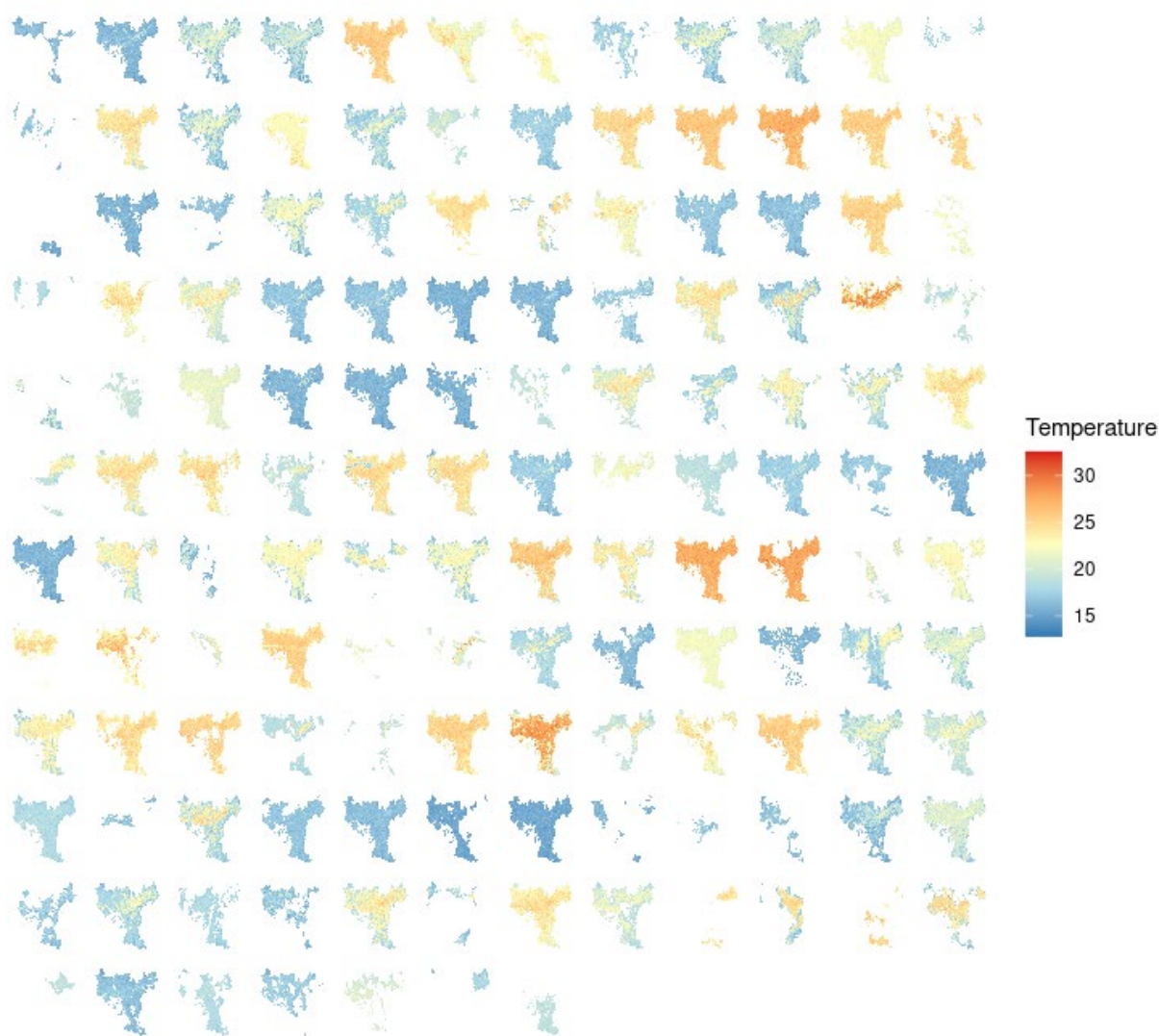
Figur 3-3 viser at NDVI, dvs. vegetasjonens tilstedeværelse var den dominerende forklarende landskapsvariabelen i hele Oslo. Høyde var viktig ved kysten og på høyere beliggende steder, mens bygningstettheten også var viktig i deler av sentrale Oslo. Skygge og eksponering hadde svært lokaliserte effekter i hele byen.



Figur 3-3. Modusen for de viktigste modellvariablene for alle piksler der temperaturen var over 27 °C. Kartlagt over Oslo. Den interaktive versjonen av dette kartet kan vises [her](#).

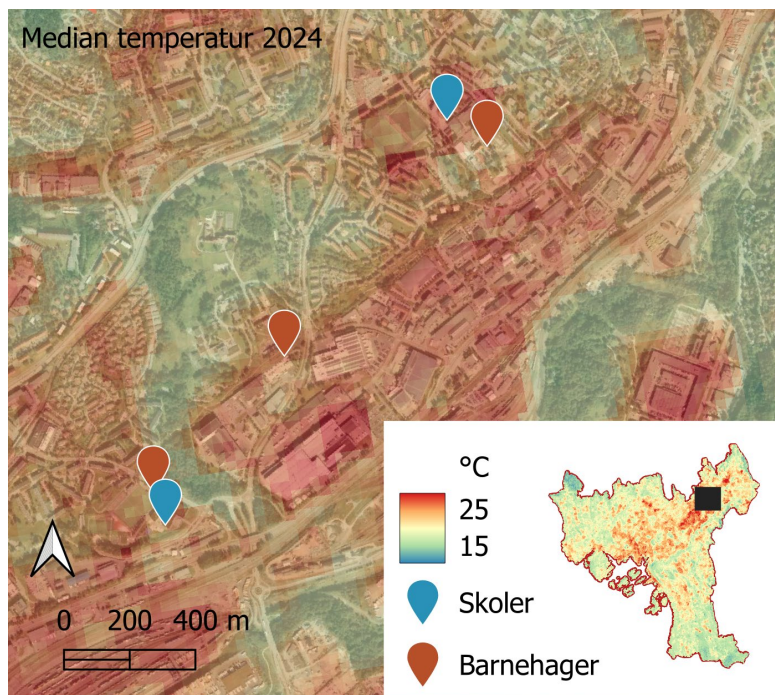
3.2 Høyoppløselige kart over lufttemperatur

Lufttemperaturen ble modellert over Oslo i 139 dager mellom mai og oktober 2015 og 2025. Modellresultatene er visualisert i Figur 3-4, med et detaljert eksempel på medianforholdene for 2024 vist i Figur 3-5. De daglige observasjonene i Figur 3-5 viser hvordan temperaturer på tvers av byen varierer fra dag til dag, og illustrerer også hvordan temperaturkartleggingen ble påvirket av skydekke, noen dager har hatt ufullstendig dekning av Oslo der skyer delvis har skjult Landsat-bildene. Det inngående kartet over området rundt Kalbakken (Figur 3-5) viser et tydelig romlig mønster i lufttemperaturen der høyere temperaturer er konsentrert i tett utbygde områder, mens omkringliggende vegetasjonsområder viser lavere temperaturer. De varmeste sonene forekommer over sammenhengende tette overflater og tett bystruktur, mens lavere temperaturer er knyttet til parker, trekronedekke og andre grøntområder. Figuren viser også tydelige temperaturforskjeller over korte avstander, noe som tyder på at modellingsmetoden fanger opp variasjoner i eksponering på nabolagsnivå som ikke kommer fram i grovere temperaturdatasett. Skoler og barnehager vist i Figur 3-5 illustrerer hvordan potensielt sårbar infrastruktur er lokalisert innenfor disse høyoppløselige kartene. Dette diskuteres nærmere i Del 3.4 i rapporten.



Figur 3-4. Modellert lufttemperatur i Oslos byggesone i sommermånedene (mai–oktober) for hver analyserte dag i perioden 2015-2025. Hvert panel representerer én dag og viser den romlige fordelingen av datagrunnlag og modellert temperatur (°C).

Blant de analyserte dagene var den høyeste modellerte temperaturen 32,6 °C den 25. juni 2021. Dagen da den største andelen av Oslo oversteg 27 °C var 15. juni 2023, da 83 % av byen ble modellert til å ligge over denne terskelen. Året 2023 hadde også det høyeste antallet analyserte dager (fem) der mer enn 5 % av byen opplevde temperaturer over 27 °C. Selv om det også ble registrert høye temperaturer i 2025, var det få av de analyserte dagene dette året som oversteg 27 °C, noe som skyldtes skydekke og hvilke datoer Landsat-bilder var tilgjengelige for.



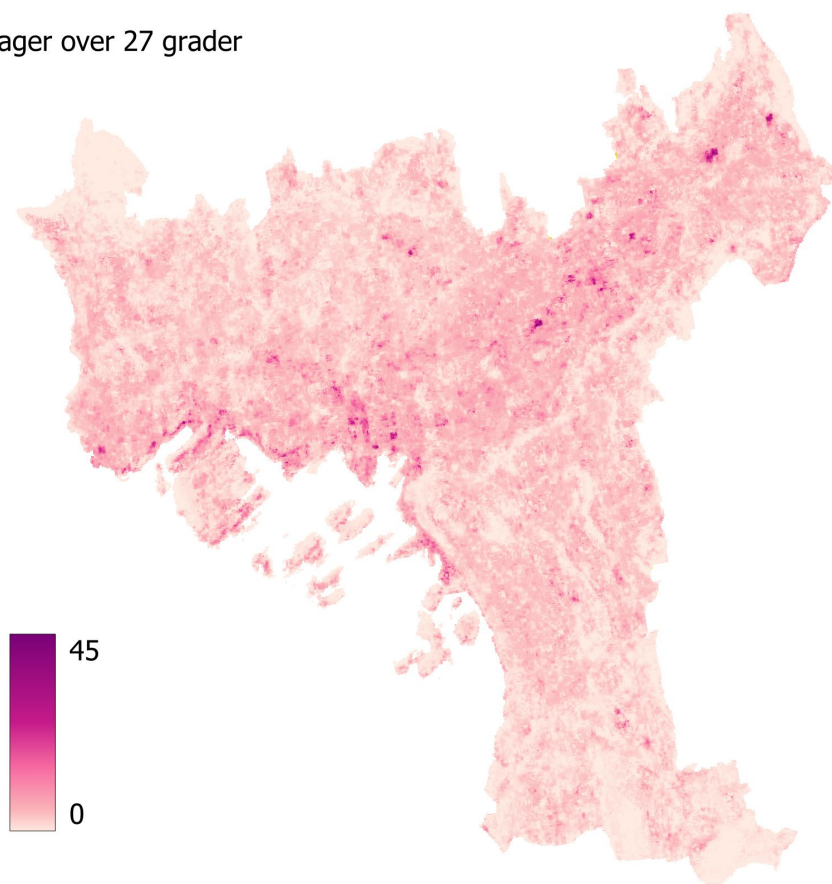
Figur 3-5 Median temperatur for 2024, nærbilde som viser området rundt Kalbakken. Skoler og barnehager er vist i henholdsvis blått og rødt.

Temperaturene for hvert år ble oppsummert i kart over median- og maksimumstemperatur. Disse kan ses [her](#) og [her](#) og er oppsummert per år i Tabell 3-1. Figur 3-6 viser antall dager hvor den modellerte temperaturen var over 27 °C i perioden 2015 til 2025. Totalt opplevde 84.2 % av byen, tilsvarende 131,38 km², temperaturer over 27 °C innenfor analyseperioden ila denne perioden. Ved å legge til 2,8 °C til hvert års maksimale temperatur, i tråd med Klima i Norges projiserte økning i maksimal temperatur for Oslo mot midten av århundret (2041-2070; SSP3-7.0) (Dyrddal et al., 2025), øker dette arealet til nesten hele Oslo (99,7 %). Merk at siden vi ikke har daglige Landsat-bilder og noen av bildene hadde spredt skydekke, kunne vi ikke måle hetebølge fenomener direkte. Figur 3-6 viser imidlertid den romlige fordelingen av hetebølgetemperaturer i Oslo, med områder med vedvarende høyere temperaturer vist i mørkere rødt rundt sentrale Oslo, kystområdene rundt Frogner og Skøyen samt Stovner, og industriområdene nær Alna og Haugenstua. De fleste dagene med utbredte varmebølgelignende forhold (mer enn 10 % av byen med temperaturer over 27 °C) forekom i juni eller juli, men slike forhold ble også registrert én gang i mai og én gang i august.

Tabell 3-1. Årlig sammendrag av modellert lufttemperatur for Oslo (mai – oktober; 2015-2025), som viser antall Landsat-bilder brukt per år, median temperatur og maksimumstemperatur (°C).

År	Antall satel- littbilder	Median luft- temperatur (°C)	Maksimum luft- temperatur (°C)
2015	16	17.66	30.58
2016	4	19.52	30.03
2017	5	17.60	29.90
2018	7	25.04	31.93
2019	14	16.97	30.00
2020	15	16.69	31.64
2021	42	17.58	34.32
2022	54	17.71	30.21
2023	58	17.45	33.12
2024	39	18.04	32.95
2025	44	17.59	32.15

Dager over 27 grader

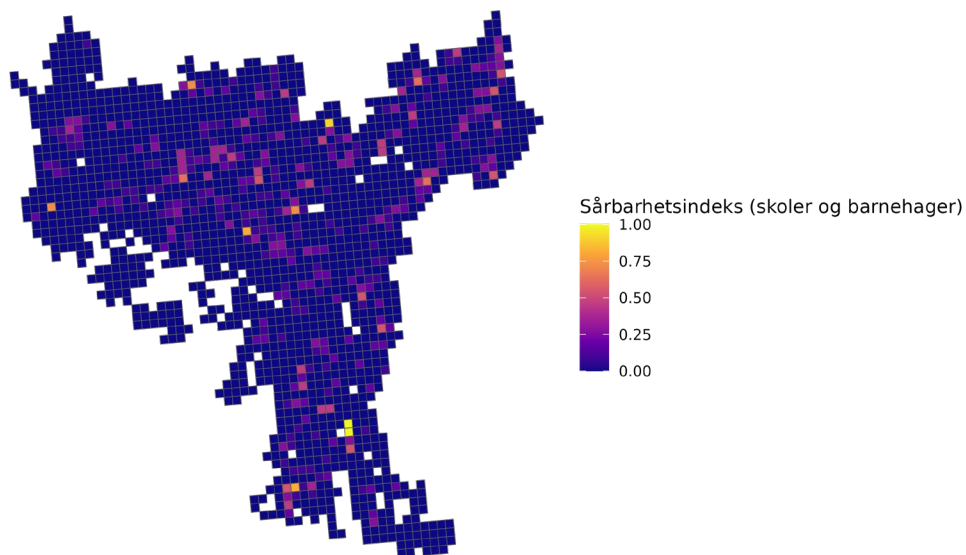


Figur 3-6. Antall dager med modellert temperatur over 27 °C mellom mai og oktober 2015 og 2025. Den interaktive versjonen av dette kartet kan vises [her](#).

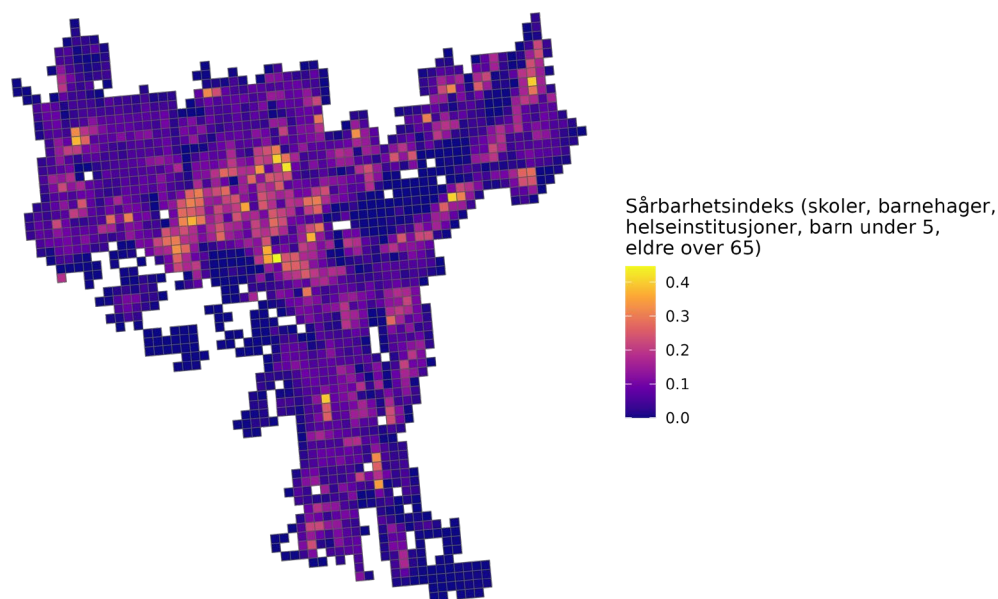
3.3 Sårbarhet (sosiodemografiske og økonomiske data)

Den første delindeksen, basert på skoler og barnehager, identifiserte områder med en høyere konsentrasjon av utdanningsinstitusjoner som mer sårbare (Figur 3-7). Den andre delindeksen, som i tillegg inkluderte helseinstitusjoner, barn under fem år og voksne over 65 år, viste et

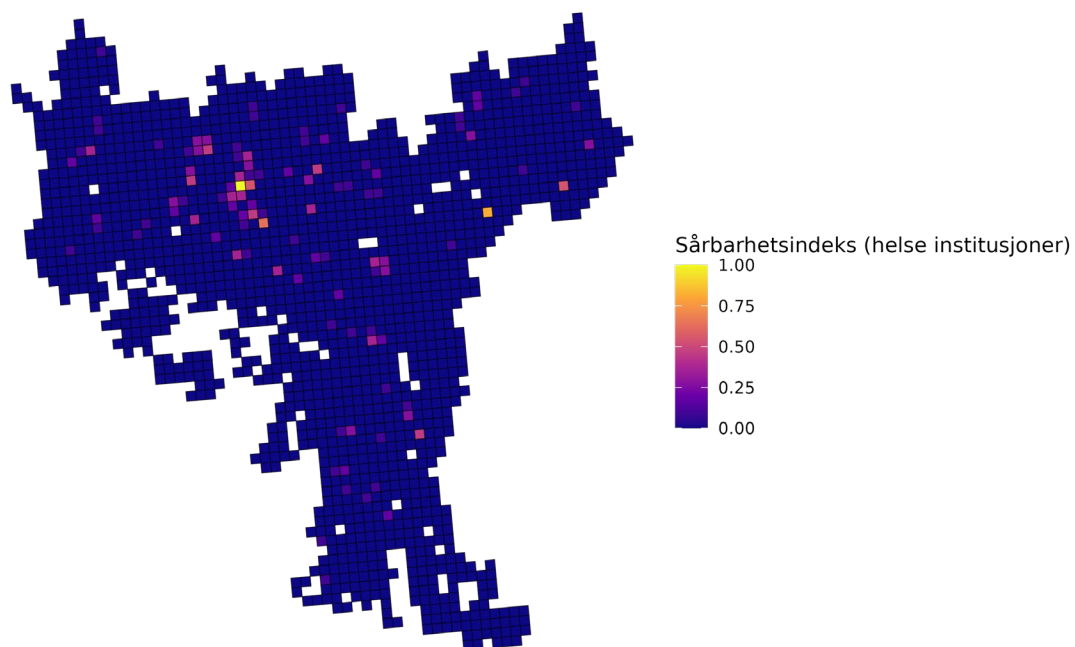
brederer romlig mønster av sårbarhet, med den høyeste sårbarheten konsentrert i den sentrale delen av Oslo (Figur 3-8). Den tredje delindeksen, som fokuserer på helseinstitusjoner, identifiserte områder med høyere sårbarhet på steder med en større konsentrasjon av helseinstitusjoner (Figur 3-9). Den fjerde delindeksen, som gjenspeiler sosioøkonomiske forhold, identifiserte høyere sårbarhet i områder med lavere gjennomsnittsinntekt og en høyere andel enpersonshusholdninger, hovedsakelig lokalisert i den sørøstlige delen av byen (Figur 3-10).



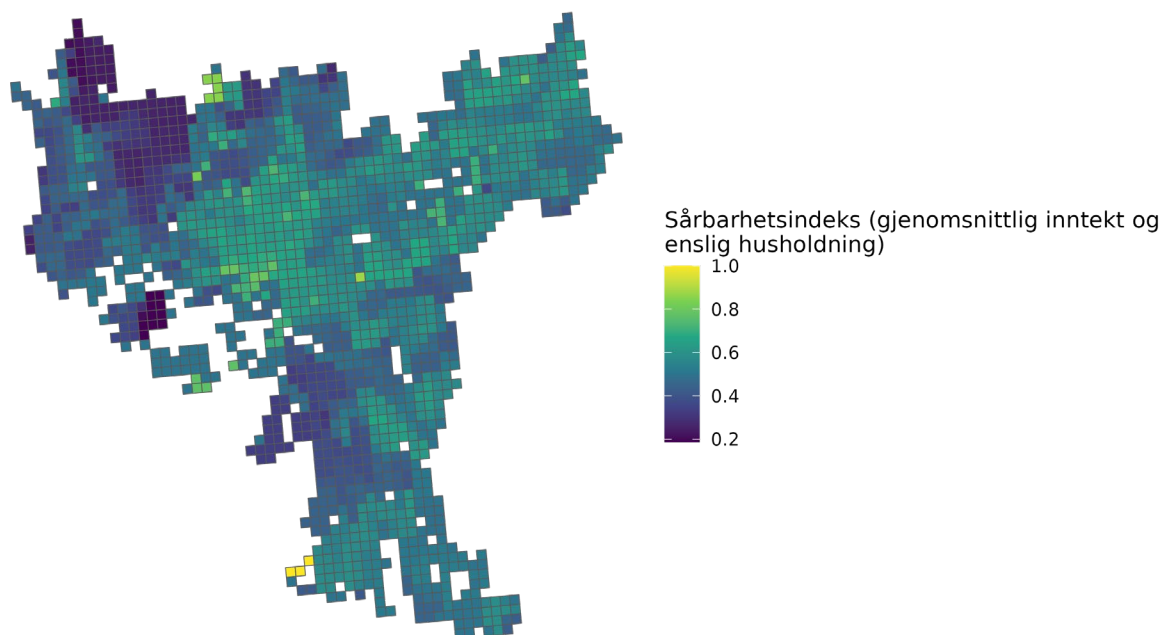
Figur 3-7. Kartet viser sårbarhet knyttet til skoler og barnehager. Lysere farger indikerer høyere sårbarhet.



Figur 3-8. Kartet viser sårbarhet knyttet til skoler, barnehager, helseinstitusjoner, barn under 5, og eldre over 65. Lysere farger indikerer høyere sårbarhet.



Figur 3-9. Kartet viser sårbarhet knyttet til helseinstitusjoner. Lysere farger indikerer høyere sårbarhet.

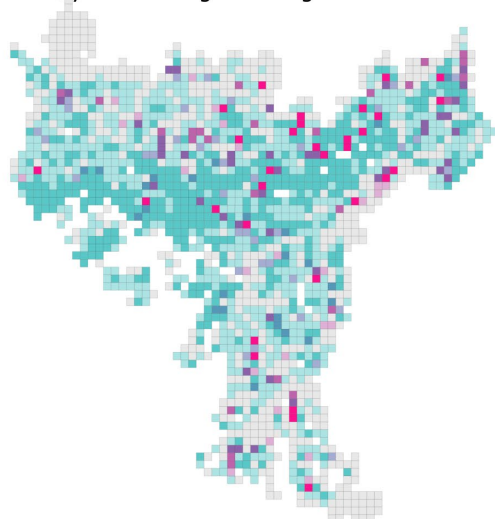


Figur 3-10. Kartet viser sårbarhet basert på gjennomsnittlig inntekt og andelen enpersonshusholdninger. Lysere farger indikerer høyere sårbarhet

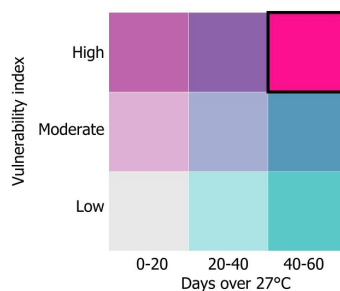
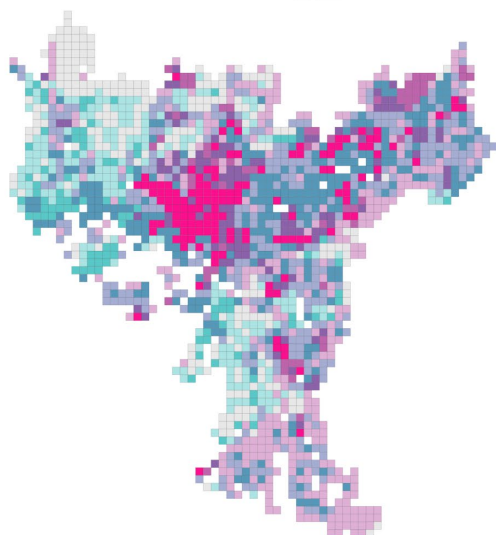
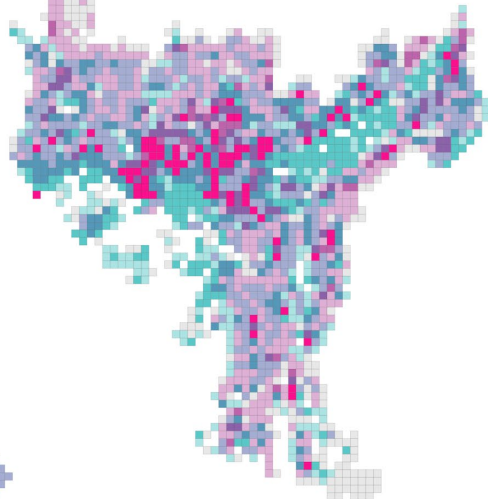
3.4 Varmeøyer

Det ble utført en varmeøyer-analyse ved å lage bivariate kart som kombinerer lokal varmeeffekt med sårbarhetsskår. Figur 3-11 markerer i knallrosa rutenettceller der både sårbarhet og antall dager med temperaturer over 27 °C overskred 25. persentilen av dataene. Når man ser på skoler og barnehager isolert, viser det seg at sårbare områder er spredt over hele byen. Inkludert helseinstitusjoner, barn under 5 år og innbyggere over 65 år, samt skoler og barnehager, er det en tydelig klyngedannelse av utsatte områder rundt bydelene Frogner, St. Hanshaugen, Grünerløkka og Gamle Oslo. Tilsvarende ser vi, når vi vurderer sårbarhet basert på husholdningsinntekt og eneboliger, en tydelig klyngedannelse rundt Frogner og St. Hanshaugen samt Bjerke og Grorud.

Varmeøyer: Skoler og barnehager



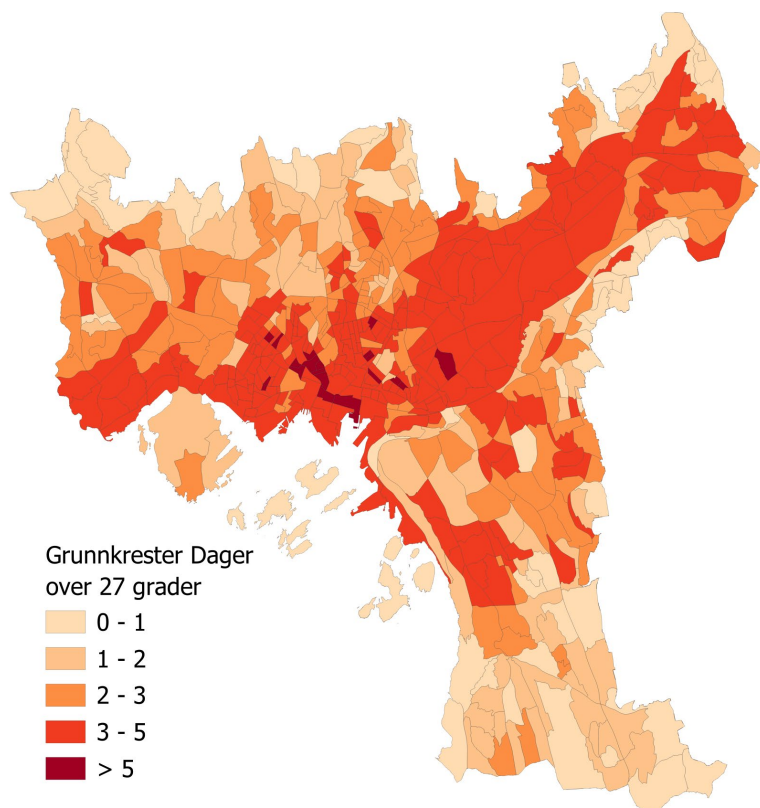
Varmeøyer: skoler, barnehager, helseinstitusjoner, barn under 5, eldre over 65



Varmeøyer: enslige husholdninger og gjennomsnittlig inntekt

Figur 3-11. Toveis kart som viser kombinasjonen av sårbarhetskårer og vedvarende høyere temperaturer. Interaktive kart er tilgjengelige her: [skoler og barnehager](#); [skoler, barnehager, helseinstitusjoner, barn under 5 år og eldre over 65 år](#); samt [gjennomsnittlig inntekt og enslige husholdninger](#).

Grunnkretser ble også analysert for å se hvilke områder av byen som opplevde varmere forhold. Figur 3-11 viser gjennomsnittlig antall dager over 27 grader i hver grunnkrets i byen i perioden 2015-2025. Denne analysen viste at Uranienborg, Sentrum 1, Sentrum 2, Kampen, Majorstuen, Homansbyen, St. Hanshaugen, Frogner, Skillebekk, Grünerløkka, Rodeløkka, Lysås og Røykås hadde høyere temperaturer enn resten av byen. Kystområdene, sentrale deler av byen og Grovuddalen hadde også gjennomgående høyere temperaturer enn resten av byen.



Figur 3-12. Gjennomsnittlig dager over 27 grader i perioden 2015-2025 (mai - oktober) ved grunnkrester. Interaktive kart er tilgjengelige [her](#).

3.5 Prioritering

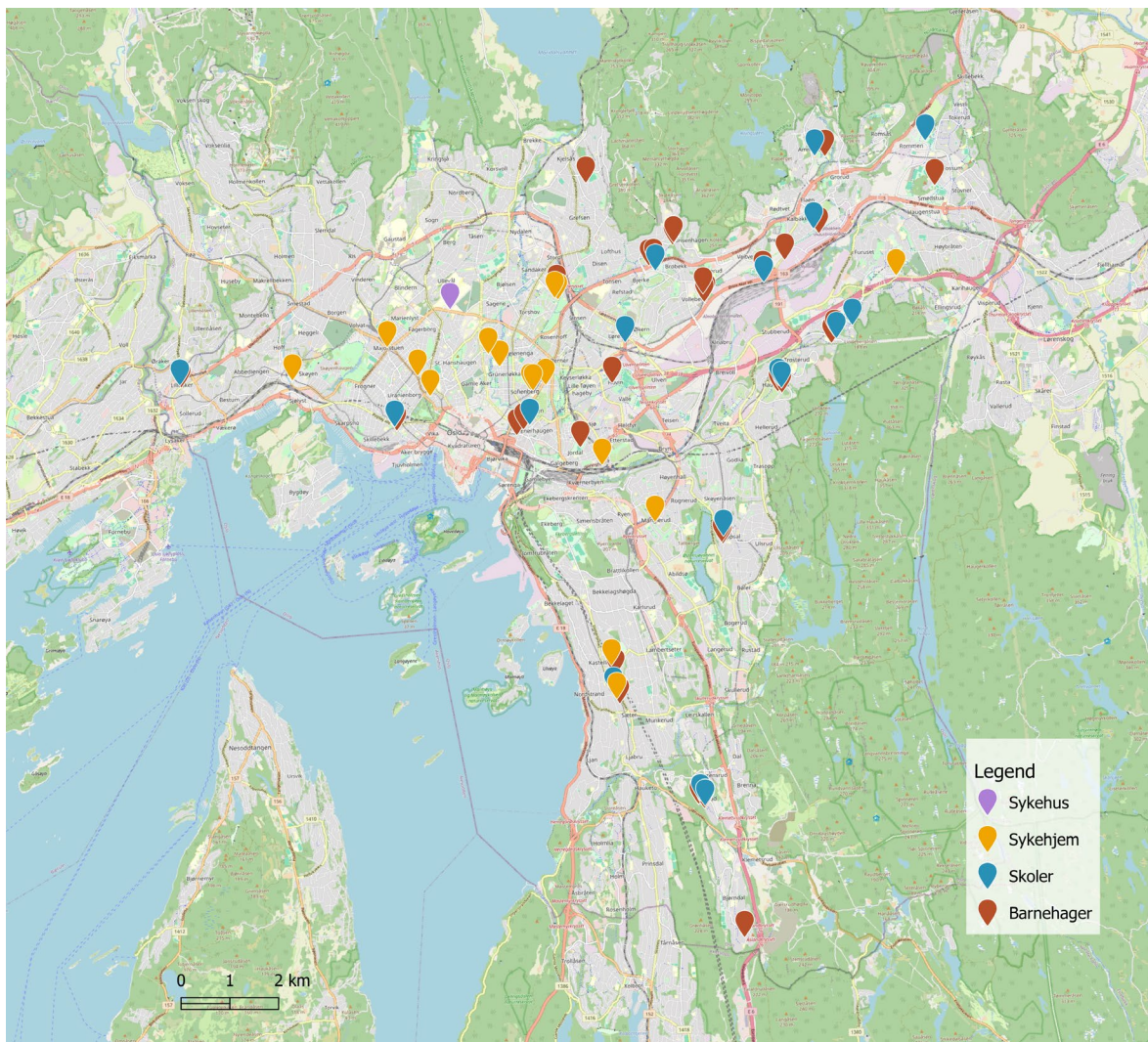
Prioriterte skoler, barnehager og helseinstitusjoner ble identifisert innenfor rutenettceller med høy sårbarhet og høy frekvens av temperaturer over 27 °C i varmeøyer-kartene (Figur 3-11). Disse er oppsummert i Tabell 3-2 (i Tabell 6-1vedlegg) og vist i Figur 3-12 og omfatter 10 barnehager, 10 skoler og 10 helseinstitusjoner. Når det gjelder helseinstitusjoner, ble 23 steder (22 sykehjem og 1 sykehus) identifisert som de mest utsatte og dermed i behov av tiltak for å dempe den urbane varmeøyeffekten. De fleste av disse institusjonene ligger i de sentrale delene av Oslos bebygde område. Det eneste identifiserte sykehuset er Ullevål sykehus, mens de øvrige institusjonene består av sykehjem, med en viss konsentrasjon i blant annet Grünerløkka og Sagene (Figur 3-13) (Tabell 3-3). Det bør understrekes at disse institusjonene befinner seg i områder av Oslo som har høyere sannsynlighet for å oppleve varmere temperaturer og hetebølger. Dette gjenspeiler ikke den enkelte institusjons tilgang til grøntarealer eller forekomsten av eksisterende skyggegivende elementer. Skoleplasser kan for eksempel ha trær eller annen skygge. Effekten av disse fanges ikke opp i en modell med 30 meters oppløsning.

Tabell 3-2. De 20 skolene og barnehagene som trenger prioritering mot den urbane varmeøeffekten.

Barnehage og skole navn	Skole nivå	Bydel
Nordtvet Gård barnehage AS		Grorud
Lfo Maternelle AS		Frogner
Utforskeren barnehage - Hus A		Grorud
Hullebergmyra barnehage		Ullern
Lakkegården barnehage		Grünerløkka
Læringsverkstedet barnehage	Årvollveien	Bjerke
Lofsrud barnehage		Søndre Nordstrand
Kardemomme barnehage SA		Gamle Oslo
Teglverket barnehage		Bjerke
Årvoll barnehage		Bjerke
Lycee Francais Rene Cassin D'Oslo	Barneskole	Frogner
Nordtvet skole	Barneskole	Grorud
Årvoll skole	Barne-og ungdom skole	Bjerke
Løren skole	Barneskole	Bjerke
Øraker skole	Ungdomskole	Ullern
Rommen skole	Barne-og ungdom skole	Grorud
Ammerud skole	Barneskole	Grorud
Trosterud skole	Barneskole	Østensjø
Lindeberg skole	Barne-og ungdom skole	Alna
Mortensrud skole	Barneskole	Søndre Nordstrand

Tabell 3-3. De 10 helseinstitusjonene som trenger prioritering mot den urbane varmeøeffekten.

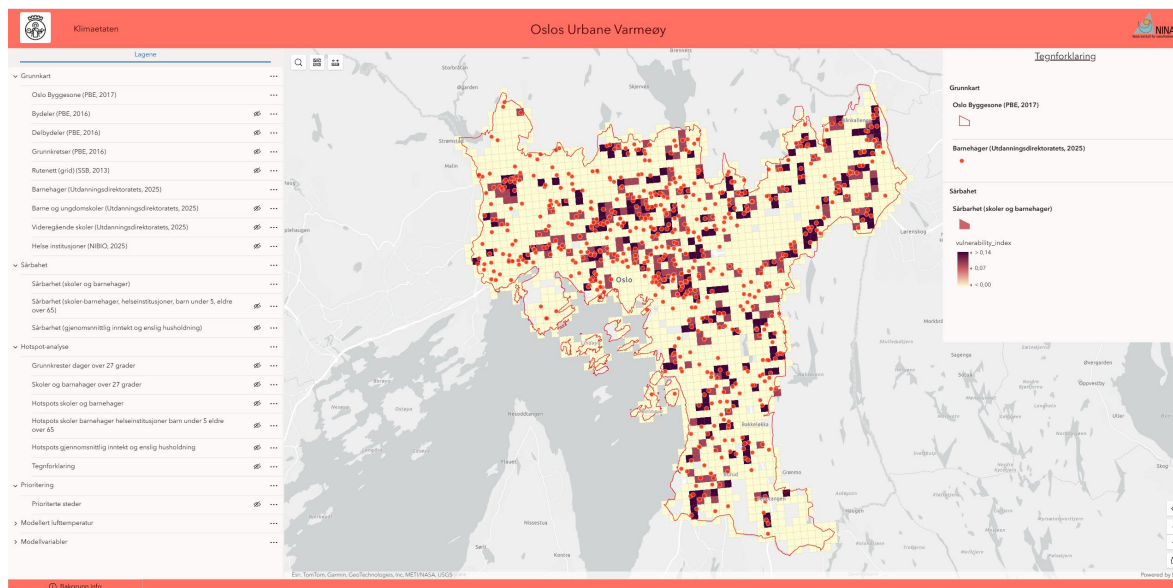
Sykehjem-Sykehus	Bydel
Vålerengahjemmet	Gamle Oslo
Skøyen terrasse Omsorg	Ullern
Ulleval sykehus	St.Hanshaugen
Dagsenter for utviklingshemmede Sagene	Sagene
Majorstuhjemmet	Frogner
Rodeløkka Omsorg	Grünerløkka
Abildsøhjemmet	Østensjø
Paulus sykehjem	Grünerløkka
Nordre Aasen Bo og Habiliteringssenter	Sagene
Sofienberghjemmet	Grünerløkka



Figur 3-13. Områdene i Oslos bebygde område som må prioriteres mot fenomenet urbane varmeøyler. [Interaktivt kart](#)

3.6 Formidlingsplattform

Alle sårbarhets-, varmeøyler- og prioritering kart er tilgjengelige via en ArcGIS Online-plattform, utviklet for å gi enkel tilgang og navigering for kommunale interessenter og kan finnes plattformer her <https://experience.arcgis.com/experience/3de93e6e34d0463ca5c3517f886c3f5c/> (Figur 3-14).



Figur 3-14. Kart over Oslos urbane varmeøyer.

Plattformen fungerer som en database hvor romlige resultater kan utforskes interaktivt. Brukere kan slå enkelte lag på og av, zoomer inn på bestemte områder, øke gjennomsiktigheten og søke etter funksjoner for å få detaljert attributtinformasjon. De interaktive kartene lar brukerne utforske sårbarhetsmønstre i forskjellige romlige skalaer. Plattformen er utformet for å være intuitiv og krever ingen avansert GIS-ekspertise. Denne formidlingsplattformen gjør det mulig for kommunalt ansatte å effektivt identifisere områder med høy sårbarhet og mulige varmeøyer som er relevante for planlegging og beslutningstaking. Plattformen støtter evidensbasert planlegging og risikostyring ved å gi direkte tilgang til romlige resultater.

Plattformen er organisert i fem grupper, dvs. kategorier av kartlag/datasett: 1. «grunnkart», 2. «sårbarhet», 3. «varmeøyer», 4. «modellert lufttemperatur» og 5. «modellvariabler». *Grunnkart*-gruppen inneholder informasjon om de administrative inndelingene i Oslo kommune samt plasseringen av skoler, barnehager og helseinstitusjoner. Gruppen *sårbarhet* inkluderer tre sårbarhetsindekser avledet fra sosiodemografiske og økonomiske data. Gruppen *varmeøyer* inneholder lag som kombinerer sårbarhetsindikatorer med temperaturdata for å identifisere områder med økt risiko. Gruppen *modellert lufttemperatur* inneholder median- og maksimumstemperaturer for hvert år fra 2015 til 2025, antall dager med temperaturer over 27 °C for hvert år (2015-2025) og totalt antall dager over 27 °C samlet for perioden 2015-2025. Til slutt inkluderer gruppen *modellvariabler* i det supplerende datasettet som bidro til beregningen av den modellerte lufttemperaturen.

4 Diskusjon og anbefalinger

4.1 Modellering av lufttemperatur med høy oppløsning ved hjelp av Landsat-data

For å vurdere romlige mønstre i sommervarme i Oslo utviklet vi en høyoppløselig modell for lufttemperatur basert på kvalitetskontrollerte observasjoner fra over 1300 Netatmo-værstasjoner, kombinert med Landsat-avledede overflateegenskaper og statiske landskapsvariabler. Modellen presterte godt og ga romlige detaljerte temperaturkart som fanger opp variasjon i lufttemperatur på nabolagsnivå i hele byen (2015-2025). Dette gir et godt grunnlag for å identifisere vedvarende varmeøyer, analysere temperaturlastning både på pikselnivå og grunnkrets nivå og støtte mer målrettet klimatilpasning i arealplanleggingen.

Modellen ga gode prediksjoner for høyoppløselig temperaturkartlegging i Oslo. Intern validering viste høyt samsvar mellom modellert og observert temperatur ($R^2 = 0,86$; $RMSE = 1,71$ °C), noe som indikerer at Landsat-baserte overflateegenskaper pålitelig fanger opp romlig variasjon i lufttemperatur. Modellen presterte fortsatt godt ved sammenligning med uavhengige MET-stasjoner fra 2020 til 2025 ($R^2 = 0,62$), selv om en tendens til overestimering ble observert. Denne forskjellen skyldes sannsynligvis kjente kalibreringsforskjeller mellom Netatmo-sensorene brukt i modelltreningen og profesjonelt plasserte MET-stasjoner (Coney et al., 2022), og ikke nødvendigvis grunnleggende svakheter i modellstrukturen. Dette tyder på at modellen er sterkere til å fange opp relative romlige temperaturkontraster enn absolutte temperaturnivåer, og at generaliserbarheten til uavhengige observasjoner er lavere enn den interne valideringen alene skulle tilsi. Usikkerhetsestimaterne var generelt lave over Oslo, indikert ved et smalt spenn mellom 5. og 95. persentil. Høyere usikkerhet var konsentrert i skogområder og over vann, hvor stasjonsdekningen er begrenset og modellprediksjonene i større grad innebærer ekstrapolasjon. Samlet sett fanger modellen opp tydelige variasjoner i lufttemperatur på nabolagsnivå i Oslo og viser temperaturgradienter over korte avstander, særlig mellom bebygde områder og områder med plantedekke, samt mellom ulike typer arealbruk i byen, inkludert bolig- og industriområder. Disse finmaskede variasjonene gir en viktig romlig kontekst for å undersøke lokale mønstre i varmeeksponering som ikke ville blitt fanget opp i grovere temperaturprodukter.

Den romlige/geografiske fordelingen av modellerte temperaturer mellom 2015 og 2025 viste at vedvarende varmeøyer, områder som oversteg 27 °C i de fleste eller alle analyserte år, var konsentrert i sentrale deler av Oslo, langs kysten rundt Frogner og Skøyen, i deler av Stovner og i industriområdene ved Alna og Haugenstua. Selv om vegetasjonsdekke (NDVI) var den viktigste forklaringsvariabelen på byskala, indikerer sammensetningen av disse vedvarende varmeøyer at bebyggelsesandelen har større lokal betydning. Innenfor de varmeste områdene var pikslene preget av høy andel tette og impermeable flater og relativt lav vegetasjonsdekning. Eksempler på disse overflatetyperne kan ses i Figur 4-1. Dette tyder på at selv om vegetasjon bidrar til overordnet kjøling på bynivå, er vedvarende og intensiv varmeakkumulering særlig knyttet til tett bebygde miljøer hvor overflateforsegling, redusert evapotranspirasjon og økt varmelagringskapasitet dominerer energibalansen.

Vegetasjonsdekning

Impermeable flater



Figur 4-1 Eksempler på vegetasjonsdekke og impermeable flater i Oslo. Eksempelet viser Gamle Oslo. © Statens kartverk. Oslo sommer 2013.

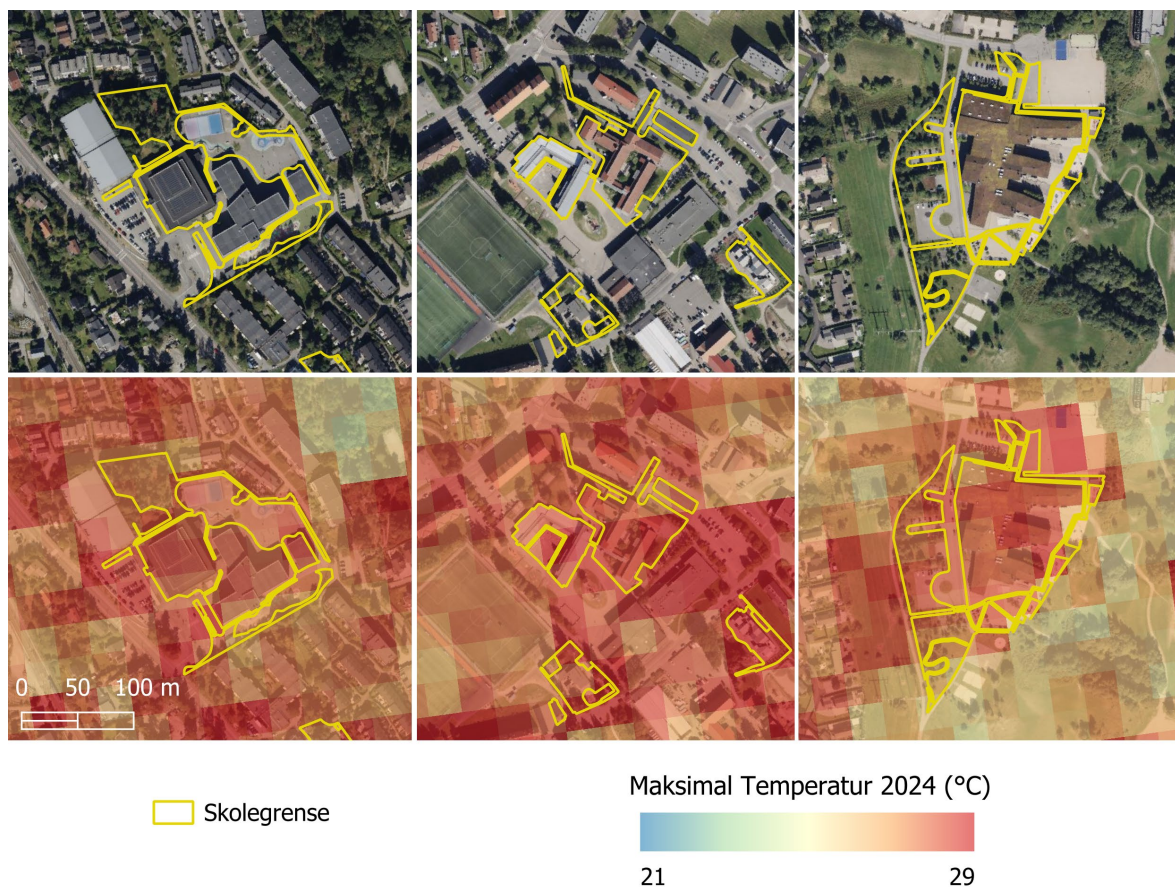
4.2 Faktorer for prioritering

Sårbarhetsanalysen og varmeøyanalyse identifiserte områder i Oslos bebygde miljø som er mer utsatt for hetebølger og urbane varmeøyeffekter, basert på den romlige fordelingen av skoler, barnehager, helseinstitusjoner, barn under fem år, eldre voksne, enpersonshusholdninger og gjennomsnittlig inntektsnivå. Flertallet av den sårbare befolkningen bor i de tettbebygde områdene i Oslo, noe som gjør dem særlig utsatt for høye temperaturer. Disse delene av byen er tettere og mer kompakte, med færre grønne områder. De sentrale byområdene er preget av høy tetthet og en kompakt bystruktur, med begrensede grøntområder som ofte ikke er tilstrekkelige til å dempe effektene av klimaendringer, særlig økende temperaturer og ekstreme hetebølger. Samtidig gjør mangelen på tilgjengelig areal det mer krevende å iverksette blågrønn infrastruktur som klimatilpasningstiltak i sentrum.

De tjue (av de 49) utvalgte barnehagene og skolene er spredt over hele byen, noe som tyder på at sårbarheten for varmeeeksponering ikke er begrenset til ett område, men i stedet er utbredt over et større område. De fleste uteområdene i barnehager og skoler består av underlag som asfalt, kunstgress og sand, med bare små flekker med lav vegetasjon og få trær (Figur 4-2). Ifølge en rapport fra Nordbø et al. (2025) oppfyller bare 13 % av barneskolene i tettbebygde byområder i Norge normen på 50 m² uteareal per elev. De fleste skole- og barnehagebygninger har tak som er dekket med asfaltmaterialer eller takstein, som absorberer og lagrer varme, og dermed bidrar til dagtemperaturer på over 27 °C. Det er verdt å merke seg at juni var blant månedene med hyppigst forekomst av hetebølgelignende forhold. Siden denne perioden faller sammen med barnehage- og skoleåret, er barna fortsatt i barnehage og på skole, noe som understreker behovet for tiltak for å redusere varmebelastning og tilpasse utdanningsmiljøene til høye temperaturer.

De ti (av de 23) helseinstitusjonene er i større grad konsentrert i de sentrale og nordøstlige delene av byen. Sentrale områder i Oslo har en høy tetthet av helseinstitusjoner, inkludert store sykehus som Ullevål sykehus og flere sykehjem. Denne lokaliseringen i og nær bykjernen bidrar til god tilgjengelighet gjennom kollektivtransport og kort avstand til store befolkningsgrupper og andre offentlige tjenester. De indre bydelene, som St. Hanshaugen, Grünerløkka og Gamle Oslo, kjennetegnes samtidig av høy befolkningstetthet og en stor andel mindre boliger og leiligheter. I enkelte områder (Frogner, St. Hanshaugen, Sagene) finnes også en relativt høy andel eldre

beboere. Begrenset tilgang til større grønne områder, høy tetthet og varierende boligkvalitet kan i disse bydelene bidra til å forsterke både sosial sårbarhet og eksponering for byvarme.



Figur 4-2. Satellittbaserte temperaturdata som viser varmeøyeffekten rundt bygningen og i skolegårdsområdet.

4.3 Framtidig varmerisiko og tilpasningsbehov

Hetebølger er allerede en del av Oslos klima, ikke bare en framtidig risiko. I denne studien ble temperaturer over 30 °C modellert, og slike temperaturer registreres også jevnlig ved værstasjoner over hele byen. Resultatene våre viser at vegetasjon bidrar til å dempe lokal lufttemperatur, mens de varmeste delene av byen er knyttet til tett bystruktur og store arealer med tette overflater. Dette peker på at urban grønnstruktur er et viktig klimatilpasningstiltak, særlig rundt skoler, sykehjem og andre sårbare steder. Samtidig kan den kjølede effekten av vegetasjon ikke antas å være konstant, ettersom hete og tørke kan redusere kjølekapasiteten i urbane grøntområder når vegetasjonen blir stresset og evapotranspirasjonen (den samlede fordampingen fra vegetasjonen) avtar (Kraemer & Kabisch, 2022; Guidolotti et al., 2025). Klimatilpasningstiltak bør derfor ikke bare ha som mål å øke vegetasjonsdekket, men også å sikre at beplantningen er klimatilpasset og i stand til å opprettholde kjøling under varmere og tørrere forhold.

Fram mot midten av århundret vil den forventede oppvarmingen sannsynligvis gjøre varmeeksponeringen både mer utbredt og mer vedvarende i Oslo. Når en økning på +2,8 °C legges til de årlige maksimumstemperaturene, øker arealet som opplever varmebølgelignende temperaturer betydelig, og slike forhold strekker seg også lenger inn i mai og august. I vårt modellerte datasett ville elleve dager i disse månedene hatt mer enn 10 % av byen over 27 °C under dette scenariet. Dette innebærer at varmebølgelignende forhold forskyves lenger inn i skoleåret og øker den

potensielle eksponeringen for barn og unge, også i eksamensperioden i mai og juni. Resultatene understreker derfor behovet for tiltak i god tid før midten av århundret.

Tilpasning tiltak

Barn i norske barnehager og skoler tilbringer en betydelig del av dagen utendørs på skolegårder, noe som gjør dem særlig utsatt for høye temperaturer i sommermånedene. Siden barnehagene holder åpent til juli og skolene til juni, er mange barn til stede i perioder hvor det kan oppstå hetebølger. For å håndtere dette må det iverksettes målrettede tiltak for å dempe varmeeffekten i skole- og barnehagemiljøer.

Blant de viktigste tiltakene er å øke vegetasjonsdekket i barnehages og skoles områder gjennom treplanting og utvidelse av grønne områder, særlig ved å plante trær med brede og tette kroner som gir god skygge. Andre tiltak omfatter etablering av blågrønn infrastruktur som regnhager og grønne tak, forbedring av skyggeforholdene på skolegårder samt bruk av reflekterende eller kjøleeffektive materialer på tak og asfalterte skolegårdsflater. I tillegg til å bidra til å senke temperaturen, kan blågrønn infrastruktur støtte barns læring om naturen gjennom praktiske og lekbarerte opplevelser.

I tillegg til fysiske tiltak i uteområder bør kommunene utarbeide og implementere varmebølge-handlingsplaner rettet mot skoler, barnehager, helseinstitusjoner i likhet med handlingsplanen for hetebølger i England (NHS, 2011). Slike planer fokuserer på beredskap før en forventet hetebølge og tiltak under selve hendelsen, blant annet varslingsrutiner, informasjon til foreldre og ansatte, justering av utendørsaktiviteter, etablering av avkjølte oppholdsrom og rutiner for overvåkning av barns og eldre helsetilstand. En handlingsplan kompletterer tiltak i det fysiske nærmiljøet ved å sikre at befolkningen er informert, forberedt og kan iverksette raskt beskyttende tiltak når det trengs.

4.4 Begrensninger

Data begrensninger

Denne lufttemperaturmodellen ble primært utviklet med utgangspunkt i Landsat-satellittbilder. Landsat gir flere fordeler for modellering av urban temperatur, blant annet lang tidsserie, konsistent radiometrisk kalibrering og en romlig oppløsning (30 m) som er egnet for analyser på nabolagsnivå. Samtidig innebærer sensorens 16-dagers omløpstid (reduert til om lag 8 dager etter oppskytingen av Landsat 9 i september 2021) begrenset tidsoppløsning og økt følsomhet for skydekke. Den faste overflyvningstiden rundt kl. 12:30 lokal soltid fanger opp et nært maksimum i dagtemperatur, men representerer ikke hele døgnvariasjonen, inkludert ettermiddagsmaksima eller nattlig avkjøling. Disse forholdene representerer iboende avveininger ved bruk av Landsat-data for høyoppløselig kartlegging av urban varme.

Skydekke, som er en iboende begrensning ved Landsat-baserte produkter, førte til ujevn tidsmessig og romlig dekning i perioden 2015-2025. Når skyer var til stede i et satellittopptak, ble deler av byen maskert bort fra analysen, noe som førte til en viss romlig skjevhet i tettheten av temperaturregistreringene som ble produsert. Våre analyser indikerte imidlertid at denne skjevheten kun bidro til om lag 4 % av den romlige variasjonen i sammendragskartene brukt i varmeøymessige analysen. På grunn av den begrensede effekten på resultatene, og for å kompensere for den relativt sparsomme tidsdekningen som følger av Landsats omløpstid, valgte vi å inkludere disse delvis maskerte scenene i analysen. Disse forholdene tydeliggjør de grunnleggende begrensningene ved bruk av Landsat-data. På grunn av Landsats omløpstid og påvirkning fra skydekke gir modellen ikke daglige temperaturestimer, men representerer kun temperaturer under klarværforhold på tidspunktet for satellittens overflyvning. Ved å aggregere modellerte

temperaturer over flere år har vi imidlertid økt samplingsgrunnlaget tilstrekkelig til å kunne identifisere den romlige fordelingen av vedvarende varmere (og kaldere) områder i byen.

Den observerte tendensen til temperaturoverestimering i Netatmo-værstasjonsdataene som ble brukt til modelltrening tyder på en systematisk varm bias (omtrent 2 °C). Dersom en slik skjevhet er til stede, vil den i hovedsak påvirke de absolutte temperaturverdiene som modellen predikerer, og kan føre til en gjennomgående oppjustering av de rapporterte nivåene. Siden modellen imidlertid er trent på romlige kontraster innenfor Netatmo-nettverket og ikke utelukkende på absolutte temperaturverdier, forventes de relative temperaturgradientene og varmeøy-mønstrene å være robuste. Den viktigste implikasjonen er derfor at **absolutte temperaturverdier bør tolkes med en viss varsomhet, mens den romlige fordelingen av varmere og kaldere områder og identifisering av vedvarende varmeøyer fortsatt kan anses som pålitelige for sammenlignende analyser og planformål.**

Data om forekomsten av varmerelaterte sykdommer ville være avgjørende for å kunne vurdere helseeffektene av ekstreme varrehendelser direkte. Slike data var imidlertid ikke tilgjengelige da de ikke er offentlig tilgjengelige eller ikke samles inn systematisk med den nødvendige romlige eller tidsmessige oppløsningen. Som følge av dette baserer analysen seg på indirekte indikatorer for sårbarhet framfor observerte varmerelaterte helseeffekter, **noe som begrenser muligheten til å etablere direkte sammenhenger mellom eksponering og helse. Dette svekker grunnlaget for kunnskapsbasert og helhetlig byplanlegging.**

4.5 Anbefalinger for videre studier

Tilstedeværelsen av grønne områder i barnehagens og skolens utearealer er en viktig faktor for å redusere effekten av urbane varmeøyer, særlig i barnehager som tar imot yngre barn og holder åpent i sommermånedene. Fremtidige studier bør derfor kartlegge både omfanget og fordelingen av grønne områder i skolegårder samt andelen av utearealet som er dekket av vegetasjon, for å kunne fastslå i hvilken grad grønne områder bidrar til å dempe konsekvensene av hetebølger.

En ytterligere anbefaling for fremtidig forskning er å undersøke hvor mye tid elever og barn tilbringer utendørs i skoletiden, særlig i sommermånedene og under hetebølger. Slike studier bør analysere variasjoner i utetid på tvers av aldersgrupper, skolestrukturer og klimatiske forhold, samt vurdere hvordan oppholdets varighet samvirker med utearealenes utforming og mikroklimatiske egenskaper for å påvirke varmeeksponering og helseserisiko.

Fremtidige studier bør også undersøke hvordan eksponering for høye temperaturer er knyttet til negative helseutfall. Spesielt vil det undersøkes om økt varmeeksponering - for eksempel flere dager med temperaturer over en definert terskel - er forbundet med høyere risiko for varmerelaterte sykdommer, forverring av eksisterende medisinske tilstander eller økt etterspørsel etter helsetjenester. **Mangelen på systematisk innsamlede og tilgjengelige helsedata med tilstrekkelig romlig og tidsmessig oppløsning utgjør imidlertid en sentral kunnskapsbegrensning. Dette gjør det vanskelig å etablere robuste sammenhenger mellom varmeeksponering og helse, og svekker dermed grunnlaget for kunnskapsbasert og helhetlig byplanlegging der helseperspektiver integreres i klimatilpasning. Vi anbefaler derfor også å styrke datainnsamlingen på dette området.** I tillegg anbefales det å etablere faste værstasjoner innenfor utvalgte identifiserte varmeøyer for å sikre temperaturmålinger med høy tidsoppløsning i disse sårbare sonene. Dette vil styrke den løpende overvåkingen av varmeeksponering og gi et bedre grunnlag for målrettede klimatilpasningstiltak.

5 Referanser

- Coney, J., Pickering, B., Dufton, D., Lukach, M., Brooks, B., & Neely III, R. R. (2022). How useful are crowdsourced air temperature observations? An assessment of Netatmo stations and quality control schemes over the United Kingdom. *Meteorological Applications*, 29(3), e2075.
- Dyrddal, A. V., Hygen, H. O., Nilsen, I. B., Mayer, S., Hanssen-Bauer, I., Dobler, A., Wong, W. K., Huang, S., Tunheim, K., & Garvin, K. (2025). *New national projections and climate assessment report for Norway*.
- Ermida, S. L., Soares, P., Mantas, V., Götsche, F.-M., & Trigo, I. F. (2020). Google earth engine open-source code for land surface temperature estimation from the landsat series. *Remote Sensing*, 12(9), 1471.
- Grassmann, T., Napoly, A., Meier, F., & Fenner, D. (2018). Quality control for crowdsourced data from CWS.
- Harlan, S. L., Brazel, A. J., Darrel Jenerette, G., Jones, N. S., Larsen, L., Prashad, L., & Stefanov, W. L. (2015). In the shade of affluence: the inequitable distribution of the urban heat island.
- Huang, H., Zhou, X., Qu, Y., & Zhang, H. (2022). Spatial effects of climate warming on the health risks due to urban heat exposure: a case study of China. *DYNA-Ingeniería e Industria*, 97(2).
- Macintyre, H., Heaviside, C., Taylor, J., Picetti, R., Symonds, P., Cai, X.-M., & Vardoulakis, S. (2018). Assessing urban population vulnerability and environmental risks across an urban area during heatwaves-Implications for health protection. *Science of The Total Environment*, 610, 678-690.
- Miljøstatus. (2025). *Miljømål 5.5: Samfunnet og økosystemene skal forberedes på og tilpasses klimaendringene*. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/miljomal-5.5>
- NHS. (2011). *Heatwave Plan for England*. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c83bde5274a559005a655/dh_127235.pdf
- Nordbø, E. C., Venter, Z. S., Ulset, V. S., Figari, H., Hansen, J., Korkou, M., & Scott, S. (2025). Nasjonal kartlegging av uteområder i norske grunnskoler.
- Sánchez-Guevara Sánchez, C., Núñez Peiró, M., & Neila González, F. J. (2017). Urban heat island and vulnerable population. The case of Madrid. In *Sustainable Development and Renovation in Architecture, Urbanism and Engineering* (pp. 3-13). Springer.
- Venter, Z. S., Krog, N. H., & Barton, D. N. (2020). Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway. *Science of The Total Environment*, 709, 136193.

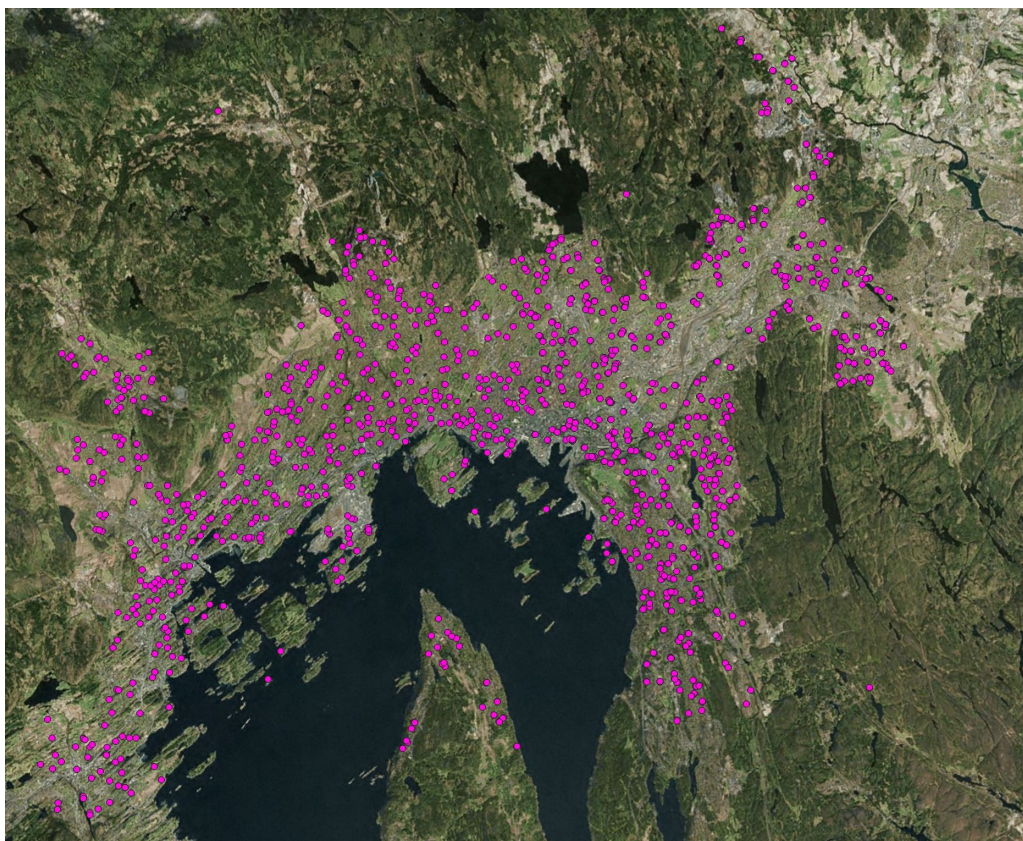
6 Vedlegg

6.1 Metodeutvikling

6.1.1 Modellering og kartlegging av Oslos urbane varmeøyer

Treningsdatasett

Åpent tilgjengelige lufttemperaturdata (Tair) fra 1452 private værstasjoner i Oslo og omegn ble brukt som referansedata for satellittbasert Tair-modellering. Stasjonene er Netatmo-utendørsmoduler som automatisk laster opp målinger via Wi-Fi og gjør dataene tilgjengelige gjennom et applikasjonsprogrammeringsgrensesnitt (API). Timebaserte Tair-data og stasjonskoordinater ble hentet for alle tilgjengelige datoer i 2018. Kvalitetskontrollen fulgte prosedyren beskrevet i Venter et al. (2020). Kort fortalt ble statistisk usannsynlige observasjoner forårsaket av feilplassering av sensorer, strålingsfeil, inkonsekvenser i metadata eller funksjonsfeil i enheter identifisert ved hjelp av CrowdQC R-pakken (Grassmann et al., 2018). Etter kvalitetskontrollen gjensto 1310 stasjoner, med et gjennomsnitt på 593 tilgjengelige stasjoner per måned. Fordelingen av Netatmo-værstasjonene rundt Oslo er vist i Figur 6-1.



Figur 6-1. Plasseringen av Netatmo-værstasjoner, brukt til å trene høyoppløselig temperaturmodell for Oslo.

Databehandling og generering av prediktorer

Lufttemperaturen nær overflaten ble modellert for Oslo ved hjelp av en maskinlæringsmetode som kombinerer satellittbaserte overflateegenskaper, landdekkeegenskaper og topografiske variabler. Prediktorvariablene ble behandlet i Google Earth Engine ved hjelp av Landsat 8- og Landsat 9-bilder for den varme årstiden (mai-oktober; 2015-2025).

Landoverflatetemperaturen (LST) ble beregnet fra Landsats termiske infrarøde data ved hjelp av enkeltvindusalgoritmen implementert i Landsat SMW LST-modulen (Ermida et al., 2020), med atmosfærisk korreksjon via totalt nedbørbart vann (TPW) og overflateemissivitet estimert fra NDVI. For hvert Landsat-bilde ble det beregnet ytterligere prediktorvariabler, inkludert NDVI, bredbåndsalbedo og totalt nedbørbart vann (TPW).

Bredbåndsalbedo ble beregnet fra overflaterrefleksjonsbånd ved hjelp av etablerte lineære koeffisienter, med refleksjonsverdier skalert til fysiske enheter før beregningen. NDVI ble beregnet konsistent på tvers av sensorer ved hjelp av røde og nær-infrarøde bånd.

For å fange opp påvirkningen fra urbane strukturer og grønne områder, samt landskapets topografi, ble det lagt til statiske romlige lag til hvert Landsat LST-bilde, inkludert bebyggelsesandel, tredekkeandel, høyde og eksponering. Månedlige skyggelag ble hentet fra en høyoppløselig (1 m) LiDAR-basert digital terrengmodell og aggregert til Landsat-skala. Skygge ble estimert som kosinus av den lokale innfallsvinkelen mellom terrengoverflaten og solens posisjon, beregnet ut fra helling og eksponering og månedlige representative solazimut- og høydevinkler. For hver måned ble skyggen gjennomsnittsberegnet over flere representative dager og dagtidstimer for å tilnærme typiske daglige skyggeleggingsforhold, samtidig som man unngikk følsomhet for individuelle opptakstidspunkter. Disse månedlige gjennomsnittlige skyggeleggene ble deretter matchet med hvert Landsat LST-bilde basert på opptakets måned og inkludert som tilleggsforutsigere, for å fange opp systematiske sesongmessige forskjeller i terrengdrevet skyggelegging i det urbane landskapet.

Hvert tidspunkt, bestemt av tilgjengeligheten av Landsat-bilder, ble eksportert som et flerbånd *inference stack* som inneholdt LST, TPW, albedo, NDVI, bebyggelsesandel, treandel, høyde, eksponering og skygge.

Modelltrening og evaluering

Lufttemperaturobservasjoner fra Netatmo-værstasjonene ble matchet med hvert Landsat-bilde fra sommeren 2018 ved å bruke den nærmeste observasjonen (innenfor et tidsvindu på 2 timer) til tidspunktet for satellittpopptaket. Observasjoner under 15 °C ble ekskludert for å fokusere modellen på varme forhold. Datasettet ble tilfeldig delt inn i trenings- (80 %) og test- (20 %) delmengder.

En gradientforsterket beslutningstremodell (XGBoost-regressor) ble trent til å forutsi lufttemperaturen nær overflaten fra prediktorvariablene. Modellens ytelse ble evaluert på det tilbakeholdte testsettet ved hjelp av rotmiddelkvadratfeil (RMSE) og determinasjonskoeffisient (R^2). Modellen ble også verifisert ved hjelp av et uavhengig datasett, der modellresultater fra juni, juli og august i perioden 2020 til 2025 ble sammenlignet med temperaturmålinger registrert av Norsk Klimaservicesenter ved deres værstasjoner på Blindern, Linderud, Furuset, Hovin, Hjortnes, Vestli og Bygdøy.

Koden for å reprodusere denne modelleringen, og kjøre den for påfølgende år, finnes på <https://github.com/andrewdotg/OsloHeatIsland>

Romlig inferens og usikkerhetsestimering

Den trente modellen ble brukt på hver Landsat-inferensstabel for å generere romlige prediksjoner av lufttemperaturen i Oslo. Prediksjonusikkerheten ble estimert ved hjelp av en tre-undersampling-tilnærming, hvor flere prediksjoner ble generert ved hjelp av tilfeldige delmengder av boosting-iterasjoner. Gjennomsnittlig prediksjon og 95 % konfidensintervaller (2,5. og 97,5. percentil) ble beregnet per piksel.

For å hjelpe til med å tolke hvilke modellvariabler som drev romlige mønstre i temperaturkartet, ble funksjonsbidragsverdier hentet ut fra XGBoost-modellen ved hjelp av innebygd additiv

funksjonsattribusjon. Bidrag fra landoverflatetemperatur og TPW ble ekskludert fra dominansanalysen for å fokusere på tolkbare landoverflatedrivere. For hver piksel ble prediktoren med det største absolutte bidraget identifisert og kartlagt som den dominerende forklaringsvariabelen.

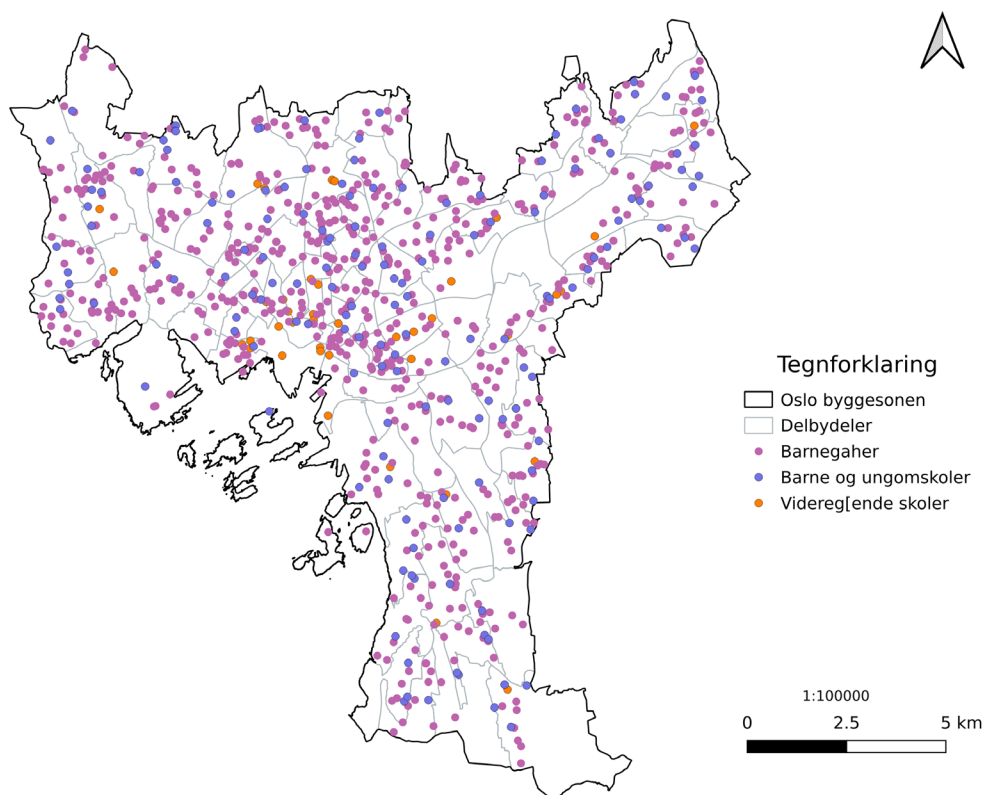
Ekstrapoleringsvurdering

For å vurdere modellens robusthet ble prediktorområdene i inferensdataene sammenlignet med de som ble observert i treningsdatasettet. For hver prediktor ble andelen piksler som overskred treningsminimumet eller -maksimumet kvantifisert, og det ble generert romlige masker som identifiserte ekstrapolering utenfor treningsdomenet. Dette gjorde det mulig å identifisere områder hvor modellprediksjonene kan være mindre pålitelige på grunn av begrenset treningsstøtte.

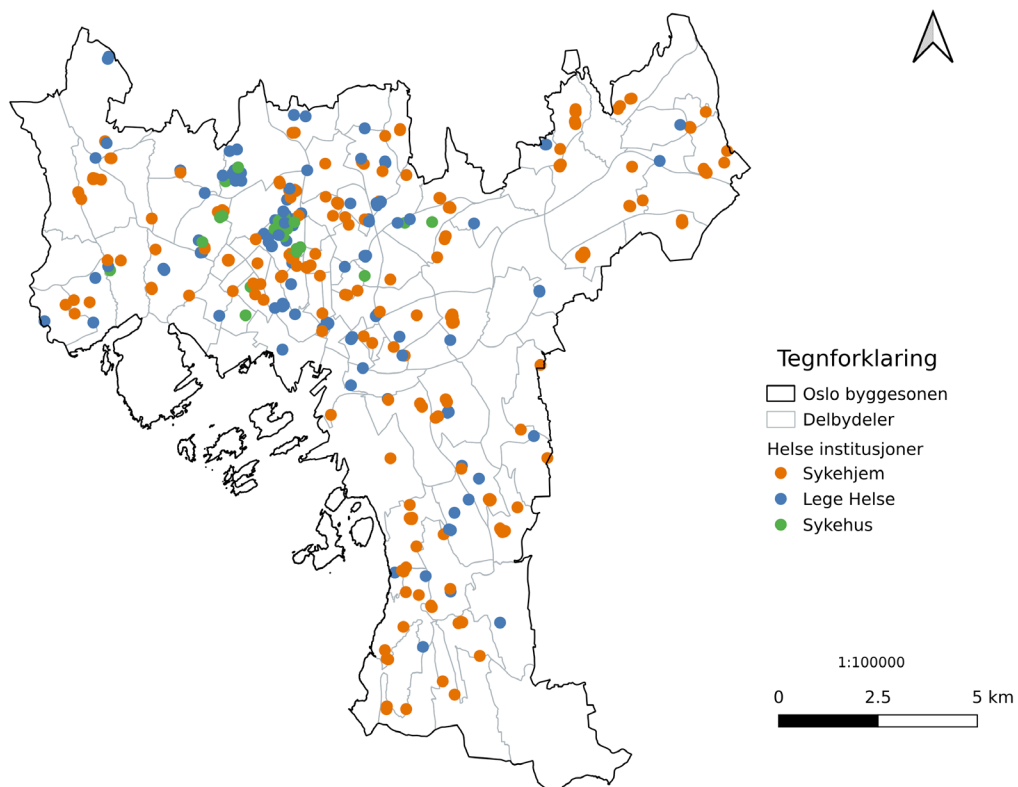
6.1.2 Vurdering av Ekstremvarmes Innvirkning på Folkehelse

For å vurdere helsemessige konsekvenser av ekstrem varme fokuserer rapporten på å identifisere og kartlegge områder der de mest sårbare befolkningsgruppene bor. Analysen prioriterer grupper med økt risiko for varmerelaterte helseskader (for eksempel barn, eldre, barnehager og skoler, personer med kroniske sykdommer, beboere i omsorgsinstitusjoner og uten fast bolig), slik at kart og prioriteringsforslag retter seg mot de som har størst behov for tiltak.

Barnehager, skoler (grunnskole, ungdomsskole, videregående skole) og helseinstitusjoner er blant de områdene som er særlig sårbare for klimaendringer, og da spesielt for stigende temperaturer. Disse institusjonene er spredt over hele byen hvor det finnes 845 barnehager og skoler og 100 helse institusjoner (Figur 6-2, Figur 6-3). Data om plasseringen av skoler, barnehager og helseinstitusjoner er hentet fra NIBIOs kart Nasjonalt grunnkart for arealanalyse. For utdanningsinstitusjoner er arealbruksklassen *Undervisnbhg* benyttet, som omfatter *barnehager, barneskoler, videregående skoler*. For helseinstitusjoner er arealbruksklassen *Helsesosial* benyttet, som blant annet inkluderer *legehelse, sykehus og sykehjem*.

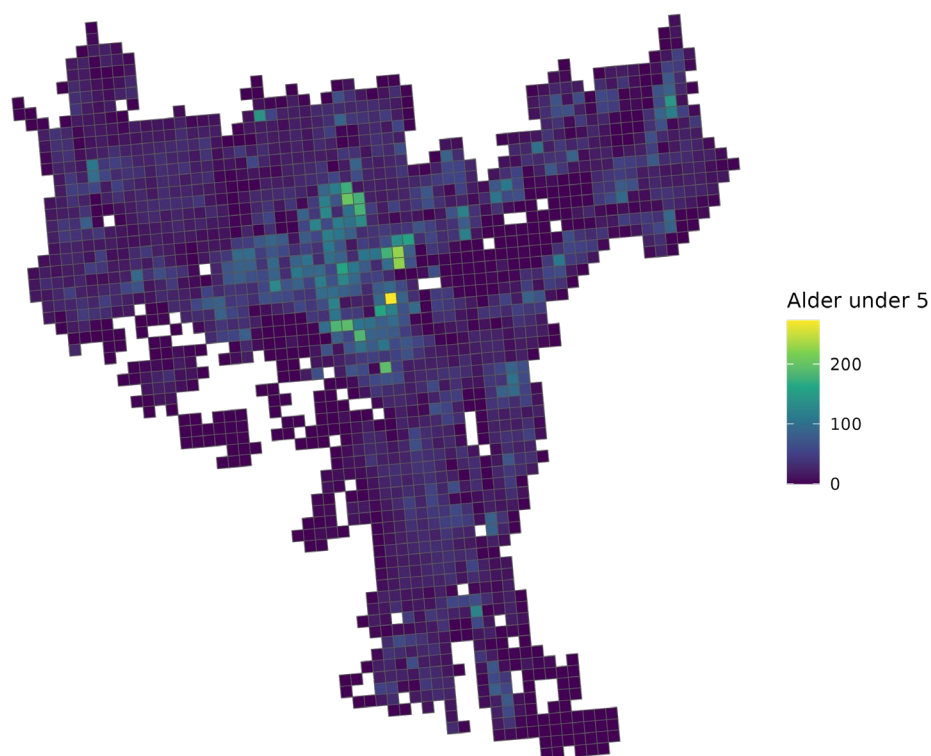


Figur 6-2 - Lokasjon av barnehager og skoler i Oslo-byggsonen.

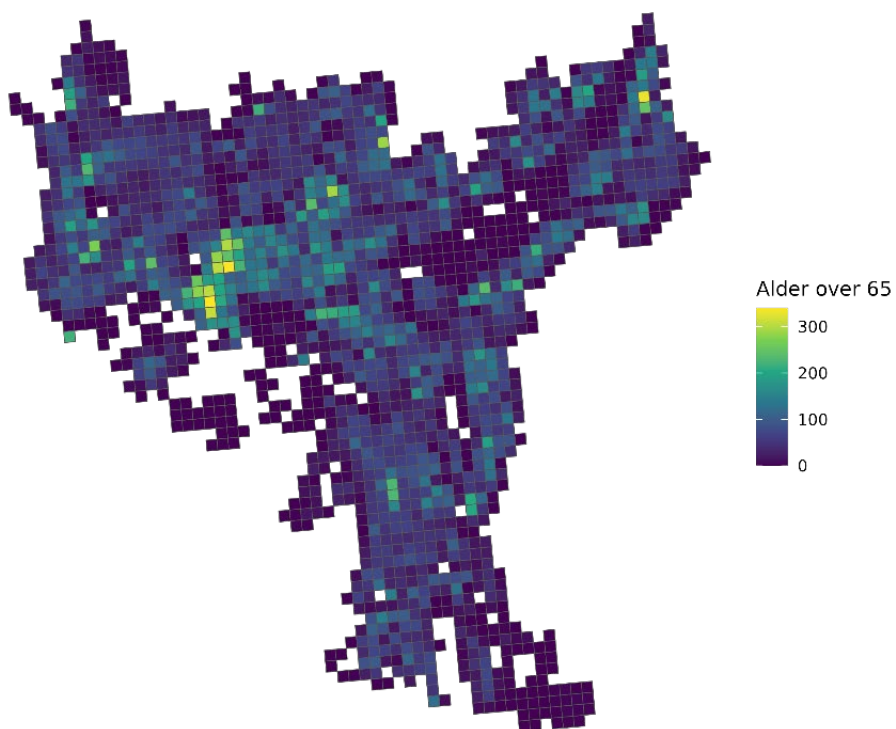


Figur 6-3- Lokasjon av helseinstitusjoner i Oslo-byggsonen.

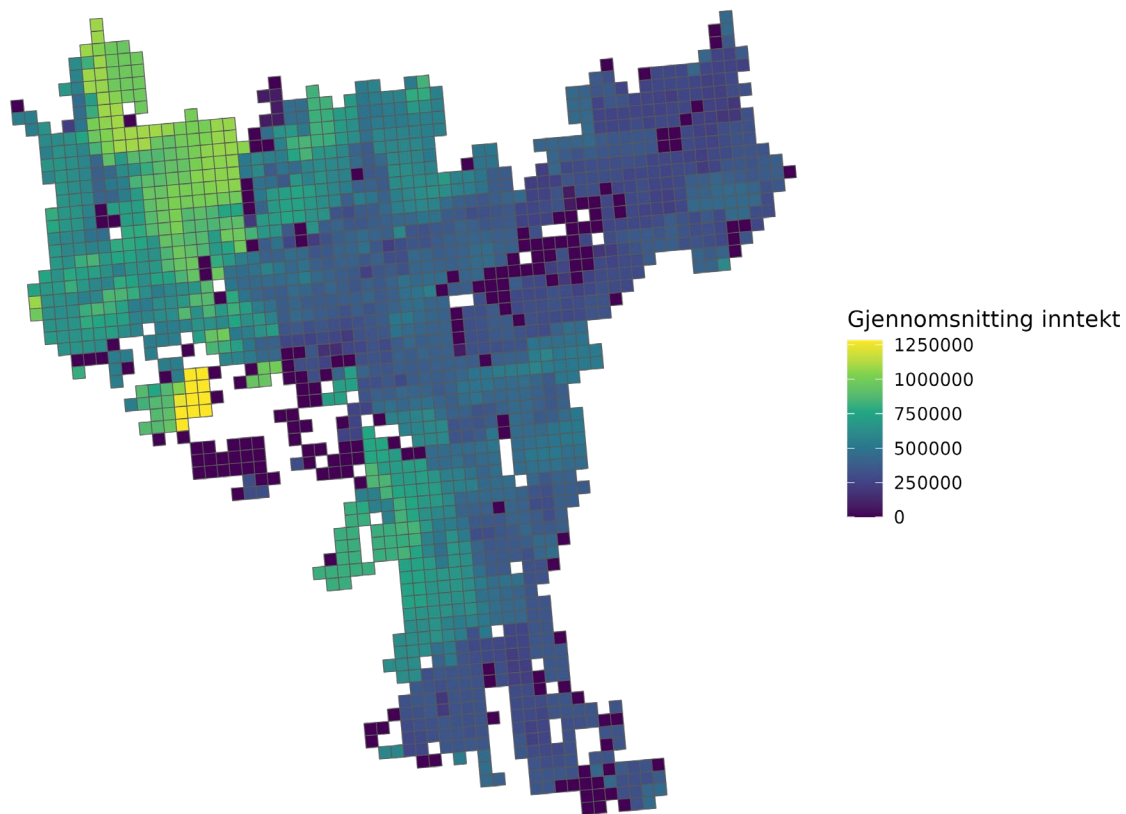
For å identifisere hvor den mest sårbare befolkningen befinner seg i byen under hetebølger, er det avgjørende å analysere demografiske og sosioøkonomiske kjennetegn. Slike analyser gir et mer helhetlig bilde av sårbarhet i befolkningen. På bakgrunn av dette er det valgt ut spesifikke indikatorer for videre undersøkelser. Demografiske data, herunder befolkningstetthet og aldersfordeling (barn under 5 år og eldre over 65 år), benyttes for å identifisere befolkningsgrupper som er særlig sårbare for hetebølger (Figur 6-4, Figur 6-5). I tillegg er sosioøkonomiske indikatorer avgjørende for å avdekke sårbarhet for varmerelaterte sykdommer og dødelighet (Sánchez-Guevara Sánchez et al., 2017). Forskere har begynt å undersøke om sosiale ulikheter kan oppstå som en konsekvens av fordelingen av urbane temperaturgradienter (Sánchez-Guevara Sánchez et al., 2017). Resultater fra mange av disse studiene viser en sammenheng mellom hvor mer vanskeligstilte grupper bor i byen og deres høyere eksponering for høye temperaturer (Harlan et al., 2015). Slike indikatorer bør analyseres på rutenett og omfatter blant annet gjennomsnittlig årlig husholdningsinntekt, andel innvandrere, andel enslige husholdninger og andel innbyggere med lavt utdanningsnivå. Dataene vil bli hentet fra Statistisk sentralbyrå (SSB) og Geodata AS i et rutenett med oppløsning på 300 × 300 meter. Andelen innbyggere med lavt utdanningsnivå defineres som andelen av befolkningen i alderen 25-65 år som har høyeste fullførte utdanning på nivå ISCED 0, 1 eller 2, i henhold til FNs klassifiseringssystem (Sánchez-Guevara Sánchez et al., 2017). Andelen 24-64-åringene med grunnskoleutdanning i hver 300-m-rute er beregnet som antall personer med grunnskole i ruten delt på antall personer i aldersgruppen 24-64 i samme rute. Dette gir et estimat på hvor stor del av befolkningen i yrkesaktiv alder i hver rute som har lavt utdanningsnivå. (Figur 6-7). I tillegg, Andelen enslige husholdninger er beregnet som antall husholdninger klassifisert som «enslige» (med eller uten barn) delt på totalt antall husholdninger med tilgjengelig familieinformasjon (Figur 6-8). Gjennomsnittsinntekten viser det gjennomsnittlige inntektsnivået blant befolkningen i det aktuelle området, og gir en indikasjon på den økonomiske situasjonen i husholdningene (Figur 6-6).



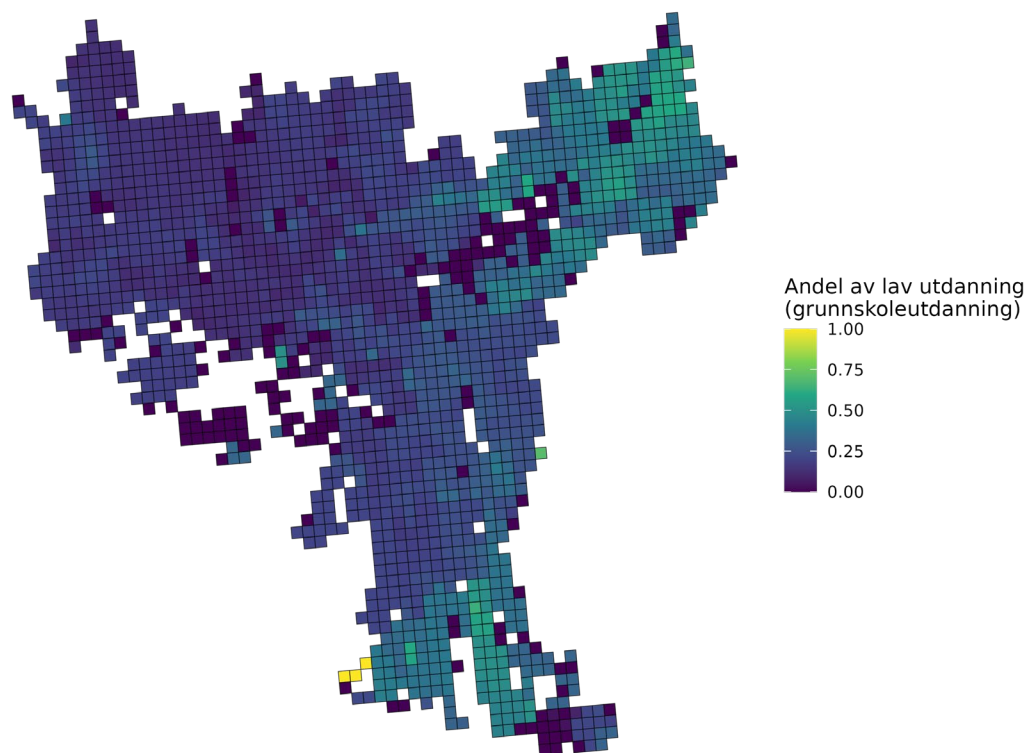
Figur 6-4- Alder under 5. Kartet viser antallet innbyggere under 5 år i hvert rutenett. Lysere farger indikerer et høyere antall.



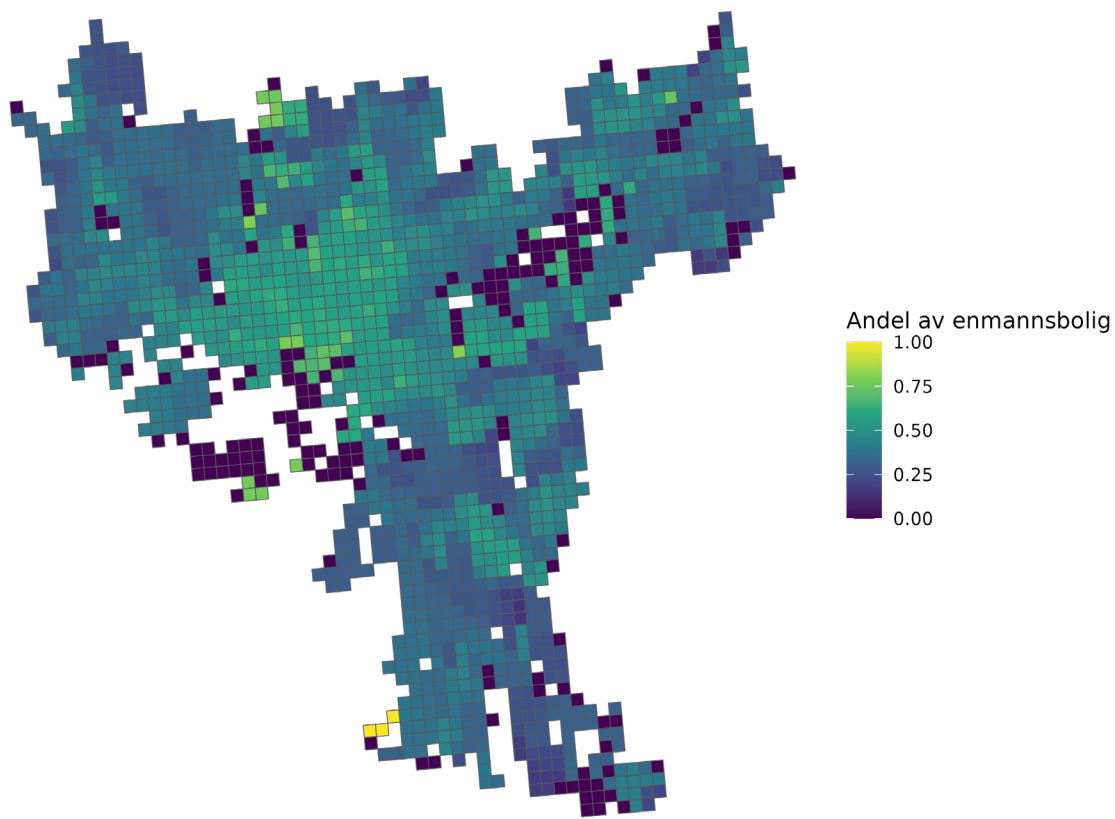
Figur 6-5- Kartet viser antallet eldre over 65 år i hvert rutenett. Lysere farger indikerer et høyere antall.



Figur 6-6- Kartet viser gjennomsnittlig inntekt for 2024. Mørkere farger indikerer lavere inntektsnivå.



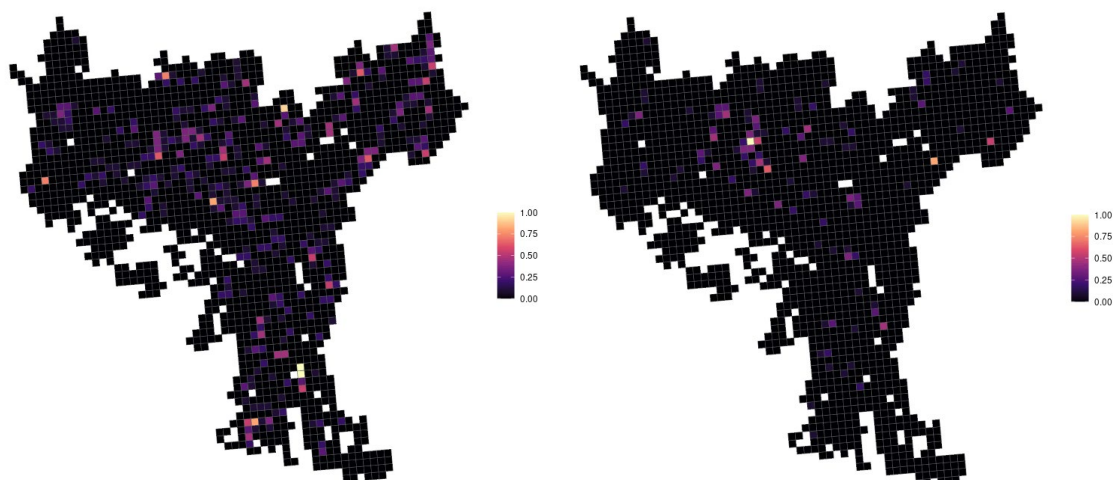
Figur 6-7-Kartet viser andelen med lav utdanning. Lysere farger indikerer en høyere andel.



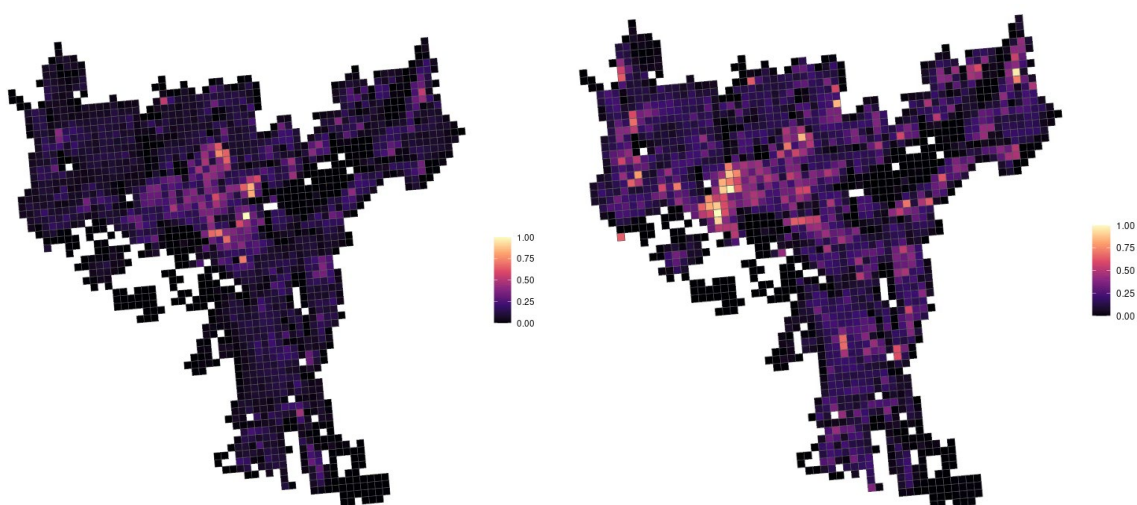
Figur 6-8-Kartet viser andel av enpersonshusholdninger. Lysere farger indikerer en høyere andel.

Sårbarhetsindeks beregning

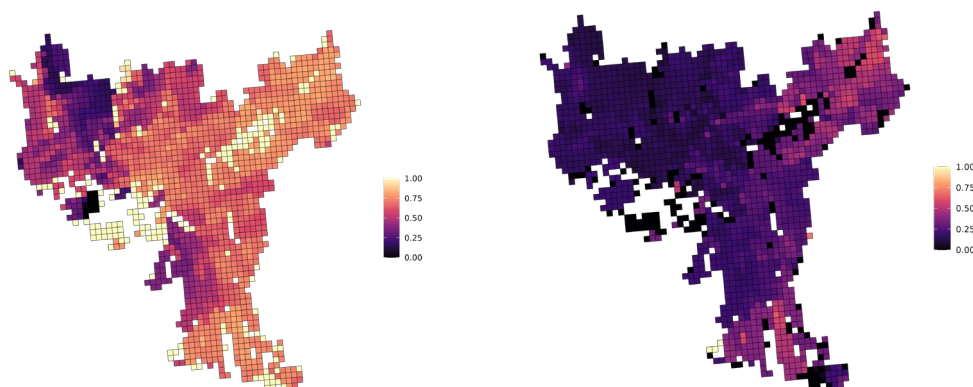
Sårbarhetsindeksen er basert på sju indikatorer og beregnes ved hjelp av en trinnvis metodisk tilnærming. I første trinn harmoniseres alle datasett ved å konvertere dem til samme romlige skala, representert som et rutenett (grid). Punktdata for skoler, barnehager og helseinstitusjoner aggregeres til rutenettet ved å beregne antall institusjoner per celle (Figur 6-9). For å sikre sammenlignbarhet mellom variabler med ulike måleenheter og skalaer, normaliseres i trinn to alle indikatorene ved min-maks-skalering til 0-1 (Figur 6-10, Figur 6-11, Figur 6-12). I tredje trinn beregnes sårbarhetsindeksen som gjennomsnittet av de sju normaliserte indikatorene, noe som gir et samlet mål på sårbarhet innen hver rutenettcelle.



Figur 6-9-Normaliserte plasseringer av skoler, barnehager (venstre) og helseinstitusjoner (høyre).



Figur 6-10- Normaliserte barn under 5 år (venstre) og eldre over 65 år (høyre).



Figur 6-11-Normalisert gjennomsnittsinntekt (venstre) og andel lav utdanning (høyre).



Figur 6-12- Normalisert andel av enslige husholdninger.

Sårbarhetsindeksen ble beregnet som gjennomsnittet av de valgte indikatorene. Det ble beregnet tre delindekser: (1) den første indeksen var gjennomsnittet av antall skoler og barnehager; (2) den andre indeksen var gjennomsnittet av skoler, barnehager, helseinstitusjoner, barn under fem år og voksne over 65 år; og (3) den tredje indeksen var gjennomsnittet av gjennomsnittlig inntekt og andelen enpersonshusholdninger.

6.1.3 Beskrivelse av Analyse av Funn og hvordan disse vektet

Trinn 1: Identifisering av varmeøyer

Zone-statistikk ble beregnet for det sammenslåtte datasettet over antall dager med temperaturer over 27 °C i perioden 2015 - 2025, for å estimere gjennomsnittlig antall slike dager i hver rutenettcelle. Verdiene ble deretter klassifisert etter 0-33. persentil, 33 - 66. persentil og 66 - 100. persentil, og representerte henholdsvis lav, middels og høy temperatureksponeering.

Trinn 2: Overlapp mellom temperatureksponeering og sårbarhet

Temperaturklassene ble kombinert med sårbarhetsklasser for hvert sårbarhetsrutenett. Sårbarhetsklassene var basert på rutenett som representerte barnehager, skoler, sykehjem og helse-sentre, samt nabolag med høy konsentrasjon av sårbare befolkningsgrupper basert på demografiske og sosioøkonomiske data. Persentilgrenser på 0-50, 50-75 og 75-100 ble brukt for å definere lav, middels og høy sårbarhet. Hver rutenettcelle ble deretter tildelt en kombinert temperatur-/sårbarhetsklasse. De kombinerte klassene framhevet områder som både hadde høy sårbarhet og relativt høy temperatureksponeering.

Trinn 3: Prioritering

Prioriteringen omfattet skoler, barnehager, sykehus og sykehjem som lå i rutenettceller med både høy varmeeeksponeering og høy sårbarhet. Når flere steder hadde like mange dager over 27 °C, ble de med mindre omkringliggende grøntområde og færre trær prioritert.

6.2 Resultater

Tabell 6-1. Barnehagene, skolene og helsesentrene som ligger i områder med høy eksponering for bakketemperatur og høy sosioøkonomisk sårbarhet.

Eksponering	Barnehage Navn	Bydel
1	Nordtvet Gård barnehage AS	Grorud
2	Lfo Maternelle AS	Frogner
3	Utforskeren barnehage - Hus A	Grorud
4	Hullebergmyra barnehage	Ullern
5	Lakkegården barnehage	Grünerløkka
6	Læringsverkstedet Årvollveien barnehage	Bjerke
7	Lofsrud barnehage	Søndre Nordstrand
8	Kardemomme barnehage SA	Gamle Oslo
9	Teglverket barnehage	Bjerke
10	Årvoll barnehage	Bjerke
11	Havnehagen barnehage	Alna
12	Sisiktoppen barnehage	Bjerke
13	Veksthusfløtten familiebarnehage AS	Bjerke
14	Solrosen Steinerbarnehage AS	Frogner
15	Grønland Urtehagen barnehager AS	Gamle Oslo
16	Myrer Kanvas-barnehage	Nordre Aker
17	Lindebergstua Kanvas-barnehage	Alna
18	Skrubbelund barnehage	Bjerke
19	Nordseter barnehage	Nordstrand
20	Skovheim Kanvas-barnehage	Nordstrand
21	Rudshøgda Kanvas-naturbarnehage	Søndre Nordstrand
22	Rønningjordet barnehage	Østensjø
23	Haugerud Sentrum barnehage	Alna
24	Preståsen Kanvas-barnehage	Søndre Nordstrand
25	Lunden barnehage AS	Bjerke
26	Fossum barnehage	Grorud
27	Taranrød barnehage	Søndre Nordstrand
28	Kilden barnehage	Bjerke
29	Espira Grefsen Stasjon barnehage	Nordre Aker
30	Lillejordet barnehage	Østensjø
31	Sletta barnehage	Bjerke
32	Ammerudgrenda barnehage	Grorud
33	Solfjellet barnehage	Alna

Eksponering	Skole Navn	Skole nivå	Bydel
1	Lycee Francais Rene Cassin D'Oslo	Barneskole	Frogner
2	Nordtvet skole	Barneskole	Grorud

Eksponering	Skole Navn	Skole nivå	Bydel
3	Årvoll skole	Barne-og ungdom skole	Bjerke
4	Løren skole	Barneskole	Bjerke
5	Øraker skole	Ungdomskole	Ullern
6	Rommen skole	Barne-og ungdom skole	Grorud
7	Ammerud skole	Barneskole	Grorud
8	Trosterud skole	Barneskole	Østensjø
9	Lindeberg skole	Barne-og ungdom skole	Alna
10	Mortensrud skole	Barneskole	Søndre Nordstrand
11	Lofsrud skole	Ungdomskole	Søndre Nordstrand
12	Nordseter skole	Barne-og ungdom skole	Nordstrand
13	Jeriko skole	Barneskole	Alna
14	Haugerud skole	Ungdomskole	Østensjø
15	Vahl skole	Barneskole	Grünerløkka
16	Skøyenåsen skole	Ungdomskole	Østensjø
17	Veitvet skole	Barne-og ungdom skole	Bjerke

Eksponering	Sykehjem	Bydel
1	Vålerengahjemmet	Gamle Oslo
2	Skøyen terrasse Omsorg	Ullern
4	Dagsenter for utviklingshemmede Sagene	Sagene
5	Majorstuhjemmet	Frogner
6	Rodeløkka Omsorg	Grünerløkka
7	Abildsøhjemmet	Østensjø
8	Paulus sykehjem	Grünerløkka
9	Nordre Aasen Bo og Habiliteringssenter	Sagene
10	Sofienberghjemmet	Grünerløkka
11	Nordseterhjemmet	Nordstrand
12	Madserudhjemmet	Frogner
13	Vinderen bo- og servicesenter	Vestre Aker
14	Smestadhjemmet	Vestre Aker
15	Ullernhjemmet	Ullern
16	Kampen sykehjem	Gamle Oslo
17	Sagenehjemmet	Sagene
18	Uranienborghjemmet	St. Hanshaugen
19	Manglerudhjemmet	Østensjø
20	Oppsalhjemmet	Østensjø

Eksponering Sykehjem

21 Stovnerskogen sykehjem
22 Ekeberg sykehjem
23 Økernhemmet

Bydel

Stovner
Nordstrand
Bjerke

Eksponering Sykehus Bydel

3 Ullevål sykehus Nordre Aker

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på Ims i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-5604-9

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger