



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2022 30 stp
Fakultet for landskap og samfunn

«I luftforurensning er vi alle like?»

En tverrsnittstudie av sammenhengen mellom
sosioøkonomisk status og utendørs luftforurensning.

Maren Ormsettrø

Master i folkehelsevitenskap – natur og miljø, helse og livskvalitet

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på to lærerike år ved Norges miljø – og biovitenskapelige universitet (NMBU). Masterstudiet i folkehelsevitenskap har bidratt til både faglig og personlig utvikling, samtidig som det har gitt meg nye perspektiver på helsefremmende og forebyggende arbeid. Denne masteroppgaven representerer det brede omfanget av dette studiet. Det har til tider vært både krevende og faglig utfordrende, samtidig som det har gitt mersmak. På veien gjennom et ukjent farvann, for en tidligere sykepleier, er det flere jeg vil benytte anledningen til å takke.

Først vil jeg rette en stor takk til veileder og prosjektleder Emma Charlott Andersson Nordbø, postdoktor ved NMBU, som har veiledet meg gjennom dette prosjektet. Din positive innstilling, tilgjengelighet og dine gode konstruktive tilbakemeldinger har vært essensielt i denne prosessen. Det har vært inspirerende og lærerikt å samarbeide med deg. Videre ønsker jeg å takke Bente Margaret Oftedal og Norun Hjertager Krogh, seniorforskere ved Folkehelseinstituttet (FHI). Takk for at jeg fikk muligheten til å skrive dette masterprosjektet sammen med dere. Det har vært en spennende prosess. Jeg vil takke dere for alle refleksjoner, konstruktive tilbakemeldinger og ikke minst støttende ord.

Sist, men ikke minst, vil jeg takke samboeren og familien. Deres støtte og tålmodighet har vært uvurderlig. Takk for mange gode middager, ski- og fisketurer som har gitt meg pusterom, og for all hjelpen med flytting midt under masterskrivingen. Takket være dere har jeg hatt muligheten til å fullføre dette masterstudiet. Takk for at dere alltid har troen på meg, og er der når jeg trenger dere.

Maren Ormsettrø

Molde, mai 2022

Sammendrag

Bakgrunn: I Norge er luftforurensning det miljøproblemet som har størst betydning for menneskers helse. Samtidig øker de sosiale forskjellene i dødelighet. Europeisk forskning viser at lavere sosioøkonomisk status er forbundet med høy eksponering for dårlig luftkvalitet. Vi vet imidlertid lite om slike sammenhenger i Norge. Å forstå hvordan eksponering for luftforurensning er fordelt i henhold til sosiale faktorer, kan bidra til en økt forståelse av de store helseforskjellene vi ser mellom ulike sosioøkonomiske grupper i den norske befolkningen, noe som er viktig i folkehelsearbeidet.

Formål: Hovedformålet med denne oppgaven er å få økt kunnskap om sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning i Norge, med innbyggerne i Oslo og gamle Akershus fylke som utgangspunkt. Videre er det også et formål å undersøke om denne sammenhengen varierer med tettstedsstørrelse.

Metode: Denne tverrsnittstudien baserer seg på data fra NORCOHORT og ELAPSE-prosjektet. Utvalget ($n = 457\,389$) består av norske statsborgere bosatt i Oslo og gamle Akershus fylke. Dataene i denne studien er fra 2011. Variabelen utdanning fra Utdanningsregisteret benyttes som mål på sosioøkonomisk status. For utendørs luftforurensning på hjemmeadresse anvendes fint svevestøv ($PM_{2,5}$) og nitrogendioksid (NO_2), som er beregnet med en lineær regresjonsmodell basert på målinger. For å undersøke sammenhenger ble det utført både enkel og multipl linear regresjonsanalyse. I tillegg ble det utført interaksjonsanalyser for å undersøke om tettstedsstørrelse er en effektmodifikator for sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning.

Hovedfunn: Resultatene for Oslo og gamle Akershus fylke viser en sammenheng mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning. Jo lavere utdanning, jo lavere nivåer av NO_2 og $PM_{2,5}$ eksponeres innbyggerne for. Ved analyser av ulike strata for tettstedsstørrelse vedvarer denne sammenhengen for kategoriene suburban, subrural og rural. Trendene endrer seg imidlertid for urbankategorien, hvor de med lavest utdanning er utsatt for de høyeste nivåene. For $PM_{2,5}$ ser man tydelig en gradient, hvor de med lavest utdanning eksponeres for de høyeste nivåene. Mens for NO_2 viser trenden et U-mønster, hvor de med lavest utdanning eksponeres for mest NO_2 , mens videregående utdanning eksponeres for minst, sammenlignet med de med høyest utdanning.

Konklusjon: Resultatene i denne masteroppgaven antyder at eksponering for utendørs luftforurensning på hjemmeadresse påfører befolkningen med lav utdanning i urbane områder en ekstra helseskadelig byrde. Dette var ikke tilfelle i suburbane, subrurale og rurale områder, hvor resultatene viser en omvendt sammenheng.

Abstract

Background: Air pollution is the environmental challenge that has the greatest impact on human health in Norway. At the same time, the social difference in mortality is increasing. Research from Europe shows that lower socioeconomic status is associated with high exposure to poor air quality. However, we know little about such associations in Norway. Understanding how exposure to air pollution is distributed according to social factors, may contribute to an increased understanding of the large health differences we see between different socioeconomic groups in the Norwegian population, which is important in public health.

Purpose: The main purpose of this thesis is to gain knowledge about a potential association between socioeconomic status and exposure to outdoor air pollution in Norway. Furthermore, the purpose is to also investigate whether this association varies with settlement size.

Methodology: This cross-sectional study is using data from NORCOHORT and the ELAPSE-project. The study population ($n = 457\ 389$) consists of Norwegian citizens living in Oslo and old Akershus county. The variable education from Utdanningsregisteret is used as a measure of socioeconomic status. Fine particles ($PM_{2.5}$) and nitrogen dioxide (NO_2) are used for outdoor air pollution at home address, which are calculated using a linear regression model based on measurements. To investigate associations, both simple and multiple linear regression analysis were performed. Furthermore, an interaction analysis was performed to investigate whether urban size is an effect modifier for the relationship between education and exposure to outdoor air pollution.

Main findings: The results for Oslo and old Akershus county show that there is an association between education level and exposure to outdoor air pollution. The lower education, the less NO_2 and $PM_{2.5}$, they are exposed to. After analyses by strata of settlement size, the same association persists for the suburban, sub rural and rural areas. However, the trends change for the urban area, where those with the lowest education are exposed to the highest values of $PM_{2.5}$ and NO_2 . In the urban areas, there is a significant gradient, where those with the lowest education level are exposed to the highest levels of $PM_{2.5}$. While for NO_2 , the trend shows a U-pattern, where individuals with the lowest education are exposed to the highest levels of NO_2 , while the middle education is exposed the least, compared with highest education.

Conclusion: The findings in this master's thesis suggests that exposure to outdoor air pollution at home address imposes an extra harmful burden on the population with low education in urban areas. This was not the case in sub urban, sub rural and rural areas, where the results show an inverse relationship.

Oversikt over figurer

Figur 1. Modell av helsedeterminanter basert på Dahlgren og Whitehead sin modell fra 1991.

Figur 2. Grafen viser det høyeste årsmiddelet av NO₂, målt i henholdsvis Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Kristiansand og Drammen. For kommunene med flere målestasjoner, kan det variere hvilken stasjon som har høyest nivå fra år til år.

Figur 3. DAG for sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning.

Figur 4. Illustrasjon av sammenhengen mellom utdanning og PM_{2,5}/NO₂ for det totale analytiske utvalget.

Figur 5. Graf av sammenhengen mellom utdanning og PM_{2,5} i urbankategorien.

Figur 6. Graf av sammenhengen mellom utdanning og NO₂ i urbankategorien.

Oversikt over tabeller

Tabell 1. Bakgrunnsvariabler for utvalget (n = 457 389).

Tabell 2. Gjennomsnittlig årsmiddel av PM_{2,5} og NO₂ per utdanningsnivå per strata av tettstedsstørrelse. Oppgitt med tilhørende standardavvik.

Tabell 3. Utdanning og eksponering for luftforurensning. Justert og ujustert modell (n=452770).

Tabell 4. Interaksjonsanalyse, utdanning og tettstedsstørrelse, PM_{2,5}. Oppgitt effektestimater er ustandardisert B med 95 % konfidensintervall.

Tabell 5. Interaksjonsanalyse, utdanning og tettstedsstørrelse, NO₂. Oppgitt effektestimater er ustandardisert B med 95 % konfidensintervall.

Tabell 6. Sammenhengen mellom utdanning og utendørs luftforurensning for ulike strata av tettstedsstørrelse. Oppgitt effektestimater er ustandardisert B med 95 % konfidensintervall.

Oversikt over vedlegg

Vedlegg 1. Endringsmelding til REK (1)

Vedlegg 2. Endringsmelding til REK (2)

Vedlegg 3. Vedtak fra REK endringsmelding (1)

Vedlegg 4. Vedtak fra REK endringsmelding (2)

Innholdsfortegnelse

Forord.....	ii
Sammendrag.....	iii
Abstract.....	iv
Oversikt over figurer.....	v
Oversikt over tabeller.....	v
Oversikt over vedlegg.....	v
Innholdsfortegnelse.....	vi
1 Innledning.....	1
1.1 Masteroppgavens struktur.....	2
2 Bakgrunn.....	3
2.1 Sentrale utfordringer i folkehelsearbeidet.....	3
2.2 Helsebegrepet.....	4
2.3 Sosial ulikhet.....	5
2.3.1 Sosial ulikhet i helse.....	5
2.3.2 Perspektivet om helsens sosiale determinanter (SDH-perspektivet).....	7
2.3.3 Utdanning.....	10
2.4 Luftforurensning.....	11
2.4.1 Svevestøv.....	12
2.4.2 Nitrogendioksid.....	13
2.5 Luftforurensning og helse.....	15
2.6 Sammenhengen mellom sosiale helseforskjeller og luftforurensning – to hypoteser	17
2.7 Sosioøkonomisk status og luftforurensning.....	17
3 Formål og problemstillinger.....	22
4 Metode.....	23
4.1 Studiedesign.....	23
4.2 Datamateriale.....	23
4.3 Beskrivelse av variabler.....	24
4.3.1 Utdanning.....	25
4.3.2 Luftforurensning.....	26
4.3.3 Alder.....	26
4.3.4 Tettstedsstørrelse.....	26
4.4 Statistiske analyser.....	27
4.5 Etikk.....	28

5 Resultater.....	30
5.1 Beskrivelse av utvalget.....	30
5.2 Sammenheng mellom utdanning og utendørs luftforurensning	33
5.3 Resultater fra interaksjonsanalyser	35
5.4 Sammenhengen mellom utdanning og utendørs luftforurensning for ulike strata av tettstedsstørrelse.....	36
6 Diskusjon.....	39
6.1 Sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning	39
6.2 Sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning for ulike strata av tettstedsstørrelse	41
6.2.1 Urbane områder og PM _{2,5}	41
6.2.2 Urbane områder og NO ₂	44
6.3 Metodiske betraktninger, styrker og svakheter.....	48
6.3.1 Studiedesign.....	48
6.3.2 Intern validitet.....	49
6.3.2.1 Seleksjonsskjevhet	49
6.3.2.2 Informasjonsskjevhet	50
6.3.2.3 Konfundering	53
6.3.3 Ekstern validitet	54
7 Konklusjon	56
Kilder.....	57
Vedlegg.....	

1 Innledning

Denne masteroppgaven omhandler sosial ulikhet i eksponering for luftforurensning. I Norge er luftforurensning det miljøproblemet som har størst betydning for menneskers helse (Miljødirektoratet et al., 2020). Det europeiske miljøbyrået, EEA, har estimert at 1200 for tidlige dødsfall i Norge i 2019 kan tilskrives eksponering for fint svevestøv (PM_{2,5}). Det tilsvarende tallet for Europa, hvor 41 land er inkludert i beregningene, er 373 000 for tidlige dødsfall. Videre er det estimert at nitrogendioksid (NO₂) førte til 30 for tidlige dødsfall i Norge i 2019 (European Environment Agency, 2021). Eksponering for luftforurensning er vist å gi økt risiko for en rekke sykdommer, inkludert KOLS, slag, kreft i luftrøret, bronkier og lunger, forverret astma og nedre luftveisinfeksjoner. I tillegg til at luftforurensning reduserer forventet levealder, har det også betydelige økonomiske konsekvenser. Det medfører økte medisinske kostnader og reduksjon i produktivitet gjennom sykefravær, som fører til økte samfunnskostnader (European Environment Agency, 2021).

Selv om luftforurensning påvirker hele befolkningen, er visse grupper mer utsatt for negative helsekonsekvenser (European Environment Agency, 2020). Dette gjelder blant annet barn, gravide kvinner, eldre mennesker og de med allerede eksisterende helseproblemer. I store deler av Europa har mennesker med lav inntekt høyere sannsynlighet for å bo i nærheten av trafikkerte veier eller industriområder, og er dermed eksponert for høyere luftforurensningsverdier (European Environment Agency, 2020). Fysiske miljøfaktorer, slik som luftforurensning, kan derfor tenkes å representere mekanismer som formidler effekten av sosial posisjon på helse (Dahl, Bergsli & van der Wel, 2014). Nyere forskning utført i Europa har også vist at lavere sosioøkonomisk status er forbundet med høy eksponering for dårlig luftkvalitet (Fairburn et al., 2019). Denne studien inkluderte imidlertid ikke Norge. Til tross for at Norge trekkes frem internasjonalt som et av landene med jevn fordeling av levekår, vedvarer sosial ulikhet i helse. Samtidig øker de sosiale forskjellene i dødelighet i Norge, og man ser at forskjellene i helse ikke er mindre enn i andre mindre egalitære land (Dahl et al., 2014). Både dette, og resultatene fra studien til Fairburn et al. (2019), gir grunn til å tro at byrden av luftforurensning er ulikt fordelt også i den norske befolkningen. I folkehelsemeldingen «Gode liv i eit trygt samfunn», presenteres sosial ulikhet i helse som en vedvarende folkehelseutfordring. Samtidig trekkes luftforurensning som miljøfaktor frem som en av de største folkehelseutfordringene i tiden fremover, med potensiale for forebygging (Helse- og omsorgsdepartementet, 2019). Å forstå hvordan eksponering for luftforurensning er fordelt i den norske befolkningen i henhold til sosiale faktorer er derfor viktig i

folkehelsearbeidet. I denne oppgaven vil jeg derfor undersøke sammenhengen mellom sosioøkonomi og eksponering for luftforurensning rundt og i Norges hovedstad Oslo. Det kan tenkes at sammenhengen er ulik for ulike tettstedsstørrelser, som følge av det inkluderes gamle Akershus fylke i undersøkelsene, da det ligger tett opptil Oslo, og har områder med ulik tettstedsstørrelse.

1.1 Masteroppgavens struktur

Denne oppgaven er skrevet som en monografi. Innledningsvis beskrives bakgrunnen for denne studien med empiri og de teoretiske perspektivene som ligger til grunn for oppgaven. Deretter følger problemstillingene, etterfulgt av en gjennomgang av metodene som er benyttet, før jeg beskriver resultatene. Avslutningsvis diskuteres funnene og metodevalg, før konklusjonen presenteres.

2 Bakgrunn

I dette kapitlet vil jeg gi masteroppgaven min en empirisk og teoretisk forankring, og redegjøre for essensielle begreper og definisjoner. Først vil vi se på sentrale utfordringer i folkehelsearbeidet, etterfulgt av en diskusjon av helsebegrepet. Videre følger en redegjørelse for sosial ulikhet, sosial ulikhet i helse og det sosiale helsedeterminantperspektivet, som er et viktig grunnfundament i denne oppgaven. Deretter presenteres luftforurensning som folkehelseutfordring, før jeg går nærmere inn på de ulike luftforurensningskomponentene PM_{2,5} og NO₂, og deres påvirkning på helse. Avslutningsvis gis en presentasjon av tidligere forskning på sammenhengen mellom sosioøkonomi og luftforurensning.

2.1 Sentrale utfordringer i folkehelsearbeidet

Folkehelse defineres i folkehelseloven (2011, § 3 a) som «befolkningens helsetilstand og hvordan helsen fordeler seg i en befolkning». Folkehelseloven trådte i kraft 1. januar 2012, og har som formål «å bidra til en samfunnsutvikling som fremmer folkehelse, herunder utjevner sosiale helseforskjeller» (folkehelseloven, 2011, § 1). Folkehelseloven (2011) legger til grunn at folkehelsearbeidet skal forebygge somatisk og psykisk sykdom, lidelse eller skade, samt fremme befolkningens helse og trivsel, og i tillegg sørge for gode sosiale og miljømessige forhold.

På oppdrag fra Helse- og omsorgsdepartementet har Folkehelseinstituttet (2018b) utarbeidet et notat hvor de vurderte hva som er de fremtidige hovedutfordringene i folkehelsearbeidet i Norge. Vurderingen er basert på kunnskap om utviklingstrekk i sykdomsbildet, sosial ulikhet i helse, hvilke risikofaktorer som kan påvirkes, og analyser av sykdomsbyrde (Folkehelseinstituttet, 2018b). Notatet hvor de sentrale utfordringene trekkes frem, er lagt til grunn i den seneste folkehelsemeldingen «Gode liv i eit trygt samfunn» (Helse- og omsorgsdepartementet, 2019). I denne folkehelsemeldingen presenteres sosial ulikhet i helse som en vedvarende folkehelseutfordring, mens luftforurensning som miljøfaktor trekkes frem som en av de største folkehelseutfordringene i tiden fremover, med potensiale for forebygging (Helse- og omsorgsdepartementet, 2019). For å forstå sosial ulikhet i helse som en sentral folkehelseutfordring skal vi nå se nærmere på begrepene helse og sosial ulikhet.

2.2 Helsebegrepet

Helse som begrep er kjent for å være spesielt utfordrende å definere. Det finnes ingen entydig og universelt anerkjent definisjon, verken i Norge eller i den internasjonale faglitteraturen (Øversveen & Rydland, 2021). Helsebegrepet og betydningen av helse varierer ut ifra sammenhengen det blir brukt i, samtidig som forståelsen av helse gjenspeiler verdimeslige prioriteringer og livsoppfatning, samt kulturelle og sosiale forhold (Mæland, 2021). I forskning på helseulikheter er det ifølge Øversveen og Rydland (2021) vanlig å vise til World Health Organization (WHO) sin definisjon fra 1948, hvor de definerer helse som en tilstand av fullstendig fysisk, psykisk og sosialt velvære, og ikke bare fravær av sykdom eller lidelser (World Health Organization, 1948). Til tross for at WHOs definisjon er anerkjent og vel anvendt, har definisjonen vært gjenstand for mye kritikk, da det er mange som aldri vil kunne oppleve å ha god helse etter denne definisjonen (Mæland, 2021). Definisjonen har også blitt kritisert for å bidra til en perfeksjonistisk kultur, som medfører at hensyn til helsen bør prioriteres over alt annet (Øversveen & Rydland, 2021).

Helse kan også defineres som fravær av sykdom eller skade – en tilstand av å være frisk, som innebærer at organismen fungerer normalt, og at man ikke har vesentlige psykiske eller fysiske plager (Mæland, 2021). Denne typen definisjon er heller ikke uten problemer, da sykdomsbegrepet er sammensatt, hvor går linjen mellom sykdom og ikke-sykdom? Er sykdom en ting eller avvik fra en norm, og hva er så normen? Mange angir å ha god selvpoplevd helse, til tross for diagnoser. En kan derfor stille spørsmål ved om sykdom og helse er to motpoler, og om det ene utelukker det andre (Mæland, 2021). Slike typer helse-definisjoner, som er forankret i biomedisin, er en form for motstykke til WHOs utvidede definisjon, og fokuserer på hva som kan måles objektivt ved å observere kjemiske og biologiske prosesser i kroppen (Øversveen & Rydland, 2021).

Med utgangspunkt i denne oppgavens formål, tar jeg utgangspunkt i WHOs utvidede definisjon av helse. Denne definisjonen er både politisk og faglig forankret, og antyder at folkehelsepolitikken ikke bare skal sikre en akseptabel minimumstilstand for befolkningen, men strebe etter å maksimere hele befolkningens helsetilstand (Øversveen & Rydland, 2021). Den vide definisjonen utfordrer oss til å tenke bredere om hva helse formes av, og hva helse innebærer (Øversveen & Rydland, 2021). Dette bringer oss videre til sosial ulikhet og hvordan det påvirker helse.

2.3 Sosial ulikhet

Sosial ulikhet oppstår når sosiale forskjeller brukes til å dele mennesker inn i ulike grupper, som videre arrangeres hierarkisk, hvor noen grupper systematisk får det bedre enn andre (Øversveen & Rydland, 2021). I denne oppgaven vil jeg i likhet med Øversveen og Rydland (2021, s. 36) forholde meg til en forståelse av sosial ulikhet som «resultatet av sosiale, systematiske og hierarkiske praksiser som kategoriserer, behandler og belønner mennesker ulikt». Begrepet sosioøkonomisk status (SØS) brukes for å fange opp de sosiale og økonomiske faktorene som har betydning for individets posisjon i samfunnet. De mest brukte kriteriene for å bedømme menneskers sosiale posisjon er utdanning, yrke og inntekt. Andre faktorer som også spiller inn er alder, kjønn, seksuell legning, politisk makt, sosialt nettverk, kjønnsidentitet og etnisk tilhørighet. I denne studien brukes utdanning som kriterium for å representere og måle sosial posisjon, noe jeg kommer tilbake til i kapittel 2.3.3. Sosial ulikhet er den ujevne fordelingen av ulike typer ressurser, mens individets sosioøkonomiske status er et resultat av hvor mye og hvilke typer ressurser individet besitter (Øversveen & Rydland, 2021). Dette er faktorer som viser seg å påvirke helse, og som kan føre til sosiale helseforskjeller, noe vi skal se nærmere på i neste delkapittel.

2.3.1 Sosial ulikhet i helse

I Norge er det systematiske forskjeller i helse blant befolkningen. Innbyggere med lang utdanning og god økonomi lever lengre og har mindre helseutfordringer, sammenlignet med de som har kortere utdanning og dårligere økonomi (Folkehelseinstituttet, 2018a). Dette fenomenet omtales som sosial ulikhet i helse, og referer til hvordan helsetilstanden varierer med posisjon i utdanningshierarkiet, inntektsfordelingen, klassestrukturen og lignende sosioøkonomiske strukturer i samfunnet (Dahl et al., 2014). Måten sosiale helsedeterminanter klumper seg sammen for å skape systematiske skjevheter mellom sosiale grupper, anvendes som forklaring på sosial ulikhet i helse (Øversveen & Rydland, 2021). Det er likevel viktig å påpeke at sosiale helsedeterminanter ikke nødvendigvis bestandig skaper sosial ulikhet i helse (Dahl et al., 2014). Øversveen og Rydland (2021, s. 10) definerer sosial ulikhet i helse som «systematiske og sosialt produserte variasjoner i helse mellom sosiale klasser, kjønn, utdanningsnivå, etniske grupper, seksuelle orienteringer, nasjonaliteter og andre sosiale grupper». Ved at de definerer sosial ulikhet i helse som sosialt produsert, understreker de at sosial ulikhet i helse ikke er et naturskapt eller unngåelig fenomen, men at sosiale faktorer i samfunnet vi lever i er med på å forme fordelingen av helse, sykdom og leveår (Øversveen &

Rydland, 2021). Dette er et viktig utviklingsområde i folkehelsearbeidet, noe som understrekes av folkehelseovens formål. Folkehelseoven (2011, § 1) har som formål «å bidra til en samfunnsutvikling som fremmer folkehelse, herunder utjevner sosiale helseforskjeller». De eksisterende sosiale helseforskjellene symboliserer det faktum at befolkningens helsepotensiale ikke utnyttes maksimalt, de er urettferdig fordelt, og representerer et tap både for enkeltindivider, nære pårørende og samfunnet som helhet (Folkehelseinstituttet, 2018a).

Det er store forskjeller i forventet levealder i Norge etter utdanningsnivå (Folkehelseinstituttet, 2018a). Menn med høyere utdanning har 6,4 år lengre forventet levealder enn menn med grunnskoleutdanning, etter beregninger ved 35 år i 2015. Den samme sammenhengen sees hos kvinner hvor forskjellen er 5 år. Den samme trenden gjelder også ved inntekt; jo mer penger man tjener, jo bedre helse har man (Folkehelseinstituttet, 2018a). Den velkjente sosial gradienten kommer tydelig til syne. Sosial gradient i helse betegner fenomenet hvor man ser et gradvis ulikhetsmønster som skjærer gjennom befolkningen som helhet (Øversveen & Rydland, 2021). Helsegradienten skaper et trappetrinns-mønster med signifikante forskjeller mellom hvert «trinn» på den sosiale «stigen». Dette begrepet har både en tydelig politisk og normativ komponent, da det antyder at sosial ulikhet i helse ikke bare er en utfordring for sårbare og marginaliserte grupper, men for alle som ikke befinner seg i det absolutt øverste toppsjiktet av samfunnet (Øversveen & Rydland, 2021). I Norge ser vi også at det er sosioøkonomiske forskjeller i forekomst av ikke-smittsomme sykdommer som hjerte- og karsykdommer, kreft, KOLS, diabetes, psykiske lidelser og muskel- og skjelettplager (Folkehelseinstituttet, 2018a). Dette henger trolig sammen med at man har observert at de med lav sosioøkonomisk status har flere risikofaktorer for disse sykdommene. Disse risikofaktorene er knyttet til atferd, og inkluderer blant annet bruk av tobakk, alkoholinntak, usunt kosthold og fysisk inaktivitet (Folkehelseinstituttet, 2018a).

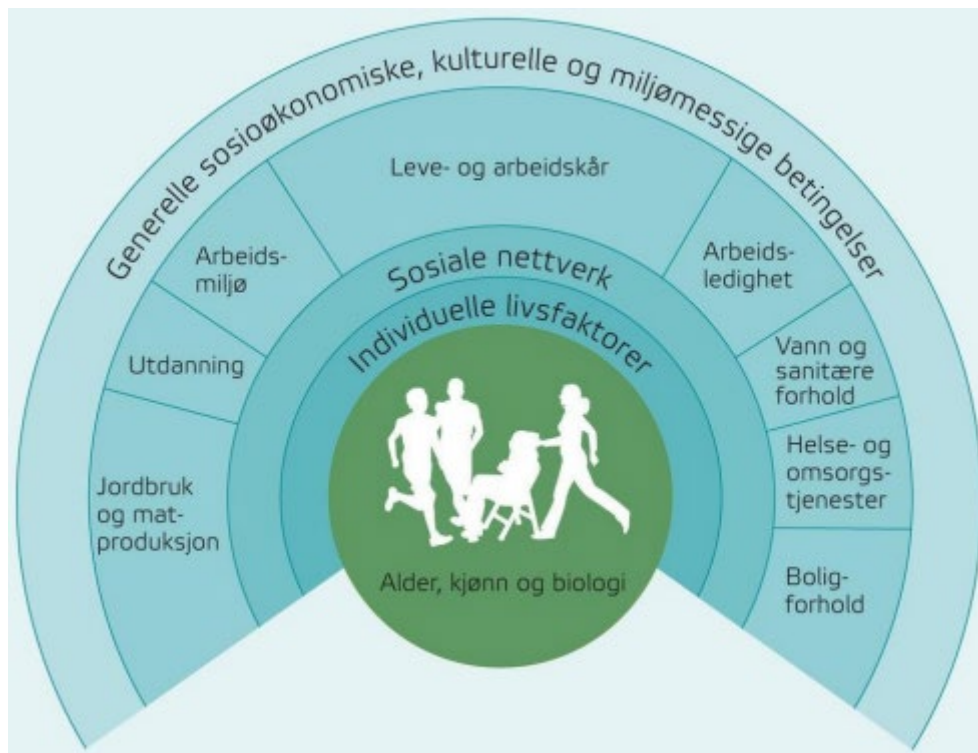
Utdanning, yrke og inntekt bestemmer individers sosiale posisjon, deres kunnskap, sosiale kapital, prestisje og makt (Halvorsen & Stjernø, 2021). Mennesker som befinner seg høyere oppe i det sosiale hierarkiet, disponerer flere ressurser for å unngå at helsen blir påvirket av utfordrende livssituasjoner. Det kan derfor samtidig tenkes at de har enklere for å endre livsstil for å beskytte helsen (Halvorsen & Stjernø, 2021). Imidlertid kan det også tenkes at helseplager fører til at man får utfordringer med utdanning og arbeidsliv (Folkehelseinstituttet, 2018a). Det kan dermed være en omvendt årsakssammenheng: at det ikke er den sosiale statusen som påvirker helsen, men at det er helsen som påvirker den

sosiale statusen. Dette innebærer for eksempel at helseproblemer, som muskel- og skjelettplager, gjør at man ikke har mulighet til å gjennomføre høyere utdanning, eller stå i fast jobb. Samtidig kan det også være felles bakenforliggende faktorer som påvirker både sosial posisjon og helse, såkalte konfunderende faktorer (Dahl et al., 2014). Det kan for eksempel være individuelle, bakenforliggende eller noenlunde faste egenskaper som intelligens, genetiske disposisjoner, latent helse og sykdom under oppvekst, samt evne til å utsette belønningsatferd (Heckman, 2008). Ved en tilnærming som dette, hvor man antar at årsakskjeden går fra helse til sosial posisjon, vil det være investeringer i helsetjenestene, og i liten grad bedring av levekårene og helsens sosiale determinanter, som vil prioriteres (Dahl et al., 2014). I denne masteroppgaven legger jeg derimot til grunn at det er sosiale helsedeterminanter som påvirker helsen til individet, og dermed fører til sosial ulikhet i helse. Dette bygger på perspektivet om helsens sosiale determinanter, som vi nå vil gå nærmere inn på.

2.3.2 Perspektivet om helsens sosiale determinanter (SDH-perspektivet)

I samfunnet vi lever i, finnes det en rekke store og små forhold som både har direkte og indirekte betydning for helse (Øversveen & Rydland, 2021). I helseulikhetsforskningen refereres disse faktorene til som sosiale helsedeterminanter. Sosiale helsedeterminanter er sosialt betingede faktorer som har en kausal betydning for menneskers helse og velvære (Øversveen & Rydland, 2021). Ved en slik tilnærming understrekes det at helse er sosialt produsert, gjennom påvirkning av sosiale faktorer på ulike nivåer. Denne masteroppgaven tar utgangspunkt i perspektivet om helsens sosiale determinanter. Perspektivet om helsens sosiale determinanter, SDH-perspektivet utledet av «Social Determinants of Health», er utviklet for å forstå utviklingen og forekomsten av sosial ulikhet i helse, og samtidig for å tjene som et verktøy for å jevne ut sosiale helseforskjeller (Dahl et al., 2014). SDH-perspektivet har sin opprinnelse etter flere tiårs flerfaglig forskning på sosial ulikhet i helse, som har bidratt til å kartlegge helsens sosiale determinanter. Dette inkluderer faktorer som boligforhold, sosiale forhold, utdanning, inntekt og arbeid. SDH-perspektivet bygger ikke bare på forskningsbasert kunnskap og empirisk orientert forskning, men har også utviklet tilknytning til sosialfilosofisk tenkning (Dahl et al., 2014). Det sosialfilosofiske verdigrunnlaget antyder at lik helse er rimelig og sosialt rettferdig, og kommer blant annet til uttrykk i den engelske Marmot-rapportens tittel «Fair Society, Healthy Lives» (Dahl et al., 2014).

En mye brukt fremstilling av de sosiale helsedeterminantene er Dahlgren og Whitehead sin regnbuemodell fra 1991 (se figur 1 under). Formålet med regnbuemodellen er å vise hvordan helsedeterminanter i forskjellige «lag», og på forskjellige nivåer, i samfunnet bidrar til å påvirke folkehelsen, og hvordan de påvirkes av hverandre (Øversveen & Rydland, 2021). Det ytterste laget består av samfunnets generelle organisering, som inkluderer sosioøkonomiske, kulturelle og miljømessige forhold, som danner påvirkningsfaktorer for de andre lagene i modellen. Den nest ytterste ringen symboliserer de materialistiske og sosiale forholdene mennesker lever i, som former befolkningens arbeidsmiljø og levekår (Dahlgren & Whitehead, 2007). Lavekår påvirkes og bestemmes i stor grad av de generelle økonomiske, politiske og kulturelle forholdene i samfunnet, fra modellens ytterste lag, og omhandler blant annet helsetjenester, utdanning, bolig, arbeid og ernæring (Mæland, 2021). Det neste laget symboliserer sosiale fellesskap og sosiale nettverk, som inkluderer støtte fra familie og venner, naboer og lokalsamfunnet (Dahlgren & Whitehead, 2007). Den nest innerste ringen symboliserer individers levevaner og atferd, som styres av individet selv. Dette inkluderer blant annet hvilket kosthold de har, om de røyker eller hvilket alkoholkonsum de har (Dahlgren & Whitehead, 2007). De individuelle livsfaktorene er ikke bare uttrykk for personlige valg, men reflekterer også påvirkninger fra omgivelsen, spesielt påvirkningen av det sosiale nettverket (Mæland, 2021). Innerst i modellen finner vi individets alder, kjønn og biologi (Dahlgren & Whitehead, 2007). Dette er individuelle upåvirkelige egenskaper, som samlet bestemmer personens robusthet eller sårbarhet overfor ytre påvirkninger (Mæland, 2021).



Figur 1. Modell av helsedeterminanter basert på Dahlgren og Whitehead sin modell fra 1991 (Helse- og omsorgsdepartementet, 2013).

Modellen til Dahlgren og Whitehead viser at de atferdsmessige og biologiske faktorene, som medisinsk forebyggende praksis til nå har lagt størst vekt på, må komplementeres av et komplekst nettverk av kulturelle, sosiale og samfunnsmessige helsedeterminanter (Mæland, 2021). Denne oppgaven har som nevnt søkelys på to sentrale faktorer; utdanning som et mål på sosioøkonomisk status og utendørs luftforurensning. Luftkvalitet hører til under det nest ytterste laget som omhandler levekår, og regelverket som er med på å styre luftforurensningen befinner seg i det ytterste laget. Eksempel på slike regelverk er folkehelseloven, lov om miljørettet helsevern og forurensningsloven. Vi vil se nærmere på regelverk tilknyttet luftforurensning i kapittel 2.4. Utdanning befinner seg også i det nest ytterste laget, og påvirkes både av faktorer i lagene innenfor og av det ytterste laget bestående av generelle sosioøkonomiske, kulturelle og miljømessige betingelser. Mennesker med lav utdanning har større risiko for mer helsebelastende arbeidsmiljø, og har samtidig ofte en mer ustabil tilknytning til arbeid (Halvorsen & Stjernø, 2021). Videre kan mangel på sosial støtte fra familie og nettverk skape større utfordringer med å mestre krevende livssituasjoner. Helseutfordringer fører videre til økt risiko for økonomiske problemer og fattigdom, noe som vil kunne forsterke ulikhetene i helse ytterligere. Økonomiske kriser og pandemier, som vi har opplevd i vår tid, rammer personer med lav utdanning og inntekt grovest (Halvorsen &

Stjernø, 2021). I det neste delkapittelet vil vi gå nærmere inn på utdanning som sosioøkonomisk variabel, før vi ser nærmere på hva de ulike luftforurensningskomponentene som inkluderes i oppgaven er, og hvordan luftforurensning påvirker helse.

2.3.3 Utdanning

Utdanningsvalg har betydning for yrkesvalg, inntekt og helse (Halvorsen & Stjernø, 2021). Høy utdanning gir jobbmuligheter som er bedre betalt og mindre skadelige for helsen, samtidig som de kanskje også gir bedre og mer fritid. Til sammenligning gir lav utdanning færre valgmuligheter. Høyt utdanningsnivå bidrar til økonomisk vekst og økt omstillingsevne, og er en ressurs både for samfunnet og den enkelte (Halvorsen & Stjernø, 2021). Utdanning kan både ses på som en determinant som kan fremme sosial mobilitet, men også medføre at mennesker med lav utdanning låses i dårlige jobber med lav lønn, og dermed stagnerer sosialt og økonomisk. Til tross for at Arbeiderparti-regjeringene i Norge siden krigen har økt søkelyset på at utdanningssystemet skal bidra til større sosial likhet, med tiltak som gratis høyere utdanning og reformer av grunnskolen og videregående skole, ser man likevel at utdanningssystemet fortsetter å vedlikeholde sosial og økonomisk ulikhet. Dette fordi mange fortsatt faller fra i grunnskolen, samt at en andel unge ikke har tilstrekkelige ferdigheter i skriving, lesing og regning til videregående skole. Videre spiller foreldrenes utdanningsnivå inn på barnas utdanningsnivå, da foreldre med høy utdanning stimulerer mer enn foreldre med lavere utdanning. I tillegg ser man at foreldre med høyere sosioøkonomisk status og god økonomi kan gi støtte til høyere utdanning, betale skolepenger ved private universiteter både i Norge og andre land, samt bidra til egen bolig (Halvorsen & Stjernø, 2021).

Utdanning er en indikator som er hyppig brukt i folkehelseforskningen, og antas å måle blant annet kognitive ressurser hos et menneske og kunnskapstilfang, i tillegg til evnen til å oppfatte helseinformasjon (Dahl et al., 2014). Utdanning som indikator henger også sammen med familiens sosioøkonomiske bakgrunn. I et livsløpsperspektiv kan utdanning betraktes som en indikator som til dels kan fange opp sosial posisjon i oppveksten, samtidig som utdanning vil ha stor innvirkning på fremtidig yrke og inntekt. Livsløpsperspektivet følger samme spor som SDH-paradigmet, og innebærer et søkelys på hvordan biologiske og sosiale omstendigheter tidlig i livet påvirker helse (Dahl et al., 2014). På bakgrunn av dette benyttes utdanning som en indikator på sosioøkonomisk status i denne masteroppgaven.

2.4 Luftforurensning

Luftforurensning er den miljøeksponeringen som har størst betydning for befolkningens helse i Norge (Miljødirektoratet et al., 2020). Til tross for at Norge er blant de landene i Europa som har lavest risiko for tidlig død som følge av eksponering for lokal luftforurensning, fører dårlig luftkvalitet likevel til alvorlige helseplager i befolkningen (Klima- og miljødepartementet, 2021a). NO₂, PM_{2,5} og PM₁₀ er de viktigste komponentene som bidrar til lokal luftforurensning i Norge (Klima- og miljødepartementet, 2021a). I denne studien benyttes luftforurensningskomponentene NO₂ og PM_{2,5} for å undersøke forskningsspørsmålene.

Ifølge folkehelseloven (2011) skal den norske befolkningen beskyttes mot miljøfaktorer som forurenset luft, inkludert skadelige nivåer av PM_{2,5} og NO₂. Dette er også lovfestet i forurensningsloven (1981, § 1), hvor formålet er å forebygge helse- og naturskade, som følge av skadelig forurensning og avfall. Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttet har utarbeidet luftkvalitetskriterier, som angir hvilke nivåer av luftforurensning som er trygge for de aller fleste i befolkningen (Folkehelseinstituttet, 2017). Disse kriteriene er ikke juridisk bindende. Grenseverdier er derimot juridisk bindende og hjemlet i forurensningsforskriften, og stiller minimumskrav til utendørsluft i Norge (Folkehelseinstituttet, 2020). Grenseverdiene og luftkvalitetskriteriene har flere middelkriterier avhengig av eksponeringslengde. I denne oppgaven benyttes årsmiddel, som angir gjennomsnittskonsentrasjonen over et år (Folkehelseinstituttet, 2020). Forurensningsforskriften kapittel 7 fastsetter grenseverdier for forurensningskonsentrasjonen i utendørs luft. Det er ulovlig å overskride grenseverdiene, og det er kommunene som har ansvaret for at de overholdes (forurensningsforskriften, 2004). De aktuelle luftkvalitetskriteriene og grenseverdiene oppgis i de respektive underkapitlene.

Å beregne reelle personlige eksponeringsnivåer for luftforurensning har vist seg å være utfordrende (Folkehelseinstituttet, 2017, 2020). Ofte brukes luftforurensningsmålinger fra et lite antall målestasjoner til å beskrive utendørssituasjonen i et område, samtidig som bostedsadresser benyttes som grunnlag for beregning av utendørs nivåer av eksponering. Da den enkeltes aktivitet og oppholdstid i forurensete områder vil variere, har denne type data en stor usikkerhet ved seg, og kan være unøyaktige. Det er ofte i forbindelse med reising, eksempelvis til og fra skole/jobb, at nordmenn blir utsatt for de høyeste nivåene av utendørs luftforurensning i hverdagen. Det har vist seg at hvilken reisemåte man bruker kan være avgjørende for hvor mye og hvilken type luftforurensning man blir utsatt for

(Folkehelseinstituttet, 2020). For personer som tilbringer mye tid i lokalsamfunnet vil lokale målestasjoner gi et bedre mål på totaleksponering. I land som Norge hvor man har klimatiske utfordringer særlig i vinterhalvåret, oppholder befolkningen seg innendørs størstedelen av døgnet (Statistisk sentralbyrå, 2012). Samtidig er det usikkert hvor stor eksponeringen for innendørs luftforurensning er. Innendørs luftforurensning påvirkes av ulike faktorer, deriblant innendørskilder og beboers atferd (f.eks. åpne vindu, røyking, matlaging, fyring, levende lys), ventilasjon og lokale utendørnivåer av luftforurensning (Goldstein, Nazaroff, Weschler & Williams, 2021; Taylor et al., 2014). Det er økende dokumentasjon på forskjeller i innendørs eksponering for PM_{2,5} og NO₂ mellom inntektsgrupper i utviklede land, hvor de med lavere sosioøkonomisk status er eksponert for høyere nivåer av innendørs luftforurensning (Ferguson et al., 2020). I denne oppgaven måles eksponering for utendørs luftforurensning, likevel er det viktig å ha i mente at innendørskonsentrasjoner er vesentlige for befolkningens totaleksponering. Vi skal nå se nærmere på hva PM_{2,5} og NO₂ er, og hvor de stammer fra.

2.4.1 Svevestøv

Svevestøv (partikulært materiale, PM) er en fellesbetegnelse for ulike luftbårne partikler som varierer i størrelse og sammensetning (Folkehelseinstituttet, 2017). Svevestøv deles inn i ulike størrelsesfraksjoner, og kan stamme fra forbrenningsprosesser eller mekanisk slitasje. I Norge overvåkes PM_{2,5} og PM₁₀, hvor langtransportert forurensning, veitrafikk og vedfyring er de største kildene. Flere norske byer og tettsteder har utfordringer knyttet til svevestøv. Enkelte steder stammer utfordringene fra forbrenningsanlegg, havner, industri, samt bygg- og anleggsaktivitet. I denne studien vil verdier av PM_{2,5} benyttes i analysene. PM_{2,5} omtales som finfraksjon og består hovedsakelig av partikler (mer enn 50 %) med aerodynamisk diameter under 2,5 µm. Svevestøv er luftbårne partikler som omfatter flere ulike typer forurensningsforbindelser, som igjen inneholder flere forskjellige kjemiske stoffer. I PM_{2,5} dominerer forbrenningspartikler, i motsetning til grovfraksjonen (PM₁₀) som domineres av mekanisk genererte partikler. Partiklenes fysiske egenskaper som form og størrelse har betydning for partiklenes evne til å forårsake helseskade, det påvirker hvor effektivt de avsettes, hvor dypt partiklene inhaleres i luftveiene og i hvilke regioner i lungene partiklene deponeres (Folkehelseinstituttet, 2017).

PM_{2,5} kan holde seg svevende i luften i dager og opptil uker, og har en stor spredningsevne, fra noen hundre til flere tusen kilometer avhengig av de meteorologiske forholdene (Folkehelseinstituttet, 2017). Dette medfører at PM_{2,5} har jevnere fordeling i byene,

sammenlignet med PM₁₀, som normalt vil holde seg svevende i minutter opptil noen timer, og dermed vil forekomme mer lokalt i tilknytning til trafikkerte veier og andre kilder. Støv som transporteres over lange avstander kan bidra vesentlig til lokal luftforurensning. 30-40 % av årsmidlet for PM_{2,5} er langtransportert ved typiske veinære målestasjoner, mens ved kortvarige topp-perioder i byer er bidraget betydelig lavere. Langtransportert forurensning kan krysse landegrensene, og 57 % av langtransportert PM_{2,5} kom i perioden 2006-2010 fra kilder utenfor Norge. Den viktigste kilden til PM_{2,5} i de fleste tettbefolkede områder i Norge stammer fra forbrenningsmotorer i motorsykler, biler, lastebiler og lignende (Folkehelseinstituttet, 2017). Størsteparten av disse partikkelutslippene tilskrives dieselmotorer. Samtidig er biltrafikk den viktigste kilden til grove partikler, spesielt dannet ved slitasje på bildeler som bremses og dekk, samt slitasje på veidekket. Bruk av piggdekk om vinteren fører til at Norge har betydelig høyere mineralpartikler i uteluften, sammenlignet med andre deler av verden. For svevestøv har konsentrasjonen sammen med deponeringseffektivitet og retensjonstid stor betydning for hvilken evne inhalerte partikler har til å forårsake helseskade (Folkehelseinstituttet, 2017).

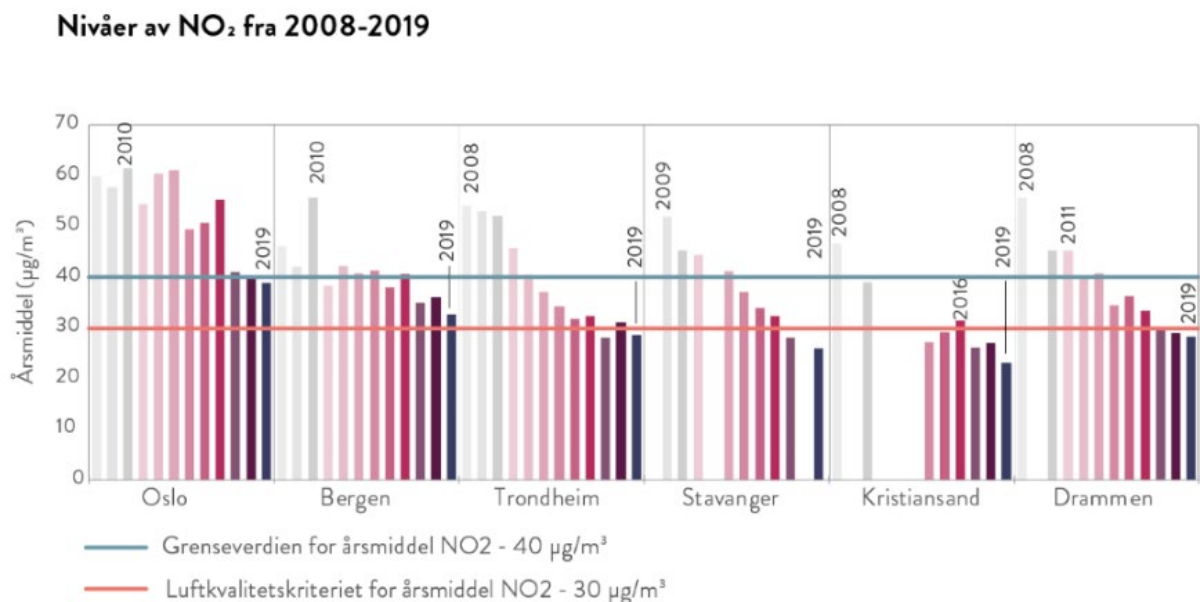
Som nevnt i kapittel 2.4 er det utarbeidet luftkvalitetskriterier og grenseverdier. Luftkvalitetskriteriet for PM_{2,5} årsmiddel er 8 µg/m³ (Folkehelseinstituttet, 2017), mens grenseverdien for PM_{2,5} årsmiddel er 10 µg/m³ (forurensningsforskriften, 2004). Grenseverdien for PM_{2,5} årsmiddel ble redusert fra 15 µg/m³ til 10 µg/m³ fra og med 1. januar 2022, etter en samlet anbefaling fra blant annet Statens vegvesen, Miljødirektoratet og Folkehelseinstituttet (Klima- og miljødepartementet, 2021c).

2.4.2 Nitrogendioksid

Nitrogendioksid, NO₂, er en reaktiv gass som dannes når oksygen og nitrogen reagerer med hverandre under forbrenning ved høye temperaturer (Klima- og miljødepartementet, 2021a). Hovedsakelig dannes NO₂ i forbrenningsprosesser av drivstoff som diesel, olje og gass. Den største kilden til NO₂-forurensning lokalt er veitrafikk, hvor dieseleksos er den viktigste kilden (Folkehelseinstituttet, 2020). Til tross for at veitrafikk ikke er den største utslippskilden av NO_x i Norge, er den soleklart den viktigste kilden til NO₂-konsentrasjonen i luften som inhaleres i norske tettsteder og byer. I Norge ble 15 000 personer eksponert for nivåer over luftkvalitetskriteriet for NO₂ årsmiddel ved egen bostedsadresse i 2018. Mange nordmenn ble eksponert for lave nivåer av NO₂, men i realiteten ble trolig flere eksponert for nivåer over luftkvalitetskriteriene, da utendørs eksponering ikke bare finner sted ved egen bolig, men også

under aktiviteter og reiser som foregår ved andre adresser. Befolkningen blir eksponert for de høyeste konsentrasjonene av NO₂ i nærheten av trafikk, særlig ved store veier og i tunneller, spesielt på kalde dager med lite vind.

Luftkvalitetskriteriet for NO₂ årsmiddel er 30 µg/m³ (Folkehelseinstituttet, 2020), mens grenseverdien for NO₂ årsmiddel er 40 µg/m³ (forurensningsforskriften, 2004). Grenseverdien og luftkvalitetskriteriet for NO₂ årsmiddel var likt frem til 2020 (Folkehelseinstituttet, 2020). Luftkvalitetskriteriet for NO₂ årsmiddel ble i 2020 nedjustert fra 40 µg/m³ til 30 µg/m³. NO₂-nivåene i luften varierer i høy grad i løpet av dagen og årstider. Flere norske tettsteder og byer har hatt utfordringer med å holde de lokale nivåene av NO₂ på et akseptabelt nivå (Folkehelseinstituttet, 2020). I perioden 2014-2017 var det kun Oslo og Bergen som overskred grenseverdien. 2018 var det første året hvor Norge ikke har hatt brudd på grenseverdien for NO₂ årsmiddel. Luftkvalitetskriteriet på 30 µg/m³, som ble innført i 2020, og som anses for å være trygg for befolkningen, har vært overskredet av flere norske byer, først og fremst de største byene. Dette er illustrert i figur 2 under for Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Kristiansand og Drammen i perioden 2007-2019 (Folkehelseinstituttet, 2020).



Figur 2. Grafen viser det høyeste årsmiddelet av NO₂, målt i henholdsvis Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Kristiansand og Drammen. For kommunene med flere målestasjoner, kan det variere hvilken stasjon som har høyest nivå fra år til år (Sentral database for lokal luftkvalitet, 2020 i Folkehelseinstituttet (2020)).

2.5 Luftforurensning og helse

Det europeiske miljøbyrået estimerte at 1200 for tidlige dødsfall i Norge kan tilskrives eksponering for PM_{2,5} i 2019, samtidig som NO₂ førte til 30 tidlige dødsfall (European Environment Agency, 2021). Risikoen for sykkelighet og dødelighet er høyere ved langvarig eksponering for svevestøv, sammenlignet med kortvarig eksponering (Folkehelseinstituttet, 2017). Likevel har kortvarig eksponering for PM_{2,5} og PM₁₀ vist å føre til økt antall sykehusinnleggelser med luftveis- og hjerte- og karsykdom (Folkehelseinstituttet, 2017). Sammenhengen mellom langvarig eksponering for PM_{2,5} og sykkelighet og dødelighet har blitt observert ved svært lave verdier av PM_{2,5}, med årsgjennomsnitt ned mot 5 til 10 µg/m³. Dette er verdier som er under det juridisk bindende grensekriteriet for luftforurensning i Norge, som nylig ble nedjustert fra 15 til 10 µg/m³ (Klima- og miljødepartementet, 2021c). EU har satt grenseverdien for PM_{2,5} til 25 µg/m³. Til tross for en markant bedring i luftkvaliteten i Europa det siste tiåret, har EEA estimert at eksponering for PM_{2,5} har skyld i om lag 373 000 tidlige dødsfall i Europa (41 land) i 2019 (European Environment Agency, 2021). Langvarig eksponering for lave verdier av PM_{2,5} er assosiert med økt dødelighet av alle dødsårsaker, kardiovaskulære sykdommer, respiratorisk sykdom og lungekreft (Chen & Hoek, 2020). Denne sammenhengen ble funnet under WHO's daværende anbefaling for årlige gjennomsnittlige eksponeringsnivå på 10 µg/m³. WHO reduserte den anbefalte helsebaserte grenseverdien for langvarig eksponering for PM_{2,5} fra 10 µg/m³ til 5 µg/m³ i 2021 basert på nyere forskning (World Health Organization, 2021). Det er også funnet sammenhenger mellom eksponering for NO₂ og dødelighet knyttet til alle dødsårsaker, samt dødsfall som følge av respiratorisk sykdom, nedre luftveisinfectionsjoner og KOLS (Huangfu & Atkinson, 2020). Metaanalysen til Huangfu og Atkinson (2020) som inkluderte 24 studier, fant økt risiko for dødsfall knyttet til eksponering for NO₂. Likevel er sikkerheten til resultatene anslått til å være lav/moderat. Dette på grunn av mangler i eksisterende forskning (Huangfu & Atkinson, 2020). Det var kun for sammenhengen mellom NO₂ og KOLS-dødelighet at sikkerheten av resultatene ble vurdert som høy (Huangfu & Atkinson, 2020).

Huang et al. (2021) har siden utført en stor metaanalyse som viser at NO₂ er assosiert med høyere forekomst av generell dødelighet, dødelighet knyttet til hjerte- og karsykdommer og respiratoriske sykdommer. NO₂ er en viktig bestanddel i forbrenningsgenerert luftforurensning, og er dermed sterkt korrelert med andre forbrenningsprodukter (Costa et al., 2014). Dette fører til usikkerhet knyttet til hvilken grad negative helseeffekter som observeres i epidemiologiske studier kan tilskrives NO₂ alene. Huang et al. (2021) utførte en

sensitivitetsanalyse med samlede estimater fra modeller med flere luftforurensningskomponenter. Denne indikerte en uavhengig effekt av NO₂ på dødelighet. Det er også viktig å ta med at eksponering for høye konsentrasjoner av NO₂ er knyttet til en rekke respiratoriske symptomer og plager (Costa et al., 2014). Dette inkluderer blant annet økt bronkial reaktivitet, luftveisbetennelse, bronkokonstriksjon og redusert immunforsvar, noe som igjen fører til økt mottakelighet for luftveisinfeksjoner.

Den nye studien til Stafoggia et al. (2022) fant også at langvarig eksponering for PM_{2,5} og NO₂ under de anbefalte årlige grenseverdiene er assosiert med dødelighet av alle dødsårsaker, kardiovaskulære sykdommer, ikke-maligne lungesykdommer og lungekreft i syv europeiske kohorter, inkludert en norsk kohort (NORCOHORT). PM_{2,5} har i tillegg effekt utover mortalitet. Det kan gi redusert lungefunksjon, luftveisinfeksjoner, forverret astma, redusert fertilitet, fedme, økt risiko for type 2 diabetes og Alzheimers (European Environment Agency, 2018). Det finnes ingen dokumentasjon som viser til trygge nivåer av PM_{2,5}, dermed har all konsentrasjon av PM_{2,5} en potensiell skadelig effekt på helsen. Dette er noe funnene til Stafoggia et al. (2022) bygger opp under. Sammenhengen de fant viste en bratt responskurve ved lave eksponeringsverdier, uten indikasjon på en terskel. Studien til Rodopoulou et al. (2022), med seks europeiske kohorter, inkludert NORCOHORT kohorten fra Norge, viste en sammenheng mellom naturlige dødsfall og eksponering for luftforurensningskomponenter knyttet til PM_{2,5}.

Utover disse biomedisinske påvirkningene som luftforurensning har vist seg å ha på helse, så har man i Norge funnet en sammenheng mellom luftforurensning (PM_{2,5}, PM₁₀ og NO₂) og opplevd plagethet (Amundsen, Klæboe & Fyhri, 2008). Dette ved konsentrasjoner som normalt forekommer i norske byer. Opplevelse av plagethet av luftforurensning kan påvirke innbyggerne i form av redusert livskvalitet. Studien indikerte at en stor andel av den norske befolkningen rammes av dette (Amundsen et al., 2008).

2.6 Sammenhengen mellom sosiale helseforskjeller og luftforurensning – to hypoteser

Under den sjette ministerkonferansen om European Environment and Health i 2017 ble det vedtatt å beskytte og fremme helse og livskvalitet for hele befolkningen, samt forhindre for tidlige dødsfall, sykdommer og ulikheter knyttet til miljøforurensning og -nedbrytning (WHO, 2017). Dette førte til arbeidet med den systematiske oversiktsartikkelen til Fairburn et al. (2019), som analyserer eksisterende forskning om sosial ulikhet i eksponering for luftforurensning i den europeiske regionen tilhørende WHO. Fairburn et al. (2019) trekker frem følgende to hypoteser for sammenhengen mellom sosiale helseforskjeller og eksponering for luftforurensning:

1. Lavere sosioøkonomisk status har sammenheng med større sårbarhet for helseeffekter ved eksponering.
2. Eksponeringen er sosialt skjevfordelt i befolkningen.

I denne masterstudien vil hypotese nummer to undersøkes i en norsk kontekst, ved bruk av utdanning som variabel for sosioøkonomisk status. Vi skal derfor i neste kapittel se nærmere på empirien som omhandler sosioøkonomisk status og eksponering for luftforurensning.

2.7 Sosioøkonomisk status og luftforurensning

Det er stadig økende kvantitet med litteratur som undersøker sammenhengen mellom eksponering for miljøfaktorer, som luftforurensning, og menneskers sosioøkonomiske status. Studiene som ble inkludert i oversiktsartikkelen til Fairburn et al. (2019) viser relativt konsekvent at høy eksponering for dårlig luftkvalitet er knyttet til deprivasjon og lavere økonomisk posisjon. Deprivasjon er en situasjon hvor individer ikke har eiendeler eller muligheter som anses nødvendig for et behagelig liv (Cambridge Dictionary, u.å). De mest konsistente sammenhengene ble funnet ved bruk av indeksmål for sosioøkonomisk status og enkeltvariabelen økonomisk posisjon. I Norge er det utført lite forskning på området, men en eldre kohortstudie av Næss et al. (2007) fant at ulike nabolagsnivå av $PM_{2,5}$ var relatert til en rekke indikatorer for deprivasjon på nabolagsnivå. Spesielt i nabolag hvor en stor andel bodde i leilighet og ikke eide egen bolig. Videre fant de også en sammenheng som viste at effekten av luftforurensning på dødelighet til en viss grad kunne forklares av flere deprivasjonsindikatorer på nabolagsnivå, uavhengig av deprivasjon på individnivå. Dette indikerer at luftforurensning har en rolle i den kontekstuelle effekten som nabolagsdeprivasjon har på dødelighet (Næss et al., 2007). Dette har også blitt funnet i flere

tidligere epidemiologiske studier (Pickett & Pearl, 2001). Likevel er det ikke gitt at det ikke er andre faktorer som spiller inn på sammenhengen (Næss et al., 2007). Fordelingen av luftkvalitet viser ofte en sosial gradient, hvor de mest vanskeligstilte områdene har de høyeste nivåene av luftforurensning (Fairburn et al., 2019). Samtidig er det også noen studier hvor man ser at de mest og minst vanskeligstilte områdene har de høyeste nivåene av dårlig luftkvalitet, sammenlignet med andre grupper. Dette mønsteret beskrives som U-formet (Fairburn et al., 2019). Et U-mønster observeres oftest i nasjonale studier, hvor man har brukt statistikk for små områder. Dette er dermed viktig å ta høyde for når man analyserer studier som er utført på by-nivå. Ifølge Fairburn et al. (2019) kan dette muligens skyldes at store byer jevnt over har høyere luftforurensning, sammenlignet med rurale områder. Til tross for dette viser likevel studier som er utført på by- og regionnivå at områder med høyere forekomst av deprivasjon og lavere økonomisk posisjon, er assosiert med høyere luftforurensningsnivåer (Fairburn et al., 2019).

En tidligere masteroppgave i økonomi ved NMBU av Moss (2019) undersøkte sosial ulikhet i den norske befolkningen ved å se på inntekt og eksponering for luftforurensning. Studien undersøkte median husholdningsinntekt og årsgjennomsnitt for PM_{2,5} og NO₂ for hele Norge. Områdene ble delt inn etter kommuner, samtidig som de fire største byene i Norge ble delt inn i bydeler. Moss (2019) analyserte både ulikhet i inntekt og eksponering for luftforurensning hver for seg og kombinert. Studien indikerer at det er mer luftforurensning i urbane områder enn i rurale områder, hvorav de 10 mest forurensede områdene alle var i større bydistrikter. Seks av disse tilhører Oslo kommune. Studien viste at befolkningen som bor i sentrum av de store byene på bydelsnivå har både dårligere luftkvalitet og lavere gjennomsnittlig husholdningsinntekt. Det er også større ulikhet mellom de ulike bydistriktene, sammenlignet med hva det er mellom kommunene i resten av landet. Dette gjelder både for ulikhet i inntekt alene, og for ulikheter i inntekt og luftforurensning kombinert (Moss, 2019).

Studien til Moss (2019) viste et ring-mønster rundt Oslo. Sentrumsområdene i Oslo har både lav median husholdningsinntekt og dårlig luftkvalitet, mens ringen utenfor har høyere median husholdningsinntekt og dårlig luftkvalitet. Det tredje ringlaget har både høyere medianhusholdningsinntekt og god luftkvalitet, mens det ytterste laget i ringen har god luftkvalitet og lavere inntekt. Dette gjør det interessant å undersøke sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for luftforurensning nærmere i både Oslo og gamle Akershus fylke. Moss (2019) understreket at den valgte romlige skalaen kan ha virket inn på

resultatene, da hans resultater bygget på median husholdningsinntekt og luftforurensning innen kommuner og bydeler. En rapport skrevet av European Environment Agency (2018) påpeker at analysens geografiske omfang og romlige granularitet trolig er de faktorene som har størst betydning for analysenes evne til å oppdage sammenhenger mellom sosiale indikatorer og eksponering for luftforurensning, og videre tolkning av mønstrene som blir funnet. Forskning viser at valg av forskjellige romlige skalaer kan gi ulike og motstridende resultater (Boyce et al., 2016; Stroh et al., 2005). Det er derfor interessant å tilnærme seg dette ved bruk av et annet geografisk område og inndeling, og i tillegg anvende individvariabler, da det er individer som kan bli syke av luftforurensning.

I denne masteroppgaven benyttes, som tidligere nevnt, utdanning som sosioøkonomisk variabel. Sammenhengen mellom utdanning og luftforurensning ble undersøkt i seks studier fra den europeiske regionen, i oversiktsartikkelen til Fairburn et al. (2019). Både innad i enkeltstudiene og mellom studiene viste resultatene seg å være blandede. Fairburn et al. (2019) angir at de ikke har en forklaring på de blandede resultatene. De foreslår likevel at til tross for at utdanningsnivå er anerkjent som sosioøkonomisk variabel, så kan utdanning ha ulik betydning knyttet til levekår på tvers av studier og landegrenser. En analyse av 16 byer i Vest-Europa viste at mennesker med lavere utdanning var eksponert for lavere nivåer av NO₂ (Temam et al., 2017). Samtidig indikerte funnene i studien at nabolagene som hadde høyere arbeidsledighet var mer eksponert for luftforurensning (NO₂). Ingen byer fra Skandinavia var inkludert. De motstridende funnene i studien til Temam et al. (2017) bidrar til hypotesen om at individuelle- og nabolags-sosioøkonomiske indikatorer fanger opp ulike aspekter av sammenhengen mellom sosioøkonomi og eksponering for luftforurensning. Samtidig foreslår Temam et al. (2017) at sammenhengene trolig avhenger av by-spesifikk infrastruktur. Det kan være lokale forhold både knyttet til fysiske strukturer, men samtidig også kulturelle preferanser, som påvirker sammenhengen mellom utdanningsnivå og eksponering for utendørs luftforurensning. Dermed er det viktig å undersøke hvordan dette er i Norge. Næss et al. (2007) inkluderte utdanning som en av flere variabler for å undersøke sammenheng med eksponering av luftforurensning i Oslo. Imidlertid brukte de kun to kategorier, nemlig «grunntdanning» og «mer enn grunntdanning». Områdene i Oslo med høy andel med kun grunnskoleutdanning hadde høyere nivåer av PM_{2,5}. Det var likevel ingen lineær gradient for denne sammenhengen (Næss et al., 2007). Europeiske studier viser likevel at til tross for at depriverte andeler av befolkningen ikke alltid er eksponert for høyere nivåer av

luftforurensning, så opplever de likevel større skadelige effekter av luftforurensning (Deguen & Zmirou-Navier, 2010). Dette på grunn av flere sårbarhetsfaktorer.

I en nyere studie fra ni europeiske storbyområder fant Samoli et al. (2019) høyere nivåer av NO₂-konsentrasjoner i områder med høyere befolkningstetthet, arbeidsledighet, forbrytelser per 100 000 og hvor høyere prosentandel av befolkningen ble født utenfor EU28-landene. Ikke overraskende er det høyere nivåer av luftforurensning i mer urbane områder, sammenlignet med mer rurale områder, med unntak for ozon (Fairburn et al., 2019). Ved å inkludere deltakere som er bosatt i ulike tettstedsstørrelser kan man få en ytterligere stratifisering av dataene. I Fairburn et al. (2019) ble tre studier hvor man har undersøkt forskjellene mellom urbane og rurale områder inkludert. Resultatene er overraskende tvetydige (Fairburn et al., 2019). De ulike studiene har brukt ulike inndelinger av tettstedsstørrelser og definisjon av urban/rural, noe som kan ha hatt en påvirkning. Samtidig varierer resultatene fra de ulike studiene ved bruk av ulike sosioøkonomiske variabler (Bertin et al., 2015; Milojevic et al., 2017), også innad i studier (Ouidir et al., 2017). Videre er i tillegg mønstrene ulike etter om man har analysert for PM_{2,5} eller NO₂.

På den ene siden viste en studie fra Nord-Frankrike at nabolagsdeprivasjon var forbundet med lavere nivåer av NO₂ både i urbane og rurale områder (Bertin et al., 2015). På den andre siden viste en studie fra England at deprivasjon var forbundet med høyere nivåer av PM_{2,5} både i urbane og rurale områder (Milojevic et al., 2017). Forskjellene var dog mindre mellom de ulike deprivasjonsgruppene i urbane områder. Mens i den tredje studien fra Frankrike var de med lengst utdanning eksponert for de høyeste verdiene av PM_{2,5} både i urbane og rurale områder (Ouidir et al., 2017). For NO₂ var de med lavest utdanning eksponert for de høyeste verdiene i de urbane områdene, mens i de rurale områdene var de med lengst utdanning eksponert for høyere verdier av NO₂ (Ouidir et al., 2017). Samtidig viste bruk av en sosioøkonomisk indeks derimot at deprivasjon økte eksponering for NO₂ og PM_{2,5} i de urbane områdene. Mens i de rurale områdene viste sammenhengen et U-mønster, hvor de i midtsjiktet av den sosioøkonomiske indeksen var eksponert for minst luftforurensning (Ouidir et al., 2017). Resultatene fra undersøkelser av sammenhengene mellom sosioøkonomisk status og eksponering for luftforurensning for ulike strata av urban og rural er dermed svært tvetydige. Det er ifølge Dahl et al. (2014) grunn til å tro at miljøfaktorer som luftforurensning, kan spille en rolle for ulikhet i helse. Da det finnes lite forskning i Norge på sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for luftforurensning, vil det være relevant å

undersøke dette nærmere i en norsk kontekst. Tvetydigheten i resultatene fra undersøkelsene mellom urbane og rurale områder medfører at det vil være relevant å undersøke om sammenhengen man finner i Norge varierer med tettstedsstørrelse. Dette er særlig aktuelt da Norge er et land hvor store deler av befolkningen bor i ulike tettstedsstørrelser.

3 Formål og problemstillinger

Gjennomgangen av eksisterende forskning viser et behov for å undersøke sammenhengen mellom utdanning på individnivå og eksponering for utendørs luftforurensning i Norge.

Formålet med denne oppgaven er å undersøke sammenhenger mellom sosioøkonomisk status og luftforurensning blant voksne i Oslo og gamle Akershus, og om sammenhengene eventuelt varierer med tettstedsstørrelse. På bakgrunn av dette skal følgende problemstillinger undersøkes og besvares:

1. Er det en sammenheng mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning i Oslo og gamle Akershus fylke?
2. Varierer sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning med tettstedsstørrelse?

4 Metode

I dette kapittelet redegjøres det for design og metoder som er benyttet i denne studien. Aller først beskrives oppgavens studiedesign og datamateriale. Deretter beskrives variablene og bearbeidingen av disse, etterfulgt av en redegjørelse for hvordan dataene har blitt analysert. Avslutningsvis diskuteres kort etiske vurderinger knyttet til denne studien.

4.1 Studiedesign

Med utgangspunkt i studiens problemstilling, der formålet er å studere sammenhenger mellom ulike faktorer på ett bestemt tidspunkt, ble en kvantitativ tilnærming anvendt. Ved bruk av tverrsnittstudie som studiedesign kunne en potensiell sammenheng mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning undersøkes.

4.2 Datamateriale

Studien benytter data fra NORCOHORT. Dette er en registerbasert kohort, som ble etablert i forbindelse med det internasjonale ELAPSE-prosjektet (Folkehelseinstituttet, 2019).

NORCOHORT inkluderer data fra en rekke ulike kilder, herunder Folkeregisteret, Statistisk sentralbyrå, Norsk pasientregister, Utdanningsregisteret, Krefregisteret, Dødsårsaksregisteret, Medisinsk fødselsregister, Oppgjørssystemet for Kontroll og Utbetaling av HelseRefusjon/ Kommunalt pasient- og brukerregister, Cohort Norway og Cardiovascular Disease in Norway 1994-2009 prosjektet. I denne studien benyttes kun data innhentet fra Folkeregisteret, Utdanningsregisteret og Statistisk sentralbyrå.

Populasjonen i NORCOHORT ble etablert av Statistisk Sentralbyrå (SSB), og er basert på Folkeregisteret. Alle norske statsborgere ≥ 30 år med registrert bostedsadresse i Norge per 1.1.2001 ble inkludert i kohorten (Folkehelseinstituttet, 2019). Forskningsfilen består av ca. 2,7 millioner individer, og dataene er koblet til sosioøkonomiske data fra SSB. Utvalget i denne studien inkluderer kun personer bosatt i Oslo og gamle Akershus fylke per 1.1.2011. Dette omfatter 457 389 deltakere. I denne masteroppgaven benyttes sosioøkonomiske data og utendørs luftforurensningsdata fra 2011.

Luftforurensningsdataene som benyttes i denne oppgaven stammer fra ELAPSE-prosjektet, og en beskrivelse av hvordan disse ble beregnet følger her. Utendørs luftforurensning ble først målt med AirBase sine rutinemessige overvåkningsdata i 2010. For å predikere de målte

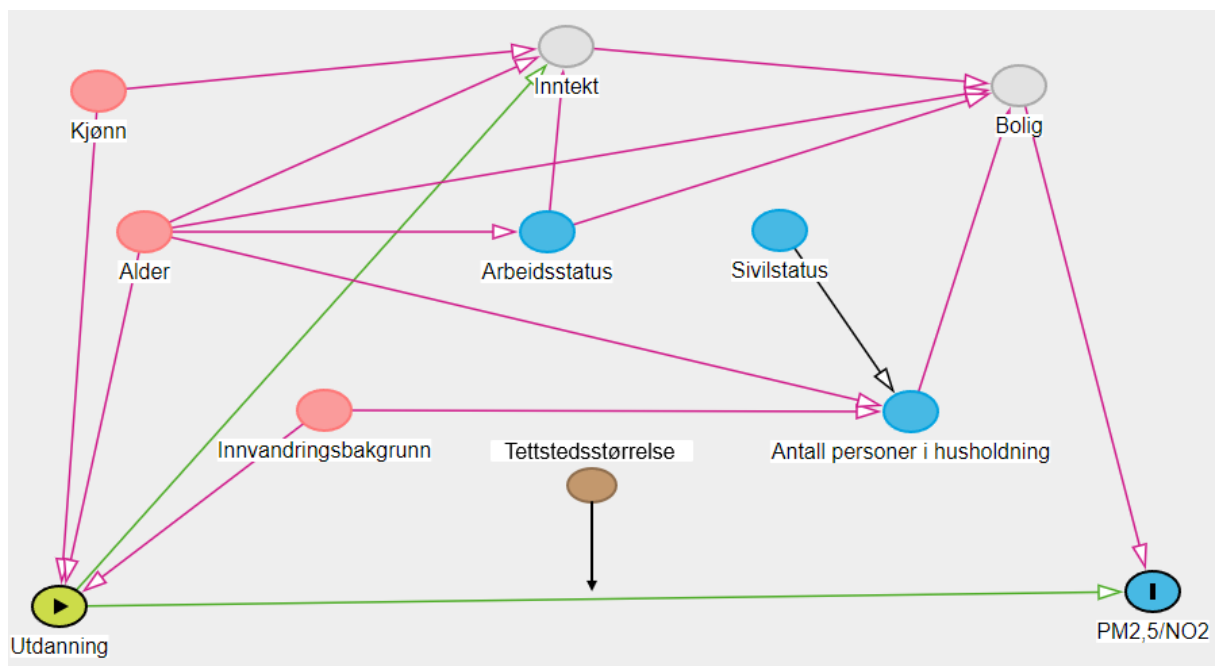
nivåene fra AirBase, som er avhengige variabler, ble satellittobservasjoner, arealbruk, spredningsmodell-estimer og trafikkdata, som er uavhengige variabler, brukt for å lage en prediksjonsmodell (K. de Hoogh et al., 2018). Lineær regresjon ble anvendt for å lage modellen, hvor målet var å ha høy andel forklart varians. Modellen benevnes som land-use regresjonsmodell (LUR-modell). Da LUR-modellen var bestemt, ble den benyttet til å beregne årsgjennomsnitt av konsentrasjoner av NO₂ og PM_{2,5} på deltakernes adresser, dvs. at modellberegningene ble koblet til adressene til deltakerne i NORCOHORT. Beregningene ble utført ved å angi verdi for alle uavhengige variabler i modellen for hver deltakers adresse ved hvert årsskifte. Til slutt ble konsentrasjonen for hver deltakers adresse 1.1.2011 justert ved å multiplisere denne med årlig gjennomsnittskonsentrasjon for hele landet for 2011 i forhold til samme størrelse for 2010, som ble endelig konsentrasjon for 2011. Oppløsningen av LUR-beregningene er utført for 100 x 100 meter rutenett, slik at ruten hvor adressen er, bestemmer konsentrasjonen til adressen. Dette innebærer at LUR-modellen har beregnet konsentrasjoner av utendørs luftforurensning for hver eneste 100 x 100 meter for hele Norge.

4.3 Beskrivelse av variabler

I denne oppgaven undersøkes sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning. Utdanning representerer den uavhengige variabelen, og ansees i denne studien som eksponering. Den avhengige variabelen, altså utfallet, er eksponering for utendørs luftforurensning. Flere variabler kan virke inn på sammenhengen mellom utdanning og eksponering for luftforurensning. Dersom en variabel påvirker både eksponering og utfall, kan variabelen være konfunderende for den spesifikke sammenhengen. Ukontrollert konfundering kan føre til en over- eller undervurdering av den sanne sammenhengen (Juul, Bech, Dahm & Rytter, 2017). Alder, kjønn og innvandringsbakgrunn ble inkludert som bakgrunnsvariabler på bakgrunn av at de kan virke konfunderende. Disse ble identifisert ved hjelp av det digitale verktøyet DAGitty, se figur 3 (DAGitty, u.å).

DAGitty (u.å) er et verktøy som kan brukes til å visualisere hvordan man tenker at ulike variabler påvirker hverandre. Dette medfører at man får en visuell oversikt, samtidig som DAGitty identifiserer hvilke variabler man bør kontrollere for. Til tross for at man tenker at mange variabler kan ha en innvirkning på sammenhengen mellom utdanning og utendørs luftforurensning, kan man lukke konfunderende stier uten å måtte inkludere alle variablene i analysene. I denne oppgaven benyttet jeg meg av «minimal sufficient adjustment sets» som

illustrert i figur 3. Dette innebærer at variabler som arbeidsstatus, antall personer i husholdning og sivilstatus ikke var nødvendig å kontrollere for i analysene, da de ikke ansees å være konfunderende faktorer for sammenhengen som undersøkes her (se figur 3). Om effekten av en eksponering påvirkes av en annen faktor, kalles det for en interaksjon eller en effektmodifikasjon, og denne variabelen kalles en effektmodifikator (Juil et al., 2017). Tettstedsstørrelse ble inkludert på bakgrunn av at det kan være en effektmodifikator for sammenhengen mellom utdanning og utendørs luftforurensning.



Fargekodeforklaring: Rød indikerer konfunderende faktorer, grå markerer uobserverte variabler, blå representerer forutgående faktor («ancestor») til utfall og brun viser til en effektmodifikator.

Figur 3. DAG for sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning.

4.3.1 Utdanning

Utdanningsvariabelen fra Utdanningsregisteret ble omkodet fra ti til tre kategorier. «Ingen utdanning og førskoleutdanning», «barneskoleutdanning» og «ungdomsskoleutdanning» ble slått sammen til kategorien «grunnskole eller lavere». «Videregående grunnutdanning», «videregående avsluttende utdanning» og «påbygging til videregående utdanning» ble slått sammen til «videregående utdanning». «Universitets- og høyskoleutdanning, lavere nivå», «universitets- og høyskoleutdanning, høyere nivå» og «forskerutdanning» ble slått sammen til «universitet eller høyskole». «Uoppgitt» ble satt som missing. Bakgrunn for valg av tre utdanningskategorier, baserer seg på at en stor andel lignende studier har anvendt tre

utdanningskategorier. Dette inkluderer blant annet studiene til Vrijheid et al. (2012), Scharte og Bolte (2013), Fernández-Somoano et al. (2013), Bertin et al. (2015), Temam et al. (2017), samt Stafoggia et al. (2022) og Rodopoulou et al. (2022) fra ELAPSE-prosjektet.

4.3.2 Luftforurensning

Variablene PM_{2,5} og NO₂ anvendes for utendørs luftforurensning, hvor årlig estimert gjennomsnitt beregnet for deltakers adresse 1.1.2011 oppgitt i µg/m³ benyttes. Se avsnitt 4.2 Datamateriale for detaljer. PM_{2,5} og NO₂ ble beholdt som kontinuerlige variabler i dette prosjektet. Ingen av verdiene var unormale, og det var dermed ikke behov for bearbeidende tiltak.

4.3.3 Alder

Variabelen fødselsår ble omkodet til ulike aldersgrupper. Aldersgruppene ble delt inn i 40-49 år, 50-59 år, 60-69 år, 70-79 år og 80 år pluss. Aldersgruppene starter på 40 år, da de yngste inkluderte var 30 år per 1. januar 2001, disse har per 1. januar 2011 blitt 40 år (født 1970). Omkodingen ble gjort på følgende måte: 1962-1970 = 40-49 år, 1952-1961 = 50-59 år, 1942-1951 = 60-69 år, 1932-1941 = 70-79 år, og 80 år eller eldre: 1902-1931. 1970 og 1902 ble identifisert ved hjelp av maksimum/minimum-verdier.

4.3.4 Tettstedsstørrelse

Variabelen tettstedsstørrelse ble inkludert for å kunne undersøke om sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning varierer etter om man bor i mer urbane eller mer rurale områder. Variabelen tettstedsstørrelse klassifiseres etter innbyggertall. Tettsted defineres av Statistisk sentralbyrå (2020) som en hussamling der det bor minst 200 personer, hvor avstanden mellom husene ikke overstiger 50 meter. For noen arealkrevende bygningstyper, som for eksempel industribygg, skoler, sykehus og boligblokker, kan avstanden økes til 200 meter. Husklynger som naturlig tilhører tettstedet med en avstand på inntil 400 meter fra tettstedskjernen inkluderes (Statistisk sentralbyrå, 2020). SSB sin definisjon av tettsted består av kun to kategorier «tettsted/tettbygd strøk» over 200 personer, og «ikke tettsted/spredtbygd strøk» under 200 personer. Ved bruk av en slik inndeling vil man kunne miste essensielle nyanser i en studie som denne. Selve variabelen tettstedsstørrelse hadde opprinnelig sju kategorier, men det ble i denne studien vurdert som hensiktsmessig å redusere til fire kategorier. Da SSB har en todelt inndeling, som nevnt over, ble det naturlig å

undersøke annen forskning for å se hvordan de har delt inn urban/rural-kategoriene. Videre i avveiningen ved inndeling av kategorier ble det også tatt hensyn til at det er nettopp Oslo og gamle Akershus fylke som inkluderes i denne studien.

Ikke-tettsted ble stående som tidligere, og betegnet som «rural». Denne kategorien er den samme som SSB sin «ikke tettsted»-definisjon. «Tettsted med 200-499», «tettsted med 500-999» og «tettsted med 1000-1999» ble slått sammen, og betegnet som subrural (tettsted med 200-1999). Avgrensningen med å sette under 2000 til subrural opplevdes som rimelig, da Bertin et al. (2015) har brukt en lignende inndeling mellom rural og urban, som er basert på «the French Census Bureau rural-urban definition». En annen naturlig inndeling ville vært 10 000 som har blitt brukt av Fernández-Somoano et al. (2013) og Milojevic et al. (2017), men siden tettstedsstørrelse-kategoriene i dette datasettet ikke har 10 000 som grenseverdi, var ikke dette mulig. Dette medførte at «tettsted med 2000-19999» og «tettsted med 20000-99999» ble slått sammen til suburban, mens «tettsted med 100 000 eller flere» ble kategorisert som urban.

4.4 Statistiske analyser

Statistiske analyser ble utført i IBM SPSS Statistics versjon 28 i TSD (Tjenester for sensitive data). De statistiske analysene som ble utført er deskriptiv statistikk, enkel og multipl linear regresjonsanalyse og interaksjonsanalyse. Signifikansnivået ble satt til 5 %. Grafene (figur 5 og 6) i resultatkapittelet er laget i Excel ved bruk av gjennomsnittsverdiene i tabell 2. Figur 4 er derimot kun laget som en illustrasjon og ikke basert på ekte tall, da den anvendes for å vise trenden for flere analyser. Deskriptiv analyse ble utført for det opprinnelige utvalget (n=457 389). Missing (svarmangler) i datasettet ble ekskludert før regresjonsanalysene. Det endelige utvalget i regresjonsanalysene er derfor kun deltakere med data for samtlige variabler. Disse utgjorde oppgavens analytiske utvalg, og tilsvarer n = 452 770.

For å besvare den første problemstillingen - om det er en sammenheng mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning i Oslo og gamle Akershus fylke - ble det utført regresjonsanalyser i henhold til variablenes målenivå. PM_{2,5} og NO₂, som er de avhengige variablene i dette studiet, ble behandlet som kontinuerlige variabler, mens utdanning, tettstedsstørrelse, alder, kjønn og innvandringsbakgrunn er kategoriske. Det ble laget både en ujustert og en justert modell for det totale analytiske

utvalget for hver av utfallsvariablene. I de justerte modellene ble det justert for bakgrunnsvariablene alder, kjønn og innvandringsstatus. Disse ble som tidligere nevnt identifisert ved hjelp av DAGitty. Ustandardisert B med 95 % konfidensintervall (KI) ble benyttet som effektestimater.

For å undersøke den andre problemstillingen ble det utført en interaksjonsanalyse. Interaksjonsanalysene ble utført med formål om å undersøke om tettstedsstørrelse er en effektmodifikator for sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning. Effektmoderering er en statistisk teknikk hvor man undersøker om sammenhengen mellom eksponering X og utfall Y varierer på bakgrunn av en tredje variabel. Interaksjonsanalysene ble utført ved hjelp av «General Linear Model» i SPSS, hvor jeg lagde et interaksjonsledd mellom utdanning og tettstedsstørrelse (utdanning*tettstedsstørrelse). NO₂ og PM_{2,5} ble anvendt som kontinuerlige avhengige variabler i hver sin interaksjonsanalyse. Interaksjonsanalysene ved bruk av interaksjonsleddet viste sterke sammenhenger mellom tettstedsstørrelse, utdanning og luftforurensning (PM_{2,5} og NO₂). Resultatene var statistisk signifikante. Det ble derfor kjørt ytterligere lineære regresjonsanalyser for å undersøke sammenhengen mellom utdanning og utendørs luftforurensning for ulike strata av tettstedsstørrelse. Det ble laget justerte modeller for hver av strataene, på samme måte som for det totale analytiske utvalget. Det ble justert for alder, kjønn og innvandringsbakgrunn. Effektestimater som benyttes er ustandardisert B med 95 % konfidensintervall.

4.5 Etikk

Det benyttes ikke data om helse/sykdom/død i denne studien. Det foreligger ikke samtykke til å delta i prosjektet for hele NORCOHORT, da denne studien er en registerbasert studie. Det er hentet inn godkjenning av bruk av data til dette masterprosjektet fra regional etisk komité, gjennom forskningsprosjektet til FHI. NSD (Norsk senter for forskningsdata) er ikke involvert i dette prosjektet. Dog har forskergruppen ved FHI utarbeidet en personvernkonsekvensvurdering som viser hvordan personopplysningene håndteres på en sikker måte. Jeg har kun fått tilgang til de opplysningene som er nødvendige for å utføre analysene. Personidentifiserbar informasjon (som adresse, personnummer osv.) er erstattet med løpenummer, som ikke kan brukes til å identifisere deltakerne, dermed har jeg ikke mottatt direkte identifiserbare personopplysninger. Statistisk sentralbyrå sørger for sikker oppbevaring av koblingsnøkkelen. Dataene har under gjennomføringen kun vært tilgjengelig i

Tjenester for Sensitive Data (TSD), som er utviklet av UiO (Universitetet i Oslo, 2022). TSD oppfyller lovens strenge krav til behandling og lagring av sensitive forskningsdata. Bearbeidingen av data og de statistiske analysene ble utført i SPSS i TSD-serveren.

5 Resultater

I dette kapitlet presenteres og beskrives resultatene fra de statistiske analysene. I kapittel 5.1 presenteres deskriptiv statistikk for det opprinnelige utvalget, etterfulgt av gjennomsnittlig årsmiddel av PM_{2,5} og NO₂ per utdanningsnivå per strata av tettstedsstørrelse for det analytiske utvalget. Deretter fremlegges resultatene fra regresjonsanalysene for det totale analytiske utvalget. I kapittel 5.3 beskrives resultatene fra interaksjonsanalysene mellom tettstedsstørrelse, utdanning og luftforurensningskomponentene PM_{2,5} og NO₂. I det siste delkapitlet presenteres resultatene fra regresjonsanalysene for ulike strata av tettstedsstørrelse.

5.1 Beskrivelse av utvalget

I tabell 1 presenteres deskriptiv statistikk for det opprinnelige utvalgets egenskaper fremstilt med fordeling av antall og i prosent. Det opprinnelige utvalget består av 457 389 personer, med flere kvinner (51,9 %) enn menn (48,1 %). Det er flest deltakere i den yngste aldersgruppen 40-49 år (28,1 %), deretter følger de andre aldersgruppene i synkende rekkefølge 50-59 år (26,7 %), 60-69 år (22,8 %), 70-79 år (12,2) og 80 år eller eldre (10,2). Den største andelen av deltakerne er født i Norge med to norskfødte foreldre (88,4 %), etterfulgt av innvandrere (6,8 %) og norskfødt med én utenlandskfødt forelder (3,1 %). Majoriteten av det opprinnelige utvalget bor urbant (75,8 %). Litt under halvparten av deltakerne har videregående som høyest oppnådde utdanning (41,1 %), mens 37 % har utdanning fra universitet og høyskole. 21,2 % av deltakerne har grunnskole eller lavere som høyeste oppnådde utdanning.

Det gjennomsnittlige årsmiddelet for PM_{2,5} for det opprinnelige utvalget var 13,1 µg/m³, med et standardavvik på 1,9 µg/m³. For NO₂ er det gjennomsnittlige årsmiddelet for det opprinnelige utvalget 23,0 µg/m³, med et standardavvik på 6,9 µg/m³.

Tabell 1. Bakgrunnsvariabler for utvalget (n = 457 389).

Egenskap	Totalt, N (%)
Kjønn	
Mann	220137 (48,1)
Kvinne	237252 (51,9)
Missing	0 (0,0)
Alder	
40-49 år	128673 (28,1)
50-59 år	121909 (26,7)
60-69 år	104301 (22,8)
70-79 år	55720 (12,2)
80 år eller eldre	46786 (10,2)
Missing	0 (0,0)
Innvandringsbakgrunn	
Født i Norge med to norskfødte foreldre	404482 (88,4)
Innvandrere	30918 (6,8)
Norskfødte med innvandrerforeldre	1046 (0,2)
Utenlandsfødte med én norskfødt forelder	2976 (0,7)
Norskfødte med én utenlandskfødt forelder	14392 (3,1)
Utenlandsfødte med to norske foreldre	3575 (0,8)
Missing	0 (0,0)
Tettstedsstørrelse	
Rural (under 200 bosatte)	28016 (6,1)
Subrural (200-1999 bosatte)	16045 (3,5)
Suburban (2000-99999 bosatte)	64895 (14,2)
Urban (100 000 eller flere bosatte)	346823 (75,8)
Missing	1610 (0,4)
Eksponering	
Utdanning	
Grunnskole eller lavere	96964 (21,2)
Videregående	187882 (41,1)
Universitet og høyskole	169427 (37,0)
Missing	3116 (0,7)
Utfall	Gjennomsnitt (standardavvik)
PM _{2,5} årsmiddel µg/m ³	13,1 (1,9)
NO ₂ , årsmiddel µg/m ³	23,0 (6,9)

Tabell 2 presenterer gjennomsnittlig årsmiddel av henholdsvis PM_{2,5} og NO₂ for de ulike utdanningsnivåene innen hvert strata av tettstedsstørrelse, oppgitt i µg/m³. Disse resultatene inkluderer kun det analytiske utvalget. Som vi kan se av tabellen er det høyere verdier av både PM_{2,5} og NO₂ i urbane områder enn i rurale områder. Vi kan se en gradient som viser at jo mer tettbygd område man bor i, desto mer utendørs luftforurensning eksponeres man for. Eksempelvis ser vi at de med utdanning fra universitet eller høyskole bosatt i urbane områder er eksponert for PM_{2,5} årsmiddel 13,7 µg/m³, mens de med samme utdanning bosatt i rurale områder er eksponert for PM_{2,5} årsmiddel 9,8 µg/m³. Kun rurale områder har gjennomsnittlig PM_{2,5} årsmiddel under den nåværende juridisk bindende grenseverdien (10 µg/m³). Ingen av strataene for tettstedsstørrelse har PM_{2,5} årsmiddel under luftkvalitetskriteriet for PM_{2,5} årsmiddel (8 µg/m³). For NO₂ ser vi av tabell 2 at de urbane områdene har høyere gjennomsnittlig NO₂ årsmiddel, sammenlignet med de som bor i mer spredtbygd strøk. Her ser vi også en gradient, jo mindre tettstedsstørrelsen er, jo lavere er eksponeringen for NO₂. Befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole og som bor i urbane områder har gjennomsnittlig 25,7 µg/m³ NO₂ årsmiddel, som faktisk er over dobbelt så høyt som de som bor i rurale områder (9,8 µg/m³). Alle NO₂ årsmiddel-gjennomsnittene er lavere enn nåværende luftkvalitetskriterie (30 µg/m³) og den juridisk bindende grenseverdi (40 µg/m³).

Tabell 2. Gjennomsnittlig årsmiddel av PM_{2,5} og NO₂ per utdanningsnivå per strata av tettstedsstørrelse. Oppgitt med tilhørende standardavvik.

	Urban	Suburban	Subrural	Rural
PM_{2,5} årsmiddel µg/m³	Gjennomsnitt (standardavvik)			
Universitet eller Høyskole	13,7 (1,4)	12,2 (1,5)	10,8 (1,6)	9,8 (2,0)
Videregående	13,7 (1,4)	11,8 (1,6)	10,8 (1,6)	9,5 (1,9)
Grunnskole eller lavere	13,9 (1,4)	11,5 (1,6)	10,7 (1,5)	9,2 (1,9)
NO₂ årsmiddel µg/m³	Gjennomsnitt (standardavvik)			
Universitet eller Høyskole	25,7 (5,0)	17,2 (3,6)	13,2 (3,3)	10,9 (3,6)
Videregående	25,4 (5,1)	16,5 (3,8)	13,1 (3,4)	10,2 (3,4)
Grunnskole eller lavere	26,0 (5,4)	15,9 (3,6)	12,9 (3,3)	9,5 (3,4)

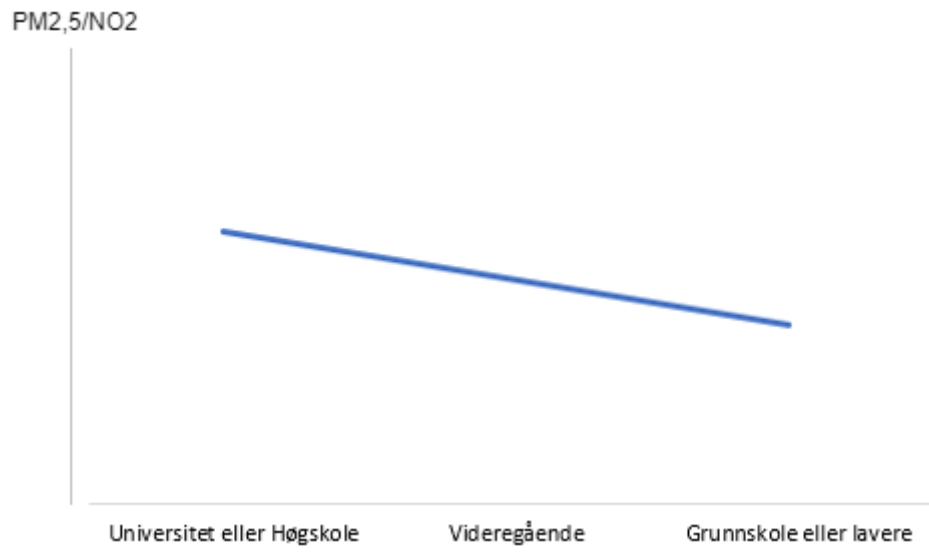
5.2 Sammenheng mellom utdanning og utendørs luftforurensning

Tabell 3 presenterer resultatene fra enkel (ujusterte modeller) og multiplert lineær regresjon (justerte modeller) for det totale analytiske utvalget. Av tabellen ser vi at befolkningen med lavere utdanning er eksponert for lavere nivåer av PM_{2,5}, sammenlignet med befolkningen med høy utdanning. Resultatene er statistisk signifikante ($p < 0,001$), samtidig som de vedvarer i den justerte modellen. For eksempel viser den justerte modellen for PM_{2,5} at befolkningen med grunnskole eller lavere er eksponert for 0,51 µg/m³ (95 % KI: -0.52, -0.49) mindre PM_{2,5} i årlig gjennomsnitt, sammenlignet med befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole. For NO₂ og utdanning finner vi den samme gradienten. Den justerte modellen for NO₂ viser av tabell 3 at befolkningen med grunnskole eller lavere som høyeste utdanning er eksponert for 2,10 µg/m³ (95% KI: -2.15, -2,04) mindre NO₂ i årlig gjennomsnitt, sammenlignet med befolkningen som har utdanning fra universitet eller høyskole. Resultatene i modellene for NO₂ er også statistisk signifikante med p-verdier mindre enn 0,001. Trendene for PM_{2,5} og NO₂ er illustrert i figur 4 under.

Tabell 3. Utdanning og eksponering for luftforurensning. Justert og ujustert modell (n= 452770).

	Ustandardisert B (95% KI)
Ujustert modell, PM_{2,5}	
Universitet eller Høgskole	Ref.
Videregående	-0,35 (-0.36, -0.33)***
Grunnskole eller lavere	-0,47 (-0.49, -0.46)***
Justert modell, PM_{2,5}	
Universitet eller Høgskole	Ref.
Videregående	-0,37 (-0,38, -0,36)***
Grunnskole eller lavere	-0,51 (-0,52, -0,49)***
Ujustert modell, NO₂	
Universitet eller Høgskole	Ref.
Videregående	-1,61 (-1,66, -1,57)***
Grunnskole eller lavere	-1,95 (-2,00, -1,89)***
Justert modell, NO₂	
Universitet eller Høgskole	Ref.
Videregående	-1,71 (-1,76, -1,67)***
Grunnskole eller lavere	-2,10 (-2,15, -2,04)***

*p-verdi < 0,05; **p-verdi <0,01; ***p-verdi <0,001. Justert modell er justert for: alder, kjønn og innvandringsbakgrunn.



Figur 4. Illustrasjon av sammenhengen mellom utdanning og PM_{2,5}/NO₂ for det totale analytiske utvalget.

5.3 Resultater fra interaksjonsanalyser

Vi undersøkte om det er et statistisk samspill mellom utdanning og tettstedsstørrelse i påvirkningen av utfallet eksponering for luftforurensning (PM_{2,5} og NO₂). Tabell 4 og 5 presenterer resultatene fra disse interaksjonsanalysene. Foruten kategoriene «suburban*grunnskole» for PM_{2,5} og «suburban*videregående» for NO₂, er alle effektestimaterne statistisk signifikante. Dette taler for at det er en interaksjon mellom utdanning og tettstedsstørrelse.

Tabell 4. Interaksjonsanalyse, utdanning og tettstedsstørrelse, PM_{2,5}. Oppgitt effektestimater er ustandardisert B med 95 % konfidensintervall.

Urban*Universitet	Ref.
Urban*Videregående	0,30 (0,25, 0,35)***
Urban*Grunnskole	0,85 (0,80, 0,90)***
Suburban*Universitet	Ref.
Suburban*Videregående	-0,12 (-0,17, -0,06)***
Suburban*Grunnskole	0,00 (-0,06, 0,05)
Subrural*Universitet	Ref.
Subrural*Videregående	0,19 (0,12, 0,26)***
Subrural*Grunnskole	0,48 (0,41, 0,56)***

*p-verdi < 0,05; **p-verdi <0,01; ***p-verdi <0,001.

Tabell 5. Interaksjonsanalyse, utdanning og tettstedsstørrelse, NO₂. Oppgitt effektestimater er ustandardisert B med 95 % konfidensintervall.

Urban*Universitet	Ref.
Urban*Videregående	0,47 (0,32, 0,63)***
Urban*Grunnskole	1,81 (1,65, 1,98)***
Suburban*Universitet	Ref.
Suburban*Videregående	-0,03 (-0,20, 0,15)
Suburban*Grunnskole	0,19 (0,00, 0,38)*
Subrural*Universitet	Ref.
Subrural*Videregående	0,55 (0,30, 0,80)***
Subrural*Grunnskole	1,09 (0,83, 1,35)***

*p-verdi < 0,05; **p-verdi <0,01; ***p-verdi <0,001.

5.4 Sammenhengen mellom utdanning og utendørs luftforurensning for ulike strata av tettstedsstørrelse

Tabell 6 presenterer resultatene fra multippel lineær regresjon (justerte modeller) for ulike strata av tettstedsstørrelse. I modellen for PM_{2,5} og urban-kategorien med 100 000 eller flere bosatte kan vi se at befolkningen med grunnskole eller lavere er eksponert for 0,17 µg/m³ (95 % KI: 0.16, 0.19) mer PM_{2,5}, sammenlignet med befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole. Det samme gjelder for befolkningen med videregående som høyeste utdanning, som er eksponert for 0,03 µg/m³ (95 % KI: 0.02, 0.04) mer PM_{2,5}, sammenlignet med befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole. Her ser vi en tydelig gradient, som illustrert i grafen under i figur 5. Sammenhengene er statistisk signifikante med p-verdi under 0,001. For kategoriene suburban, subrural og rural ser vi det samme mønsteret for PM_{2,5} som for det totale utvalget (se kapittel 5.2 og figur 4). Befolkningen med videregående utdanning er utsatt for lavere nivåer av PM_{2,5}, sammenlignet med befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole. Det samme gjelder grunnskole eller lavere. Vi ser en tydelig gradient. Jo lavere utdanning, jo lavere nivåer av PM_{2,5} eksponeres man for. Sammenhengene er statistisk signifikante. Et eksempel fra subbankategorien i den justerte modellen, viser at gruppen med grunnskole eller lavere eksponeres for 0,70 µg/m³ (95 % KI: -0.74, -0.67) mindre PM_{2,5} i årlig gjennomsnitt, sammenlignet med gruppen med utdanning fra universitet eller høyskole.

Videre i tabell 6 kan vi se at for NO₂ har mønsteret endret seg i urban-kategorien, sammenlignet med analysene for det totale utvalget. Vi ser her et U-mønster hvor befolkningen med videregående utdanning (midterste gruppen) er utsatt for mindre nivåer av NO₂, sammenlignet med befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole. Samtidig ser vi at befolkningen med lavest utdanning (grunnskole eller lavere) er eksponert for høyere verdier av NO₂, sammenlignet med befolkningen med høyest utdanning (universitet eller høyskole). Se graf av sammenhengen (U-mønsteret) i figur 6 under. Resultatene er statistisk signifikante. Av tabell 6 kan vi se at i urbankategorien er befolkningen med grunnskole eller lavere eksponert for 0,29 µg/m³ (95 % KI: 0.24, 0.34) mer NO₂, sammenlignet med befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole. Mens befolkningen med utdanning fra videregående eksponeres for 0,27 µg/m³ (95 % KI: -0.31, -0.24) mindre NO₂, sammenlignet med befolkningen med utdanning fra universitet eller høyskole. Videre ser vi også av tabell 6 at for kategoriene suburban, subrural og rural vedvarer den samme tydelige gradienten som i analysen for det totale utvalget (illustrert i figur 4), som indikerer at jo lavere

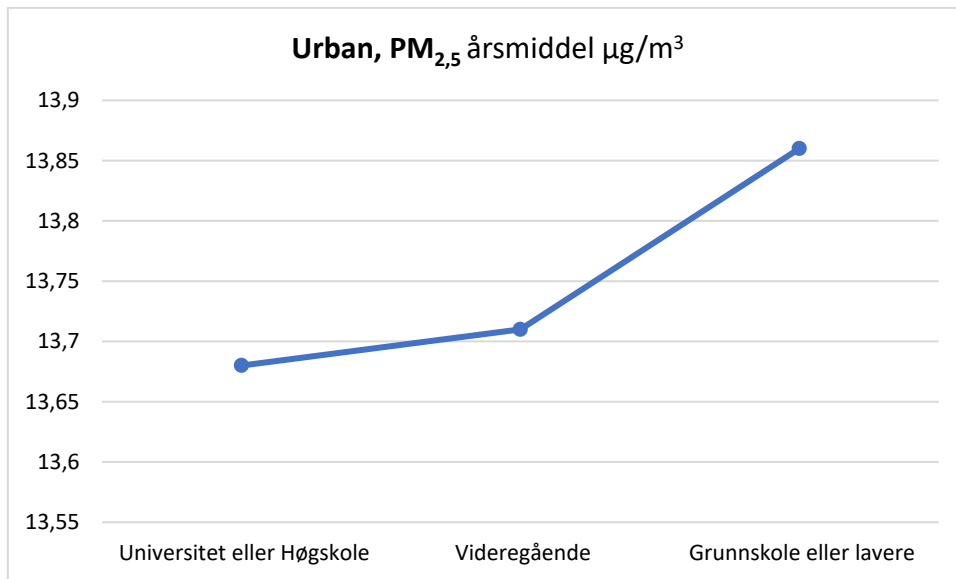
utdanning, jo mindre NO₂ eksponeres innbyggerne for. Resultatene er statistisk signifikante. Et eksempel fra den rurale kategorien viser at gruppen med grunnskole eller lavere eksponeres for 1,45 µg/m³ (95 % KI: -1.57, 1.33) mindre NO₂ årlig, sammenlignet med de med utdanning fra universitet eller høyskole. Samtidig som at de med utdanning fra videregående i rurale områder, er eksponert for 0,69 µg/m³ (95 % KI: -0.79, -0,58) mindre NO₂, sammenlignet med de med utdanning fra universitet eller høyskole.

Etter at studiepopulasjonen ble delt inn i ulike strata for tettstedsstørrelse kan vi se av tabell 6 at effektestimaterne har minsket, sammenlignet med effektestimaterne i tabell 3, hvor hele studiepopulasjonen var analysert samlet. Et eksempel på dette, fra den justerte modellen i tabell 3 for NO₂ er effektestimaterne fra grunnskole eller lavere, som er -2,10 µg/m³ (95 % KI: -2.15, -2,04), mens det største effektestimaterne for NO₂ i tabell 6 er -1,45 µg/m³ (-1.57, -1.33) i ruralkategorien, samtidig som det minste var 0,29 µg/m³ (95 % KI 0.24, 0.34) fra urbankategorien. Likevel gjaldt ikke dette for alle effektestimaterne, da PM_{2,5} rural grunnskole og suburban grunnskole og videregående økte litt, sammenlignet med effektestimaterne for det totale analytiske utvalget.

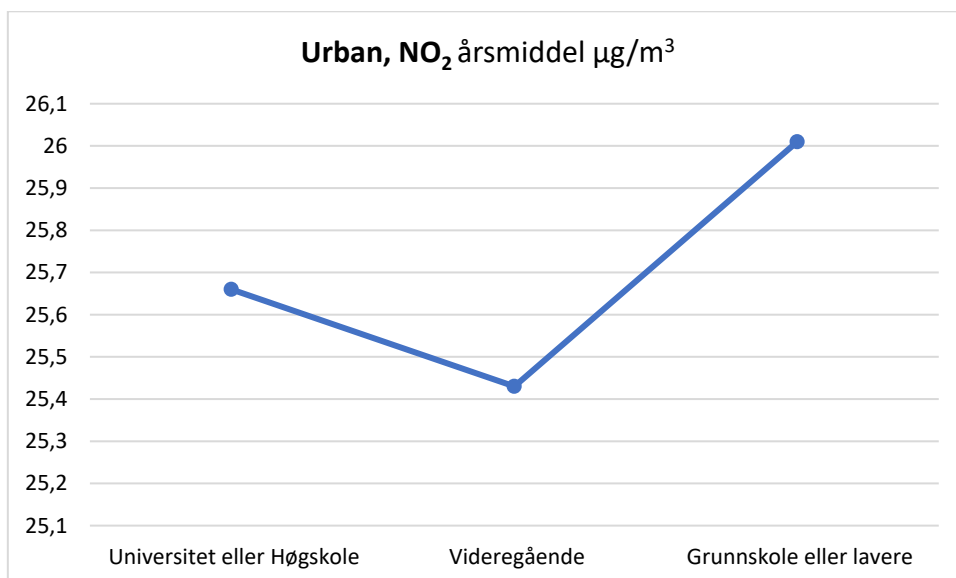
Tabell 6. Sammenhengen mellom utdanning og utendørs luftforurensning for ulike strata av tettstedsstørrelse. Oppgitt effektestimater er standardisert B med 95 % konfidensintervall.

	Urban	Suburban	Subrural	Rural
Justert modell, PM_{2,5}				
Universitet eller Høyskole	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Videregående	0,03 (0,02, 0,04)***	-0,40 (-0,43, -0,38)***	-0,09 (-0,16, -0,03)**	-0,26 (-0,32, -0,20)***
Grunnskole eller lavere	0,17 (0,16, 0,19)***	-0,70 (-0,74, -0,67)***	-0,21 (-0,28, -0,14)***	-0,65 (-0,72, -0,59)***
Justert modell, NO₂				
Universitet eller Høyskole	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Videregående	-0,27 (-0,31, -0,24)***	-0,80 (-0,87, -0,73)***	-0,19 (-0,33, -0,06)**	-0,69 (-0,79, -0,58)***
Grunnskole eller lavere	0,29 (0,24, 0,34)***	-1,40 (-1,48, -1,32)***	-0,48 (-0,62, -0,33)***	-1,45 (-1,57, -1,33)***

*p-verdi < 0,05; **p-verdi < 0,01; ***p-verdi < 0,001. Justert modell er justert for: alder, kjønn og innvandringsbakgrunn.



Figur 5. Graf av sammenhengen mellom utdanning og PM_{2,5} i urbankategorien.



Figur 6. Graf av sammenhengen mellom utdanning og NO₂ i urbankategorien.

6 Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres studiens funn i lys av eksisterende forskning og teori. I det første delkapitlet vil oppgavens hovedproblemstilling diskuteres i lys av resultater og litteratur.

Deretter følger en diskusjon av resultater knyttet til oppgavens andre problemstilling. I den siste delen diskuteres metodene som er anvendt, samt studiens styrker og svakheter.

6.1 Sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning

Analysene av datamaterialet for det totale inkluderte analytiske utvalget, viser en sammenheng mellom den sosioøkonomiske variabelen utdanning og utendørsnivåer av PM_{2,5} og NO₂ i Oslo og gamle Akershus fylke. Jo lavere utdanning, jo lavere nivåer av utendørs luftforurensning eksponeres befolkningen for. Resultatene er motstridende til hovedfunnene i den europeiske oversiktsartikkelen, som viser at deprivasjon og lavere sosioøkonomisk posisjon er forbundet med høy eksponering for dårlig luftkvalitet (Fairburn et al., 2019). Enkeltstudier fra Europa har likevel funnet liknende trender som i denne studien. Bertin et al. (2015) fant lavere NO₂-nivåer i områder med nabolagsdeprivasjon, både i rurale og urbane områder i Nord-Frankrike, mens Ouidir et al. (2017) fant at gravide kvinner i Frankrike med høyest utdanning var eksponert for de høyeste verdiene av PM_{2,5}, både i rurale og urbane områder. Gravide kvinner med høy utdanning var også eksponert for de høyeste NO₂-nivåene i rurale områder (Ouidir et al., 2017). Resultattrendene fra de to franske studiene sammenfaller med resultatene for det totale utvalget i denne masterstudien. Den tydelige trenden vedvarer etter å ha kontrollert for potensielle konfunderende faktorer (alder, kjønn og innvandringsstatus). Resultatene viser en tydelig trend mot at jo lavere utdanning befolkningen har, jo mindre utendørs luftforurensning eksponeres de for, sammenlignet med befolkningen med høyere utdanning fra universitet eller høyskole. Dette gjelder både for PM_{2,5} og NO₂. Resultatene er statistisk signifikante for samtlige kategorier, med p-verdi under 0,001. Ut ifra dette kan vi anta at denne sammenhengen ikke skyldes tilfeldigheter. Effektestimatene i den justerte modellen for PM_{2,5} viser at befolkningen med lavest utdanning eksponeres for 0,51 µg/m³ (95 % KI: -0.52, -0.49) mindre PM_{2,5} årlig, sammenlignet med befolkningen med høyest utdanning. Konfidensintervallene til effektestimatene er smale, noe som indikerer at effektestimatene er sikre. For NO₂ har vi enda større effektestimat. Fra den justerte modellen ser vi at befolkningen med lavest utdanning eksponeres for 2,10 µg/m³ (95 % KI:-2.15, -2.04) mindre NO₂, sammenlignet med befolkningen med høyest utdanning. Noe som tyder på at det er en sterk sammenheng. Til tross for at resultatene i Europa er relativt

konsekvente i å vise en sammenheng mellom lavere sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning, har resultatene fra studier som har brukt utdanning som sosioøkonomisk variabel vist seg å være inkonsekvente (Fairburn et al., 2019).

Utdanningsnivå kan ha ulik påvirkning på levekår på tvers av land og studier. Temam et al. (2017) sin analyse av 16 byer i Vest-Europa viste også at mennesker med lavere utdanning, var eksponert for lavere nivåer av NO₂. Resultatene for både PM_{2,5} og NO₂ i denne masterstudien viser det samme mønsteret, og sammenfaller dermed med resultater som er funnet i andre storbyer i Europa.

Historisk attraktive byer og hovedsteder, slik som Oslo, tiltrekker seg ofte flere mennesker med høyere økonomisk posisjon, som også pleier å ha høyere utdanning (Fairburn et al., 2019). Dette kan medføre at de med høyere utdanning bor mer urbant, og at befolkningssammensetningen dermed er ulik i urbane og rurale områder. Samtidig kan det tenkes at de med høyere utdanning uavhengig av tettstedsstørrelse, bor mer sentralt og nærmere trafikkerte veier, hvor det igjen er høyere nivåer av utendørs luftforurensning (Folkehelseinstituttet, 2017, 2020). Det er likevel essensielt å ta i betraktning at det totale utvalget bor i områder med ulike tettstedsstørrelser, hvor noen områder er utsatt for høyere nivåer av luftforurensning. Det kan også være at utdanningsmønstrene er ulike. Derfor er det interessant å undersøke om det er andre trender som kamufleres av sammensetningen i det totale utvalget, ved å se nærmere på ulike strata av tettstedsstørrelse. Som tidligere nevnt, ble dette utført for å kunne besvare problemstilling to, og vil dermed diskuteres nærmere i neste kapittel.

6.2 Sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning for ulike strata av tettstedsstørrelse

Den andre problemstillingen i oppgaven stiller spørsmål ved om sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning varierer med tettstedsstørrelse. Etter at studiepopulasjonen ble delt inn i ulike strata for tettstedsstørrelse minsket de fleste effekttestimatene, sammenlignet med effekttestimatene fra analysene for det totale analytiske utvalget. Dette innebærer at forskjellene mellom eksponering for utendørs luftforurensning for de ulike utdanningsnivåene ble mindre. Dermed kan det tenkes at de store effekttestimatene vi observerte i analysene for det totale analytiske utvalget, skyldes at det er mer luftforurensning i urbane områder, hvor også andelen av befolkningen med høyere utdanning trolig også er større. Samtidig som den største andelen av studiepopulasjonen bor i urbane områder. Det kan dermed tenkes at dette påvirket resultatene i analysene for det totale analytiske utvalget, hvor de med lavest utdanning var eksponert for minst luftforurensning, og samtidig at effekttestimatene ble så store. Det er ikke overraskende høyere nivåer av utendørs luftforurensning i mer urbane områder, sammenlignet med mer rurale områder for alle typer utendørs luftforurensning med unntak av ozon (Fairburn et al., 2019). Dette mønsteret er også funnet i Norge for NO₂ og PM_{2,5} (Moss, 2019). Da regresjonsanalysene ble utført for ulike strata av tettstedsstørrelse, viste resultatene andre trender for urbane områder. Dette vil vi gå nærmere inn på i de to neste delkapitlene, hvor trendene for henholdsvis PM_{2,5} og NO₂ i urbane områder diskuteres. Resultatene i kategoriene suburban, subrural og rural viste de samme trendene som for det totale utvalget, og diskuteres derfor ikke nærmere i dette delkapittelet.

6.2.1 Urbane områder og PM_{2,5}

I denne studien er urbane områder definert som tettsted med 100 000 eller flere bosatte. I denne kategorien bor hele 75,8 % av det opprinnelige utvalget i denne studien. Analysene viser at de med grunnskole eller lavere som høyeste utdanning, eksponeres for høyere verdier av PM_{2,5}, sammenlignet med de som har utdanning fra høgskole eller universitet. Det samme gjelder for de med videregående som høyeste utdanning. De er også eksponert for høyere verdier av PM_{2,5}, sammenlignet med de med utdanning fra universitet eller høgskole. Disse resultatene sammenfaller med hovedfunnene i Europa fra Fairburn et al. (2019). Resultatene viser en tydelig trend mot at jo lavere utdanning, desto høyere nivåer av PM_{2,5} eksponeres befolkningen for. Her ser vi en tydelig gradient som illustrert under. Likevel ser vi at effekttestimatene i urbankategorien er relativt lave (videregående 0,03 µg/m³ (95 % KI: 0.02,

0.04), grunnskole 0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (95 % KI: 0.16, 0.19), sammenlignet med høyeste utdanning), noe som innebærer at forskjellene vi ser ikke er store for gjennomsnittet. Dette er trolig på grunn av jevnt høye konsentrasjoner av utendørs luftforurensning i urbane områder (Folkehelseinstituttet, 2017). Likevel er konfidensintervallene smale, noe som indikerer at effektestimaterne, og dermed sammenhengen vi observerer er sikker.

Til tross for at $\text{PM}_{2,5}$ har en jevnere fordeling i byene enn de grovere fraksjonene av svevestøv (Folkehelseinstituttet, 2017), så ser vi en statistisk signifikant sammenheng hvor de med lavere utdanning er eksponert for høyere verdier, sammenlignet med de med høyest utdanning. Den viktigste kilden til $\text{PM}_{2,5}$ i tettbygde områder i Norge, stammer fra forbrenningsmotorer i biler, motorsykler, lastebiler og lignende (Folkehelseinstituttet, 2017). For denne studiepopulasjonen var det i 2011 kun i de rurale områdene at gjennomsnittlig årsmiddel var under den juridisk bindende grenseverdien for $\text{PM}_{2,5}$ årsmiddel, som er 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (forurensningsforskriften, 2004). Samtidig var alle gjennomsnittsverdiene over det nåværende luftkvalitetskriteriet for $\text{PM}_{2,5}$ årsmiddel (8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), som ansees for å være trygge for befolkningen (Folkehelseinstituttet, 2017). Risikoen for sykkelighet og dødelighet er høyere ved langvarig eksponering. Det har blitt funnet sammenhenger med sykkelighet og dødelighet ved nivåer av $\text{PM}_{2,5}$ helt ned mot 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Folkehelseinstituttet, 2017).

Økt urbanisering kan føre til mer luftforurensning i norske byer. Det er dermed behov for mer kunnskap om hvordan man sikrer god luftkvalitet og en bærekraftig byutvikling. Til tross for at helse er viktig, kan man likevel ikke kun planlegge for optimal helse på en slik måte som fører til at alt annet stopper opp (Larsen et al., 2018). I samfunnsplanleggingens verden vil det være viktig at grenseverdiene som blir satt for miljøeksponeringer som utendørs luftforurensning, bygger på avveininger mellom hva som kan godtas helsemessig opp imot samfunnsutvikling og -drift (Larsen et al., 2018). Den økte urbaniseringen stiller krav til fremtidig byplanlegging, samtidig som det gir muligheter til å utvikle bærekraftige byer, med trygge miljø for innbyggerne (Klima- og miljødepartementet, 2021b). Boligers avstand til trafikkerte veier har stor betydning for luftforurensnings påvirkning på helse (Miljødirektoratet, 2013). Reduksjon av luftforurensning fra trafikk vil dermed ha positiv effekt på befolkningens helse. For å langsiktig redusere utendørs luftforurensning er arealplanlegging som planlegger for redusert behov for personlig forurensende transport og økt bruk av miljøvennlige transportformer avgjørende (Miljødirektoratet, 2013). Det bør samtidig tas hensyn til hvor man legger trafikkerte veier og hvor man bygger boliger. Det er

utarbeidet anbefalte luftforurensningsgrenser som skal legges til grunn ved planlegging av ny bebyggelse, hvor luftkvalitet skal kartlegges (Miljødirektoratet, 2013). Videre vil også tiltak knyttet til fordeler ved bruk av nullutslippsbiler, piggdekkgebyr eller forbud mot bruk av piggdekk, etablering av lavutslippssoner, bruk av miljøfartsgrenser og økt rengjøring redusere nivåene av luftforurensning (Statens vegvesen, u.å.). Å planlegge for gode møteplasser og grønne nærområder er også elementære folkehelseiltak, som vil kunne dempe negative effekter av luftforurensning, samtidig som det bidrar til økt trivsel og livskvalitet, stimulerer til fysisk aktivitet og oppmuntrer til sosial interaksjon ved møteplasser (Folkehelseinstituttet, 2016). En stor utfordring ved å implementere langsiktige effektive tiltak er likevel at PM_{2,5} transporteres over lange avstander. Hele 30-40 % av årsmiddelet for PM_{2,5} er langtransportert ved såkalte veinære målestasjoner (Folkehelseinstituttet, 2017). Ved kortvarige topp-perioder er bidraget fra langtransportert støv likevel betydelig lavere. I perioden 2006-2010 kom 57 % av langtransportert PM_{2,5} fra kilder utenfor Norge.

I Norge har myndighetene implementert et nullvekstmål for persontransport, som innebærer at personveksttransporten i byområder skal tas med kollektivtransport, gange og sykkel (Miljødirektoratet, u.å.). Formålet med tiltaket har flere positive hensikter i et folkehelseperspektiv, først og fremst handler det om å redusere klimagassutslipp, men samtidig også redusere bruk av personbiler, noe som vil øke fysisk aktivitet, samt bidra til effektiv arealbruk, bedre luftkvalitet, øke fremkommelighet og redusere støy. I tillegg er Norge det landet i verden med flest elbiler per innbygger. Dette er også en ringvirkning av politiske ordninger med ulike avgiftsfritak og «goder» i bymiljøet som gratis parkering og tilgang til kollektivfelt (Samferdselsdepartementet, 2021). Dette har vist seg å være effektive tiltak, men dette er ikke tiltak som virker inn på de som eksponeres for mest luftforurensning. Funnene i denne masterstudien indikerer at de med lavere sosioøkonomisk status i urbane områder er eksponert for mer utendørs luftforurensning. Det er viktig å ta med i regnestykket at det er nettopp i urbane strøk den største andelen (75,8%) av studiens utvalg bor. Dette medfører en ekstra belastning for de som allerede har flere risikofaktorer (Folkehelseinstituttet, 2018a), færre ressurser og flere sårbarhetsfaktorer (Deguen & Zmirou-Navier, 2010). Samtidig er det viktig å poengtere at til tross for at depriverte deler av befolkningen ikke alltid er eksponert for høyere nivåer av luftforurensning, opplever de likevel større skadelige effekter av luftforurensning (Deguen & Zmirou-Navier, 2010). Dette vil dermed være viktig å ta med inn i folkehelsearbeidet og inn i samfunnsplanleggingen, da man må legge til rette og forsøke å forebygge denne ekstrabyrden.

6.2.2 Urbane områder og NO₂

I Norge har flere tettsteder og byer utfordringer med å holde NO₂-nivåene på et akseptabelt nivå (Folkehelseinstituttet, 2020). Analysene av datamaterialet tilhørende urbane områder viser at mønsteret har endret seg fra analyseresultatene fra det totale utvalget. For NO₂ vises et U-mønster, hvor befolkningen fra den midterste utdanningsgruppen (videregående) er utsatt for lavere NO₂-nivåer (-0,27 µg/m³ med 95 % KI: -0.31, -0,24), sammenlignet med befolkningen med høyest utdanning. Samtidig er befolkningen med lavest utdanning eksponert for høyere verdier (0,29 µg/m³ med 95 % KI: 0.24, 0.34) av NO₂, sammenlignet med de med høyest utdanning. Lignende U-mønster har blitt funnet i tidligere studier, og har oftest blitt observert i nasjonale studier, hvor det har blitt brukt statistikk for små områder (Fairburn et al., 2019), slik som i denne studien ved inndeling etter tettstedsstørrelse. Dette kan ifølge Fairburn et al. (2019) skyldes at store byer har jevnt høyere luftforurensning, sammenlignet med rurale områder. Likevel viser denne typen studier, som er utført på by- og regionnivå, at områder med høyere forekomst av deprivasjon og lavere økonomisk posisjon er assosiert med høyere nivåer av luftforurensning (Fairburn et al., 2019).

15 000 personer ble i Norge eksponert for nivåer over luftkvalitetskriteriet for NO₂ årsmiddel ved egen bostedsadresse i 2018 (Folkehelseinstituttet, 2020). Da eksponering ikke kun finner sted ved egen bolig, ble trolig enda flere utsatt for nivåer over luftkvalitetskriteriene. Befolkningen eksponeres for de høyeste konsentrasjonene av NO₂ fra trafikk, spesielt i nærheten av store veier og tunneller (Folkehelseinstituttet, 2020). Alle de gjennomsnittlige NO₂-årsmidlene fra 2011 for de ulike utdanningsnivåene innen hvert strata av tettstedsstørrelse (tabell 2) er under både grenseverdi for NO₂-årsmiddel (40 µg/m³) og luftkvalitetskriteriet (30 µg/m³) (Folkehelseinstituttet, 2020; forurensningsforskriften, 2004). Dette ansees som positivt, likevel er det viktig å ta med seg at utvalgene er store i denne studien, og dermed er det nok mindre ikke ubetydelige grupper, som i 2011 var eksponert for nivåer over grenseverdi og luftkvalitetskriteriet, men ikke stort nok antall til å påvirke gjennomsnittsverdiene. Studiedesignet (tverrsnittstudie) gjør at vi ikke kan trekke konklusjoner om kausalitet mellom variabler (Juul et al., 2017). Det er likevel interessant å diskutere eventuelle årsakssammenhenger mellom utdanningsnivå og eksponering for utendørs luftforurensning. Bosetningsmønster er trolig avgjørende for sammenhengen man ser mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning ved egen bolig i denne studien. Dette varierer trolig mellom ulike byer og tettsteder i Norge. Studien til Moss (2019) viste at befolkningen som bor i sentrum av de store byene i Norge, på bydelsnivå er heftet

med både dårligere luftkvalitet og lavere gjennomsnittlig husholdningsinntekt. Hva som medfører det gitte bosetningsmønsteret er trolig sammensatt, men videre vil jeg diskutere mulige årsakssammenhenger som gjelder mønstrene vi ser mellom utdanning og utendørs eksponering for både PM_{2,5} og NO₂.

Til tross for at vi mangler data på om luftforurensning påvirker boligpriser, vet vi at lokal støy påvirker boligprisene (Statens vegvesen, 2005). Det er billigere å bo i områder med høye støynivåer, sammenlignet med områder med lavere støynivå. Støy som skadelig miljøforurensning er noe flere legger merke til, sammenlignet med luftforurensning, likevel er det ikke gitt at mennesker tenker over hvor helseskadelig det kan være (Aasvang et al., 2022), annet enn at det oppleves plagsomt. Luftforurensning er derimot «usynlig», noe som kan medføre at mennesker ikke tenker over det på samme måte når de velger bolig. Likevel opplever en stor andel av nordmenn plagethet ved konsentrasjoner av utendørs luftforurensning som normalt forekommer i norske byer (Amundsen et al., 2008). Imidlertid kan det tenkes at det for støy er lettere å ta bevisste valg, da det er direkte merkbart og noe mange mennesker er opptatt av, da det er allment kjent at støy kan påvirke ens livskvalitet. Dessverre tror jeg få tenker over sammenhengen mellom opplevelse av plagethet og skadelige helseeffekter. Det kan samtidig tenkes at de med lavere utdanning har mindre kunnskap om de helseskadelige effektene ved luftforurensning. I perspektivet om sosiale helsedeterminanter legger man til grunn at utdanningsnivå er assosiert med mer kunnskap om helse og at miljøfaktorer kan påvirke helsen (Øversveen & Rydland, 2021). Dette inkluderer også at utdanning øker menneskets kognitive ressurser, samt evnen til å tilegne seg og oppfatte helseinformasjon (Dahl et al., 2014). Dermed kan det tenkes at de med høy utdanning også vil inneha mer kunnskap om at veitrafikk er kilde til luftforurensning, og at luftforurensning er skadelig, sammenlignet med folk med lavere utdanning. Således kan dette føre til at folk med høyere utdanning velger å bosette seg et stykke unna de høyt trafikkerte veiene, mens det i mindre grad vil gjelde for de med lav utdanning. Samtidig kan det tenkes at boligprisene i dette området er høyere, da høyt trafikkerte veier også generer støy, som igjen påvirker boligprisene. Dermed er disse områdene også «forbeholdt» de med høyere utdanning og inntekt. Likevel er det viktig å påpeke at støy ikke nødvendigvis medfører luftforurensning, da det finnes flere ulike støykilder.

Til tross for at utdanningsnivå er assosiert med kunnskap om helse og at miljøfaktorer kan påvirke helsen, gjelder det ikke nødvendigvis for alle som tilskrives høy sosioøkonomisk

status. Man kan ha høy sosioøkonomisk status grunnet høy inntekt, samtidig som man kan ha høy inntekt uten å ha høyt utdanningsnivå. Videre er det også store forskjeller i inntekt blant alle som har utdanning fra universitet eller høyskole. Til tross for at man har høy utdanning er det ikke gitt at man i ettertraktede byer som Oslo, har råd til å velge fritt. Det er dessuten viktig å fremheve at utdanning fra universitet eller høyskole heller ikke nødvendigvis fører til høy inntekt. Enkelte kan ha høy utdanning, men til tross for dette ha få økonomiske ressurser, for eksempel om man er aleneforsørger eller om man er syk og ikke har helse til å jobbe. Utover dette kan det samtidig tenkes at ulike studieretninger medfører ulik kunnskap og interesse for helse og hva som påvirker den. Videre bygger en av tankene bak utdanning som sosioøkonomisk variabel i perspektivet om sosiale helsedeterminanter, som tidligere nevnt, på at man har evne til å tilegne seg og oppfatte kunnskap, noe som også kan tenkes å øke med varighet på utdanning. I denne studiens høyeste utdanningsgruppe er det store sprik i varighet av utdanning, da den inkluderer både utdanning fra universitet og høyskole gruppert på inntil fire år, mer enn fire år og forskerutdanning. Det er dermed trolig variasjoner mellom gruppene innad i kategorien «høy utdanning» som er anvendt i denne studien. Konsekvensene av dette diskuteres nærmere i delkapittel 6.4.2.2 Informasjonsskjevheter.

Manglende kunnskap kan føre til at man ikke gjør et bevisst valg knyttet til utendørs luftforurensning når man velger egen bolig. For de med høyere utdanning er det heller ikke gitt at det er et bevisst valg om luftkvalitet ved valg av bosted som er avgjørende. Likevel har de flere muligheter til å velge hvor de skal bo, avhengig av hva de ønsker å ha nærhet til. Dermed kan beslutningen begrunnes i valg av nærhet til egne preferanser. På den ene siden kan slike preferanser være nærhet til naturen og grønne områder, mens på den andre siden sentralitet med nærhet til restaurant-, kultur-, og fritidstilbud. Videre kan det tenkes at om man selv har høy utdanning at en større andel av vennekretsen også har det, og at man ønsker å bo nærmere hverandre, noe som igjen kan føre til klynger med mennesker med høyere utdanning. Hvis noen i nær sosial krets har lagt eksponering for luftforurensning til grunn ved valg av egen bolig, kan dette medføre at flere som tar valget om å bo i nærheten også drar nytte av denne fordelingen, uten å selv nødvendigvis ha vektlagt luftkvalitet ved boligvalg. I urbane områder kan det tenkes at det er ønskelig å ikke bo tett på store trafikkerte veier, mens jo mer ruralt man bor, og i tillegg kanskje er avhengig av pendling, kan relativ nærhet til større trafikkerte veier være ettertraktet. Dette da det medfører enklere transport fra A til B, samtidig som man ikke nødvendigvis bor så nær veien at man er plaget av støy, som man kanskje først og fremst tenker over. Balansen mellom nærhet til innfartsåre til Oslo fra mer

rurale strøk i gamle Akershus fylke, kan tenkes å påvirke resultatene som viser at de med lavere utdanning eksponeres for mindre NO₂ og PM_{2,5}, sammenlignet med de med høyere utdanning, i suburban, subrural og rural-kategorien. Dette da de med høyere utdanning muligens ønsker nærhet til reisevei.

6.3 Metodiske betraktninger, styrker og svakheter

I dette delkapittelet diskuteres studiens metode, styrker og svakheter. Først diskuteres studiens design, etterfulgt av en diskusjon om studiens interne validitet. Kapittelet avsluttes med en diskusjon om studiens eksterne validitet.

6.3.1 Studiedesign

I denne studien ble tverrsnittstudie anvendt som studiedesign. Denne typen studiedesign undersøker mønstre og sammenhenger på ett bestemt tidspunkt, og vil imidlertid ikke kunne vise hvordan forholdene opprettholdes, utvikles eller endres over tid (Braut & Grønmo, 2021). Dermed gir denne typen studie kun et øyeblikksbilde av sammenhengen mellom ulike variabler, i denne studien sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning (Juul et al., 2017). En vanlig utfordring knyttet til tverrsnittstudier er at eksponeringsvariabler varierer over tid, mens man i en tverrsnittstudie kun fanger opp det som er gjeldende på det aktuelle tidspunktet man samler inn data. Variablene som er anvendt i denne studien er relativt stabile. For eksempel endres utdanning for individer over 40 år sjeldnere, enn om deltakerne fortsatt var i «studiealder». Det finnes selvsagt unntak, men dette vil trolig være en svært liten andel av studiepopulasjonen. De andre inkluderte variablene, alder, kjønn og innvandringsbakgrunn, er individuelle upåvirkelige bakgrunnsvariabler, fra det innerste laget av Whitehead og Dahlgrens modell av helsedeterminanter, som ikke kan endres (Mæland, 2021), foruten naturens gang. Det at variablene er stabile ansees som en styrke i denne studien. Luftforureningsvariablene kan derimot på sin side endres fra år til år, mye avhengig av meteorologiske forhold. Selv om de absolutte nivåene endres over tid, vil rangeringen av nivåene for hvert år være stabile over tid. Dette innebærer at de som bor i områder med høye nivåer ett år, kan ha et annet absolutt nivå det neste året, men disse områdene vil likevel også dette året ha de høyeste nivåene. Dermed vil ikke hvilke adresser som er eksponert for mest luftforurensning endres. Likevel kan mennesker bytte adresse, noe som medfører at de endrer eksponeringen for luftforurensning. Ved bruk av tverrsnittstudie som design vil man samtidig ikke kunne gi informasjon om årsakssammenheng (kausaltitet), ei heller si noe om årsaksretning. Dette medfører at man må være forsiktig med å trekke konklusjoner (Juul et al., 2017). Imidlertid antar vi i denne studien at det kan være en årsakssammenheng hvor utdanningsnivå påvirker hvilken eksponering for utendørs luftforurensning man har. Det kan derimot vanskelig tenkes at det er en revers kausalitet, ved at utendørs luftforurensning påvirker utdanningsnivå.

Denne studien bruker data fra en registerbasert kohort, og omfatter et stort og bredspektret utvalg, nemlig alle norske statsborgere som var 40 år eller eldre med bostedsadresse i Oslo og gamle Akershus fylke per 1.1.2011, som var norske statsborgere per 1.1.2001. Det at alle individer i denne gruppen er inkludert i studien er en viktig styrke i denne masteroppgaven. Studier som for eksempel anvender spørreskjema, får ofte utfordringer med at mennesker med lav sosioøkonomisk status deltar i mindre grad, sammenlignet med de med høy sosioøkonomisk status. Dermed har vi i denne studien inkludert en gruppe som ved bruk av andre studiedesign ofte faller fra, og som man dermed har lite informasjon om. Store studiepopulasjoner er generelt en av fordelene ved tverrsnittstudier, og medfører at man kan samle informasjon om store deler av befolkningen på en kostnadseffektiv måte (Juul et al., 2017).

6.3.2 Intern validitet

Det er ønskelig at studien skal ha høy validitet. Det innebærer at det er et stort samsvar mellom hva man ønsker å undersøke, og hva man faktisk undersøker (Rød, 2017). Intern validitet er relatert til hvilken grad resultatene er gyldige og representative for utvalget. For å diskutere studiens interne validitet er konfundering, informasjonsskjevhet og seleksjonsskjevhet sentrale begreper.

6.3.2.1 Seleksjonsskjevhet

Seleksjonsskjevhet forekommer når deltakerne i utvalget ikke er representative for befolkningen som de er tenkt å representere (Juul et al., 2017). Dette medfører at det påvirker utvalgets representativitet, og dermed studiens interne validitet. I denne studien stammer deltakerne fra NORCOHORT, som igjen består av data fra flere register. Studiepopulasjonen fra NORCOHORT inkluderer alle individene (40 år eller eldre) som per 1.1.2011 hadde adresse i Oslo eller gamle Akershus fylke, og som var norske statsborgere per 1.1.2001. Dette er en styrke i denne sammenheng, da alle i den nevnte gruppen er inkludert, noe som gjør at faren for seleksjonsskjevheter reduseres betraktelig. Likevel har noen deltakere blitt ekskludert fra det analytiske utvalget på grunn av svarmangler (missing). I utdanningskategorien har 0,7 % av det opprinnelige utvalget «uoppgitt utdanning», disse ble kodet til missing. Statistisk sentralbyrå (2021), hvor dataen stammer fra, påpeker at de mangler opplysning om utdanningsnivå til mange innvandrere. Det kan derfor tenkes at en andel med ulike innvandringsbakgrunner er ekskludert fra studiens analyser. Samtidig er det som nevnt kun norske statsborgere som er inkludert i denne masterstudien, noe som vil kunne

føre til seleksjonsskjevhet, da analysene ikke inkluderer alle grupper av befolkningen over 40 år i Norge. Innvandringsbakgrunn og etnisitet har vist seg å være assosiert med høyere nivåer av luftforurensning i andre studier (Clark et al., 2017; Fairburn et al., 2019; Samoli et al., 2019). Selv om sannsynligheten for skjeve estimater er relativt liten, kan det tenkes å muligens ha påvirket analysene ved at en liten andel som er mer utsatt for utendørs luftforurensning har blitt ekskludert. Dette er ikke kun basert på studiene over som har vist at innvandringsbakgrunn er assosiert med dårligere luftkvalitet, men også på bakgrunn av tanker om at de som er registrert uten utdanning, trolig er de med lavest utdanning, siden det ikke har blitt registrert. Ved en hypotese hvor det tenkes at utdanning påvirker bosted og eksponering for utendørs luftforurensning, i form av sosioøkonomiske ressurser, vil en person uten registrert utdanning trolig tilhøre gruppen med lav sosioøkonomisk status i Norge. Funnene som nevnt i tidligere forskning over, gjør at det dermed kan tenkes at en gruppe av befolkningen, som forskning tidligere har vist er eksponert for mer luftforurensning, har blitt ekskludert fra studien. Likevel er frafallet i denne studien lite, og det vil derfor trolig ikke hatt noen innvirkning av betydning på effektestimaterne. Dette til tross for at mangel på deltakere med innvandringsbakgrunn kan ha ført til en liten seleksjonsskjevhet i denne studien.

Det opprinnelige utvalget i denne studien består av 457 389 personer, mens det analytiske utvalget består av 452 770 personer. Ved ekskludering av deltakere med missing ble 4619 fjernet før regresjonsanalysene. Dette utgjør 1 % av det opprinnelige utvalget, og er en relativt liten andel, noe som trolig ikke har påvirket resultatene i nevneverdig grad. Nettopp da det inkluderte utvalget også er såpass stort, og et stort utvalg øker den interne validiteten (Rød, 2017). Likevel kan man ikke utelukke at seleksjonsskjevhet kan ha påvirket resultatene, med mindre man spesifikt definerer befolkningen som kun norske statsborgere som var 40 år eller eldre per 1. januar 2011, i Oslo og gamle Akershus fylke, som var norske statsborgere per 1.1.2001. En måte å sikre intern validitet på er nemlig det å være nøye i operasjonalisering av definisjonen av hvilke sammenhenger man ønsker å undersøke og hvilken gruppe man undersøker (Rød, 2017).

6.3.2.2 Informasjonsskjevhet

I denne studien er det benyttet registerdata, dermed er det liten sannsynlighet for informasjonsskjevhet. Et av valgene som ble tatt var å anvende sosioøkonomiske data og luftforurensningsdata fra 2011, og ikke 2001 som er året NORCOHORT ble etablert. Dette har naturligvis medført en reduksjon i utvalgets størrelse, da det er stor sannsynlighet for at en

andel har dødd i løpet av disse 10 årene og at noen har emigrert. Dette valget ble basert på at dataene fra 2011 er av nyere dato, og dermed vil vi kunne undersøke sammenhenger i nyere tid. Ved bruk av data fra 2001 ville man kunne sagt noe mer om sammenhengen ned til 30 år, men samtidig er utvalget med deltakere fra og med 40 år, et mer veletablert utvalg, som kan vise mer varige sammenhenger. Det kan tenkes at flere 30-åringene fortsatt er i etableringsfasen, at noen fortsatt er under utdanning eller at de ikke har flyttet dit de ønsker å etablere seg. Likevel kunne det vært spennende med en studie hvor man inkluderer lavere aldersgrupper. Dette ville trolig gi en annen nyanse.

Inntekt er en av de mest brukte variablene til å bedømme individers sosiale posisjon (Øversveen & Rydland, 2021). I planleggingsfasen av denne studien var hensikten å bruke både utdanning og inntekt som eksponering for å representere sosioøkonomisk status. Etter mye frem og tilbake ble det vurdert som hensiktsmessig å ekskludere inntekt som eksponering. Dette da inntektsdataene vi fikk tilgang til opplevdes usikre. Usikkerheten bygger blant annet på at vi hadde en andel deltakere med store negative inntekter, og det kan tenkes at dette ville medført en form for informasjonsskjevhet på grunn av systematisk misklassifisering. Informasjonsskjevhet innebærer at informasjon man innhenter om utvalget er feilaktig, og at det er systematisk over- eller undervurdering av parameteren på grunn av «informasjonsproblemer» (Juul et al., 2017). Mennesker med høy sosioøkonomisk status i form av høy utdanning, stor formue, mange sosiale og økonomiske ressurser, kunne ha blitt feilplassert i kategorien «lav sosioøkonomisk status» representert ved lav inntekt. En av tankene var at høy formueskatt kan ha ført til både minusinntekter og inntekter som ellers blir kategorisert som lave, til tross for store økonomiske ressurser. I tillegg målte inntektsvariabelen husholdningsinntekt, noe som ville medført stor grad av avhengighet mellom eksponering (inntekt) og utfall (luftforurensning), for par som har samme husholdningsinntekt og bosted, og dermed er eksponert for samme nivå av utendørs luftforurensning. Dermed ble det tatt en beslutning om at inntekt ble ekskludert fra denne studien. Inntekt kan tenkes å være en mediator for sammenhengen mellom utdanning og eksponering for utendørs luftforurensning. En mediator er en variabel som kan tenkes å være med å forklare forholdet mellom en uavhengig variabel (utdanning) og en avhengig variabel (luftforurensning), og kan også omtales som en mellomliggende faktor (Juul et al., 2017). Vår tanke er at høyere utdanning fører til høyere inntekt, som igjen påvirker hvor man bosetter seg, og dermed hvilken utendørs luftforurensning man eksponeres for, som illustrert i DAG i figur 3. Dette er ikke noe vi i denne studien undersøker nærmere. I Norge har vi ingen

holdepunkter for å si at individets egen inntekt påvirker individets utdanning, dermed er ikke inntekt en variabel vi mistenker som konfunderende faktor. Dette medfører at vi ikke behøver å kontrollere for inntekt. I en norsk kontekst kunne det vært interessant å anvende «eie/leie» som sosioøkonomisk variabel, men vi hadde dessverre ikke tilgang til denne variabelen.

Dermed ble kun utdanning anvendt som variabel for sosioøkonomisk status i denne studien. Utdanningsvariabelen besto opprinnelig av ti kategorier som ble omkodet til de tre kategoriene «grunnskole eller lavere», «videregående» og «universitet eller høyskole». Dette valget ble, som nevnt i metodekapittelet, basert på at tredeling er mye brukt i tidligere forskning (Bertin et al., 2015; Fernández-Somoano et al., 2013; Rodopoulou et al., 2022; Scharte & Bolte, 2013; Stafoggia et al., 2022; Temam et al., 2017; Vrijheid et al., 2012). Likevel kan dette ha ført til at noen nyanser kan ha forsvunnet. Spesielt i en norsk kontekst hvor man ser at den sosiale gradienten øker for hvert trinn på den sosioøkonomiske «stigen», og for hver grad av utdanning (Øversveen & Rydland, 2021). Ved å dele opp kategorien som i diskusjonen omtales som «høy utdanning», altså «universitet eller høyskole», til «opptil 4-årig utdanning» og «5-årig utdanning eller mer», kunne man fått ytterligere interessante nyanser.

Luftforurensningsdataene som anvendes i denne studien stammer fra fysiske utendørs målinger og modellering av disse fra ELAPSE-prosjektet. Dette er rike data som har en oppløsning på 100x100 meter per bostedsadresse, noe som er en relativt høy oppløsning og en styrke i denne studien. Beregningene i ELAPSE er utført med bruk av en LUR-modell (nærmere beskrevet i 4.2 Datamateriale), som er en statistisk modell (lineær regresjon). Dette er en enkel modell, men den anses likevel å rangere de ulike nivåene bra. Modellen baseres også på alle sesongene i året, som ofte medfører ulike luftforurensningsnivåer, noe som gjør modellen mer presis. Da modelleringen av utendørs luftforurensning er uavhengig av utdanning, som stammer fra Utdanningsregisteret, er sannsynligheten for informasjonsskjevhet liten. Likevel vektlegger beregningene fra ELAPSE-prosjektet trafikk som kilde til luftforurensning. Dette medfører at beregningene av PM_{2,5}, hvor også vedfyring er en viktig kilde, ikke har fanget opp bidraget fra vedfyring. Dette kan være en svakhet som kan medføre informasjonsskjevhet. NO₂ stammer derimot i all hovedsak fra vegtrafikk, dermed anses de beregnede NO₂-nivåene å være av bra kvalitet. Videre ble deltakernes kartkoordinater for hjemmadresse benyttet i koblingen til bosted. Det kan potensielt være

noe unøyaktighet i kartkoordinater på bosted, som gjør at deltakerne kan ha fått noe lavere/høyere verdier av luftforurensning enn det som er reelt.

Det har vist seg å være utfordrende å beregne personlige eksponeringsnivåer (Folkehelseinstituttet, 2017, 2020). Siden modellen for luftforurensning i ELAPSE har fanget opp romlig variasjon (Kees de Hoogh et al., 2016), er det ikke en sannsynlig feilkilde i klassifiseringen utendørs på hjemmeadresse. Romlig variasjon vil derimot være en feilkilde for personlig eksponering, da modellen ikke fanger opp hvilke verdier man utsettes for ved aktivitet utover utendørs ved egen bolig. Den enkeltes aktivitet og oppholdstid i ulike forurensede områder varierer, og dermed er personlig eksponering vanskelig å beregne. Samtidig er det som regel i forbindelse med reising til og fra for eksempel jobb at nordmenn blir utsatt for de høyeste nivåene av utendørs luftforurensning i hverdagen (Folkehelseinstituttet, 2017, 2020). Som tidligere nevnt tilbringer nordmenn størstedelen av døgnet innendørs (Statistisk sentralbyrå, 2012). Samtidig er det usikkert hvor stor eksponeringen for innendørs luftforurensning er. Nyere forskning indikerer at det er forskjeller i innendørs eksponering av PM_{2,5} og NO₂ mellom ulike inntektsgrupper i utviklede land (Ferguson et al., 2020). Innendørs luftforurensning påvirkes blant annet av innendørskilder og beboers atferd (f.eks. åpne vindu, røyking, matlaging, fyring, levende lys), ventilasjon, boligens kvalitet og størrelse og lokale utendørsnivåer av luftforurensning (Goldstein et al., 2021; Taylor et al., 2014). Imidlertid har vi i denne studien satt søkelys på hvilken utendørs eksponering man har ved egen bolig, og vi forsøker derfor ikke å si noe om personlig eksponering i hverdagen. Dermed er det viktig å presisere at denne studien kun sier noe om eksponeringen man blir utsatt for utendørs ved egen bolig. Det er likevel grunnlag for å kunne si at det trolig er informasjonsskjevheter knyttet til befolkningens totale personlige eksponering.

6.3.2.3 Konfundering

Konfundering oppstår når man forveksler årsakene til et utfall (Juul et al., 2017). Dette innebærer at bakgrunnsvariabler assosieres med både eksponering og utfall, og dermed påvirker sammenhengen man er interessert i å undersøke og resultatet. I denne studien ble alder, kjønn og innvandringsstatus inkludert som konfunderende faktorer. Effektestimatene beholdt de samme trendene etter justering for disse variablene. Ingen ble betydelig endret. For alle effektestimatene, utenom effektestimatene tilhørende urban PM_{2,5}, rural PM_{2,5} og rural NO₂, samt «grunnskole eller lavere»-kategorien for urban NO₂, økte trenden. I de nevnte

kategoriene minsket trenden etter å ha blitt justert for bakgrunnsvariablene. Det kan likevel være andre bakgrunnsvariabler som kan påvirke de estimerte sammenhengene. Hvor mennesker er bosatt og hvorfor, er komplekse sammenhenger, det er derfor en sannsynlighet for at det finnes andre forhold som kan ha en innvirkning på konteksten, som vi ikke har tatt hensyn til i denne oppgaven.

6.3.3 Ekstern validitet

Ekstern validitet omhandler hvorvidt resultatene fra studien kan gjelde utover den konkrete studiepopulasjonen (Juul et al., 2017). Ekstern validitet handler dermed om resultatene kan generaliseres til å gjelde hele den voksne befolkningen i Norge, og i tillegg resultatenes generaliserbarhet til andre land. En styrke ved denne studien er at det er en stor studiepopulasjon, noe som øker sannsynligheten for at studiepopulasjonen muligens speiler den generelle populasjonen. Ikke bare er studiepopulasjonen stor grunnet antall deltakere, men områdene som undersøkes er også varierende. Oslo og gamle Akershus fylke består av både urbane og rurale områder med ulike fortettings-mønster, utbyggelse av trafikkerte veier og industri. Landskapene kan dermed anses som relativt sammenlignbare med landet for øvrig, og andre europeiske land med lignende strukturer. Likevel kan det tenkes at deler av Norge, som Troms og Finnmark, avviker både fra luftforurensningstrender og befolknings sammensetning. Etter inndeling av ulike strata av tettstedsstørrelse, skal likevel tettsteds-kategoriene kunne være sammenlignbare når det gjelder utendørs luftforurensning. Imidlertid er trolig utdannings-mønstrene noe annerledes for områdene i denne studien som alle har en relativ tilknytning til Norges hovedstad Oslo. Statistikkbanken til Statistisk sentralbyrå (2022a) viser at andelen av befolkningen over 16 år med høyere utdanning, i både Oslo og gamle Akershus fylke, ligger betraktelig høyere enn landsgjennomsnittet. I 2011 hadde 33,6 % av befolkningen i gamle Akershus fylke over 16 år høyere utdanning, mens det samme tallet for Oslo var 45,6 %, sammenlignet med landsgjennomsnittet som var 29,1 % (Statistisk sentralbyrå, 2022a). Dette innebærer at utdanningsmønstrene i de inkluderte områdene i denne studien er annerledes enn ellers i landet, noe som svekker den eksterne validiteten. Det kan likevel tenkes at siden dette er tall fra 16 år, at mange fortsatt er under utdanning, eller som nylig har fullført utdanning og dermed fortsatt bor i tilknytning til studiested. Det er trolig en andel som senere velger å etablere seg andre steder i landet, som i de første årene etter endt utdanning bor og jobber i tilknytning til byen de studerte. Med dette i tankene utførte jeg en liten stikkprøve i statistikkbanken blant de i aldergruppen 40-49 år i 2011 (Statistisk sentralbyrå, 2022b), som viste de samme trendene som for de over 16 år.

Forskjellene kan trolig knyttes til at både statlige og private organisasjoner i stor grad er etablert i tilknytning til hovedstaden, som medfører at det blir en større opphopning av mennesker med høyere utdanning i Oslo og gamle Akershus fylke, sammenlignet med i landet ellers.

Individuell utdanning er i de fleste tilfeller en passende indikator for materielle ressurser (Galobardes et al., 2006). Det er likevel viktig å påpeke at utdanningstrender har endret seg over tid. Eldre årskull vil trolig være overrepresentert blant de som er klassifisert med lav utdanning (grunnskole eller lavere), dette gjelder trolig også for videregående kategorien. Dermed kan utdanning som sosioøkonomisk variabel alene være noe upresis for de eldre generasjonene. Utdanning brukes ikke bare som en indikator for materielle ressurser i helseulikhetsforskningen, men den antas også å måle kognitive ressurser hos individet og deres evne til å samle og oppfatte helseinformasjon (Dahl et al., 2014). Til tross for at utdanningsnivå er en anerkjent sosioøkonomisk variabel, så kan utdanning ha ulik betydning for befolkningens levekår på tvers av studier og landegrenser (Fairburn et al., 2019; Galobardes et al., 2006). Dette kan medføre utfordringer knyttet til overførbarhet til andre land, og dermed svekke den eksterne validiteten.

Tidligere forskning fra Europa viser at sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning varierer mellom ulike byer og land (Fairburn et al., 2019; Temam et al., 2017). Dette peker på at sammenhengen mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning er lokalt betinget, og gjerne knyttet til preferanser i de ulike byene og landene. Hva angår preferanser kan det tenkes at valg av bosted varierer etter hvilke tilbud i eget nærmiljø som er viktigst, og at dette varierer mellom ulike land og kulturer. Om man har høy sosioøkonomisk status står man friere til å kunne velge bosted etter egne preferanser. For noen kan sentralitet være avgjørende, da det gir best kultur- og restauranttilbud, eller fordi det gir kortere reisetid til jobb og venner som bor i sentrum. Mens for andre kan nærhet til naturen være vel så viktig. Temam et al. (2017) foreslår at de ulike sammenhengene man observerer også kan stamme fra ulik infrastruktur i de ulike byene. På grunn av disse ulike lokale kulturelle preferansene og ulike bystrukturer, kan det vanskelig tenkes at denne studien kan generaliseres for andre europeiske land.

7 Konklusjon

Funnene i denne masteroppgaven antyder at det er en sammenheng mellom sosioøkonomisk status og eksponering for utendørs luftforurensning ved bosted også i Norge. Tidligere forskning fra Europa har vist at ulike sosioøkonomiske variabler viser ulike mønstre. I denne studien ble utdanning brukt som sosioøkonomisk variabel, og resultatene viser at for Oslo og gamle Akershus fylke samlet, er de med høyest utdanning eksponert for de høyeste luftforurensningsnivåene. Imidlertid varierer resultatene med tettstedsstørrelse. I de urbane områdene, hvor den største andelen av studiepopulasjonen er bosatt, er de med lavest utdanning eksponert for de høyeste nivåene av PM_{2,5} og NO₂.

Resultatene i denne studien indikerer dermed at en stor andel av de med lavere sosioøkonomisk status er utsatt for en ekstrabyrde ved å være eksponert for mer utendørs luftforurensning ved egen bolig i urbane områder. Hvis hypotesen om at det er billigere å bo i områder med mer luftforurensning stemmer, bør man i et folkehelseperspektiv arbeide for å jevne ut sosiale helseforskjeller gjennom å øke søkelyset på helsefremmende nærmiljø rundt boliger. Dette innebærer blant annet å redusere forurensende trafikk, som for eksempel kan gjøres ved å bygge ut kollektivtrafikk og sykkelveinett, sørge for å ha store innfartsparkeringer, legge store trafikkerte veier med gjennomgangstrafikk utenfor tettbygde strøk, videreføre fordeler ved bruk av nullutslippsbiler og etablere lavutslippssoner med gebyrløsning. Videre vil forbud mot piggdekk, bruk av miljøfartsgrenser og økt rengjøring av gatene kunne redusere nivåene av svevestøv. Grønne nærområder som bidrar til fysisk aktivitet og sosial interaksjon, kan trolig også bidra til å redusere negative helseeffekter ved luftforurensning. Til tross for at dette er en tverrsnittstudie, og en dermed ikke kan trekke kausale slutninger, håper jeg likevel at den kan bidra med verdifull kunnskap. Kunnskap som kan brukes videre i planlegging av bærekraftige og helsefremmende samfunn, som utjevner sosial ulikhet.

Kilder

- Aasvang, G. M., Engdahl, B. L. & Krog, N. H. (2022). Støy, helseplager og hørselstap i Norge. Hentet fra <https://www.fhi.no/nettpub/hin/miljo/stoy/>
- Amundsen, A. H., Klæboe, R. & Fyhri, A. (2008). Annoyance from vehicular air pollution: Exposure–response relationships for Norway. *Atmospheric environment (1994)*, 42(33), 7679-7688. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.05.026>
- Bertin, M., Chevrier, C., Serrano, T., Monfort, C., Rouget, F., Cordier, S. & Viel, J. F. (2015). Association between prenatal exposure to traffic-related air pollution and preterm birth in the PELAGIE mother-child cohort, Brittany, France. Does the urban-rural context matter? *Environ Res*, 142, 17-24. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.06.005>
- Boyce, J. K., Zwickl, K. & Ash, M. (2016). Measuring environmental inequality. *Ecological economics*, 124, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.01.014>
- Braut, G. S. & Grønmo, S. (2021). tverrsnittstudie i Store norske leksikon. Hentet 13.09.2021 fra <https://snl.no/tverrsnittstudie>
- Cambridge Dictionary. (u.å). deprivation. Hentet fra <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/deprivation>
- Chen, J. & Hoek, G. (2020). Long-term exposure to PM and all-cause and cause-specific mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*, 143, 105974. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105974>
- Clark, L. P., Millet, D. B. & Marshall, J. D. (2017). Changes in Transportation-Related Air Pollution Exposures by Race-Ethnicity and Socioeconomic Status: Outdoor Nitrogen Dioxide in the United States in 2000 and 2010. *Environ Health Perspect*, 125(9), 097012. <https://doi.org/10.1289/ehp959>
- Costa, S., Ferreira, J., Silveira, C., Costa, C., Lopes, D., Relvas, H., ... Teixeira, J. P. (2014). Integrating health on air quality assessment--review report on health risks of two major European outdoor air pollutants: PM and NO₂. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*, 17(6), 307-340. <https://doi.org/10.1080/10937404.2014.946164>
- DAGitty. (u.å). DAGitty v3.0. Hentet fra <http://www.dagitty.net/dags.html>
- Dahl, E., Bergsli, H. & van der Wel, K. A. (2014). Sosial ulikhet i helse: En norsk kunnskapsoversikt. I: Høgskolen i Oslo og Akershus.
- Dahlgren, G. & Whitehead, M. (2007). *Policies and strategies to promote social equity in health*. Hentet fra http://s2.medicina.uady.mx/observatorio/docs/eq/li/Eq_2007_Li_Dahlgren.pdf

- de Hoogh, K., Chen, J., Gulliver, J., Hoffmann, B., Hertel, O., Ketzel, M., ... Hoek, G. (2018). Spatial PM(2.5), NO(2), O(3) and BC models for Western Europe - Evaluation of spatiotemporal stability. *Environ Int*, 120, 81-92. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.07.036>
- de Hoogh, K., Gulliver, J., Donkelaar, A. v., Martin, R. V., Marshall, J. D., Bechle, M. J., ... Hoek, G. (2016). Development of West-European PM2.5 and NO2 land use regression models incorporating satellite-derived and chemical transport modelling data. *Environmental Research*, 151, 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.005>
- Deguen, S. & Zmirou-Navier, D. (2010). Social inequalities resulting from health risks related to ambient air quality--A European review. *Eur J Public Health*, 20(1), 27-35. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckp220>
- European Environment Agency. (2018). *Analysis of Air Pollution and Noise and Social Deprivation* (Eionet Report - ETC/ACM 2018/7). Hentet fra https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/eionet_rep_etcacm_2018_7_deprivation_aq_noise
- European Environment Agency. (2020). *Air quality in Europe - 2020 report* (EEA Report No 9/2020). Hentet fra <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>
- European Environment Agency. (2021). *Air quality in Europe 2021*. Hentet fra <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021>
- Fairburn, J., Schüle, S. A., Dreger, S., Karla Hiltz, L. & Bolte, G. (2019). Social Inequalities in Exposure to Ambient Air Pollution: A Systematic Review in the WHO European Region. *Int J Environ Res Public Health*, 16(17). <https://doi.org/10.3390/ijerph16173127>
- Ferguson, L., Taylor, J., Davies, M., Shrubsole, C., Symonds, P. & Dimitroulopoulou, C. (2020). *Exposure to indoor air pollution across socio-economic groups: A review of the literature and a modelling methodology*.
- Fernández-Somoano, A., Hoek, G. & Tardon, A. (2013). Relationship between area-level socioeconomic characteristics and outdoor NO2 concentrations in rural and urban areas of northern Spain. *BMC Public Health*, 13, 71. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-71>
- Folkehelseinstituttet. (2016). Miljøet vi lever i påvirker helsa på godt og vondt. Hentet fra <https://www.fhi.no/hn/folkehelse/artikler/miljoet-vi-lever-i-pavirker-helsa-p/>
- Folkehelseinstituttet. (2017, 4. desember). Svevestøv. Hentet fra <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/temakapitler/svevestov/>

- Folkehelseinstituttet. (2018a, 14. mai). Sosiale helseforskjeller i Norge. Hentet fra <https://www.fhi.no/nettpub/hin/grupper/sosiale-helseforskjeller/>
- Folkehelseinstituttet. (2018b). *Ti store folkehelseutfordringer i Norge. Hva sier analyse av sykdomsbyrde? Notat*. Hentet fra <https://www.fhi.no/publ/2019/ti-store-folkehelseutfordringer-i-norge.-hva-sier-analyse-av-sykdomsbyrde/>
- Folkehelseinstituttet. (2019). Forskningsprosjektet ELAPSE: Betydning av lave nivåer av luftforurensning for forekomst av sykdom og for tidlige dødsfall - prosjektbeskrivelse. Hentet fra <https://www.fhi.no/prosjekter/forskningsprosjektet-elapse/>
- Folkehelseinstituttet. (2020, 12. oktober). Nitrogendioksid. Hentet fra <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/temakapitler/nitrogendioksid2/>
- folkehelseloven. (2011). Lov om folkehelsearbeid (LOV-2011-06-24-29). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2011-06-24-29>
- forurensningsforskriften. (2004). Forskrift om begrensning av forurensning (FOR-2004-06-01-931). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931?q=forurensningsforskriften>
- forurensningsloven. (1981). Lov om vern mot forurensning og om avfall (LOV-1981-03-13-6). Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6>
- Galobardes, B., Shaw, M., Lawlor, D. A., Lynch, J. W. & Davey Smith, G. (2006). Indicators of socioeconomic position (part 1). *Journal of Epidemiology and Community Health*, 60(1), 7-12. <https://doi.org/10.1136/jech.2004.023531>
- Goldstein, A. H., Nazaroff, W. W., Weschler, C. J. & Williams, J. (2021). How Do Indoor Environments Affect Air Pollution Exposure? *Environmental Science & Technology*, 55(1), 100-108. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c05727>
- Halvorsen, K. & Stjernø, S. (2021). *Økonomisk og sosial ulikhet i Norge*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Heckman, J. J. (2008). Schools, Skills, and Synapses. *Economic Inquiry*, 46(3), 289-324. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.2008.00163.x>
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2013). *Folkehelsemeldingen: God Helse - felles ansvar* (Meld. St. 34 (2012-2013)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld-st-34-20122013/id723818/>
- Helse- og omsorgsdepartementet. (2019). *Folkehelsemeldinga - Gode liv i eit trygt samfunn* (Meld. St. 19 (2018–2019)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-19-20182019/id2639770/?ch=1>

- Huang, S., Li, H., Wang, M., Qian, Y., Steenland, K., Caudle, W. M., ... Shi, L. (2021). Long-term exposure to nitrogen dioxide and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ*, 776, 145968.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145968>
- Huangfu, P. & Atkinson, R. (2020). Long-term exposure to NO(2) and O(3) and all-cause and respiratory mortality: A systematic review and meta-analysis. *Environ Int*, 144, 105998. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105998>
- Juul, S., Bech, B. H., Dahm, C. C. & Rytter, D. (2017). *Epidemiologi og evidens*. København: Munksgaard.
- Klima- og miljødepartementet. (2021a). Den lokale luftkvaliteten i Norge. Hentet 5. oktober fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/forurensning/innsiktsartikler-forurensning/lokal-luftkvalitet/id2344384/>
- Klima- og miljødepartementet. (2021b). Godt bymiljø og bærekraftige byer. Hentet 20. oktober fra <https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/klima/innsiktsartikler-klima/bymiljo-og-barekraftige-byer/id2344800/>
- Klima- og miljødepartementet. (2021c). Strengere krav mot luftforurensning. Hentet 20. desember fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/strengere-krav-mot-luftforurensning/id2892887/>
- Larsen, Ø., Ridderström, G. & Nylenna, M. (2018). *Planlegging for helse og trivsel*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Miljødirektoratet. (2013). Lokal luftkvalitet - Tiltaksveileder. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M48/M48.pdf>
- Miljødirektoratet. (u.å). Nullvekstmål for personbiltransporten. Hentet 21. april 2022 fra <https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimatiltak/klimatiltak-for-ikke-kvotepliktige-utslipp-mot-2030/transport/nullvekstmal-for-personbiltransporten/>
- Miljødirektoratet, Statens vegvesen Vegdirektoratet, Folkehelseinstituttet & Meteorologisk institutt. (2020). *Grenseverdier for svevestøv - Forslag til reviderte grenseverdier for PM10 og PM2,5 (M-1669)*. Miljødirektoratet. Hentet fra <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1669/m1669.pdf>
- Milojevic, A., Niedzwiedz, C. L., Pearce, J., Milner, J., MacKenzie, I. A., Doherty, R. M. & Wilkinson, P. (2017). Socioeconomic and urban-rural differentials in exposure to air pollution and mortality burden in England. *Environ Health*, 16(1), 104.
<https://doi.org/10.1186/s12940-017-0314-5>
- Moss, A. H. (2019). *Norwegian inequality in two dimensions: Air pollution and income* (Master's Thesis). NMBU. Hentet fra <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2600168/Moss2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mæland, J. G. (2021). *Forebyggende helsearbeid : folkehelsearbeid i teori og praksis* (5. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Næss, O., Piro, F. N., Nafstad, P., Smith, G. D. & Leyland, A. H. (2007). Air pollution, social deprivation, and mortality: a multilevel cohort study. *Epidemiology*, 18(6), 686-694. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181567d14>
- Ouidir, M., Lepeule, J., Siroux, V., Malherbe, L., Meleux, F., Rivière, E., ... Slama, R. (2017). Is atmospheric pollution exposure during pregnancy associated with individual and contextual characteristics? A nationwide study in France. *J Epidemiol Community Health*, 71(10), 1026-1036. <https://doi.org/10.1136/jech-2016-208674>
- Pickett, K. E. & Pearl, M. (2001). Multilevel analyses of neighbourhood socioeconomic context and health outcomes: a critical review. *J Epidemiol Community Health*, 55(2), 111-122. <https://doi.org/10.1136/jech.55.2.111>
- Rodopoulou, S., Stafoggia, M., Chen, J., de Hoogh, K., Bauwelinck, M., Mehta, A. J., ... Hoek, G. (2022). Long-term exposure to fine particle elemental components and mortality in Europe: Results from six European administrative cohorts within the ELAPSE project. *Sci Total Environ*, 809, 152205. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152205>
- Rød, J. K. (2017). *Innføring i GIS og statistikk - verktøy for å beskrive verden*. Trondheim: Fagbokforlaget.
- Samferdselsdepartementet. (2021). Norge er elektrisk. Hentet fra https://www.regjeringen.no/no/tema/transport-og-kommunikasjon/veg_og_vegtrafikk/faktaartikler-vei-og-ts/norge-er-elektrisk/id2677481/
- Samoli, E., Stergiopoulou, A., Santana, P., Rodopoulou, S., Mitsakou, C., Dimitroulopoulou, C., ... Katsouyanni, K. (2019). Spatial variability in air pollution exposure in relation to socioeconomic indicators in nine European metropolitan areas: A study on environmental inequality. *Environ Pollut*, 249, 345-353. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.03.050>
- Scharte, M. & Bolte, G. (2013). Increased health risks of children with single mothers: the impact of socio-economic and environmental factors. *Eur J Public Health*, 23(3), 469-475. <https://doi.org/10.1093/eurpub/cks062>
- Stafoggia, M., Oftedal, B., Chen, J., Rodopoulou, S., Renzi, M., Atkinson, R. W., ... Janssen, N. A. H. (2022). Long-term exposure to low ambient air pollution concentrations and mortality among 28 million people: results from seven large European cohorts within the ELAPSE project. *Lancet Planet Health*, 6(1), e9-e18. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00277-1](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00277-1)

- Statens vegvesen. (2005). Verdireduksjon på grunn av næringsulemper fra veg. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/globalassets/fag/veg-og-gate/grunnerverv/boligpriser-og-naerforingsulemper.pdf>
- Statens vegvesen. (u.å.). Tiltak for bedre luft. Hentet fra <https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/miljo-og-omgivelser/forurensning/luft/tiltak-for-bedre-luft/>
- Statistisk sentralbyrå. (2012). Utendørs 2½ time - menn mer enn kvinner. Hentet fra <https://www.ssb.no/kultur-og-fritid/artikler-og-publikasjoner/utendørs-2-time-menn-mer-enn-kvinner>
- Statistisk sentralbyrå. (2020, 06.10.2020). Tettsteders befolkning og areal. Hentet 27.09.2021 fra <https://www.ssb.no/a/metadata/conceptvariable/vardok/141/nb>
- Statistisk sentralbyrå. (2021). Befolkningens utdanningsnivå. Hentet fra <https://www.ssb.no/utdanning/utdanningsniva/statistikk/befolkningens-utdanningsniva>
- Statistisk sentralbyrå. (2022a). 08921: Personer 16 år og over, etter region, kjønn, alder, utdanningsnivå, statistikkvariabel og år. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/sq/10067581>
- Statistisk sentralbyrå. (2022b). 08921: Personer 16 år og over, etter region, kjønn, alder, utdanningsnivå, statistikkvariabel og år. 40-49 år. Hentet fra <https://www.ssb.no/statbank/sq/10068138>
- Stroh, E., Oudin, A., Gustafsson, S., Pilesjö, P., Harrie, L., Strömberg, U. & Jakobsson, K. (2005). Are associations between socio-economic characteristics and exposure to air pollution a question of study area size? An example from Scania, Sweden. *Int J Health Geogr*, 4, 30. <https://doi.org/10.1186/1476-072x-4-30>
- Taylor, J., Shrubsole, C., Davies, M., Biddulph, P., Das, P., Hamilton, I., ... Oikonomou, E. (2014). The modifying effect of the building envelope on population exposure to PM2.5 from outdoor sources. *Indoor Air*, 24(6), 639-651. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ina.12116>
- Temam, S., Burte, E., Adam, M., Antó, J. M., Basagaña, X., Bousquet, J., ... Jacquemin, B. (2017). Socioeconomic position and outdoor nitrogen dioxide (NO₂) exposure in Western Europe: A multi-city analysis. *Environ Int*, 101, 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.12.026>
- Universitetet i Oslo. (2022, 29. mars). Om tjenester for sensitive data. Hentet fra <https://www.uio.no/tjenester/it/forskning/sensitiv/mer-om/>

- Vrijheid, M., Martinez, D., Aguilera, I., Ballester, F., Basterrechea, M., Esplugues, A., ... Sunyer, J. (2012). Socioeconomic status and exposure to multiple environmental pollutants during pregnancy: evidence for environmental inequity? *Journal of Epidemiology and Community Health*, 66(2), 106-113.
<https://doi.org/10.1136/jech.2010.117408>
- WHO. (2017). *Declaration of the Sixth Ministerial Conference on Environment and Health*. Geneva, Switzerland: WHO.
- World Health Organization. (1948). Constitution. Hentet fra <https://www.who.int/about/governance/constitution?fbclid=IwAR114RQJzJxnvtWpIma48Z9jpZ-ITCx-V65zqV1yHQAInvLDC257SbAsQmo>
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. World Health Organization. Hentet fra <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- Øversveen, E. & Rydland, H. (2021). *Sosial ulikhet i helse : en samfunnsvitenskapelig innføring*. Bergen: Fagbokforlaget.

Søknadsinformasjon

Utlysning	Prosjektsøknad
Søknad	Betydningen av lave nivåer av luftforurensning for befolkningens helse
SøknadsId	29 687
Søkerorganisasjon	Folkehelseinstituttet

Oppgave: Endring og/eller henvendelse

Oppgaveid	259761
Utført	09.06.2021
Sist oppdatert	09.06.2021

Hva gjelder endringen/prosjekthenvendelsen?

- Ny versjon av forskningsprotokoll
- Endring i prosjektmedarbeidere
- Annen endring
- Endring i forskningsansvarlig(e) institusjon(er) (multisenterstudier)

CRISTIN ID medarbeider

Navn	Helle Frøislie
Akademisk grad	Bachelorgrad
Stilling	Materstudent
Institusjon	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Prosjektrolle	Prosjektmedarbeider

CRISTIN ID medarbeider

Navn	Bastiaan Henneman
Akademisk grad	Bachelorgrad
Stilling	Masterstudent
Institusjon	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Prosjektrolle	Prosjektmedarbeider

CRISTIN ID medarbeider

Navn	Maren Ormsettrø
Akademisk grad	Bachelorgrad
Stilling	Masterstudent
Institusjon	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Prosjektrolle	Prosjektmedarbeider

CRISTIN ID medarbeider

Navn	Emma Charlott Andersson Nordbø
Akademisk grad	PhD / Doktorgrad
Stilling	Postdoktor
Institusjon	Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Prosjektrolle	Prosjektmedarbeider, veileder masterstudent

**CRISTIN ID
medarbeider**

Navn Ragnhild Ånestad
Akademisk grad PhD - kandidat / Cand.med.
Stilling Stipendiat
Institusjon Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Prosjektrolle Prosjektmedarbeider, veileder masterstudent

**CRISTIN ID
medarbeider**

Navn Camilla Martha Ihlebæk
Akademisk grad PhD / Doktorgrad
Stilling Professor
Institusjon Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Prosjektrolle Prosjektmedarbeider, hjelpeveileder
Institusjon Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Kontaktperson Eva Falleth
Stilling Dekan, Fakultet for Landskap
E-post eva.falleth@nmbu.no

Legg ved revidert forskningsprotokoll med markerte endringer 2 vedlegg (ANALYSIS PLAN Greenness_admin cohorts_rev.pdf, Prosjektbeskrivelse endringsmelding 15 innsendt.pdf)

Beskriv annen endring:

Endringene består av nye problemstillinger, nye medarbeidere og ny samarbeidende institusjon.

Nye tilleggs mål er å undersøke:

- 1) sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og risiko for naturlig og årsaks spesifikk dødelighet av kroniske sykdommer, og rollen komponenter av luftforurensning spiller i sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og dødelighet.
- 2) formen på eksponerings-respons kurven for omgivelsesgrønt og naturlig og årsaks spesifikk dødelighet, inkludert rollen til komponenter av luftforurensning. Se også punkt III. i prosjektbeskrivelsen; avsnitt 3 Formål.
- 3) effekten av indirekte tilnærminger for å kontrollere for konfunderende faktorer for omgivelsesgrønt og naturlig og årsaks spesifikk dødelighet, inkludert rollen til komponenter av luftforurensning. Se også punkt III. i prosjektbeskrivelsen; avsnitt 3 Formål.
- 4) sammenhenger mellom sosiodemografiske forhold på individ og/eller ulike områdenivåer i Norge og eksponering for henholdsvis luftforurensning, trafikkstøy (transportkilder) og omgivelsesgrønt (undersøkes i 3 separate masteroppgaver).

Problemstillingen som omhandler sammenheng mellom omgivelsesgrønt og dødelighet vil undersøkes i samarbeid med de internasjonale partnerne i prosjektet, ved separate analyser i hvert land og påfølgende metaanalyse. Problemstillingene som omhandler sosiodemografisk fordeling av luftforurensning, støy og omgivelsesgrønt vil analyseres av masterstudenter i Folkehelsevitenskap ved NMBU, og veiledningen av studentene vil skje i samarbeid mellom forskere ved FHI og NMBU. NMBU blir dermed ny samarbeidende institusjon i prosjektet. Masterstudentene er Helle Frøislie, Maren Ormsettrø og Bastiaan Henneman. Veiledere ved NMBU er Emma Charlott Andersson Nordbø, Ragnhild Ånestad og Camilla Ihlebæk.

Det skal ikke samles inn nye data i forbindelse med endringene. Når det gjelder problemstillingen om omgivelsesgrønt og dødelighet sammenlignet med opprinnelige problemstillinger vil omgivelsesgrønt og luftforurensning bytte plass og fokus i analysene, analyseoppsettet vil ellers være det samme. Analysene av sammenheng mellom sosiodemografiske variabler og miljøeksponeringer inkluderer ingen helsedata, og masterstudentene vil kun få tilgang til datasett som er redusert til de variabler de trenger til sine respektive analyser. All analyse vi skje på sikker server, TSD, og følge personverntiltak som for prosjektet for øvrig. Prosjektets DPIA vil bli oppdatert med endringene i denne endringsmeldingen.

Andre nødvendige vedlegg 0 vedlegg

Beskrivelse av og begrunnelse for endringen

Hovedhensikten med ELAPSE er å få mer kunnskap om sammenhenger mellom lave nivåer av luftforurensning og sykkelighet og dødelighet, for sikrere risikovurderinger, grenseverdier og tiltak. For å få mest mulig riktig bilde av disse sammenhengene og en forståelse som kan omdannes i mest mulig effektive tiltak, er det viktig også å forstå sammenhengen mellom andre utendørs miljøfaktorer og helse, og hvordan disse samvirker med luftforurensning i å påvirke befolkningens helse. Sosiodemografiske forhold har både individuell og geografisk fordeling, på samme måte som miljøfaktorene, og kan ha betydning for helse. Man trenger derfor i denne sammenheng også mer kunnskap om forholdet mellom sosiodemografi og utendørs miljøfaktorer.

Hovedhensikten med de nye problemstillingene er å bidra med utdypende og utfyllende kunnskap om relevante sammenhenger for prosjektet, der slik kunnskap er mest mangelfull.

En canadisk forskergruppe konkluderte nylig med at det kan føre til skjevhet å ikke inkludere omgivelsesgrønt i studier av helseeffekter av luftforurensning (Crouse et al. 2019, se prosjektbeskrivelsen for full referanse). Imidlertid er kunnskapsgrunnlaget fortsatt svært begrenset både når det gjelder sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og dødelighet i seg selv, og for samspill med komponenter av luftforurensning. Det er derfor stort behov for flere studier som undersøker disse sammenhengene, som er grunnen til at vi ønsker å inkludere tilleggsmålene 1) til 3) i prosjektet.

Årsakene til de vedvarende sosiale helseforskjellene i Norge er ikke fullt ut forstått, og man har begrenset kunnskap om mulig sammenheng med eksponering for luftforurensning og andre miljøfaktorer. Det er to hovedhypoteser for sammenheng med miljøfaktorer; enten at lavere sosioøkonomisk status har sammenheng med større sårbarhet for helseeffekter, eller at miljøfaktorene er sosialt skjevfordelt i befolkningen (Schüle et al. 2019, se prosjektbeskrivelsen for full referanse). En utfordring når man skal studere sosiodemografisk fordeling av miljøeksponeringer, er at personer med lavere sosioøkonomisk status oftest er underrepresentert, noe som vil gi skjeve resultater. En registerstudie der hele befolkningen er med er derfor spesielt godt egnet til å skaffe oversikt over sammenhenger mellom sosiodemografiske forhold og miljøeksponeringer i befolkningen. Derfor ønsker vi å benytte NORCOHORT til dette formålet, dvs tilleggsmål 4).

Proposal: Exposure to surrounding greenness and cause-specific mortality in the ELAPSE Administrative cohorts

BACKGROUND

Evidence is mounting that surrounding greenness is associated with a range of morbidity and mortality outcomes. Plausible mechanisms for potential protective effects have been proposed including promotion of physical activity, reduction of stress, reduction of air pollution and noise and promotion of social interaction. The evidence of associations between surrounding greenness and mortality in large cohort studies is still limited. Therefore, we aim to investigate the associations between surrounding greenness and natural-cause and cause-specific mortality in the ELAPSE administrative cohorts.

Analysis Plan

Study population

The Belgian, Swiss, Danish, Dutch, Norwegian and Rome administrative cohorts

Main exposure

Mean-Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) composite of the year 2010 at 300 × 300 m resolution, and within 1000 m buffer. Mean-NDVI composite was calculated as a mean of the summer and winter values derived from the most available scenes in the middle of each season. The mean-NDVI was only calculated if there is a winter and as well a summer value. Missing mean-NDVI was interpolated from the 10 nearest cells using Q-GIS.

Health outcome definition

Mortality for natural, cardiovascular, respiratory, lung cancer and diabetes causes

Cause	ICD-9 codes	ICD-10 codes	Reference
Natural cause	001 – 779	A00 – R99	(Beelen et al., 2014a)
Cardiovascular	400 – 440	I10 – I70	(Beelen et al., 2014b)
Respiratory	460 – 519	J00 – J99	(Dimakopoulou et al., 2014)
Lung cancer	162.2 – 162.9	C34.0 – C34.9	(Raaschou-Nielsen et al., 2013)
Diabetes	249, 250	E10 - E14	

Statistical analysis

- We will follow ELAPSE statistical analyses protocol and adapt analyses scripts developed for air pollution analyses.
- We will censor each cohort member at date of death, emigration, loss to follow-up or at the end of follow-up.
- We will analyze two NDVI variables (in 300m resolution and 1km buffer) independently, by fitting each model with two NDVI variables independently. Therefore, all analyses will be performed twice.

- Covariates: In addition to the covariates used in the air pollution analyses, we also consider urbanicity and road traffic noise (available for all except DK and Belgian) variables important specifically for the greenness analyses.
- Descriptives: 1) Characteristics of the cohort population; 2) Distribution of NDVI exposures across different age groups, and individuals dead at follow up vs individuals alive at follow up; 3) Correlation between NDVI 300m and 1km, NDVI and noise, NDVI and all pollutants (PM2.5, NO2, BC, O3 warm period), as well as NDVI and neighborhood-level SES.
- Main model – We will assume greenness (per 0.1 NDVI increment) as only environmental exposure and analyze data in confounder models with increasing amount of adjustment:
 - Model 1 includes age (applied as the underlying time scale), sex (included as strata) and calendar year of enrolment (adjusted to account for time-trends in exposure and outcome).
 - Model 2 further adjusts for individual-level variables available within each cohort. Availability of these covariates differs by administrative cohort;
 - Model 3 further adjusts for area-level variables at the regional and neighborhood spatial scale (**main model**).
 - Model 4 further adjusts for one pollutant at time (PM2.5, NO2).
 - Model 5 further adjusts for road traffic noise.
 - Model 6 further adjusts for one pollutant at time + road traffic noise.
- Additional models – We will fit additional models based on Model 3.
 - A. Effect modification by educational level, neighbourhood mean income in quintiles, urbanicity and air pollutants (PM2.5, NO2)
 - B. Exposure-response using a natural cubic spline with 3 degrees of freedom
 - C. Indirect adjustment for BMI and smoking status
 - D. Multi-exposure analysis for air pollution (PM2.5, NO2) and road traffic noise respectively, and in combination
- Sensitivity analysis: Additional adjustment for indicator variables for region of the country to allow for variation in health outcomes not accounted for by the confounder variables in the models.

Prosjektbeskrivelse for forskningsprosjekt med fokus på den norske delen:

Betydningen av lave nivåer av luftforurensning for befolkningens helse (ELAPSE)

~~16.11.2020~~08.06.2021 inkludert alle tidligere endringer

Innholdsfortegnelse

1 Innholdsfortegnelse	1
2 Bakgrunn	2
3 Formål	3
4 Datakilder.....	45
4.1 Sammenstilling av data fra ulike kilder	45
4.2 Beskrivelse av datakildene og ønskede variable i nasjonal forskningsfil (NORCOHORT)	57
4.3 Eksponering for luftforurensning	142
4.4 Statistiske analyser	142
4.5 Nødvendige tillatelser	123
4.6 Prosedyre for sammenstilling av data inkludert utvidelsen av prosjektet	124
5 Personvern	146
6 Forankring	218
6.1 Forskere i lokal prosjektgruppe	218
6.2 Faglig forankring og samarbeid	1922
7 Formidling og publikasjonsplan	203
8 Samfunnsmessig betydning	203
9 Referanser	203
10 Vedlegg til SSB	214

2 Bakgrunn

Nivåene av luftforurensning har generelt avtatt over de siste tiårene i den vestlige verden, på grunn av regulering av luftkvalitet og forbedringer i kjøretøyteknologi og industri. Samtidig er fremdeles noen grupper i befolkningen eksponert for høyere nivåer av luftforurensning, f.eks. som en følge av å bo nær trafikkerte veier og andre viktige kilder. Nåværende grenseverdi for årsgjennomsnitt av PM_{2.5} (partikler med diameter mindre enn 2.5 µm) er 25 µg/m³ i Europa, mens WHO sin anbefaling er på 10 µg/m³. I Norge er luftkvalitetskriteriet for årsmiddel av PM_{2.5} satt til 8 µg/m³.

Epidemiologiske studier har rapportert sammenhenger mellom luftforurensning og helseutfall i den generelle befolkningen selv ved nivåer under nåværende luftkvalitetsgrenser (Schwartz et al. 2002; Liuhua et al. 2016). Nyere kohort studier fant generelt økt risiko for naturlig og årsaks spesifikk død av kroniske sykdommer. Estimaten varierer i størrelse, spesielt med hensyn på årsaks spesifikk dødelighet, og det kan i stor grad ikke forklares. Bruk av estimatene fra disse studiene i risikovurderinger av dødelighet og tap av friske leveår grunnet luftforurensning gir høy tilskrivbar risiko. Global Burden of Disease (GBD) prosjektet fra 2010 estimerte at 3.2 millioner premature dødsfall for 2010 på verdensbasis var grunnet partikulær utendørs luftforurensning, med 103.027 og 165.598 premature dødsfall i henholdsvis USA og vest Europa (Lim et al. 2012). Estimaten varierer avhengig av formen på eksponerings-respons kurven som ble brukt, og av antagelsene som ble gjort på formen av kurven både ved lave og høye konsentrasjoner av luftforurensning. F.eks. antok GBD 2010 at det var ingen PM_{2.5} relaterte effekter under 5 µg/m³, fordi kohort studiene ikke hadde pålitelig informasjon under dette nivået (Lim et al. 2012; Burnett et al. 2014).

I Norge er nivåene av luftforurensning relativt lave, spesielt utenfor de urbane områdene. Data for store befolkninger fra Norge er derfor veldig godt egnet til å studere helseeffekter av lave nivåer av luftforurensning, som er fokuset i dette prosjektet.

Den vitenskapelige dokumentasjonen på helseeffekter av luftforurensning ved nivåer som er under dagens grenseverdier, de høye estimatene av tilskrivbar risiko på grunn av luftforurensning og politisk vilje for å redusere klimagasser indikerer at strengere luftkvalitetskriterier og retningslinjer kan bli vurdert i fremtiden. På grunn av dette er det behov for undersøkelser som vil forbedre vår forståelse av eksponerings-respons kurver for dødelighet og sykkelighet ved lave nivåer av PM_{2.5}, ozon og andre komponenter av utendørs luftforurensning.

For å få et mest mulig riktig bilde av sammenhengene mellom luftforurensning, sykkelighet og dødelighet, og en forståelse som kan omdannes i mest mulig effektive tiltak, er det viktig også å forstå sammenhengen mellom andre utendørs miljøfaktorer og helse, og hvordan disse potensielt samvirker med luftforurensning i påvirkningen av befolkningens helse. Det samme gjelder det antatt komplekse samspillet mellom sosiale forhold og luftforurensning

og andre utendørs miljøfaktorer i påvirkningen på helse og dødelighet i befolkningen. Trafikkstøy er en utbredt miljøeksponering med samme kilde som luftforurensning (trafikk) og hvor man har relativt godt etablert kunnskap om liknende helsekonsekvenser som av luftforurensning (Munzel et al. 2021). Svært få store kohortstudier har undersøkt sammenhengen mellom hvor grønt det er i boområder og dødelighet. Men canadiske forskere har nylig studert både sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og dødelighet (Crouse et al. 2017), og samvirke mellom luftforurensning og omgivelsesgrønt på dødelighet (Crouse et al. 2019). De fant en sammenheng mellom omgivelsesgrønt og dødelighet (Crouse et al. 2017). De fant også at omgivelsesgrønt modererte sammenhengen mellom luftforurensning og dødelighet, dvs at sammenhengen avtok jo mer grønt det var i omgivelsene (Crouse et al. 2019). Samtidig syntes ikke omgivelsesgrønt å innvirke på sammenhengen mellom luftforurensning og dødelighet i de grønneste områdene (Crouse et al. 2019). Den canadiske forskergruppen konkluderer med at det kan føre til skjevhet å ikke inkludere indikatorer på omgivelsesgrønt i studier av helseeffekter av luftforurensning (Crouse et al. 2019). Imidlertid er kunnskapsgrunnlaget fortsatt svært begrenset både når det gjelder sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og dødelighet i seg selv, og når det gjelder samspillseffekter med komponenter av luftforurensning. Det er derfor et stort behov for flere studier som undersøker både sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og dødelighet i seg selv, og virkningen av ulike luftforurensningskomponenter og omgivelsesgrønt.

Sosioøkonomi har både en individuell og en geografisk fordeling, på samme måte som miljøfaktorene. Årsakene til de vedvarende sosiale helseforskjellene i Norge er ikke fullt ut forstått, og man har begrenset kunnskap om mulig sammenheng med eksponering for luftforurensning og andre miljøfaktorer. Det er to hovedhypoteser for sammenheng med miljøfaktorer; enten at lavere sosioøkonomisk status har sammenheng med større sårbarhet for helseeffekter, eller at eksponeringene er sosialt skjevfordelt i befolkningen (Schüle et al. 2019). Kunnskap om begge deler er viktig når tiltak skal utformes.

Prosjektet er en fortsettelse av et tidligere EU prosjekt som studerte helseeffekter av langtidseksponering for luftforurensning. Prosjektet het ESCAPE (European Study of Cohorts for Air Pollution Effects) der ca. 30 kohorter fra ulike europeiske land deltok. Norge deltok med data fra Den norske mor og barn undersøkelsen (MoBa) og med HUBRO (Helseundersøkelsen i bydeler og regioner i Oslo) kohorten.

Prosjektet utvides med nye statistiske analyser i samarbeid med to andre prosjekter som også er finansiert av Health Effects Institute (HEI) i Boston, USA. Disse prosjektene er det Canadiske MAPLE (Mortality-Air Pollution associations in Low Exposure environment) prosjektet og Harvard Medicare study fra USA.

3 Formål

Prosjektets hovedhypotese er at lang-tidseksponering for lave konsentrasjoner av utendørs luftforurensning er relatert til uønskede helseeffekter.

Prosjektet har tre hovedformål:

- I.
 - a) Å estimere lang-tids eksponering for PM_{2.5}, nitrogen dioksid (NO₂), ozon og svart karbon ved å utvikle nye hybridmodeller som kombinerer data fra målestasjoner, geografiske data om befolkning, topografi og trafikk, data fra satellitter og spredningsmodeller med bruk av den sammenslåtte ESCAPE kohorten og seks store administrative kohorter.
 - b) Å estimere lang-tids eksponering for partikkel sammensetning av trafikk luftforurensning fra ikke-eksos og industri (kobber(Cu), jern(Fe), sink(Zn)), en sekundær uorganisk aerosol svovel(S) fra langtransport, kalium(K) fra vedfyring, silisium(Si) fra jordskorpe materiale og nikkel(Ni) og vanadium(V) fra oljebrenning/industri. Det vil gjøres ved å utvikle nye hybridmodeller som kombinerer data fra målestasjoner, geografiske data om befolkning, topografi, trafikk og industrielle punktkilder, data fra satellitter og spredningsmodeller.
- II. Å undersøke formen på eksponerings-respons kurven for lang-tidseksponering av PM_{2.5}, NO₂, ozon, svart karbon, Cu, Fe, Zn, S, K, Si, Ni, V og følgende helseutfall:
 - a) naturlig og årsaks spesifikk dødelighet, b) hjerte-kar utfall og diabetes, c) lungekreft og andre kreftutfall og d) astma og KOLS, ved å bruke en rekke ulike metoder for å karakterisere eksponerings respons kurven (lineær, ikke lineær, terskel).
- III. I konteksten av formål II. å undersøke variasjon i eksponerings-respons kurven på tvers av populasjoner og ulike metoder for beregning av eksponering, og betydningen av ulike metoder for målefeil i eksponering, rollen til andre luftforurensningskomponenter samt trafikkrelatert støy og effekten av indirekte tilnærminger for å kontrollere for konfunderende faktorer i administrative kohorter.

Videre har samarbeidet med MAPLE prosjektet og Harvard Medicare study følgende mål:

- 1) Evaluere terskelverdier for effekter av luftforurensning, se også punkt II. over
- 2) Identifisere felles analyser ved å bruke f.eks. felles statistiske metoder, lignende romlig oppløsning på eksponeringsmodellene og felles sett med kovariater på tvers av studiene, se også punkt II. over
- 3) Bruke kausale metoder for å undersøke sammenhengen mellom PM_{2.5} og dødelighet, se også punkt II. over
- 4) Undersøke videre hvordan andre luftforurensningskomponenter, slik som NO₂ og ozon, kan påvirke sammenhengene med PM_{2.5}, se også punkt III. over
- 5) Undersøke hvordan resterende tidskonfundering kan påvirke sammenhengene med PM_{2.5}, se også punkt II. over

Relatert til punkt III. over og med mål om å fremskaffe kunnskap og forståelse av sammenhengene som kan omsettes i mest mulig målrettede og effektive tiltak, har vi følgende tilleggsmål:

- 1) Å undersøke sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og risiko for naturlig og årsaks spesifikk dødelighet av kroniske sykdommer, og rollen komponenter av luftforurensning spiller i sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og dødelighet.
- 2) Å undersøke formen på eksponerings-respons kurven for omgivelsesgrønt og naturlig og årsaks spesifikk dødelighet, inkludert rollen til komponenter av luftforurensning. Se også punkt III. over.
- 3) Å undersøke effekten av indirekte tilnærminger for å kontrollere for konfunderende faktorer for omgivelsesgrønt og naturlig og årsaks spesifikk dødelighet, inkludert rollen til komponenter av luftforurensning. Se også punkt III. over.
- 4) Å undersøke sammenhenger mellom sosio-demografiske forhold på individ og/eller ulike områdenivåer i Norge og eksponering for luftforurensning.
- 5) Å undersøke sammenhenger mellom sosio-demografiske forhold på individ og/eller ulike områdenivåer i Norge og eksponering for trafikkstøy (transportkilder).
- 6) Å undersøke sammenhenger mellom sosio-demografiske forhold på individ og/eller ulike områdenivåer i Norge og omgivelsesgrønt.

4 Datakilder

4.1 Sammenstilling av data fra ulike kilder

For å studere sammenhengen mellom konsentrasjoner av luftforurensning og helseutfall vil vi benytte data fra en koblet forskningsfil for hele landet, også kalt NORCOKORT. Den nasjonale forskningsfilen NORCOHORT vil vi koble til Dødsårsaksregisteret (DÅR), Kreftregisteret, Norsk pasientregister (NPR), Oppgjørssystemet for Kontroll og Utbetaling av HelseRefusjon (KUHR) /Kommunalt pasient- og brukerregister (KPR), Cardiovascular Disease in Norway 1994-2009 (CVDNOR) prosjektet, Cohort Norway (CONOR) og sosioøkonomiske data fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) (Nasjonal utdanningsdatabase (NUDB)). For å tilordne lang-tidseksponering for luftforurensning, trafikkstøy og grønne områder på hjemmeadresse vil vi koble til Det Sentrale Folkeregisteret (DSF) for å få opplysninger om historiske bostedsadresser og flyttedatoer. Dessuten vil opplysninger om røyking på aggregert nivå for kvinner fra Medisinsk Fødselsregister (MFR) kobles til NORCOHORT, i tillegg til kroniske lungesykdommer slik som lungekreft på individ nivå fra Kreftregisteret og KOLS på individ

nivå fra NPR. Hvis opplysninger om røyking senere blir tilgjengelig for grunnkrets og eventuelt fra en annen kilde, vil vi koble til opplysningene på det laveste nivået.

NORCOHORT skal baseres på Folkeregisteret ved å inkludere alle norske statsborgere som er 30 år og eldre med registrert bostedsadresse i Norge per 1.1.2001. Denne forskningsfilen vil bestå av ca. 2,6 mill. individer. Med utgangspunkt i Folkeregisteret ønsker vi en sammenstilling av utvalgte variable fra:

- Det sentrale folkeregisteret (DSF) inkludert:
 - Personregisterdata 2001-
 - Bostedsadresser 1990-
- Prosjektet ved Institute of Risk Assessment Sciences (IRAS), Utrecht University, Nederland og Swiss Tropical and Public Health Institute, Basel, Sveits
- Det Canadiske MAPLE (Mortality-Air Pollution associations in Low Exposure environment) prosjektet
- EU
- Aqua, Terra eller lignende satellitter
- Norsk Institutt for luftforskning (NILU)/Århus Universitet
- Storby kommunene i Norge som er kartlagt for trafikkstøy og SSB
- Dødsårsaksregisteret (DÅR) 2001-
- Kreftregisteret 1951-
- Norsk pasientregister (NPR) 2008-
- Oppgjørssystemet for Kontroll og Utbetaling av HelseRefusjon (KUHR) /Kommunalt pasient- og brukerregister (KPR) 2009-
- Cardiovascular Disease in Norway 1994-2009 (CVDNOR) prosjektet (FS-data)
- Nasjonal utdanningsdatabase (NUDB) 2001-
- Statistisk sentralbyrå (SSB) 2001-
- Cohort Norway (CONOR) 1994-
- Medisinsk fødselsregister (MFR) 1999-

4.2 Beskrivelse av datakildene og ønskede variable i NORCOHORT

a) DSF/SSB: En fil bestående av alle norske statsborgere på 30 år og eldre, dvs født 1.1.1971 og tidligere, som har registrert bostedsadresse i Norge 1.1.2001. Følgende variable ønskes:

-Kjønn

-Fødselsmåned og -år

-Innvandrerkategori og landbakgrunn

-Sivilstatus for 2001 og 2010/2011

-Registerstatus – bosatt, emigrert, død (med måned og år for emigrasjon/død)

-Bostedsfylke for fødsel, 1.1.2001/2002 og 1.1.2010/2011

-Bostedskommune for fødsel, 1.1.2001/2002 og 1.1.2010-2017

-Variabel for urbaniseringsgrad/befolkningstetthet slik som antall bosatte per areal (250 x 250m, 1 x 1 km, 5 x 5 km), tettstedets størrelse e.l. for 1.1.2001/2002 og 1.1.2010/2011

-Historiske bostedsadresser og flyttedatoer fra 1.1.1990 til d.d.

-Grunnkrets for bosted 1.1.1999, 1.1.2000, ..., 1.1.2018

SSB låner ut variablene fra DSF. De enkelte variablene er inkludert i vedlagte lister.

b) Prosjektet ved IRAS, Nederland og Swiss Tropical and Public Health Institute, Sveits:

I. Geografiske data om befolkning, topografi, trafikk, satellittdata og tidligere beregninger av luftforurensning og trafikk variable fra ESCAPE prosjektet vil bli innhentet og brukt til å gjøre nye beregninger av luftforurensning.

II. Geografiske data om befolkning, topografi, trafikk, industrielle punktkilder, data fra satellitter, spredningsmodeller og målestasjoner, og tidligere beregninger av luftforurensning og trafikk variable fra ESCAPE prosjektet vil bli innhentet og brukt til å beregne partikkel sammensetning fra ikke-eksos og industri (Cu, Fe, Zn), en sekundær uorganisk aerosol (S) fra langtransport, K fra vedfyring, Si fra jordskorpe materiale og Ni og V fra oljebrenning/industri.

c) Geografiske beregninger som inkluderer data om befolkning, topografi, trafikk, industrielle punktkilder, data fra satellitter, spredningsmodeller og målestasjoner er innhentet og brukt for å beregne PM_{2.5}, og er utført i MAPLE prosjektet i Canada.

d) EU: MACC (Monitoring Atmospheric Composition and Climate) modellen er EU sin kjemiske transport modell (10 x 10 km²). Ozon fra MACC modellen vil bli brukt.

e) Aqua, Terra eller lignende satellitter med geografiske indikatorer for grønne områder/grønn infrastruktur som beregnes ved bruk av geografiske informasjonssystemer. En mulig indikator er normalisert differanse vegetasjonsindeks (NDVI) for ulike områder, slik som 300x300m² raster og 1x1km² raster, men andre størrelser på områder kan også være aktuelle. Dessuten kan andre geografiske indikatorer på grønt også være aktuelle.

f) Norsk Institutt for luftforskning (NILU)/Århus universitet: Beregninger av luftforurensning med NILU sin spredningsmodell EPISODE og/eller Århus Universitet sin spredningsmodell.

g) Oslo kommune og flere andre storbyer/SSB: Beregninger av trafikkstøy fra vegtrafikk og fra skinnegående trafikk som er utført etter EU direktivet (Directive 2002/49/EC) for kartlegging av trafikkstøy og SSB sine beregninger av trafikkstøy for hele landet ved hjelp av nasjonal støymodell.

h) DÅR: Alle dødsfall av naturlige årsaker 1.1.2001-d.d med diagnosekoder for alle dødsårsaker, kodet etter *International Classification of Diseases* (ICD) versjon 10. For dødsfall som ikke er naturlige, dvs. dødsfall grunnet skader, ulykker eller selvmord (ICD-10 S00-T98 og V0n-Y89) trenger vi ikke spesifikke diagnosekoder for dødsårsakene, bare at de er ikke-naturlige, men dødsdato behøves. Siden røyking er hovedårsaken til KOLS og lungekreft, ønsker vi å bruke død av KOLS og død av lungekreft, begge på områdenivå, som proxy informasjon på individets røyking. Tilsvarende vil vi bruke død av diabetes på områdenivå som indirekte informasjon på individets livsstil. For dødsfallene av naturlige årsaker ønsker vi følgende variable:

- Fødselsår
- Bostedskommune
- Dødsdato
- Underliggende dødsårsaker og Medvirkende dødsårsaker

i) Kreftregisteret: Alle kreftdiagnoser 1.1.1951-d.d. med diagnosekoder for lokalisering etter ICD-7 og topografi etter *International Classification of Diseases of Oncology* versjon 2 (ICD-O-2) og ICD-O-3. Dessuten følgende variable:

- Fødselsmåned og -år
- Alder ved diagnose
- Diagnosedato

- Diagnosens sikkerhet
- Svulsttype etter ICD-O-2 og ICD-O-3
- ICD-10 gruppe
- Basis for diagnosen
- Utbredelse på diagnosetidspunktet
- Status og Statusdato

j) Norsk pasientregister (NPR): Alle kontakter med spesialisttjenesten 2008-d.d. med diagnosekoder for diabetes, KOLS og andre lungesykdommer inkludert astma, kodet etter ICD-10, som hoved- eller bidiagnose. Siden røyking er hovedårsaken til KOLS, kan vi bruke KOLS som proxy informasjon på individets røyking. Av samme grunn er det også interessant å studere sammenhengen mellom lave nivåer av luftforurensning og KOLS, der få studier er gjort. Angående astma vet man at luftforurensning kan forverre symptomene på astma for de som allerede har sykdommen, og noen studier har vist sammenheng mellom luftforurensning og astma, mens andre ikke har påvist sammenheng. Derfor ønsker vi å studere sammenhengen mellom lang-tidseksposering for luftforurensning og utvikling av astma for lave nivåer av luftforurensning. Ønskede variable:

- Fødselsår
- Alder
- Inndato og utdato
- Hoveddiagnose og hoveddiagnose 2
- Bidiagnoser
- Kodeverk
- Omsorgsnivå (innleggelse eller poliklinisk behandling)
- Type behandlingssted
- Akutt eller elektiv behandling
- Klassifikasjon av kirurgiske inngrep (NCSP)
- Legemidler gitt ved ATC koder
- Ny tilstand (angir om vedkommende har hatt den aktuelle diagnosen tidligere)

Tabell 4-1 Diagnosekoder etter ICD-10 fra NPR og etter ICD-9 og ICD-10 fra CVDNOR prosjektet (FS-data)

Diagnoser	ICD-10 koder	ICD-9 koder
Essensiell hypertensjon	I10	401
Iskemiske hjertesykdommer	I20-I25	410-414
Hjertestans	I46	427.5
Hjernekar sykdommer	I60, I61-I64, I69	430, 431-436, 438
Diabetes mellitus	E10-E14	250
KOLS	J40-J44	490-492, 494-496
Astma	J45-J46	493

Vi ønsker å studere sammenhengen mellom lang-tidseksponering for luftforurensning og utvikling av hjerte- og karsykdommer med forbedret eksponering for luftforurensning, lengre oppfølgingstid (som gir flere sykdomstilfeller) og store nasjonale populasjoner. Her vil den norske nasjonale forskningsfilen NORCOHORT være et viktig bidrag med våre lave nivåer av luftforurensning. Siden diabetes er en risikofaktor for hjerte- og karsykdommer, ønsker vi også å studere sammenhengen mellom luftforurensning og utvikling av diabetes. Diabetes vil også bli brukt som proxy informasjon på livsstil i NORCOHORT, og livsstil kan være en konfunderende faktor i sammenhengen mellom luftforurensning og helse. I sammenhengen mellom luftforurensning og hjerte- og karsykdommer og diabetes vil trafikkstøy være en viktig konfunderende faktor, siden trafikkstøy og luftforurensning har en viktig felles kilde; vegtrafikk. Dessuten har flere studier vist sammenheng mellom trafikkstøy og hjerte-karsykdommer (Basner et al., 2014; Stansfeld SA 2015). Opplysninger om røyking fins ikke på individnivå i noen registre, så vi trenger indirekte informasjon om røyking.

k) Oppgjørssystemet for Kontroll og Utbetaling av HelseRefusjon (KUHR)/Kommunalt pasient- og brukerregister (KPR) 2009-d.d: De samme variablene som fra NPR (se j) over og Tabell 4-1), så langt det er mulig.

l) Cardiovascular Disease in Norway 1994-2009 (CVDNOR) prosjektet: FS-data på hjerte-kardiagnosene og diabetes (se j) over og Tabell 4-1) for perioden 1994-2009.

m) Nasjonal utdanningsdatabase (NUDB): Variabel for utdanningsnivå for 2001 og 2011, kategorisert etter Norsk standard for utdanningsgruppering (Statistisk sentralbyrå 2001), og årstall for endt utdanning.

n) Statistisk sentralbyrå (SSB): Inntekt og yrkesstatus (yrkesaktiv, arbeidsledig, ufør, pensjonist) per individ. Gjennomsnittlig husholdningsinntekt blant 30-60 åringer, andel med lav husholdningsinntekt blant 30-60 åringer, andel trygdemottakere blant 30-60 åringer, andel arbeidsledige blant 30-60 åringer, andel med lav utdanning blant 30-60 åringer, andel husholdninger som leier sin bolig, andel innvandrere/befolkning med annen etnisk bakgrunn

eller lignende variable blant 30-60 åringer, andel med manuelt arbeid blant 30-60 åringer, andel over 15 år som er dømt for tyveri, ran, vandalisme eller vold, andel som bor i blokk blant 30-60 åringer, andel aleneforsørgere og en sammensatt sosioøkonomisk indeks. Alle variablene ønskes per grunnkrets, delområde, kommune og fylke, både for 2001/2002 og 2010/2011.

De enkelte variablene er inkludert i vedlagte lister med SSB variable.

o) Cohort Norway (CONOR): Dette er en nasjonal database hvor data fra 10 regionale samtykkebaserte helseundersøkelser i Norge 1994-2003 er samlet inn (n > 170 000) (Næss et al. 2008; Aamodt et al. 2010):

Helseundersøkelsene i Tromsø (Tromsø IV, V, VI og VII)

Helseundersøkelsene i Troms og Finnmark (TROFINN)

Helseundersøkelsene i Nord-Trøndelag (HUNT 2 og 3)

Helseundersøkelsene i Oslo (HUBRO, Innvandrere-HUBRO, MoRo II, Oslo II)

Helseundersøkelsene i Oppland og Hedmark (OPPHED)

Helseundersøkelsen i Hordaland (HUSK)

Vi ønsker å inkludere de ca. femti variablene som er felles i CONOR, beskrevet i detalj i vedlegget (<http://www.fhi.no/dokumenter/f502a32f2b.pdf>) og sammenfattet i Tabell 4-2.

Tabell 4-2 Opplysninger fra deltakerne i CONOR

Kategori	Spørsmål
Generelle opplysninger	Kjønn, fødselsmåned og -år, sivilstand, bydel, bostedsfylke- og kommune, alder ved deltagelse, fødeland (også gruppert i regioner)
Klinisk undersøkelse	Høyde, vekt, hofte-, midje- og armomkrets, systolisk og diastolisk blodtrykk, tid siden siste måltid, dato for undersøkelse
Laboratoriedata	Kolesterol, triglyserider, glukose, HDL-kolesterol
Egen helse	Selvurdert helsetilstand, tidligere astma, kronisk bronkitt/emfysem, diabetes, hjerteinfarkt, angina pectoris, hjerneslag, muskel-skjelettsmerter, angst, depresjon, ensomhet.
Egen sykdom og skader	Tidligere hoftebrudd, underarmsbrudd, nakkeslengskade, innlagt på sykehus med skade (alder), hørsnue, benskjørhet, fibromyalgi, psykologiske problemer, bronkitt, daglig hoste/slimhoste, søvnløshet, evt. påvirker denne arbeidsevnen
Fysisk aktivitet	Lett og hard fysisk aktivitet i fritiden, fysisk aktivitetsnivå på arbeid
Røyking	Tidligere og nåværende passiv røyking, daglig røyking, sigaretter/sigar/pipe/cigarillos
Kaffe og te	Koke-, filter- eller instant kaffe, te. Frekvens og mengde.
Alkohol	Frekvens per måned og siste år, mengde øl, vin, brennevin, binge-episoder, avhold
Utdanning	Høyeste fullførte utdanning, antall år utdanning
Sykdom i familien	Hjerteinfarkt, angina, hjerneslag, astma, kreft, diabetes hos foreldre, søsken eller barn.
Hjemmeforhold	Boligtype og -størrelse, teppe i stua, katt, bor alene eller sammen med noen, med ektefelle/partner, med andre over 18 år (antall), med andre under 18 år (antall), bor hjemme eller på institusjon, antall barn i barnehage, antall gode venner, nok gode venner, deltar i organiserte fritidsaktiviteter

Arbeidsforhold	Sysselsatt, betalt arbeid, hjemmeværende, under utdanning eller militærtjeneste, arbeidsledig, sykmeldt, pensjon, uførepensjon, sosialstønning, eneforsørgerstønning, turnus/ vakter, nattskift, innflytelse på jobb, jobber som sjåfør, bonde, fisker, profesjon
Medisinbruk	Lipidsenkende, blodtrykkssenkende, smertestillende, sovemedisin, beroligende, antidepressiva, allergimedisin, astmamedisin, kosttilskudd (jern, vitamin D, andre vitaminer), andre medisiner (ATC kodet)
Kun kvinner	Alder ved menarke, gravid nå, antall fødsler, p-piller, prevensjonsmidler, østrogentabletter og -kremer

Opplysninger om livsstil slik som fysisk aktivitet, kaffe og alkohol kan påvirke sammenhengen mellom luftforurensning og helseutfall (slik som dødelighet og hjerte- karutfall), og finnes i CONOR som dekker store deler av landet. Dessverre er ikke andre opplysninger om kosthold med i CONOR, men informasjon om blodtrykk og fedmemarkører slik som kroppsmasseindeks (KMI) og midjeomkrets, kolesterol og triglyserider finnes i CONOR, og kan brukes som indirekte markører på kosthold. Den viktigste konfunderende faktoren for sammenhenger mellom luftforurensning og helse er røyking, som CONOR har på individuelt nivå. Med røyking på individ nivå for CONOR populasjonen vil vi kunne validere opplysningene om røyking på aggregert nivå for resten av NORCOHORT.

p) Medisinsk Fødselsregister (MFR): Opplysninger om røyking slik som dagligrøyker, antall sigaretter og antall år med dagligrøyking per grunnkrets finnes for kvinner fra 1998 til d.d.

4.3 Eksponering for luftforurensning

To tilnæringer vil bli brukt for å beregne eksponering for luftforurensning. Hovedmetoden vil kombinere dataene og beregningene av luftforurensning og trafikkvariable fra ESCAPE prosjektet sammen med satellittdata og estimater fra NILU/Århus Universitet sin spredningsmodell som ekstra predikerende variable, og vil bli validert. Den andre metoden vil bestå av lokale eksponeringsmodeller, dvs. NILU/Århus Universitet sin spredningsmodell for populasjonen i NORCOHORT. Vi vil fokusere på PM_{2.5}, NO₂, ozon and svart karbon. Partikkel sammensetning av trafikk luftforurensning fra ikke-eksos og industri (Cu, Fe, Zn), en sekundær uorganisk aerosol (S) fra langtransport, K fra vedfyring, Si fra jordskorpe materiale og Ni og V fra oljebrenning/industri vil bli beregnet slik som i hovedmetoden, men med inklusjon av industrielle punktkilder og andre kilder i tillegg. Dessuten vil beregninger av PM_{2.5} utført på lignende måte som i hovedmetoden, men med grovere oppløsning (1 km² versus 100 x 100 m² i prosjektet), bli brukt som eksponering. De sistnevnte beregningene vil utføres av forskere i det Canadiske MAPLE prosjektet. Som tilleggsberegninger av ozon vil to kjemiske transportmodeller også brukes; EU sin MACC modell (10 x 10 km²) og den Danske Eulerske Hemisfæriske Modell (DEHM) (50 x 50 km²) fra Århus Universitet.

4.4 Statistiske analyser

De statistiske analysene av NORCOHORT vil bli gjort av forskere på Folkehelseinstituttet i Oslo. Vi vil bruke Cox proporsjonal hazard modell for å analysere sammenhengene mellom luftforurensning og helseutfallene (dødelighet, kreft, hjerte- karutfall, diabetes, astma, KOLS). Mer informasjon og detaljer om analysene finnes i den fulle prosjektbeskrivelsen.

Samarbeidet med MAPLE prosjektet og Harvard Medicare study inkluderer ekstra statistiske analyser som vil starte 1.1.2021 og pågå i 2021 og inn i 2022. Dette samarbeidet består av to deler. Første del innebærer fullt harmoniserte analyser i alle tre prosjektene, og inkluderer bruk av PM_{2.5} fra MAPLE prosjektet, samme tilnærminger for å beregne eksponerings-responsfunksjonen og samme sett med kovariater. Metoder for kausalitet vil bli brukt, inkludert Directed Acyclic Graphs (DAGs) (Greenland et al. 1999), og måter å inkludere flere luftforurensningskomponenter samtidig vil bli undersøkt (Dominici et al. 2010, Coull et al. 2015). Den andre delen av samarbeidet inkluderer blant annet kausal modellering med bruk av invers sannsynlighetsvekting (Makar et al. 2017) og fokus på lave nivåer av luftforurensning, harmonisering av konfunderende faktor modeller på tvers av de tre prosjektene, bruk av nyere metoder i modeller med flere luftforurensningskomponenter (Downward et al. 2018) og kombinerings av resultater fra hver kohort for å undersøke formen på eksponerings-responsfunksjonen. Felles for første og andre del: Alle analysene av NORCOHORT vil utføres av forskere som er tilknyttet prosjektet på Folkehelseinstituttet i Oslo, og ingen persondata fra NORCOHORT vil sendes til utlandet. Kun resultatene fra analysene vil sendes til forskere i ELAPSE eller MAPLE prosjektet for å slå sammen resultatene fra hver kohort i de tre prosjektene. Mer informasjon og detaljer om analysene finnes i egen beskrivelse av samarbeidet.

[Cox proporsjonal hazard modell vil også bli benyttet for å analysere sammenhengene mellom grønt og dødelighet, og disse analysene vil følge samme oppsett som for analysene av sammenheng mellom luftforurensning og dødelighet, se også vedlagte analyseplan for analysene av omgivelsesgrønt og dødelighet.](#)

[Sammenhengene mellom sosioøkonomiske forhold og miljøeksponeringene vil bli analysert av masterstudenter i Folkehelsevitenskap ved NMBU, i samarbeid med forskere ved FHI og deres veiledere ved NMBU. Valg av statistisk metode, avgrensning og konkretisering av analysemodell vil gjøres av masterstudentene som del av arbeidet med masteroppgaven, som starter høsten 2021. For disse problemstillingene kan det være aktuelt å enten benytte hele NORCOHORT, eller velge ut deler av materialet \(f. eks. bare en eller flere byer\). Disse analysene vil ikke inkludere helseutfall. I tillegg til sosio-demografiske opplysninger, vil det være aktuelt å inkludere bakgrunnsvariabler som alder og kjønn, samt opplysninger om tettstedstørrelse i ulike kategorier fra SSB.](#)

4.5 Nødvendige tillatelser

- Kreftregisteret søkes om tillatelse til bruk av data fra Kreftregisteret.

- HelseDirektoratet søkes om tillatelse til bruk av NPR og KUHR/KPR data.
- CVDNOR søkes om tillatelse til bruk av CVDNOR data for vårt formål.
- SSB søkes om tillatelse til bruk av folkeregisterdata, NUDB og røykedata, og om å gjøre koblingene og oppbevare koblingsnøkklene
- CONOR styringsgruppe søkes om tillatelse til bruk av CONOR data for vårt formål.
- FHI søkes om tillatelse til bruk av:
 - a. Data fra DÅR
 - b. Data fra CONOR
 - c. Data fra MFR

4.6 Prosedyre for sammenstilling av data

Den nasjonale forskningsfilen (NORCOHORT):

- SSB definerer populasjonen ved å klargjøre en fil som beskrevet i avsnitt 4.2 pkt. a, og genererer et løpenummer for hvert individ med koblingsnøkkel til personnummer.
- SSB sender en fil med løpenummer, bostedsadresser og flyttdatoer til dataansvarlig forsker/prosjektleder på FHI.
- Luft og støy, FHI, geokoder bostedsadressene til geografiske koordinater og kobler til prosjektets nye beregninger av luftforurensning og beregninger av luftforurensning fra NILU og/eller Århus Universitet.
- Luft og støy, FHI, sender en fil med kun løpenummer og geografiske koordinater til SSB, Oslo kommune og andre storby kommuner som har beregningene av trafikkstøy i henhold til EU kartlegging av støy.
- Storby kommunene kobler trafikkstøy til geografiske koordinater på filen og sender filen med ny informasjon tilbake til Luft og støy, FHI.
- Storby kommunene i Norge beholder filene til Luft og støy, FHI, har sjekket datakvaliteten. Deretter sletter storby kommunene filene.
- Luft og støy, FHI, kobler all eksponering for luftforurensning og støy sammen i en fil med løpenummer og koordinater og sender filen til SSB. Deretter sletter FHI all informasjon om løpenummer, bostedsadresser, koordinater og flyttdatoer.
- SSB kobler til data fra DSF, NUDB og Folke- og bolig tellingen, i tillegg til støy data fra Nasjonal støymodell ved hjelp av personnummer og område.
- SSB kobler eksponering for luftforurensning og støy til filen med data fra DSF, NUDB, Folke- og bolig tellingen og støy data fra Nasjonal støymodell.
- SSB genererer et nytt prosjektspesifikt løpenummer på filen med data fra DSF, NUDB, Folke- og bolig tellingen, eksponering for luftforurensning og støy, områder og områdevariable, men uten personnummer, bostedsadresser og geografiske koordinater for bostedsadresser, og sender filen til dataansvarlig forsker/prosjektleder på FHI.

- SSB lager en fil for hele populasjonen med prosjektspesifikt løpenummer og grunnkrets ID for de relevante årene. Denne filen sender SSB til MFR.
- MFR bruker grunnkrets for å hente ut opplysninger om røyking.
- Etter påkobling av røyking sender MFR en fil med prosjektspesifikt løpenummer koblet til røyking, men uten grunnkrets, til dataansvarlig forsker/prosjektleder på FHI.
- SSB sender koblingsnøkkel mellom personnummer og prosjektspesifikt løpenummer til de ulike dataeierne: Kreftregisteret, FHI (DÅR, CONOR) og Helsedirektoratet (NPR, KUHR/KPR).
- Dataeierne bruker personnummer for å hente ut opplysninger på individnivå i henhold til de variablene som er skissert i prosjektprotokollen.
- Etter påkobling av variablene fra registrene sender dataeierne filene med prosjektspesifikt løpenummer, men uten personnummer, til dataansvarlig forsker/prosjektleder på FHI.
- SSB oppbevarer fødselsnummerne for CVDNOR prosjektet sammen med CVDNOR prosjektets spesifikke løpenummer (ssb_lopenr_totalt). SSB sender en fil med ssb_lopenr_totalt og eventuelt vårt prosjektspesifikke løpenummer til Universitetet i Bergen (CVDNOR).
- Universitetet i Bergen kobler på FS-data fra CVDNOR og returnerer dataene til SSB.
- SSB kobler eventuelt på vårt prosjektspesifikke løpenummer og fjerner CVDNOR prosjektets spesifikke løpenummer før de sender filen til dataansvarlig forsker/prosjektleder på FHI.
- Dataeierne Kreftregisteret, FHI (MFR, DÅR, CONOR), Helsedirektoratet (NPR, KUHR/KPR) og Universitetet i Bergen (CVDNOR) sletter koblingsnøkkelen like etter kobling. Det er bare SSB som forvalter koblingsnøkkelen i prosjektperioden.

Utvidelsen av prosjektet

Koblingen av partikkel sammensetning (Cu, Fe, Zn, S, K, Si, Ni og V) fra ulike kilder fra våre partnere i Nederland/Sveits, PM2.5 fra det Canadiske prosjektet, ozon beregninger fra MACC modellen og DEHM modellen og geografiske indikatorer på grønne områder fra satellitter vil foregå på samme måte som for hovedeksponeringene i prosjektet. SSB oppbevarer filen med opprinnelig løpenummer, flyttedatoer, historiske hjemmeadresser, geografiske koordinater og år som ble brukt til å koble på hovedeksponeringene i prosjektet. Nå vil SSB sende en fil med opprinnelig løpenummer, geografiske koordinater og år for koordinatene til prosjektet på FHI. Prosjektet på FHI kobler til de to nye eksponeringene på filen og returnerer filen til SSB. SSB kobler på trafikkstøy for 2014 fra nasjonal støymodell til de geografiske koordinatene for adressen 1.1.2001 og eventuelt andre adresser. Deretter bytter SSB ut opprinnelig løpenummer på filen med prosjektspesifikt løpenummer og alle de geografiske variablene og sender filen tilbake til prosjektet. Før prosjektet på FHI mottar filen med prosjektspesifikt løpenummer fra SSB, sletter prosjektet alle dataene som ble brukt til

koblingen. SSB vil fortsette å oppbevare filen med opprinnelig løpenummer, flyttedatoer, historiske hjemmeadresser, geografiske koordinater og år til prosjektslutt.

DÅR data til analysene av død av diabetes, død av hjertekar-metabolske (hjerne-kar eller diabetes) sykdommer og død av lungekreft er tilkoblet tidligere.

5 Personvern

I henhold til godkjenning fra SSB skal alle dataene behandles og lagres på en server for Tjenester for Sensitive Data (TSD) uten mulighet for nedlasting og/eller lagring av data lokalt. Unntaket er de dataene som trengs i tilordningen av luftforurensning og støy, dvs løpenummer og koordinatene til deltakernes hjemmeadresser. SSB tillater at de sistnevnte dataene midlertidig kan oppbevares lokalt for påkobling av luftforurensningsdata, men at deltakernes hjemmeadresser og koordinater skal slettes før SSB utleverer flere data til prosjektet. Forskerne får aldri tilgang til koblingsnøklerne, og det er bare SSB som forvalter disse i prosjektperioden.

Den innledende filen for nasjonal populasjon inneholder historiske bostedsadresser og flyttedatoer. Denne filen vil kun brukes av dataansvarlig forsker på FHI for å geokode bostedsadressene og koble til eksponering for luftforurensning og støy på bostedsadresse, slik at filen inneholder ingen sensitiv informasjon.

For å redusere muligheten for bakveidentifisering av enkeltindivider har vi lagt opp til en rekke dataminimeringstiltak. Tiltakene innebærer at det kun vil innhentes opplysninger som er nødvendige for å besvare forskningsspørsmålene. For å oppnå det lager dataansvarlig forsker egne analysefiler som er avgrenset til kun de datakilder og variable som kreves for å besvare den enkelte problemstilling (se Tabell 5-1). Mengden av registeropplysninger vil her være redusert. Dermed vil de ferdige analysefilene for de ulike problemstillingene inneholde så få variable at faren for personvernet vil være redusert. Dessuten har den innledende filen med adresseopplysninger og eksponering beskrevet over en annen koblingsnøkkel enn koblet forskningsfil. Dermed kan ikke forskerne koble hjemmeadresse til enkeltindividets helseopplysninger eller til andre opplysninger (f.eks. etnisitet og inntekt).

Ingen helsedata vil inkluderes i analysefilene for problemstillingen som kun utgjør å beregne eksponering for de ulike komponentene av luftforurensningen (problemstilling 1). Med emigrasjon/død fra Folkeregisteret unngår vi data fra DÅR i analysefilene for å studere sammenhengen mellom luftforurensning og diabetes, lungekreft, astma og KOLS og annen type kreft (problemstillingene 5, 6, 7 og 10), bortsett fra død av lungekreft/KOLS/diabetes på områdenivå. Data fra CVDNOR vil ikke inkluderes i analysefilene for naturlig og årsaks spesifikk død, diabetes, lungekreft, annen type kreft, astma og KOLS (problemstillingene [2a](#), [2b](#), 3, 5, 6, 7, 8, 9, ~~og 10~~ og [14](#)), bortsett fra diabetes. Dessuten, data fra Kreftregisteret og NPR/KUHR/ KPR trengs ikke i analysefilene for dødelighet (problemstillingene [2a](#), [2b](#), 3, 8, 9,

11, 12, ~~eg-13~~ og 14) og data fra Kreftregisteret inkluderes ikke i analysefilene for hjerte-karsykdommer, diabetes, astma og KOLS (problemstillingene 4, 5 og 7), bortsett fra lungekreft, KOLS og diabetes. Data fra NPR/ KUHR/KPR og CVDNOR tas ikke med i analysefilene for lungekreft og annen kreft (problemstillingene 6 og 10) og Kreftregister og CVDNOR data inkluderes ikke i analysefilene for astma og KOLS (problemstilling 7), bortsett fra lungekreft, KOLS og diabetes.

Alle problemstillingene unntatt beregningene av luftforurensning (problemstilling 1) skal studeres med bruk av Cox regresjon der tiden til en spesifikk hendelse (f.eks. død, lungekreft) er det avgjørende målet. Derfor trenger vi detaljerte opplysninger om dato for fødsel, død/emigrasjon og oppdaget sykdom. Til analysene av dødelighet ønsker vi primært opplysninger også om dag for dødsfall, i tillegg til måned og år, mens for diagnosen av en sykdom er måned og år tilstrekkelig. For hjerte-karsykdommer er overlevelse minst 28 dager etter akutt hjerte-karsykdom et av helseutfallene i analysene. Derfor skal eksakt tidsperiode for overlevelse beregnes, og til det trengs eksakt dato for død inkludert dag til analysene av hjerte-karsykdommer.

Alle forskerne som får tilgang til data i prosjektet vil motta skriftlig og muntlig orientering om prosedyrene for oppbevaring, kvalitetssikring og analyser av data. Prosjektet vil følge etiske retningslinjer for forskning med hensyn til metode, statistiske analyser og presentasjon av resultater. Ved presentasjon av resultater vil det tas hensyn til både personvern og statistisk robusthet. Alle analyseresultatene vil presenteres på gruppenivå, og resultater basert på svært få tilfeller vil ikke presenteres eller diskuteres.

Oversikt over datakilder fordelt på de ulike problemstillingene og personverntiltak for de tilhørende analysefilene er vist i Tabell 5-1.

Tabell 5-1 Oversikt over datakilder fordelt på de ulike problemstillinger som skal besvares

	Problemstilling	Datakilder	Personverntiltak
1a	Estimere eksponering for PM _{2.5} , svart karbon, NO ₂ og ozon ved å utvikle hybrid-modeller med bruk av flere typer data	Prosjektet ved IRAS, Nederland og Swiss Tropical and Public Health Institute: Geografiske og satellitt data, beregninger av luftforurensning og trafikk fra ESCAPE og fra spredningsmodeller NILU: Beregninger av luftforurensning fra spredningsmodell	Ikke nødvendig siden data om helse/sykdom ikke er med.
1b	Estimere eksponering for partikkel sammensetning av Cu, Fe, Zn, S, K, Si, Ni og V ved å utvikle hybrid-modeller med	Prosjektet ved IRAS, Nederland og Swiss Tropical and Public Health Institute: Geografiske data om befolkning, topografi, trafikk, industrielle punktkilder, data fra satellitter, spredningsmodeller og målestasjoner, og tidligere beregninger av luftforurensning og trafikk variable fra ESCAPE	Ikke nødvendig siden data om helse/sykdom ikke er med.

	bruk av flere typer data		
2a	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og naturlig død	Utfall: Naturlig død fra DÅR Eksposering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, død av lungekreft/ KOLS/diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	NORCOHORT: Kun lungekreft fra Kreftregisteret, kun KOLS og diabetes fra NPR/KUHR/KPR, kun diabetes fra CVDNOR, kun livsstil fra CONOR
2b	<u>Studere sammenhengen mellom omgivelsegrønt og naturlig død</u>	<u>Utfall: Samme som for 2a.</u> <u>Eksposering: Omgivelsesgrønt (Mean-Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) for året 2010, 300 m x 300 m oppløsning, og innen 1 km²)</u> <u>Analysemodell – se vedlagte detaljerte analyseplan.</u>	<u>Samme som for 2a.</u> <u>Ingen nye variabler legges til. Variablene luftforurensning og grønt bytter plass i analysene.</u>
3	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og død av hjerte-karsykdommer	Utfall: Død av hjerte- karsykdom fra DÅR Eksposering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, død av lungekreft/ KOLS/diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	De samme tiltakene som for problemstilling 2a over.
4	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og hjerte-karsykdommer	Utfall: Hjerte- karsykdommer fra KUHR/KPR, CVDNOR og DÅR Eksposering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, død av lungekreft/ KOLS/diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	NORCOHORT: Kun lungekreft fra Kreftregisteret, kun livsstil fra CONOR, kun KOLS og diabetes fra NPR, KOLS og diabetes også fra KUHR/KPR, diabetes også fra CVDNOR.
5	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og diabetes	Utfall: Diabetes fra NPR/KUHR/KPR og CVDNOR Eksposering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer).	NORCOHORT: Kun lungekreft fra Kreftregisteret, kun livsstil fra CONOR, kun død av lungekreft/ KOLS/diabetes på områdenivå fra DÅR,

		Lungekreft, KOLS, diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	KOLS fra NPR/KUHR/KPR.
6	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og lungekreft	Utfall: Lungekreft fra Kreftregisteret Eksponering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft og røyking på område nivå, KOLS, diabetes, røyking og annen livsstil fra CONOR	NORCOHORT: Kun KOLS og diabetes fra NPR/KUHR/KPR, kun diabetes fra CVDNOR, kun død av lungekreft/ KOLS/diabetes på områdenivå fra DÅR, kun livsstil fra CONOR.
7	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og lungesykdommer (astma og KOLS)	Utfall: Astma og KOLS fra NPR/KUHR/KPR Eksponering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS og røyking på områdenivå, diabetes, røyking og annen livsstil fra CONOR	NORCOHORT: Kun lungekreft fra Kreftregisteret, kun diabetes fra CVDNOR, diabetes også fra NPR/KUHR /KPR, kun død av lungekreft/ KOLS/diabetes på områdenivå fra DÅR, kun livsstil fra CONOR.
8	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og død av lungesykdommer (astma og KOLS)	Utfall: Død av lungesykdommer fra DÅR Eksponering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, astma, diabetes, død av lungekreft/KOLS/diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	De samme tiltakene som for problemstilling 2a over.
9	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og død av andre årsaker (f.eks. ikke hjerte-karsykdommer, ikke lungesykdommer)	Utfall: Død av andre årsaker fra DÅR Eksponering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, død av lungekreft/ KOLS/ diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	De samme tiltakene som for problemstilling 2a over.
10	Studere sammenhengen mellom luftforurensning	Utfall: Kreft i blære, bryst, nyre, lever, hjerne, mage/spiserør og blodkreft fra Kreftregisteret Eksponering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, grønne områder, utdanning,	NORCOHORT: Kun KOLS og diabetes fra NPR/KUHR/KPR, kun diabetes fra CVDNOR, kun død av

	og annen type kreft	yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	lungekreft/ KOLS/diabetes på områdenivå fra DÅR, kun livsstil fra CONOR, lungekreft fra Kreftregisteret.
11	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og død av lungekreft	Utfall: Død av lungekreft fra DÅR Eksposering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, død av lungekreft/KOLS/diabetes, og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	De samme tiltakene som for problemstilling 2a over.
12	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og død av diabetes	Utfall: Død av diabetes fra DÅR Eksposering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, død av lungekreft/KOLS/diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	De samme tiltakene som for problemstilling 2a over.
13	Studere sammenhengen mellom luftforurensning og død av hjertekar-metabolske (hjerte-kar eller diabetes) sykdommer	Utfall: Død av hjerte-kar eller diabetes fra DÅR Eksposering: Luftforurensning Konfunderende variable: Alder, kjønn, år for inklusjon, støy, grønne områder, utdanning, yrkesstatus, sivilstatus, inntekt, grunnkrets, delområde, kommune, fylke, sosioøkonomiske variable på områdenivå (se avsnitt 4.2 n) for detaljer). Lungekreft, KOLS, diabetes, død av lungekreft/KOLS/diabetes og røyking på områdenivå, røyking og annen livsstil fra CONOR	De samme tiltakene som for problemstilling 2a over.
14	Studere sammenhengen mellom omgivelsesgrønt og årsaks spesifikk død	Utfall: Dødelighet som skyldes hjerte-karsykdommer, lungesykdommer, lungekreft, diabetes. Eksposering: Omgivelsesgrønt (Mean-Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) for året 2010, 300 m × 300 m oppløsning, og innen 1 km²) Analysemodell – se vedlagte detaljerte analyseplan.	De samme tiltakene som for problemstilling 2b over.

15	<u>Studere sammenhengen mellom sosiodemografiske forhold og eksponering for luftforurensning</u>	<u>Utfall: En eller flere luftforurensningskomponenter. Uavhengige variabler: Sosiodemografiske variabler på individnivå, og/eller områdenivå. Områdenivå kan være grunnkrets, delområde, kommune eller fylke, i tråd med eksisterende data i NORCOHORT. Konkret avgrensning av analysene må gjøres av masterstudenten i samarbeid med veilederne når arbeidet starter. Andre aktuelle variabler er alder, kjønn og tettstedsstørrelse.</u>	<u>For denne analysen vil det benyttes et begrenset datasett som ikke inneholder data om helse/sykdom/død.</u>
16	<u>Studere sammenhengen mellom sosiodemografiske forhold og omgivelsesgrønt</u>	<u>Utfall: NDVI (se punkt 14 for nærmere forklaring). Uavhengige variabler: Sosiodemografiske variabler på individnivå, og/eller områdenivå. Områdenivå kan være grunnkrets, delområde, kommune eller fylke, i tråd med eksisterende data i NORCOHORT. Konkret avgrensning av analysene må gjøres av masterstudenten i samarbeid med veilederne. Andre aktuelle variabler er alder, kjønn og tettstedsstørrelse.</u>	<u>For denne analysen vil det benyttes et begrenset datasett som ikke inneholder data om helse/sykdom/død.</u>
17	<u>Studere sammenhengen mellom sosiodemografiske forhold og eksponering for støy</u>	<u>Utfall: Eksponering for en eller flere trafikkstøykilder av de vi har i NORCOHORT, mest sannsynlig vegtrafikk, men skinnegående og fly kan også være aktuelle). Uavhengige variabler: Sosiodemografiske variabler på individnivå, og/eller områdenivå. Områdenivå kan være grunnkrets, delområde, kommune eller fylke, i tråd med eksisterende data i NORCOHORT. Konkret avgrensning av analysene må gjøres av masterstudenten i samarbeid med veilederne. Andre aktuelle variabler er alder, kjønn og tettstedsstørrelse.</u>	<u>For denne analysen vil det benyttes et begrenset datasett som ikke inneholder data om helse/sykdom/død.</u>

6 Forankring

6.1 Forskere i lokal prosjektgruppe

Ved Avdeling for luft og støy, Område for smittevern, miljø og helse, FHI:

- Bente Oftedal, seniorforsker (prosjektleder)
- Norun Hjertager Krog, seniorforsker
- Gunn Marit Aasvang, seniorforsker
- Ruby del Risco Kollerud, forsker
- Jorunn Evandt, forsker

Ved områdeledelse og stab, Område for smittevern, miljø og helse, FHI:

- Per Schwarze, Fagdirektør

Ved avdeling for infeksjonsepidemiologi og modellering, Område for smittevern, miljø og helse, FHI:

- Shilpa Rao-Skirbekk, seniorforsker
- Terese Bekkevold, data manager
- Richard White, statistiker

Ved avdeling for smitte fra mat, vann og dyr, Område for smittevern, miljø og helse, FHI:

- Carl Fredrik Nordheim, senior ingeniør

Ved avdeling for forskning og analyse av helsetjenesten I, Område for helsetjenester, FHI:

- Doris Tove Kristoffersen, statistiker

[Dessuten følgende masterstudenter i Folkehelsevitenskap og deres veiledere ved NMBU:](#)

- [Helle Frøislie, masterstudent](#)
- [Maren Ormsettrø, masterstudent](#)
- [Bastiaan Henneman, masterstudent](#)
- [Emma Charlott Andersson Nordbø, veileder \(postdoktor ved NMBU\)](#)
- [Ragnhild Ånestad, veileder \(stipendiat ved NMBU\)](#)
- [Camilla Ihlebæk, assisterende veileder \(professor ved NMBU\)](#)

6.2 Faglig forankring og samarbeid

FHI har som en viktig oppgave å gjøre risikovurderinger og helseanalyse. For å gjøre risikovurderinger av luftforurensning i Norge trenger vi kunnskap om hvilke nivåer befolkningen er utsatt for, og mer kunnskap om hvordan relativt lave nivåer av luftforurensning påvirker folks helse. Slik oppdatert kunnskap er også nødvendig for å gjøre mer presise helseanalyser knyttet til luftforurensning, hvor beregninger av tilskrivbar andel av dødsfall og helsetap som skyldes luftforurensning står sentralt.

Prosjektet er et samarbeid med mange av de tidligere partnerne i ESCAPE prosjektet, men har i tillegg nasjonale eller svært store kohorter fra noen av dem. FHI har tidligere samarbeidet med prosjektleder Bert Brunekreef, som er en meget profilert forsker på området luftforurensning og helse. Prosjektet har ikke NILU som samarbeidspartner, men

gjennom Beregningsverktøy prosjektet som er finansiert av Samferdsels-, Helse- og Klima og miljødepartementet, og der FHI er partner, inngår NILUs data i prosjektet.

[For tilleggs mål 4-6 inngås samarbeid med NMBU, og ovennevnte masterstudenter og deres veiledere ved Fakultet for landskap og samfunn, Institutt for Folkehelsevitenskap.](#)

7 Formidling og publikasjonsplan

Resultatene vil bli formidlet til HOD og andre relevante departement, og gjennom presentasjoner i aktuelle forum slik som Bedre Byluft seminarer og på konferanser slik som International Society for Environmental Epidemiology (ISEE) og Norsk Forening for Epidemiologi (NOFE). Våre funn vil også bli publisert som informasjons saker på Folkehelseinstituttets nettsider. Resultatene vil bli publisert i høyt rangerte internasjonale tidsskrift med peer review ordning.

8 Samfunnsmessig betydning

Folkehelseinstituttet er pålagt å gi råd til sentrale og lokale helsemyndigheter om miljøfaktorer og helse. Luftforurensning er en av de spesielt viktige faktorene som bidrar til økt sykdomsbyrde i befolkningen. For en mest mulig korrekt beskrivelse av betydningen av luftforurensning er det viktig å avklare hvordan sammenhengene med helse er ved lave nivåer. Noen studier har indikert en lineær sammenheng ned til de lavest målte nivåer, men det finnes en nylig studie som har antydnet en svakere assosiasjon ved de laveste nivåene (Liu et al. 2016). Kunnskapen om disse forholdene har samfunnsmessig betydning når det gjelder prioriteringer i forbindelse med transport-, industri- og boligpolitikk. Fordi dette er av internasjonal interesse, har The Health Effects Institute i Boston innvilget søknaden til gruppen ledet av prof. Bert Brunekreef, IRAS, Nederland.

9 Referanser

Basner M, Babisch W, Davies A et al. 2014. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet* 383:1325-1332.

Burnett RT, Pope CA, Ezatti M, Olives C, Lim SS, Mehta S, et al. 2014. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. *Environ Health Perspect* 122:397-403.

Coull BA, Bobb JF, Wellenius GA et al. 2015. Part 1. Statistical Learning Methods for the Effects of Multiple Air Pollution Constituents. *Res Rep Health Eff Inst* 183 Pt 1-2:5-50.

Formatert: Engelsk (USA)

[Crouse DL, Pinault L, Balram A, Hystad P, Peters PA, Chen H. et al. 2017. Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: a national cohort study. *Lancet Planetary Health* 1\(7\):E289-E297.](#)

[Crouse DL, Pinault L, Balram A, Brauer M, Burnett RT, Martin RV et al. 2019. Complex relationships between greenness, air pollution, and mortality in a population-based Canadian cohort. *Environment International* 128: 292-300.](#)

Downward GS, van Nunen EJHM, Kerckhoffs J et al. 2018. Long-term exposure to ultrafine particles and incidence of cardiovascular and cerebrovascular disease in a prospective study of a Dutch cohort. *Environ Health Perspect* 126(12):127007.

Dominici F, Peng RD, Barr CD et al. 2010. Protecting human health from air pollution: Shifting from a single-pollutant to a multi-pollutant approach. *Epidemiology* 21(2):187-194.

European Commission, 2002. European Parliament and Council Directive 2002/49/ec of 25. June.

Greenland S, Pearl J, Robins JM. 1999. Causal diagrams for epidemiologic research. *Epidemiology* 10(1):37-48.

Lim SS, Vos T, Flaxman AD et al. 2012. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *Lancet* 380:2224-2260.

Liuhua S, Zanobetti A, Kloog I et al. 2016. Low-concentration PM_{2.5} and mortality: Estimating acute and chronic effects in a population-based study. *Environ Health Perspect* 124:46-52.

Makar M, Antonelli J, Di Q et al. 2017. Estimating the Causal Effect of Low Levels of Fine Particulate Matter on Hospitalization. *Epidemiology* 28(5):627-634.

[Munzel T, Sørensen M, Daiber A. 2021. Transportation noise pollution and cardiovascular disease. *Nature Reviews Cardiology*. DOI: 10.1038/s41569-021-00532-5.](#)

Næss Ø, Sjøgaard AJ, Arnesen E et al. 2008. Cohort profile: cohort of Norway (CONOR). *Int J Epidemiol* 37(3):481-485.

[Schüle SA, Hilz LK, Dreger S, Bolte G. 2019. Social inequalities in environmental resources of green and blue spaces: A review of evidence in the WHO European Region. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 16; doi: 10.3390/ijerph16071216.](#)

Schwartz J, Laden F, Zanobetti A. 2002. The concentration-response relation between PM_{2.5} and daily deaths. *Environ Health Perspect* 110:1025-1029.

Stansfeld SA. 2015. Noise effects on health in the context of air pollution exposure. *Int J Environ Res Public Health* 12:12735-12760.

Statistisk sentralbyrå. Norsk standard for utdanningsgruppering. Revidert 2000. Oslo-Kongsvinger, 2001.

Aamodt G, Sjøgaard AJ, Næss Ø et al. 2010. CONOR-databasen – et lite stykke Norge. *Tidsskrift for den Norske lægeforening* 130(3):264-265.

10 Vedlegg til SSB

SSB låner ut variablene fra DSF, NUDB og variable for trafikkstøy. De enkelte variablene er inkludert i disse listene:

Befolkning_ELAPSE_356848_1.xlsx

FoB_ELAPSE_317089_3.xlsx

Inntekt_ELAPSE_2.xlsx

Ekstra_SSB_variable_5.xlsx

Utdanning_ELAPSE_353427.xlsx

Sysselsetting_ELAPSE.xlsx

Boforhold_ELAPSE_362455.xlsx

Følgende liste gjelder forlengelsen av prosjektet:

Ekstra_SSB_variable_til_utvidelsen.xlsx

FoB_ELAPSE_317089_4.xlsx

Søknadsinformasjon

Utlysning	Prosjektsøknad
Søknad	Betydningen av lave nivåer av luftforurensning for befolkningens helse
SøknadsId	29 687
Søkerorganisasjon	Folkehelseinstituttet

Oppgave: Endring og/eller henvendelse

Oppgaveid	302542
Utført	29.06.2021
Sist oppdatert	29.06.2021

Hva gjelder endringen/prosjekthenvendelsen?

- Henvendelse (som ikke er endringer i tråd med Helseforskningsloven § 11)

Andre nødvendige vedlegg 2 attachments (Vedtak fra REK 04_12_2020 ref 29687 .pdf, Vedtak fra REK 28_06_2021 ref 29687.pdf)

Beskrivelse av og begrunnelse for endringen

Den 28.6.2021 mottok vi vedtak på endringsmelding (innsendt 9.6.2021). Vedtaket er vedlagt og inkluderer følgende:

«Sluttmelding

Prosjektleder skal sende sluttmelding til REK på eget skjema via REK-portalen senest senest 6 måneder etter sluttdato 31.12.2020, jf. helseforskningsloven § 12.»

Angitt sluttdato 31.12.2020 er dessverre feil. Ved endringsmelding innsendt til REK 16.11.2020 søkte vi om forlengelse til 31.12.2022. Jeg legger ved REK vedtaket fra 4.12.2020 der ny sluttdato 31.12.2022 ble godkjent.

Jeg søker herved om nytt vedtak for endringsmeldingen innsendt 9.6.2021 med riktig sluttdato 31.12.2022.

Region: REK sør-øst D **Saksbehandler:** Finn Skre Fjordholm **Telefon:** +47 22 84 58 21 **Vår dato:** 04.12.2020 **Vår referanse:** 29687
Deres referanse:

Bente Oftedal

29687 Betydningen av lave nivåer av luftforurensning for befolkningens helse

Forskningsansvarlig: Folkehelseinstituttet

Søker: Bente Oftedal

REKs vurdering

Vi viser til søknad om prosjektendring datert 16.11.2020 for ovennevnte forskningsprosjekt og senere korrespondanse, senest Deres melding den 17.11.2020. Søknaden er behandlet av leder for REK sør-øst D på fullmakt, med hjemmel i helseforskningsloven § 11.

Sakens tidligere REK-referanse er 2016/404.

Endringene innebærer:

-Utvidelse av prosjektperioden til 31.12.2022 for å fullføre analysene og gjennomføre utvidede statistiske analyser i samarbeid med

-Resultatene fra analysene deles med samarbeidende prosjekter: ELAPSE (USA) og MAPLE (Canada).

Det er opplyst at samarbeidet med utlandet vil berøre følgende problemstillinger:

1. *Evaluerer terskelverdier for effekter av luftforurensning*
2. *Identifiserer felles analyser ved å bruke f.eks. felles statistiske metoder, lignende romlig oppløsning på eksponeringsmodellene og felles sett med kovariater på tvers av studiene*
3. *Bruke kausale metoder for å undersøke sammenhengen mellom PM2.5 og dødelighet*
4. *Undersøke videre hvordan andre luftforurensningskomponenter, slik som NO2 og ozon, kan påvirke sammenhengene med PM2.5.*
5. *Undersøke hvordan resterende tidskonfundering kan påvirke sammenhengene med PM2.5*

Analysene av de norske dataene skal gjennomføres i Norge og ingen persondata vil sendes til utlandet.

Det opplyses at endringen ikke innebærer at det hentes inn nye data.

Komiteens leder har vurdert de omsøkte endringene, og har ingen forskningsetiske innvendinger til endringene slik de er beskrevet i skjema for prosjektendring.

Vedtak

Godkjent

REK har gjort en forskningsetisk vurdering av endringene i prosjektet, og godkjenner prosjektet slik det nå foreligger, jf. helseforskningsloven § 11.

Tillatelsen er gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknaden, endringssøknad, oppdatert protokoll og de bestemmelser som følger av helseforskningsloven med forskrifter.

Vi gjør samtidig oppmerksom på at etter ny personopplysningslov må det også foreligge et behandlingsgrunnlag etter personvernforordningen. Det må forankres i egen institusjon.

Med vennlig hilsen,

Finn Wisløff
Professor em. dr. med.
Leder

Finn Skre Fjordholm
rådgiver
REK sør-øst D

Kopi til: Folkehelseinstituttet

Klageadgang

Du kan klage på komiteens vedtak, jf. forvaltningsloven § 28 flg. Klagen sendes til REK sør-øst D. Klagefristen er tre uker fra du mottar dette brevet. Dersom vedtaket opprettholdes av REK sør-øst D, sendes klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag (NEM) for endelig vurdering.

Region: REK sør-øst D **Saksbehandler:** Anne Åbyholm-Brodal **Telefon:** 22845511 **Vår dato:** 28.06.2021 **Vår referanse:** 29687

Deres dato: /

Bente Oftedal

Prosjektsøknad: Betydningen av lave nivåer av luftforurensning for befolkningens helse

Søknadsnummer: 2016/404

Forskningsansvarlig institusjon: Folkehelseinstituttet

Samarbeidende forskningsansvarlige institusjoner: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Prosjektsøknad: Endring godkjennes.

Søkers beskrivelse

Sammenhengen mellom luftforurensning og helse synes ikke å være lineær og selv relativt lave nivåer av luftforurensning kan ha sammenheng med helse. Denne studien vil fokusere på mulige effekter av de laveste nivåer av luftforurensning i Europa, fordi mer kunnskap er nødvendig her. Helseeffekter av lave nivåer er viktig i vurderingen av helsemessige grenseverdier og anbefalinger. Dessuten har Norge relativt lave nivåer, så norske data er egnet til bruk i slike studier. I studien inngår nye nasjonale kohorter med et meget stort antall deltakere og etablerte kohorter som inngikk i prosjektet European study of cohorts for air pollution (ESCAPE). Eksponering for luftforurensningskomponentene PM2,5, NO2, svart karbon (BC) og ozon vil bli beregnet for bostedsadresse. Vegtrafikk er en viktig kilde for luftforurensning og trafikkstøy har den samme kilden. Derfor er det viktig å ta hensyn til trafikkstøy i slike studier. Helseutfallene som inkluderes er dødelighet, kreft og hjerte-kar utfall.

Vi viser til søknad om prosjektendring mottatt 9.6.2021 for ovennevnte forskningsprosjekt (29687, tidligere ref. 2016/404). Søknaden er behandlet av leder for REK sør-øst D på delegert fullmakt fra komiteen, med hjemmel i forskningsetikkforskriften § 7, første ledd, tredje punktum. Søknaden er vurdert med hjemmel i helseforskningsloven § 11.

REKs vurdering

REK har vurdert følgende endring:

- Nye problemstillinger og tillegsspørsmål som ønskes belyst i prosjektet. Disse er beskrevet i revidert protokoll og analyseplan som er vedlagt endringsmeldingen. Det skal ikke samles inn nye data.

- Endring i prosjektmedarbeidere:
 - Helle Frøislie, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Bastian Hennemann, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Maren Ormsettrø, masterstudent, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Emma Charlott Andersson Nordbø, postdoktor, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Ragnhild Ånestad, stipendiat, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Camilla Martha Ihlebæk, professor, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet er tatt inn som ny samarbeidende / forskningsansvarlig institusjon

Komiteens leder har vurdert de omsøkte endringene, og finner at de nye problemstillingene er innenfor hensikten med studien og vil gjøre den bedre. Det fremmes ingen forskningsetiske innvendinger til endringene slik de er beskrevet i skjema for prosjektendring.

Vedtak

REK har gjort en forskningsetisk vurdering av endringene i prosjektet og godkjenner prosjektet slik det nå foreligger, jfr. helseforskningsloven § 11 annet ledd.

Vi gjør oppmerksom på at etter ny personopplysningslov må det også foreligge et behandlingsgrunnlag etter personvernforordningen. Det må forankres i egen institusjon.

Tillatelsen er gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknaden, endringssøknad, oppdatert protokoll og de bestemmelser som følger av helseforskningsloven med forskrifter.

Sluttmelding

Prosjektleder skal sende sluttmelding til REK på eget skjema via REK-portalen senest senest 6 måneder etter sluttdato 31.12.2020, jf. helseforskningsloven § 12. Dersom prosjektet ikke starter opp eller gjennomføres meldes dette også via skjemaet for sluttmelding.

Søknad om endring

Dersom man ønsker å foreta vesentlige endringer i formål, metode, tidsløp eller organisering må prosjektleder sende søknad om endring via portalen på eget skjema til REK, jf. helseforskningsloven § 11.

Klageadgang

Du kan klage på REKs vedtak, jf. forvaltningsloven § 28 flg. Klagen sendes på eget skjema via REK portalen. Klagefristen er tre uker fra du mottar av dette brevet. Dersom REK opprettholder vedtaket, sender REK klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag (NEM) for endelig vurdering, jf. forskningsetikkloven § 10 og helseforskningsloven § 10.

Med vennlig hilsen

Finn Wisløff
Professor em. dr. med.
Leder

Anne Åbyholm-Brodal
førstekonsulent

Kopi til:

Folkehelseinstituttet
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Norun Hjertager Krog

Region:	Saksbehandler:	Telefon:	Vår dato:	Vår referanse:
REK sør-øst D	Anne Åbyholm-Brodal	22845511	28.06.2021	29687

Deres dato: /

Bente Oftedal

Prosjektsøknad: Betydningen av lave nivåer av luftforurensning for befolkningens helse
Søknadsnummer: 2016/404

Forskningsansvarlig institusjon: Folkehelseinstituttet

Samarbeidende forskningsansvarlige institusjoner: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Prosjektsøknad: Endring godkjennes.

Søkers beskrivelse

Sammenhengen mellom luftforurensning og helse synes ikke å være lineær og selv relativt lave nivåer av luftforurensning kan ha sammenheng med helse. Denne studien vil fokusere på mulige effekter av de laveste nivåer av luftforurensning i Europa, fordi mer kunnskap er nødvendig her. Helseeffekter av lave nivåer er viktig i vurderingen av helsemessige grenseverdier og anbefalinger. Dessuten har Norge relativt lave nivåer, så norske data er egnet til bruk i slike studier. I studien inngår nye nasjonale kohorter med et meget stort antall deltakere og etablerte kohorter som inngikk i prosjektet European study of cohorts for air pollution (ESCAPE). Eksponering for luftforurensningskomponentene PM2,5, NO2, svart karbon (BC) og ozon vil bli beregnet for bostedsadresse. Vegtrafikk er en viktig kilde for luftforurensning og trafikkstøy har den samme kilden. Derfor er det viktig å ta hensyn til trafikkstøy i slike studier. Helseutfallene som inkluderes er dødelighet, kreft og hjerte-kar utfall.

Vi viser til søknad om prosjektendring mottatt 9.6.2021 for ovennevnte forskningsprosjekt (29687, tidligere ref. 2016/404). Søknaden er behandlet av leder for REK sør-øst D på delegert fullmakt fra komiteen, med hjemmel i forskningsetikkforskriften § 7, første ledd, tredje punktum. Søknaden er vurdert med hjemmel i helseforskningsloven § 11.

REKs vurdering

REK har vurdert følgende endring:

- Nye problemstillinger og tillegsspørsmål som ønskes belyst i prosjektet. Disse er beskrevet i revidert protokoll og analyseplan som er vedlagt endringsmeldingen. Det skal ikke samles inn nye data.

- Endring i prosjektmedarbeidere:
 - Helle Frøislie, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Bastian Hennemann, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Maren Ormsettrø, masterstudent, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Emma Charlott Andersson Nordbø, postdoktor, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Ragnhild Ånestad, stipendiat, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Camilla Martha Ihlebæk, professor, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet er tatt inn som ny samarbeidende / forskningsansvarlig institusjon

Komiteens leder har vurdert de omsøkte endringene, og finner at de nye problemstillingene er innenfor hensikten med studien og vil gjøre den bedre. Det fremmes ingen forskningsetiske innvendinger til endringene slik de er beskrevet i skjema for prosjektendring.

Vedtak

REK har gjort en forskningsetisk vurdering av endringene i prosjektet og godkjenner prosjektet slik det nå foreligger, jfr. helseforskningsloven § 11 annet ledd.

Vi gjør oppmerksom på at etter ny personopplysningslov må det også foreligge et behandlingsgrunnlag etter personvernforordningen. Det må forankres i egen institusjon.

Tillatelsen er gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknaden, endringssøknad, oppdatert protokoll og de bestemmelser som følger av helseforskningsloven med forskrifter.

Sluttmelding

Prosjektleder skal sende sluttmelding til REK på eget skjema via REK-portalen senest senest 6 måneder etter sluttdato 31.12.2020, jf. helseforskningsloven § 12. Dersom prosjektet ikke starter opp eller gjennomføres meldes dette også via skjemaet for sluttmelding.

Søknad om endring

Dersom man ønsker å foreta vesentlige endringer i formål, metode, tidsløp eller organisering må prosjektleder sende søknad om endring via portalen på eget skjema til REK, jf. helseforskningsloven § 11.

Klageadgang

Du kan klage på REKs vedtak, jf. forvaltningsloven § 28 flg. Klagen sendes på eget skjema via REK portalen. Klagefristen er tre uker fra du mottar av dette brevet. Dersom REK opprettholder vedtaket, sender REK klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag (NEM) for endelig vurdering, jf. forskningsetikkloven § 10 og helseforskningsloven § 10.

Med vennlig hilsen

Finn Wisløff
Professor em. dr. med.
Leder

Anne Åbyholm-Brodal
førstekonsulent

Kopi til:

Folkehelseinstituttet
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Norun Hjertager Krog

Region:	Saksbehandler:	Telefon:	Vår dato:	Vår referanse:
REK sør-øst D	Anne Åbyholm-Brodal	22845511	29.06.2021	29687

Deres dato: /

Bente Oftedal

Prosjektsøknad: Betydningen av lave nivåer av luftforurensning for befolkningens helse
Søknadsnummer: 2016/404

Forskningsansvarlig institusjon: Folkehelseinstituttet

Samarbeidende forskningsansvarlige institusjoner: Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Prosjektsøknad: Endring godkjennes.

Søkers beskrivelse

Sammenhengen mellom luftforurensning og helse synes ikke å være lineær og selv relativt lave nivåer av luftforurensning kan ha sammenheng med helse. Denne studien vil fokusere på mulige effekter av de laveste nivåer av luftforurensning i Europa, fordi mer kunnskap er nødvendig her. Helseeffekter av lave nivåer er viktig i vurderingen av helsemessige grenseverdier og anbefalinger. Dessuten har Norge relativt lave nivåer, så norske data er egnet til bruk i slike studier. I studien inngår nye nasjonale kohorter med et meget stort antall deltakere og etablerte kohorter som inngikk i prosjektet European study of cohorts for air pollution (ESCAPE). Eksponering for luftforurensningskomponentene PM2,5, NO2, svart karbon (BC) og ozon vil bli beregnet for bostedsadresse. Vegtrafikk er en viktig kilde for luftforurensning og trafikkstøy har den samme kilden. Derfor er det viktig å ta hensyn til trafikkstøy i slike studier. Helseutfallene som inkluderes er dødelighet, kreft og hjerte-kar utfall.

Vi viser til søknad om prosjektendring mottatt 29.6.2021 for ovennevnte forskningsprosjekt. Søknaden (29687, jfr tidligere ref. 2016/404) er behandlet av sekretariatet i Regional komité for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk (REK) på delegert fullmakt fra komiteen, med hjemmel i forskningsetikkforskriften § 7, første ledd, tredje punktum. Søknaden er vurdert med hjemmel i helseforskningsloven § 11.

Vedtaket ble først sendt ut 28.6.2021 som svar på endringsmelding av 9.6.2021. Pga. en feil i portalen var sluttdatoen i dette vedtaket ikke korrekt. Dette er nå rettet.

REKs vurdering

REK har vurdert følgende endring:

- Nye problemstillinger og tilleggsspørsmål som ønskes belyst i prosjektet. Disse er beskrevet i revidert protokoll og analyseplan som er vedlagt endringsmeldingen. Det skal ikke samles inn nye data.
- Nye prosjektmedarbeidere:
 - Helle Frøislie, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Bastian Hennemann, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Maren Ormsettrø, masterstudent, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Emma Charlott Andersson Nordbø, postdoktor, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Ragnhild Ånestad, stipendiat, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
 - Camilla Martha Ihlebæk, professor, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
- Norges miljø- og biovitenskapelige universitet er tatt inn som ny samarbeidende / forskningsansvarlig institusjon.

Komiteens leder har vurdert de omsøkte endringene, og finner at de nye problemstillingene / tilleggsspørsmål er innenfor hensikten med studien og vil gjøre den bedre. Det fremmes ingen forskningsetiske innvendinger til endringene slik de er beskrevet i skjema for prosjektendring.

Vedtak

REK har gjort en forskningsetisk vurdering av endringene i prosjektet og godkjenner prosjektet slik det nå foreligger, jfr. helseforskningsloven § 11 annet ledd.

Vi gjør oppmerksom på at etter ny personopplysningslov må det også foreligge et behandlingsgrunnlag etter personvernforordningen. Det må forankres i egen institusjon.

Tillatelsen er gitt under forutsetning av at prosjektet gjennomføres slik det er beskrevet i søknaden, endringssøknad, oppdatert protokoll og de bestemmelser som følger av helseforskningsloven med forskrifte

Sluttmelding

Prosjektleder skal sende sluttmelding til REK på eget skjema via REK-portalen senest senest 6 måneder etter sluttdato 31.12.2022, jf. helseforskningsloven § 12. Dersom prosjektet ikke starter opp eller gjennomføres meldes dette også via skjemaet for sluttmelding.

Søknad om endring

Dersom man ønsker å foreta vesentlige endringer i formål, metode, tidsløp eller organisering må prosjektleder sende søknad om endring via portalen på eget skjema til REK, jf. helseforskningsloven § 11.

Klageadgang

Du kan klage på REKs vedtak, jf. forvaltningsloven § 28 flg. Klagen sendes på eget skjema via REK portalen. Klagefristen er tre uker fra du mottar av dette brevet. Dersom REK opprettholder vedtaket, sender REK klagen videre til Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin og helsefag (NEM) for endelig vurdering, jf. forskningsetikkloven § 10 og helseforskningsloven § 10.

Med vennlig hilsen

Finn Wisløff
Professor em. dr. med.
Leder

Anne Åbyholm-Brodal
førstekonsulent

Kopi til:

Folkehelseinstituttet
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Norun Hjertager Krog



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway