

AT SE LUFT



EN UNDERSØGELSE AF
DATAVISUALISERINGENS ROLLE I
OPLEVELSEN AF LUFTKVALITET

“At se luft”

En undersøgelse af datavisualiseringens rolle i oplevelsen af luftkvalitet

Roskilde Universitet

Den Humanistisk-Teknologiske Bacheloruddannelse

3. Semesterprojekt

Dato: 17-12-2019

Gruppe: V1924809890

Hus: 04.2

Gruppemedlemmer:

Studienummer:

Alberte Strunge Møller

66492

Pernille Xenia Larsen

66486

Kristin Marie Wichstrøm

66461

Vejleder: Mikkel Bille

Antal anslag: 102.382

Antal normalsider: 42,7

Antal sider i alt: 69

Abstract

Seeing Air:

An examination of data visualization's impact on the experienced air quality

This paper examines how data visualizations of air quality with color is perceived. To unfold the subject at hand, we find inspiration in Jennifer Gabrys' *'citizen sensing'* projects and we explore how *DIY* 'sensing' technologies are built. By investigating how a person reacts to data visualization in real time we delve into the postphenomenological relationship between technology, humans and their *'lived world'*. Our research is anchored in a case study focusing on the perceived air quality by cyclists in Copenhagen. The subjects of the study engage with a particulate matter monitor for a week. This monitor was built by the project group. The monitors were mounted on their bikes and visualized the values of particulate matter, $PM_{2.5}$, through green, yellow and red light corresponding to the levels of $PM_{2.5}$.

Following a postphenomenological approach of gathering qualitative empirical data to capture subjects experiences, a semi structured interview was conducted with the subjects before and after the $PM_{2.5}$ monitor was given to them. By analyzing the interviews the study has found a possible correlation between the participant's established knowledge of air quality and their use of personal health monitoring devices. Furthermore, this affects their ability to understand and accept the color visualization as a representation of the air quality in Copenhagen.

Tak til

Projektet vil gerne anerkende og takke deltagerne, der har indvilget i at være med i undersøgelsen. Dette er vi yderst taknemmelige for, da projektet ikke ville kunne udføres uden deres medvirken.

Yderligere vil vi takke Bo Thorning, vores FabLab vejleder, for støtte og hjælp til projektet byggetekniske aspekter og rådgivning til Arduino programmering.

Slutvis vil vi takke Mikkel Bille for kyndige input og vejledning i en spændende, men til tider udfordrende og forvirrende undersøgelse.

Indholdsfortegnelse

1.0 Indledning	6
1.1 Problemfelt	7
1.2 Semesterbinding	8
1.2.1 Subjektivitet, teknologi og samfund	8
1.2.2 Teknologiske systemer og artefakter	9
2.0 Postfænomenologi	10
3.0 Jennifer Gabrys og ‘citizen sensing’	14
4.0 Luftkvalitet	17
5.0 Datavisualisering	19
6.0 Metodiske overvejelser	21
6.1 Partikelmåleren	21
6.2 Interview	23
6.2.1 Det semistrukturerede interview	25
6.2.2 Faser af en interviewundersøgelse	25
7.0 Partikelmåleren	31
7.1 Partikelmåleren: indvendig og udvendig	31
7.1.1 De elektroniske komponenter	32
7.1.2 Boksens egenskaber	37
7.2 Proces: de tre prototyper og den færdige partikelmåler	38
7.2.1 Første prototype	39
7.2.2 Anden prototype	40
7.2.3 Tredje prototype	41
7.2.4 Den endelige partikelmåler	44
8.0 Fremstilling af empiri	47
8.1 Indledende interview	47
8.2 Opfølgende interview	49
9.0 Analyse	54
9.1 Visualisering af temaerne	54
9.1.1 Udtrykt viden om luftkvalitet og mistillid til partikelmåleren	54

9.1.2 Brug af personlige sundheds-monitoreringsværktøjer og forståelse af partikelmålerens 'sprog'	56
9.1.3 Datavisualisering og mistillid til partikelmåleren	58
10.0 Diskussion	62
11.0 Konklusion	65
11.1 Perspektivering	66
12.0 Litteraturliste	67

1.0 Indledning

I takt med urbaniseringen er verdens energiforbrug steget markant, og dette energiforbrug dækkes primært af fossile brændstoffer. På verdensplan står de fossile brændstoffer for godt og vel 80 % af vores energiforbrug, og afbrændingen af disse kommer med især to negative følger: 1) udledning af CO₂ til atmosfæren med stor påvirkning på drivhuseffekten og den globale klimakrise (IPCC, n.d.), 2) dårlig luftkvaliteten, som har direkte sundhedsskadelige konsekvenser.

I en rapport fra Århus Universitet fra 2018 viser beregninger, at dårlig luftkvalitet er skyld i for tidlige dødsfald for 3-4.000 danskere årligt og på globalt plan er tallet helt oppe på 6-7 millioner dødsfald om året (Ellermann et al., 2019, s. 3). I Danmark forringes luftkvaliteten både af nationale og internationale forhold, og på det nationale plan er det biler og brændeovne der er de helt store synder ("Partikelforurening med PM_{2,5}", u.å.). Dette gør også, at luftkvaliteten nogle steder i byerne er markant dårligere end ude i landet. Vi er altså inden i en periode, hvor vi oplever tendenser med større og større byer og som følge deraf et stigende energiforbrug, der på nuværende tidspunkt er afhængig af afbrænding af fossile brændstoffer. En afbrænding, som forskningen viser, genererer dårlig luftkvalitet, der er skadeligt for vores helbred.

Man kunne fristes til at spørge, om den danske befolkning ved nok omkring luftkvalitet og konsekvenserne af en dårlig en af slagsen.

1.1 Problemfelt

En nyere forskningsmetode til at aktivere og engagere borgere i kampen for et bedre miljø, introduceres af sociologen Jennifer Gabrys. Hun fokuserer på data som en kombination af numeriske værdier, indhentet ved billigt og nemt tilgængeligt måleudstyr samt data genereret ved sanselige observationer, altså brugerens oplevelse af sine omgivelser. Brugerens sanselige observationer dokumenteres bl.a. som fotografier, dagbøger og video. Hun kombinerer dermed kvantitativ og kvalitativ data og søger at udfordre den gængse videnskabs opfattelse af valid data (Gabrys, 2017, s. 17) . Dertil anvender Gabrys begrebet ‘citizen sensing’ som i sin oprindelige betydning, henviser til en frivillig deling af geografisk information (Goodchild i Gabrys et al., 2016 s. 3). Denne metode fokuserer ydermere på, hvordan borgerne kan bruge data til at udtrykke deres bekymringer.

Indeværende projekt er udviklet med klar inspiration i Gabrys tilgang til borgerinddragelse i dataindsamlingen og udviklingen af selvbyggede, nemmere tilgængelige sensorer, men tager også udgangspunkt i en mere utraditionel visualisering af data. Videnskabelig data udtrykkes ofte i form af tal eller anden kompleks grafisk fremstilling, idet dataen oftest formidles fra en fagkyndig person til en anden. Ifølge Kwan-Liu Ma et al. er det vigtigt at tilpasse datavisualiseringen til modtagerne, idet der ellers kan opstå en mistolkning af dataen (Kwan-Liu Ma, Liao, Frazier, Hauser, & Kostis, 2012). I sammenhæng med overvejelsen om hvorvidt den danske befolkning ved nok omkring luftkvalitet, giver dette anledning til nærmere undersøgelse af hvilken rolle en alternativ datavisualisering af luftkvalitet spiller. Bevirker det en mere håndgribelig tilgang til den omkringliggende luft og dennes kvalitet? Skaber det større forståelse for numerisk data? Eller gør det intet for dem? Denne rolle udforskes i projektet og undersøges ved problemformuleringen:

Hvilken rolle spiller datavisualisering for oplevelsen af luftkvalitet?

For at afdække problemformuleringen undersøges følgende arbejdsspørgsmål:

- Hvad er datavisualisering?
- Hvordan bygges en partikelmåler, der visualiserer dens målinger med farvet lys?
- Hvad er luftforurening og $PM_{2,5}$?
- Hvordan kan vi via et postfænomenologisk studie få adgang til deltagernes oplevede virkelighed, og
- Hvilken viden genererer dette om datavisualiseringens rolle?

1.2 Semesterbinding

Dette projekt er forankret i to dimensioner; subjektivitet, teknologi og samfund og teknologiske systemer og artefakter. Subjektivitet, teknologi og samfund (STS) er dette semesters bundne dimension, der er forankret i den humanvidenskabelige tradition, og teknologiske systemer og artefakter (TSA) er projektets tilvalgte dimension. TSA er forankret i den teknologividskabelige tradition. Følgende er en beskrivelse af, hvorledes de to dimensioner kommer til udtryk gennem projektarbejdet.

1.2.1 Subjektivitet, teknologi og samfund

Denne dimension omhandler samspillet mellem mennesker og teknologi, hvilket også er det, der undersøges i dette projekt. Ved brug af semistrukturerede interviews vil projektgruppen undersøge relationen mellem københavnske cyklister og luftkvaliteten, og hvordan en selvbygget partikelmåler fungerer som mediator. Denne mennesker-teknologi-verden relation udtrykkes i postfænomenologien. Dennes betydning for projektet uddybes i et separat afsnit. Ydermere inddrager vi Jennifer Gabrys og hendes arbejde med selvbyggede måleapparater og forhold til data.

1.2.2 Teknologiske systemer og artefakter

Denne dimension kommer særligt til udtryk i form af udarbejdelsen og udviklingen af en partikelmåler, der visualiserer $PM_{2.5}$ i realtid med farver. Hertil kommer en teknisk beskrivelse af den samlede partikelmålers forskellige komponenter samt overvejelser og valg i konstruktionsprocessen.

2.0 Postfænomenologi

For bedre at kunne forstå og italesætte den viden, som undersøgelserne med partikelmåleren vil kunne give os, vil vi i det følgende afsnit redegøre for det videnskabsteoretiske udgangspunkt. Indledningsvis vil der kort redegøres for postfænomenologiens afsæt i fænomenologien, for så videre at gå i dybden med postfænomenologiens syn på teknologiers medierende rolle og dertil relationer.

For at forstå postfænomenologiens tanke om teknologiens medierende rolle i relationen mellem verdenen og mennesket, er der behov for at forstå fænomenologiens udgangspunkt. I den fænomenologiske tradition anskues verden som en række fænomener, set fra et førstepersonsperspektiv. Grundlæggeren af den fænomenologiske tradition Edmund Husserl (1859), fokuserede på bevidsthedens intentionalitet. Han mente, at bevidstheden altid har et særligt perspektiv på noget, alt efter konteksten (Rosenberger & Verbeek, 2015, s. 21). Dermed fremtræder fænomener forskelligt alt efter intentionaliteten. Videre er filosofen Maurice Merleau-Pontys (1908) idéer omkring den kropslige perception, væsentlige inden for den fænomenologiske tradition. Merleau-Ponty fokuserede særligt på den individuelle perception, som ifølge ham, altid foregår gennem kroppen (Rosenberger & Verbeek, 2015, s. 11). Med dette menes, at kroppen *er* perspektivet, som verden beskues i gennem. Dermed kan der ikke ontologisk set adskilles mellem krop og bevidsthed. Det er med udgangspunkt i disse tanker, at postfænomenologien tager form.

Postfænomenologien omhandler menneskets oplevelse af verden gennem teknologier. Dette gøres med et særligt blik, på hvordan teknologier medierer og skaber relationer til verdenen, snarere end på at undersøge menneskets bevidsthed (Rosenberger & Verbeek, 2015, s. 9). I den klassiske fænomenologi betragtes teknologi som noget, der fremmedgør os mennesker fra den omkringliggende

verden. I stedet for at tænke på mennesker og teknologi som noget adskilt, kigger postfænomenologien derimod på forholdet mellem mennesker og teknologi som *mediering* (Rosenberger & Verbeek, 2015, s. 11).

Don Ihde (1934), der regnes for postfænomenologiens ophavsmand, har identificeret forskellige relationer, som teknologien skaber, det han kalder *Human-Technology-World-Relations*. Disse består af *embodiment-*, *hermeneutic-*, *alterity-* og *background relations*. Ud fra teknologiens brug og formål vil relationerne variere. Dog menes der, at det ikke er nødvendigt, at en teknologi skal kunne indgå i alle fire relationer (Eede, 2015, s. 146). Den første relation, *embodiment relation*, former en oplevelse i kraft af, at et objekt (teknologi) er taget ind i brugerens kropslige bevidsthed. Ihde beskriver, at der kan opstå en transparens, fordi der med tiden vil opstå en tilpasning fra mennesket til objektet. Objektet bruges uden nærmere bevidsthed derom, og bliver dermed en samlet enhed med kroppen. I konteksten med eksempelvis et ur, betyder det, at uret skaber en kropslig forståelse af tid, hvilket betyder at ur+menneske ser verden sammen. Dette sker, idet uret har en skjult indlejring i mennesket forståelse af tiden. Menneskets tolkning af urets skærm, kan skabe en ændret perception af tiden. Med dette refereres der til den *hermeneutiske relation*. Her transformeres brugerens opfattelse af verden direkte gennem uret, og på den måde kobles teknologi og verden sammen. Dette adskiller sig fra den kropslige relation, hvor teknologien og mennesket som samlet enhed perciperer verden. Den tredje relation, *alterity relation*, refererer til de teknologier, hvor der opstår ligheder til den måde mennesker interagerer med hinanden. Dette forstås som teknologier, der simulerer menneskelig interaktion, og kan i eksemplet med uret komme til udtryk i en såkaldt smartwatch. Her kan displayet vise en besked, der med en 'menneskelig' tone påpeger inaktivitet. Den sidste relation, *background relations*, adresserer de teknologier, som interagerer uden for menneskets direkte bevidsthed. Dette er teknologier som inkorporeres i menneskets miljø uden en aktiv interaktion, som f.eks. den tikkende lyd fra et standur.

I mødet mellem projektets deltagere og partikelmåleren undersøger vi den hermeneutiske relation. Denne relation stammer fra den filosofiske tradition omkring hermeneutik, altså den læselige og sproglige tolkning. Ihde beholder det fortolkende aspekt i sit begreb, men anvender det til at forstå fortolkning i en teknologisk sammenhæng. Dermed adresseres der nødvendigvis ikke til den faktiske ved læsningen, men skal hellere forstås som analogier for læseprocessen (Ihde, 1990, s. 80). Ligeledes benytter Ihde terminologien *imaging technologies* for at beskrive teknologier, der gør dele af verden, som hidtil har været uhåndgribelig, tilgængelige via en visuel repræsentation. Teleskopet og dets billedlige repræsentationer er et eksempel på dette. Månen set fra et teleskop medierer ens opfattelse af månen, men samtidig er billedet perceptuelt isomorfisk med det originale objekt, altså hvor månen optræder på samme vis som betragtet på klos hold (Eede, 2015, s. 150). Som en kontrast til denne direkte billedlige tolkning, vil eksempelvis en repræsentation af data ofte fremstilles mere abstrakt. Verbeek har i sine undersøgelser af dette forsket i medieringen af ultralydsscannere. Ultralydsscanningerne blev visualiseret ved en billedlig repræsentation (Rosenberger & Verbeek, 2015, s. 35). Med dette har Verbeek undersøgt signaler, som ikke kan opfattes af mennesker. I en repræsentation af scanningerne opstår der en strukturel forskel mellem original data og det konstruerede billede, altså en non-isomorfisme. Videre er teknologiens mediering betinget af, at brugeren er i stand til at forstå 'sproget'. Hvis der ikke er en forståelse for sproget, vil teknologien mangle mening og dermed også transparens (Rosenberger & Verbeek, 2015, s. 33).

Overført til projektets undersøgelse vil partikelmåleren fungere som en intervention mellem deltagerne og den københavnske luftforurening. Her vil deltagerne få en medieret adgang til luftkvaliteten i kraft af den hermeneutiske relation. På samme måde som Verbeek visualiserer resultaterne fra ultralydsstrålerne, vil deltagerne opleve målingen af $PM_{2,5}$ gennem en

non-isomorfisk repræsentation. På den måde vil et ikke-sansbart stof visualiseres i form af farver.

3.0 Jennifer Gabrys og 'citizen sensing'

For at kontekstualisere relationen mellem måleteknologier og borgere har vi valgt at undersøge Sociologen, Jennifers Gabrys' idéer om den kollektive dataindsamling. Det hun kalder for 'citizen sensing'. Gabrys har i en række forskningsprojekter undersøgt forholdet mellem teknologi og borgerengagement. Dette har hun gjort ved at se på, hvordan sensorbaserede teknologier kan bruges af borgere til at generere data, både i kontekst med luftforurening og 'urban sensing'. Forskningsprojektet, *Citizen Sensing* (2013), undersøgte blandt andet, hvordan indbyggere i Pennsylvania, USA, ved hjælp af sensorteknologi og egne observationer, individuelt kunne opsamle data omkring finstøvspartiklen, PM_{2.5}. Sensorteknologien gav en umiddelbar numerisk måling af de omgivelser, brugeren befandt sig i. Yderligere blev parallelle 'kvalitative' data dokumenteret, såsom lugt, støj og andre sansebare observationer og erfaringer. Forsøget viste, hvordan aktiv deltagelse, og ikke blot analysering af numerisk data, kan skabe relation mellem bruger og data. Gabrys mener, at denne relation kan bidrage til øget bevidsthed omkring forskellige typer af data, og dertil hvordan data bearbejdes og anvendes (Gabrys, Pritchard, & Barratt, 2016).

Projektet i Pennsylvania var særlig aktuelt, fordi der både var en udtrykt og faktisk mangel på monitorering. Dataindsamling ved brug af billige og let tilgængelige teknologier, det Gabrys omtaler som 'citizen data', kan være til nytte i de tilfælde, hvor der mangler kvantitative datamålinger (Gabrys et al., 2016). I forskningsartiklen '*Just good enough data: Figuring data citizenships through air pollution sensing and data stories*' (2016), beskriver Gabrys, hvordan denne form for deltagende forskning, hvor ikke-eksperter bidrager, muligvis falder udenfor de traditionelle videnskabelige metoder til at indsamle data. Det bl.a. fordi der gøres brug af tilsyneladende enkle monitoreringsværktøjer, der kombineres med brugerens sanselige observationer. Samtidig genereres der data uden det kontrolelementet, som generelt er til stede ved kvantitativ dataindsamling. Gabrys

beskriver en oplevet miskreditering fra andre forskere, grundet en bekymring over de anvendte målemetoder. Derimod påpeger Gabrys, at 'citizen sensing' hellere skal forstås som teknologier, der kan mediere bekymringer omkring klima og skabe en diskussion om data, snarere end at generere absolutte numeriske værdier i relation til lovmæssige standarder (Gabrys et al., 2016, s.2). Ved at borgere indsamler data, kan der skabes evidens for borgerengagement, som videre kan fungere som katalysator for en debat omkring de oplevede problematikker - herunder bl.a. luftforurening (Gabrys, 2016).

På baggrund af ovenstående, hvor borger-initieret vidensindsamling skaber en grobund for politiske diskussioner, kan der som trækkes paralleller til aktionsforskning i Gabrys' videnskabelse. I et aktionsforskningsperspektiv ønskes der at skabe bevægelse i problematiske samfundsforhold og etablere forandringer i det levede liv. Med en mere eksperimentel tilgang til forskerrollen, undersøger aktionsforskeren genstandsfeltet gennem aktiv deltagelse og bidrager dermed til videnskabelsen (Tofteng & Husted, 2012, s. 359). Ligesom med aktionsforskning, bryder Gabrys forestillingen om den positivistiske subjekt-objekt-relation, hvor forskeren alene er vidensskabende.

Gabrys' projekt 'citizen sensing' har, som nævnt, undersøgt hvordan flere datatyper sammenlagt kan skabe nye former for evidens. En bredere kvalitativ form for 'citizen data' kan, ifølge Gabrys, åbne op for nye måder at tænke data. Dette kan eksempelvis være borgerens sanselige observationer, i form af video, fotografier og andre dokumenterede hændelser (Gabrys, 2017, s.18). På den måde kan borgeren registrere hændelser, der i traditionel videnskab måske ikke ville dokumenteres, som samtidig udtrykker deres oplevede erfaringer (Gabrys et al., 2016).

Samlingen af disse datatyper udgør det, Gabrys refererer til, som 'data stories'. Gabrys beskriver at disse 'data stories' har til formål at være mere end blot en visuel formidlingsteknik. Derimod ses dette mere som en samlet betragtning

af borgerens indsamlede data, hvor *både* de kvalitative og kvantitative resultater vægtes til samme favør.

Vi har i vores undersøgelse og udformning af partikelmåler valgt ikke at gøre det muligt for vores deltagere at dele deres viden/fund. Dermed afgrænser vi os fra at inddrage Jennifer Gabrys tankegang omkring mobilisering af borgere og videre påvirkning af beslutningstagere og politikere.

4.0 Luftkvalitet

Når der bliver snakket om luftkvalitet, og nærmere dårlig luftkvalitet, refereres der som oftest til luftens indhold af nitrogendioxid (NO₂), svovldioxid (SO₂), nitrogenoxider (NO), kulilte (CO), ozon (O₃), bly og visse tungmetaller samt partiklerne PM₁₀ og PM_{2,5} (“Måling og vurdering af luftforureningen”, u.å.). De forskellige stoffer og partikler har mange alle forskellige effekter på både klima og mennesker. Det til projektet tilgængelige måleapparat, *Laser PM2.5 Sensor*, var en PM_{2,5}-sensor, hvorfor følgende er en redegørelse for denne partikel.

PM_{2,5} er fine partikler, som består af samlinger af faste stoffer med eller uden væske. PM_{2,5} refererer til størrelsen (i diameter) af partiklen. Dette betyder at PM_{2,5} er de partikler, der er mindre end 2,5 mikrometer i dens ‘aerodynamiske diameter’, dvs. diameteren af en sfærisk partikel med massefylden 1 g/cm³ (“PM10 og PM2.5”, u.å.). Denne størrelse af partikler kommer bl.a. fra dieslbiler og brændeovne i Danmark. Dog er det ikke kun Danmarks egen udledning, der har betydning for luftkvaliteten. 75% af partikelforureningen, der er i Danmark, kommer fra andre lande (“Partikelforurening med PM2,5”, u.å.), da partiklerne bliver spredt med vinden. Der er stort fokus på forholdet af partikler i luften, da *“partikler er den mest sundhedsskadelige del af luftforureningen”* (“Partikelforurening med PM2,5”, u.å.). Eksponering for partikelforurenet luft og særligt de fine partikler, som kan komme dybere ind i vævet i kroppen, kan i værste tilfælde føre til sygdomme som kræft, samt en forkortelse af den forventede levealder (“Effekter på mennesker og miljø”, u.å.). For at modarbejde udviklingen af den skadelige luftkvalitet er der sat en række grænseværdier fra EU, som medlemslandene skal overholde. Siden 2015 har grænseværdien for årgennemsnittet været på 25 µg/m³ for PM_{2,5} (“Partikelforurening med PM2,5”, u.å.) på baggrund af WHO’s guidelines. The U.S. Environmental Protection Agency, har opstillet et indeks over forholdet mellem partikelkoncentrationen og

den korresponderende sundhedsskadelige effekt, som vises i nedenstående Figur T.1.

24-Hour PM_{2.5} Levels (µg/m³)

PM _{2.5}	Air Quality Index	PM _{2.5} Health Effects	Precautionary Actions
0 to 12.0	Good 0 to 50	Little to no risk.	None.
12.1 to 35.4	Moderate 51 to 100	Unusually sensitive individuals may experience respiratory symptoms.	Unusually sensitive people should consider reducing prolonged or heavy exertion.
35.5 to 55.4	Unhealthy for Sensitive Groups 101 to 150	Increasing likelihood of respiratory symptoms in sensitive individuals, aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly.	People with respiratory or heart disease, the elderly and children should limit prolonged exertion.
55.5 to 150.4	Unhealthy 151 to 200	Increased aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly; increased respiratory effects in general population.	People with respiratory or heart disease, the elderly and children should avoid prolonged exertion; everyone else should limit prolonged exertion.
150.5 to 250.4	Very Unhealthy 201 to 300	Significant aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly; significant increase in respiratory effects in general population.	People with respiratory or heart disease, the elderly and children should avoid any outdoor activity; everyone else should avoid prolonged exertion.
250.5 to 500.4	Hazardous 301 to 500	Serious aggravation of heart or lung disease and premature mortality in persons with cardiopulmonary disease and the elderly; serious risk of respiratory effects in general population.	Everyone should avoid any outdoor exertion; people with respiratory or heart disease, the elderly and children should remain indoors.

Figur T.1: Tabellen viser sammenhængen mellem PM_{2.5} i luften, holdt sammen med AQI og sundhedspåvirkninger. (kilde: <https://blissair.com/what-is-pm-2-5.htm>)

5.0 Datavisualisering

Datavisualisering har længe været et greb forskere har benyttet til at kommunikere deres fund, udforske datasæt eller validere deres eksperimenter. Dette består oftest af en mere eller mindre grafisk fremstilling, hvor datasæt, eller numeriske værdier bliver formidlet og sat i forhold til hinanden (Kwan-Liu Ma, Liao, Frazier, Hauser, & Kostis, 2012, s. 2). Dog er det ofte, at visualiseringen bliver lavet med henblik på, at formidle til andre forskere, eller fagfolk, som nedenstående citat også fremhæver:

However, difficulties arise when scientific visualizations are introduced to broader audiences. Even the best visualizations are incomprehensible if their concepts are alien, and scientific visualizations are often designed assuming viewer familiarity with the subject matter. (Kwan-Liu Ma et al., 2012, s. 3).

Som Kwan-Liu Ma et al. beskriver, opstår der problemer i overleveringen af information til personer, der ikke er indforstået med konteksten af visualiseringen. Derved kan en datavisualisering møntet på fagfolk, fører til en forvirring og manglende forståelse af dataen fra den øvrige befolkning. Dette især hvis feltet omhandler abstrakte fænomener fra svært naturvidenskabelige felter såsom astrofysik og genetik. Her har en undersøgelse vist “[...] *that many visitors grossly misinterpreted the scale and use of color in a nanoscale image.*” (Kwan-Liu Ma et al., 2012, s. 5). Da “*visualizations often show complex and abstract phenomena at extreme size scales using colors that have no inherent meaning*” (Kwan-Liu Ma et al., 2012, s. 5), kan dette føre til misforståelser og forkerte tolkninger af dataen fra befolkningen. Med tanke på den generelle befolkning, udformning af ens visualisering og farvebrug, kan man som forskere undgå disse mulige misforståelser, som Phipps og Rows studie også viser:

Phipps and Rowe [5] conducted a study in which students were better able to interpret visualizations of oceanographic data that had been redesigned with more intuitive color schemes and recognizable (though unscientific) landmarks.

(Kwan-Liu Ma et al., 2012, s. 5)

Dette viser, hvordan en visualisering af et hvilket som helst fænomen, nemmere giver anledning til korrekt forståelse, hvis visualiseringen er modificeret alt afhængig af modtageren.

6.0 Metodiske overvejelser

I det følgende redegøres der for valget af at bygge en partikelmåler, og hvordan denne bruges som et metodisk greb til at undersøge projektets problemstilling. Yderligere præsenteres Kvale og Brinkmanns teorier og metodiske overvejelser i forhold til brugen af interviewet til indsamling af empiri samt brugen af denne i projektet.

6.1 Partikelmåleren

Til denne undersøgelse har vi valgt at bygge en måler, der visualiserer $PM_{2.5}$ -partikler i form af farver. Farverne er henholdsvis rød, gul og grøn alt afhængig af niveauet af $PM_{2.5}$. Dette metodiske greb, med selv at bygge måleren, har vi valgt på trods af, at det er andre målere på markedet, som tilmed måler flere af stofferne i luften og ikke blot $PM_{2.5}$. Dette valg har gjort det muligt for os også at undersøge, hvordan undersøgelsens deltagere responderer på en åbenlyst selvbygget partikelmåler. Ydermere har vi deraf selv haft indflydelse på valget af visualiseringen af dataen. Dette har vi fundet interessant, fordi den, for det blotte øje, adskiller sig mere fra måleapparater, som kan associeres med den traditionelle naturvidenskabelige tankegang. Dertil kommer, at en købt luftkvalitetsmåler har en pris på 1.200 kr./stk. (“Flow, by Plume Labs | The First Smart Air Quality Tracker”, u.å.) og vores selvbyggede måler indeholder samlet set komponenter til godt og vel 300 kr./stk. Ydermere har vi som RUC-studerende et FabLab tilgængeligt, hvor vi har kunnet få komponenterne gratis, og vi tilmed i vores konstruktionsproces har kunnet få kyndig assistance. Dette har dog også gjort, at vi har prioriteret at benytte de tekniske komponenter, der var tilgængelige i FabLab’et, frem for at indkøbe andre. Dette betyder så også, at hvis ikke RUC FabLab havde lige netop den anvendte partikelsensor på lager, kunne valget eventuelt godt være faldet på en anden sensor. Vi har dog vurderet, at det for undersøgelsen ikke har

været afgørende om vores sensor målte $PM_{2.5}$ eller et andet stof associeret med luftkvalitet, så længe det målte stof havde en u håndgribelig karakter. Partikelmåleren reproducerer ikke $PM_{2.5}$ i dens eksakte form, men giver den form i kraft af farvet lys, og er derfor en såkaldt ikke-isomorfisk repræsentation. Foruden det ovenstående har processen med selv at konstruere partikelmåleren også bidraget til en dybere forståelse for en sådan målers komponenter og tekniske specifikationer, samt brugsmæssige overvejelser.

The U.S. Environmental Protection Agency's index omkring sundhedsskaderne ved eksponering af forskellige niveauer af $PM_{2.5}$ -partiklerne blev brugt til inspiration til at bestemme, hvilke intervaller der skulle visualisere en bestemt farve lys (Bliss Air, u.å.). The U.S. Environmental Protection Agency's index arbejder med seks niveauer. Projektets partikelmålers visualisering er baseret på en rationale om en alternativ, simplificeret visualisering, og har til forskel kun tre niveauinddelinger - se figur T.2.

The U.S. Environmental Protection Agency's index	Projektets index
0 - 12.0,	0 - 15
12.1 - 35.4,	< 15 - 25
35.5 - 55.4	< 25
55.5 - 150.4	
150.5 - 250.4	
250.5 - 500.4	

Figur T.2: sammenligning af EPA's $PM_{2.5}$ -skala med projektets skala.

Til at understøtte partikelmålerens validitet, holder vi visualiseringerne op imod andre PM_{2,5}-målinger, der er foretaget i København. Ved brug af *The World Air Quality Index Projects* hjemmeside og app'en fra *Plume Air Report*, der begge monitorerer luftkvaliteten i København, har vi kunnet se numeriske værdier over PM_{2,5}-niveauet i dagene, hvor undersøgelsens deltagere har haft partikelmåleren. Baseret på deltagernes tilbagemeldinger om et mere eller mindre konstant grønt lys, vores egne test med partikelmåleren og de andre PM_{2,5}-målinger i København, har vi med denne triangulering en klar opfattelse af, at partikelmåleren har fungeret korrekt. Dette selvom PM_{2,5}-sensoren er mest usikker ved høj relativ luftfugtighed, og er i sådan et miljø mere disponibel for fejlagtige målinger. I København i december er den relative luftfugtighed tæt på 90%. Dette er 10 procentpoint højere end det anbefalede niveau fra producenten. En uvildig undersøgelse af sensoren viser dog, at den højere fejlprocent i målingerne ikke er ensbetydende med lavere målte værdier, og derfor kan det argumenteres, at det ikke har haft indflydelse på det konstante grønne lys vores deltagere har oplevet (Liu, Schneider, Haugen, & Vogt, 2019).

6.2 Interview

Dette afsnit er skrevet med afsæt i bogen *Doing Interviews* af Steinar Kvale og *Interview: Det kvalitative forskningsinterview som håndværk* af Steinar Kvale & Svend Brinkmann. Afsnittet beskriver interview som metode, samt hvordan denne anvendes i projektet.

Kvalitative forskningsmetoder, som interviewet, er i dag en stor del af forskellige forskningsdiscipliner, såsom antropologi, sociologi og psykologi. Dette kommer af, hvad man kalder den kvalitative holdning, der omfatter tanken, at fænomenerne og processerne i verden skal beskrives, før der bliver udviklet teorier om disse. Altså de skal forstås, før de skal forklares. Den kvalitative holdning involverer et fokus på hverdagslige, kulturelle, og situerede aspekter ved menneskelig tænkning. Det

kvalitative forskningsinterview søger at forstå verden ud fra subjektets synsvinkler, folde betydningen af deres oplevelser ud og afdække subjektets levede verden (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 31).

Det kvalitative forskningsinterview kan også gå under navnet, ikke-standardiseret interview, da der er få standardiserede processer at følge i et sådan interview. *"Interviewforskning er et håndværk, som kan blive en kunst"* (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 36) skriver Kvale & Brinkmann, hvilket understreger vigtigheden i udtrykket: "øvelse gør mester". Da der ikke bliver fulgt trin på samme måde som i andre regelstyrede videnskabelige metoder, må mange metodiske overvejelser gøres under selve interviewet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 36-37). Dog er det vigtigt at have en teoretisk refleksion over produktionen af viden, samt fokus på epistemologiske og etiske udfordringer eller problemer, i forbindelse med interviewet. Da interviewets mål er, at udforske menneskers private verden og indsamle viden derfra, er de etiske spørgsmål noget, som man som interviewer bliver nødt til at forholde sig til. Hertil er der nogle allerede eksisterende etiske retningslinjer, som fortrolighed og informeret samtykke. Yderligere er det vigtigt at være klar over forskeren og informantens ulighed i samtalen (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 55). Da interviewet kan minde en hverdagssamtale kan denne ulighed godt glemmes. Forskeren kommer med et forudbestemt emne og er mere styrende i samtalen (Kvale & Brinkmann, 2015, s.105-120).

Den viden, forskningsinterviewet producerer, kan ifølge Kvale & Brinkmann beskrives som; produceret, relationelt, samtalebaseret, kontekstuel, sproglig, narrativ og pragmatisk. Ved at kigge på viden ud fra de ovenstående temaer kan det afklare, hvilken viden der opnås og karakteren af denne. Den *producerede viden* omhandler forskningsinterviewet som et sted mellem interviewer og informanten, hvor viden bliver produceret. Viden bliver skabt i samtalen, ved spørgsmål og svar, og er ikke noget, der kun bliver afdækket. Den skabte viden er *relationel*, herved inter-relationel og inter-subjektiv, da forskeren

kan fokusere på samspillet deltageren har, eller videnen der opstår imellem dem. *Samtalen* giver adgang til viden, når man bevæger sig væk fra troen på en objektiv virkelighed, og i stedet fokuserer på den levede verden, og idet viden er samtalebaseret er den også *kontekstuel*. Den kan nødvendigvis ikke automatisk overføres til andre situationer. Ydermere er den *sproglig* ved overlevering af viden ved mundtlige udsagn. Hertil ses den også som værende *narrativ*, da fortællinger er en måde at informere om den oplevede virkelighed. Deraf bliver viden også *pragmatisk*, da der kan stilles spørgsmål, til om der bliver leveret nyttigt viden (Kvale & Brinkmann, 2015, s.83-85).

6.2.1 Det semistrukturerede interview

Det semistrukturerede interview tager delvist afsæt i den fænomenologiske tanke. Fænomenologien er som udgangspunkt optaget af, hvordan mennesker oplever livsverdensfænomener. Hertil benytter det semistrukturerede interview sig også af den hermeneutiske tilgang, der fokuserer på fortolkningen af meningen. Den hermeneutiske tilgang fokuserer også på diskursanalyser, som beskæftiger sig med sprog, og hvordan diskursive praksisser konstruerer de sociale verdener, vi lever i. Disse tilgange bliver alle brugt i det semistrukturerede interview (Kvale & Brinkmann, 2015, 48-53).

Denne interviewform søger at forstå informanternes oplevelser og tolkninger fra det almene hverdag og liv. Dette betyder, at strukturen på dette ligner en hverdags samtale, hvilket giver plads og opfordrer til, at informanten har muligheden for at uddybe og bevæge sig mere frit i samtalen. Dog har denne form for samtale et fokuspunkt og tema, og udføres ved hjælp af en interviewguide, der sikrer, at bestemte temaer bliver gennemgået. Interviewguiden kan også have allerede forberedte spørgsmål som hjælp.

6.2.2 Faser af en interviewundersøgelse

Interviewundersøgelsen kan inddeles i syv faser eller stadier. Disse gennemgås ikke nødvendigvis i en fast rækkefølge. Kvale & Brinkmann skriver: "*Der findes ingen*

standardprocedurer eller regler for udførelse af et forskningsinterview eller en interviewundersøgelse som helhed” (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 151), dog er der nogle standardvalg af angrebsvinkler i de forskellige faser. Følgende er en gennemgang af de faser, der er blevet gennemgået i projektet.

1) *Tematisering* – hvilket omhandler meningen med studiet, hvad det er, der skal undersøges, hvad tematikkerne er, samt en teoretisk afklaring af temaet (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 157-162).

Denne fase tager afsæt i vores teoretiske udgangspunkt både med Jennifer Gabrys og hendes tilgang til det sensor-teknologi baserede felt, samt luftkvalitet, PM_{2,5} og datavisualisering. Ydermere har vi udformet en række forskningsspørgsmål som: *Har datavisualisering med farvet lys i real indvirkning på adfærd?* Se forskningsspørgsmålene i bilag B, hvor de er blevet brugt som hjælp til at afgrænse og konkretisere projektet.

2) *Design* – Behandler designet af undersøgelsens forløb, hvordan man opnår den viden, der kan klarlægge temaet og planlægning af teknikker og procedurer dertil (Kvale & Brinkmann, 2015, s.162-167).

Undersøgelsen er designet således, at der er blevet foretaget et semi-struktureret interview før og efter partikelmålerens intervention. Interventionen er sket ved, at hver deltager har fået udleveret en partikelmåler og skullet cykle med denne i ca. en uge. Dette tidsinterval er udsprunget på baggrund af arbejdet med konstruktionen af måleren, der var af mere tidskrævende karakter end først forventet. Vi anerkender, at så snart deltagerne har cyklet én tur med partikelmåleren, er der sket en intervention, vi deraf kan analysere, men havde de haft den i en længere periode kunne det være, at interventionen havde vist sig anderledes. Partikelmåleren blev udleveret til deltagerne efter udførelsen af det indledende interview. Her fik de en kort gennemgang af, hvordan man benyttede den. Dette indebar montering på cykelstyret, opladning og tilslutning af powerbank

og aflæsning af visualiseringen. De blev informeret om, at den udleverede måler målte PM_{2,5}-partikler, som har indvirkning på luftkvalitet, og at grøn stod for et godt ikke-skadeligt niveau, gul for et lidt mere skadeligt niveau og rød får et skadeligt niveau.

Deltagerne er fundet ved at spørge venner, familie og bekendte, om de ville være med i undersøgelsen, eller om de kendte nogen, der kunne have en interesse i at deltage. Dette blev gjort på baggrund af, at partikelmåleren skulle være i deltagernes private besiddelse. Komponenterne, den består af, er udlånt fra FabLab RUC, og dertil lavede vi vurderingen, at vi stolede mere på, at mennesker, vi havde en relation til, passede bedre på, at disse ikke blev beskadiget eller stjålet under undersøgelsens forløb. Da vi har en relation til deltagerne, er det vigtigt at have in mente, hvad dette kunne medføre samt have en etisk overvejelse af dette.

Antallet af informanter er ikke et spørgsmål, der har et klart svar. Dette kommer an på undersøgelsens formål (Kvale & Brinkmann, 2015, s.166-167). I dette projekt, har der været tekniske begrænsninger til hvor mange deltagere, der har kunnet indgå. Det er krævet, at deltagerne får udleveret en partikelmåler, de kan cykle rundt med, og i og med projektgruppen kun haft seks partikelsensorer til rådighed, har det været styrende for antallet. Dette projekts kriterier til deltagerne har været, at cyklen skal være deres primære transportmiddel, og at de bor og arbejder i København, samt er mænd. Kriterierne kunne også havde haft andre aspekter som, alder eller bopæl nær en tæt trafikeret vej. Da der har været et tidsbegrænsning for projektet, har der ikke været tid til at opstille yderligere kriterier, og finde deltagerne der matchede disse.

Formålet med interviewet af deltagerne i undersøgelsen inden og efter de fik udleveret partikelmåleren, var at få en forståelse for deres ståsted. Dette muliggjorde at deres udtalelser inden interventionen kunne holdes op mod deres udtalelser efter interventionen. Deltagerne holdes anonyme i denne rapport, ved at ændre deres navne samt holde persondata-informationer omkring dem generelle.

Til denne undersøgelse har der været seks deltagere. Den første, Ulrik, er 50 år og arbejder som butikschef. Han er yderligere uddannet inden for zoneterapi og akupunktur. Ulrik er oprindeligt fra Jylland men flyttede til København i '98, og bor nu på Islands Brygge. Lukas, den anden deltager, er førsteårsstuderende på arkitektskolen i København. Han er 24 år og arbejder ved siden af sit studie i en biograf. Lukas er født og opvokset i København og bor nu ved Rigshospitalet med en ven. Jon, undersøgelsens tredje deltager, har en bachelor i jura og arbejder som general manager i en nyopstartet tech-virksomhed. Han er 25 år, opvokset i København og bor i et kollektiv på Nørrebro. Den fjerde deltager er Johan på 23 år, som er andetårsstuderende i informatik på KU. Han bor på Nørrebro med en roommate og arbejder ved siden af sit studie som tjener. Lars, den femte deltager, er 27 år og bor på Christianshavn, hvor han flyttede til for tre år siden fra Nordjylland. Ud over dette studerer han spildesign på ITU. Sidste og sjette deltager er Erik, der er uddannet arkitekt og arbejder som projektleder. Han er 65 år og bor i Valby med sin kone og har to børn, der ikke er hjemmeboende. Oprindeligt er han fra udkanten af Århus, men flyttede til København i '87.

Der er i designfasen også blevet udarbejdet en interviewguide til før og efter interventionen ud fra projektets forskningsspørgsmål, som blev udarbejdet i tematiseringen, og disse er videre blevet omformuleret til interviewspørgsmål, som var vejledende under interviewene (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 185-189). Se interviewguiden i bilag B.

3) *Selve Interviewet* – udførelsen af interviewet, typisk ud fra en reflekteret interviewguide i overensstemmelse med typen af viden, der søges at blive genereret (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 177-184).

Her er der blevet udført et semistruktureret interview med udgangspunkt i en interviewguide. Dette blev gjort i henholdsvis deltagernes hjem, på en cafe og på deres arbejdspladser, altså relativt uformelle steder. Disse blev optaget til videre

analyse. De seks undersøgelser blev igangsat på forskellige dage, da det skulle passe ind i deltagernes respektive skemaer.

4) *Transskription* – her omsættes interviewet fra det talte til det skrevne, som forberedelse til analysen. Transskriberingsproceduren fra lyd til det skrevne er forbundet med en række tekniske og fortolkningsmæssige spørgsmål. Valgene, der tages, har også betydning for, hvilken analyseform, der videre bliver gjort brug af. Nogle af de valg, der skal tages i transskriptionen, er, om hvorvidt der skal transskriberes ordret, eller om der skal undlades tænkepauser i form af ord som 'øhh' samt latter og suk (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 238-240).

I dette projekt har projektgruppe gjort brug af hjemmesiden Sonix, der transskriberer lydfiler online. Herefter er der mulighed for at rette i transskriptionen, mens man lytter til interviewene, hvilket vi har gjort, da transskriptionen, Sonix genererer, ikke er perfekt. Dette har vi valgt på baggrund af det tidslige aspekt, der ligger i manuel transskription. Vi har valgt at undlade at transskribere diverse taleord som 'øhh' og 'mmm', med mindre vi har vurderet, at de har en meningsbetydning. Yderligere er sætninger blevet givet til en sammenhængende struktur, hvis de er fyldt med talesprog eller pauser. Dette er blevet gjort med henblik på at gøre det mere læsbart.

5) *Analyse* – Her tages stilling til, hvilken form for analyse, der skal benyttes i henhold til studiets fokus. Analyse af interviewet kan ske i mange udformninger. Det kan være med fokus på mening, ved menings-kodning, kondensering og fortolkning. Det kan også være fra et sprogligt perspektiv, som sproglig- narrativ- og diskursanalyser. Meningskondensering er en analyseform, der omhandler en forkortning af de formuleringer informanten har udtrykt samt identifikation af temaer i interviewene (Kvale & Brinkmann, 2015, s.267-270). Dette er den analyseform, projektgruppen gør brug af.

Ved gennemlæsning af interviewene har det været muligt at identificere en række temaer i deltagernes udtalelser, herunder bl.a. mistillid til partikelmåleren. Hvert tema er blevet tildelt en farve som korresponderende udtalelser har fået, når det er blevet vurderet, at de har hørt under det bestemte tema. Derefter er udtalelserne yderligere blevet delt op i flere underliggende temaer (bilag I.1, I.2). Ydermere er de indledende interviews blevet holdt op imod de opfølgende for, at se om der er sket en ændring i deres tilgang til luftkvaliteten, eller om det har været muligt at identificere nogle årsagsforklaringer på deltagernes oplevelse med partikelmåleren. Ud fra dette har det været muligt, at se sammenhænge og forklaringer i deltagernes oplevelse.

7.0 Partikelmåleren

I dette afsnit indgår en teknisk redegørelse for alle de anvendte komponenter i den færdige PM_{2,5}-partikelmåler - de elektroniske og ikke-elektroniske - samt en mindre gennemgang af koden. Dernæst vil arbejdsprocessen fra første prototype til projektets færdige partikelmåler gennemgås, og de forskellige valg begrundes.

7.1 Partikelmåleren: indvendig og udvendig

I dette projekt har den selvbyggede partikelmåler, som tidligere beskrevet, til funktion at monitorere PM_{2,5} og visualisere niveauet af partikler i form af farver. Med partikelmåler menes der den samlede konstruktion bestående af både elektronikken, tilhørende software og boksen. De elektroniske dele består af en microcontroller med dertilhørende shield, en partikelsensor og LED strip. Disse er forbundet af ledninger og tilføres strøm fra en powerbank. Komponenterne er ydermere fæstnet i en boks, som er udformet, således at den kan monteres på et cykelstyr.



Figur B.1: Billedet viser den samlede konstruktion (eget fotografi)

7.1.1 De elektroniske komponenter

Centralt for den færdige partikelmåler er partikelsensoren, *Laser PM2.5 Sensor* model: *SDS011*. Den er udviklet af det kinesiske Shandong University-baserede firma *Shandong Nova Fitness Co. Ltd.*, der karakteriserer sig selv som et forsknings- og udviklings firma (“About Us”, u.å.). Sensoren kan måle både $PM_{2.5}$ og PM_{10} , som begge aflæses i mikrogram per kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Til den færdige partikelmåler er det blot $PM_{2.5}$, der visualiseres, som, også tidligere skrevet, er den størrelse af partikler, der har større sundhedsskadelige følger end PM_{10} . Sensoren består af en laser, en blæser og en lille lysende diode (tændt/slukket). Princippet bag sensoren er laser diffraktion, hvor partiklets størrelse bestemmes ud fra, hvordan laserens stråle blokeres af partiklet. Den vinkel, som lyset får i kraft af partiklens blokering, bestemmer størrelsen på partiklen. *Laser PM2.5 Sensor* kan

måle partikkelkoncentrationer på en størrelse mellem 0,3 og 10 μm . De udvendige mål på sensoren er 71x70x23 mm (“Laser PM2.5 Sensor—SDS011,” n.d.).

Som output for $\text{PM}_{2,5}$ -målingerne bruges der en digital LED strip, som består af fire RGB pixels. Det er en LED strip af modellen ws2812b, hvor dens integrerede kredsløb, IC, er bygget ind i strip'en. Strip'en er et Solder Mount Device, SMD, hvilket betyder, at for få de fire pixels til at lyse skal der loddes tre ledninger på strip'en, som tilfører helholdsvist et digitalt data-input, 5V og Ground-forbindelse (GND). At det er RGB betyder, at den består af lys, der bygger på den additive farveblanding bestående af primærfarverne rød, grøn og blå og kan deraf danne komplementærfarverne cyan, magenta og gul samt alle spektralfarverne og hvid (“Additive Color Mixing | Department of Physics”, u.å.). De tre primærfarver har en mætning fra 0-255, og justeringer i RGB-forholdene danner de forskellige farver. I partikelmåleren er farveskalaen grøn, gul og rød, og de respektive RGB-blandingsforhold er som følger: Grøn: R = 0, G = 255, B = 0, Gul: R = 255, G = 255, B = 0, Rød: R = 255, G = 0, B = 0.

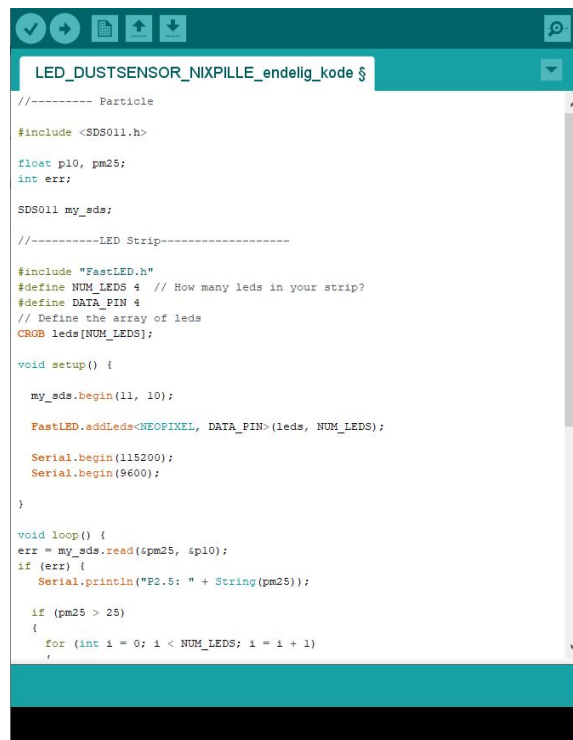


Figur B.2: Billeder af partikelmålerens tre forskellige farvevisualiseringer (egne fotografier).

LED strip'en har ikke mulighed for at vise partikelsensorens målte $\text{PM}_{2,5}$ -værdier uden en microcontroller. I den endelige partikelmåler bruges en Arduino Uno, der er udviklet af Arduino. Arduino er en open-source virksomhed til udvikling af elektronik baseret på software og hardware, der er særlig tilegnet prototyping. Arduino blev oprindeligt udviklet som et værktøj for studerende, der

havde mindre eller ingen erfaring i at programmere. I dag har produkternes simplicitet såvel som dens tilgængelighed og overkommelige pris medført et stort netværk af brugere af Arduino-produkterne (“Arduino—Introduction”, u.å.). En Arduino UNO er et udviklingsboard, baseret på en microcontroller, hvis formål er at interagere med moduler og komponenter, såsom forskellige sensorer, knapper og aktuatorer. Microcontrolleren programmeres til at læse inputs fra de forskellige tilkoblede komponenter, for så at omgøre disse til outputs, eksempelvis ved at læse værdier fra en partikelsensor og omgøre dette til farvet lys på en LED strip, eller vise det numerisk i programmets serial monitor. Det hele afhænger af, hvordan man vælger at programmere sit kredsløb.

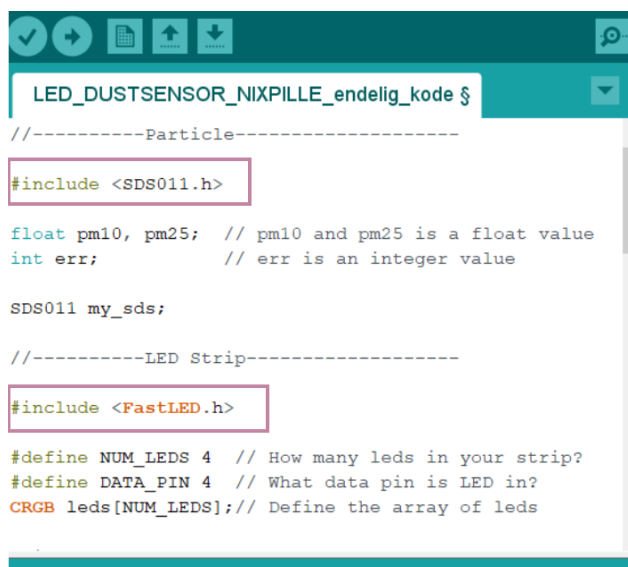
Til at programmere partikelmålerens kredsløb, benyttes Arduinos eget softwareprogram, Arduino IDE (Integrated Development Environment). Platformens sprog er en forenklet version af programmeringssproget C/C++ og benyttes til at skrive programmer (kode), der kan uploades til microcontrolleren. Figur B.3 illustrerer, hvordan programmets interface ser ud.



```
LED_DUSTSENSOR_NIXPILLE_endelig_kode §  
//----- Particle  
  
#include <SDS011.h>  
  
float p10, pm25;  
int err;  
  
SDS011 my_sds;  
  
//-----LED Strip-----  
  
#include "FastLED.h"  
#define NUM_LEDS 4 // How many leds in your strip?  
#define DATA_PIN 4  
// Define the array of leds  
CRGB leds[NUM_LEDS];  
  
void setup() {  
  
  my_sds.begin(11, 10);  
  
  FastLED.addLeds<NEOPIXEL, DATA_PIN>(leds, NUM_LEDS);  
  
  Serial.begin(115200);  
  Serial.begin(9600);  
  
}  
  
void loop() {  
  err = my_sds.read(&pm25, &p10);  
  if (err) {  
    Serial.println("P2.5: " + String(pm25));  
  
    if (pm25 > 25)  
    {  
      for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i = i + 1)  
      ,
```

Figur B.3: Skærmbillede, der viser et uddrag af partikelmålerens kode i Arduino IDE.

De to komponenter, LED strip og Laser PM2.5 Sensor, er begge forbundet til Arduino UNO, og hvordan disse komponenter skal fungere både separat og i forhold til hinanden afhænger af programmeringen af Arduino UNO'en. Komponenterne kræver, at der er tilkoblet en driver i programmeringen for at kunne fungere. Disse kaldes *libraries*, og enten bruges Arduinos standard libraries, som er tilfældet med LED Strip'en, men i mange tilfælde behøves der et eksternt library, som kan hentes ned fra diverse online forummer såsom GitHub og Adafruit. Der er brugt et eksternt library til Laser PM2.5 Sensor fra GitHub (Zschiegner, 2016/2019). Figur B.4 illustrerer, hvor de to libraries kommer til udtryk i koden.



```
LED_DUSTSENSOR_NIXPILLE_endelig_kode §  
//-----Particle-----  
#include <SDS011.h>  
  
float pm10, pm25; // pm10 and pm25 is a float value  
int err;          // err is an integer value  
  
SDS011 my_sds;  
  
//-----LED Strip-----  
#include <FastLED.h>  
  
#define NUM_LEDS 4 // How many leds in your strip?  
#define DATA_PIN 4 // What data pin is LED in?  
CRGB leds[NUM_LEDS]; // Define the array of leds
```

Figur B.4: Skærmbillede af uddrag af kode med markering om libraries for LED'en og partikelsensoren.

Overordnet for programmering i Arduino IDE er, at der i den første del af koden sker en præsentation og definition af de forskellige komponenter, som Arduino UNO'en skal forholde sig til. I tilfældet med partikelmåleren drejer det sig om partikelsensoren og LED Strip'en, og det er ligeledes den del af koden, ovenstående

figur B.4, illustrerer (den samlede kode kan se i bilag A). Dernæst er koden delt op i to dele; *Setup og Loop*. Setup er den del af koden, hvor komponenterne sættes op til at køre. Denne del køres kun én gang, for hver gang partikelmåleren starter op. Loop'et indeholder beskederne, med hvad komponenterne skal gøre, når de er startet op. I tilfældet med partikelmåleren er det primære i loop'et, hvordan farvevisualiseringen varierer på baggrund af PM_{2,5}-værdierne fra partikelsensoren. I nedenstående figur B.5 kan de tre farvers programmering se. For hver af farverne startes der ud med en *if*-statement, som er der hvor PM_{2,5}-værdien bestemmes for den efterfølgende kode. I tilfældet med den røde farve skal værdien være over 25, før det vil være den farve, der visualiseres. Henholdsvis for den gule visualisering er minimumsværdien 15 og maksimumsværdien 25, og for den grønne visualisering skal værdien være under 15. Når så det er afgjort, hvilken af de tre *if*-statements partikelværdien hører ind under, begynder der et *for loop* med koden, der får LED'en til at lyse den respektive farve.

```
LED_DUSTSENSOR_NIXPILLE_endelig_kode §
}

void loop() {
  err = my_sds.read(&pm25, &pm10);
  if (err) {
    Serial.println("P2.5: " + String(pm25));
  }

  //-----Scale of LED's-----

  if (pm25 > 25) //Red light if PM2.5 is above 25
  {
    for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i = i + 1)
    {
      leds[i] = CRGB( 255, 0, 0);
      FastLED.show();
    }
  }

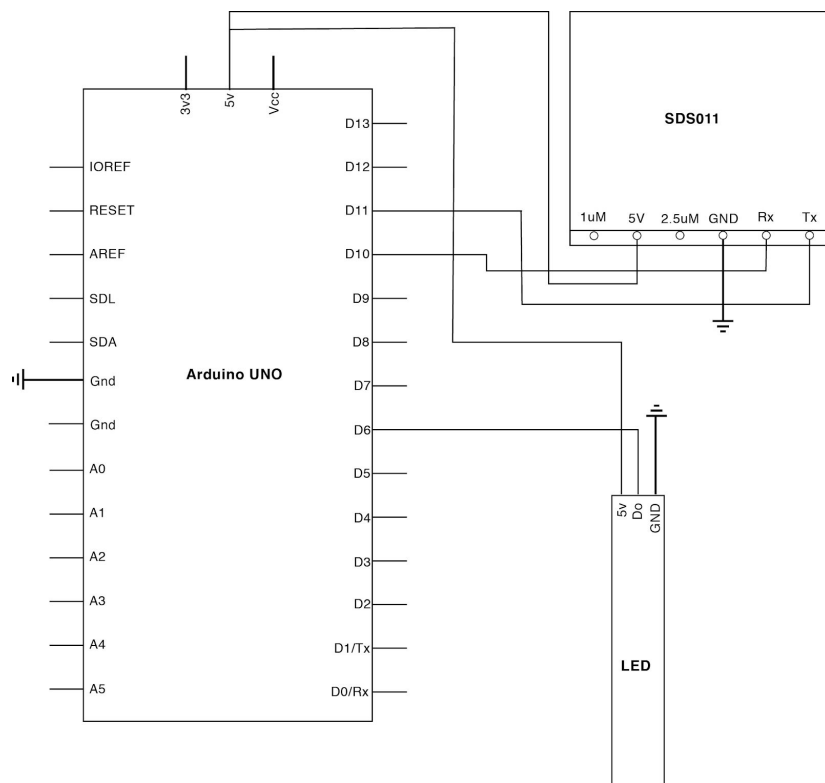
  if (pm25 >= 15 && pm25 <= 25) //Yellow light if PM2.5 is between 15 and 25
  {
    for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i = i + 1)
    {
      leds[i] = CRGB( 255, 255, 0);
      FastLED.show();
    }
  }

  if (pm25 < 15) { //Green light if PM2.5 is below 15
    for (int i = 0; i < NUM_LEDS; i = i + 1)
    {
      leds[i] = CRGB(0, 255, 0);
      FastLED.show();
    }
  }

  delay (500); //wait 0.5 seconds and run loop again
}
```

Figur B.5: Skærmbillede der viser koden med de tre kategorier af farver, der eksekveres på baggrund af den målte værdi (PM_{2,5})

Figur F.1 viser et flowchart over de forskellige komponenter, og hvordan disse er forbundet. Alle de elektroniske komponenter, her er der ikke tale om batteriet, er forbundet til ground (GND) og strøm (5V). Derudover er partikelsensoren og LED lyset koblet til digitale pins (D). (“Introduction to microcontrollers—Society of Robots”, u.å.).



Figur F.1: Flowchart illustrerer hvordan komponenterne er forbundet (egen produktion).

Hele kredsløbet har brug for strøm for at kunne køre. Det får det af en 5V-powerbank, der har en levetid på ca. 6 timer, når den er fuldt opladt. Den forbindes til Arduino Uno via et USB-A/B kabel.

7.1.2 Boksens egenskaber

Foruden de elektroniske komponenter består partikelmåleren også af en boks. Partikelmålerens boks er en opbevaringsboks til fødevarer i gennemsigtig plastik. Indvendigt i boksen er partikelsensoren monteret med skruer, møtrikker og låsemøtrikker, således munden vender ud mod låget. På boksens venstre side (for partikelsensoren) er Arduino UNO med shield fastgjort, som partikelsensoren er forbundet til med fire ledninger. Arduinoen er fastgjort blot med skruer og låsemøtrikker. Fra Arduino'en går et USB-A/B kabel, som skal kobles til powerbanken. Powerbanken er monteret med velcro på tværs på bunden af boksen. LED-strippen er forbundet til Arduino'en med tre ledninger og limet fast på modsatte side af boksen fra partikelsensoren, med LED-dioderne vendt ind imod boksens side. Boksens låg har kliklukninger og låget kan sluttes tæt til resten af boksen. Ydersiden af boksen er spraymalet i en mat sort farve, foruden en rektangel på den side af boksen, hvor LED'en er placeret. I boksens låg er der boret et hul på størrelse med munden på Laser PM2.5 Sensor, hvor der stikker et gummirør ud. Gummirøret sidder i forlængelse af munden på partikelsensoren. Ydermere er der på boksens låg fastgjort to kroge med strips. Krogene stammer fra en bagagerem og har beskyttende gummidutter på deres ender. Der er fastgjort en karabinhage med strips på ydersiden af boksens bund, hvori der hænger en ca. 40 cm lang elastiksnor. En sidste feature er et påklistret hvidt FabLab RUC-mærke på både låg og bund.

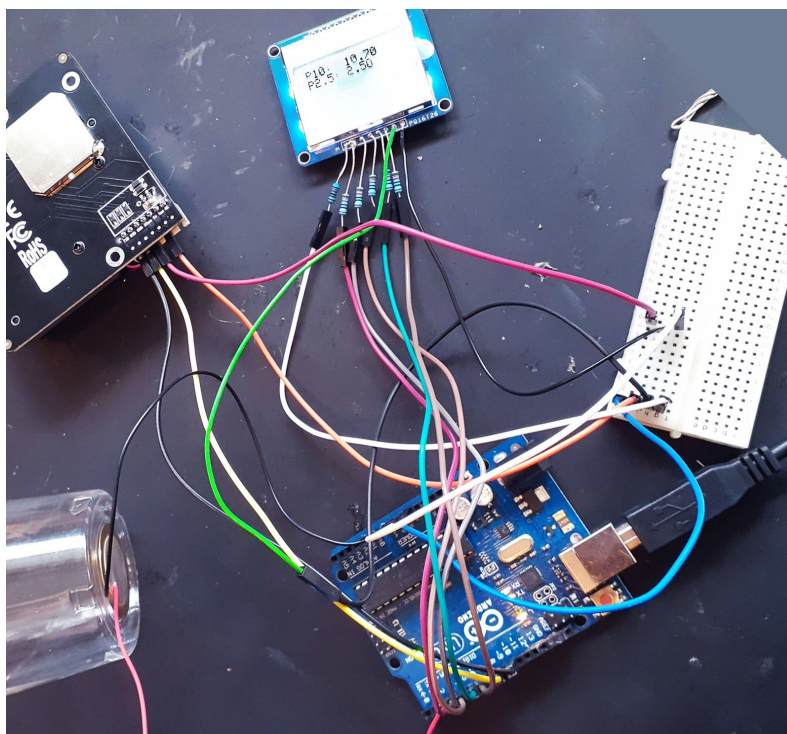
7.2 Proces: de tre prototyper og den færdige partikelmåler

Partikelmålerens komponenter, Arduino, partikelsensor og LED, er udvalgt både på baggrund af tilgængelighed i FabLab, men baseres i høj grad også på de erfaringer, der blev erhvervet undervejs i projektet. I løbet af konstruktionsfasen er der blevet bygget tre forskellige prototyper alle med forskellige funktioner, som gik forud for den endelig partikelmåler. Nedenstående afsnit fokuserer på overvejelserne og

erfaringerne fra de tre prototyper og indeholder ikke en gennemgang af deres respektive koder. Projektets konstruktionsfase løb fra d. 23/9 - 14/11.

7.2.1 Første prototype

Den første prototype bestod, som med den endelige partikelmåler, af et Arduino Uno board og Laser PM2.5 Sensor. Datavisualiseringen foregik ved brug af en piezoelektrisk kontaktmikrofon, som generede en tone afhængig af værdien fra partikelmåleren. Desto højere koncentration af PM_{2.5}-partikler, jo kortere interval mellem hver lyd. Derudover, blev de målte værdier vist på en LCD skærm.



Figur B.6: Billedet viser første prototype, med brug af Arduino Uno, en piezoelektrisk kontaktmikrofon fæstnet til en plastkop, SDS011 Dust Sensor, LCD Nokia 5110 display og et breadboard.

Den første prototype var især møntet på at komme i gang med Arduino UNO og danne et overblik over og fortrolighed med partikelsensoren, og blev udviklet i tæt kontakt med projektets FabLab-vejleder. Tanken med lyden som output, gik på at

udforske andre alternative output-muligheder end farvevisualisering i arbejdet med selvbyggede målere. Vores efterfølgende overvejelser om denne funktion gik bl.a. på om lyden, i en situation med larmende trafik, nemt kunne blive overdøvet, og ligeledes om det ville kræve for stor koncentration for undersøgelsens deltagere at opfange partikelmålerens output. Derfor vurderede vi, at det var mere optimalt at arbejde på det grønne, gule og røde lys som output, som også var tanken fra begyndelsen af projektet. LCD skærmen var udelukkende tiltænkt at gøre konstruktionsprocessen nemmere, idet vi via den kunne se partikelsens faktiske værdier, uden at prototypen var koblet op til en computer. Vi havde en formodning om, at hvis vi kunne se de faktiske værdier direkte på vores prototype, ville det gøre det nemmere for os, at tjekke om lyd- og lysvisualiseringerne fungerede korrekt. Fra denne prototype oplevede vi, at selve LCD skærmen var ustabil at arbejde med, og at det fungerede lige så fint med prototypen koblet direkte op til computeren i vores tests af prototyperne. Ydermere ville tilvalget af skærmen til datavisualiseringen have været i takt med den mere traditionelle naturvidenskabelige visualisering af data, og projektet gik også på at undersøge en alternativ datavisualisering.

7.2.2 Anden prototype

Den efterfølgende prototype visualiserede $PM_{2,5}$ -værdierne gennem en LED strip af samme type, som den der benyttes i den endelige partikelmåler. Ydermere arbejdede vi ud fra en idé, om at hvis vi kunne dokumentere deltageres GPS-data og målerens partikelværdierne, gav vi undersøgelsen en ekstra dimension i empirien. De gemte data skulle ikke være tilgængelige for deltagerne, da vi, ligesom med fravalget af LCD skærmen, ikke ønskede at undersøge deres oplevelse af data fremstillet i henhold til den traditionelle naturvidenskabelige tradition. Den ekstra dimension i empirien gik sig på, at vi ville have mulighed for at holde deres udsagn fra de opfølgende interview op med deres valg af ruter og partikelmålerens faktiske værdier. Baseret på ovenstående havde den anden prototype foruden en

Arduino Uno og partikelsensor, også et Micro SD shield og en GPS komponent. For at udvikle en sådan måler udarbejdede vi en strategi om at få hvert komponent og tilhørende programmering testet og til at virke hver for sig, og derefter samle dem til en komplet partikelmåler med datalogger. Denne samlingsproces medførte et par komplikationer, som især var grundet for få seriel porte ved Arduino Uno, idet både GPS og SD shield krævede deres egen. En seriel port er en kommunikationsprotokol, der overfører en serie af informationer fra microcontrolleren til komponenterne. Dette betyder, at der kan overføres informationer ind eller ud, en bit ad gangen. En Arduino Uno har to seriel porte, og til denne prototype krævede det en microcontroller med min. tre seriel porte. Den ene af Arduino Unos seriel porte bruges til dennes kommunikation med computeren og Arduino IDE, og fordi SD shield komponentet og GPS'en begge krævede egen seriel port, kunne Arduino Uno ikke bruges. På baggrund af dette, blev der undersøgt alternativer, i form af andre udviklingsboard med flere seriel porte. I dialog med FabLab vejleder, blev der opstillet to nye muligheder: Enten at undersøge en helt andet udviklingsboard, *TTGO T-Beam*, eller at benytte en *Arduino Mega*. Sidstnævnte har med sin fordel fire seriel porte, og er i sin opbygning meget lig Arduino Uno, som projektgruppen var blevet fortrolige med at arbejde med. Dog var der en begrænsning i antal tilgængelige Arduino Mega'er, hvor FabLab havde kun to styks til rådighed, men til gengæld mange TTGO T-Beam. Dermed blev det besluttet at arbejde videre med TTGO T-Beam.

7.2.3 Tredje prototype

TTGO T-Beam V1.0 er et udviklingsboard baseret på ESP32, som er en microcontroller med mange indbyggede funktioner, bl.a. en GPS-komponent. Det så projektgruppen hurtigt en fordel i, idet vi så ikke behøvede at tilkoble et eksternt GPS-komponent, hvilket betød, at der var færre komponenter, vi skulle forholde os til, samt færre komponenter, der ville fylde i en endelig måler. Udviklingen inden for sådanne udviklingsboard er på sit højeste, og der bliver udviklet rigtig mange

forskellige boards, hurtigere end der kommer instruktioner til brug af disse. Dette gør sig også gældende for TTGO T-beam, hvor det viste sig noget nær umuligt at finde information om netop den TTGO-version, der var tilgængelig i FabLab. Tilkoblingen af LED strip'en og partikelsensoren mindede meget om tilkoblingen i de foregående prototype, det krævede blot libraries, der var henvendt ESP32 og ikke Arduino. Det lod sig relativt nemt finde, og LED strip'en blev koblet op som visualisering af PM_{2,5}-værdierne fra partikelsensoren. GPS'en ligeså.

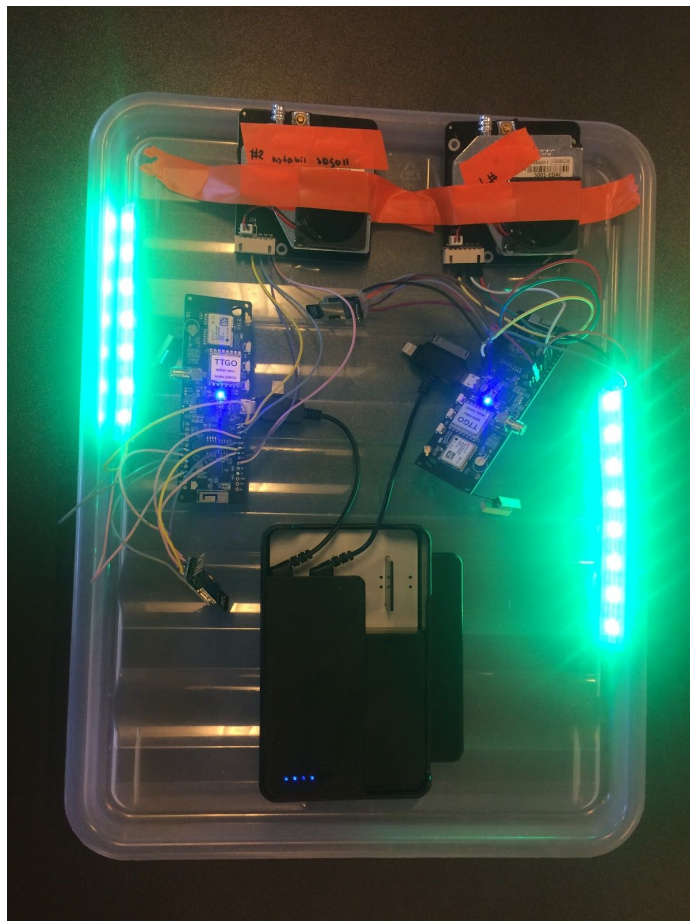
Det anvendte SD shield kører på en SPI protokol, som betyder, hvordan komponentet kommunikerer med microcontrolleren. SD shield'ets SPI protokol, som består af fire specifikke pins (MOSI, MISO, CS og SCLK), kræver, at den bliver forbundet med de tilsvarende pins på microcontrolleren. Vi gik i første omgang til det med en trial-and-error tilgang, fordi vi ikke havde held med at finde en oversigt over pin-specifikationerne ved TTGO T-Beam V1.0. Den metode var meget tidskrævende. Da trial-and-error metoden ikke medførte et funktionsdygtig SD shield. En løsning på pin-udfordringen blev fundet i et library, der indeholdt en programmering, der gjorde det muligt at vælge pins.

Dermed virkede alle de forskellige dele i prototypen, og de skulle dernæst kombineres, så LED stip'en visualiserede PM_{2,5}-værdierne og SD kortet loggede de respektive værdier med den tilhørende GPS-lokation (den samlede kode kan se i bilag K). Figur T.3 viser dataen fra SD-kortet ved en test-måling.

Latitude	Longitude	PM _{2,5}	Time	Date
55.652627	12.137317	31.00	17:51:10	05.11.2019
55.652627	12.137317	36.00	17:51:15	05.11.2019
55.652627	12.137317	48.00	17:51:20	05.11.2019
55.652627	12.137317	60.00	17:51:25	05.11.2019
55.652627	12.137317	67.00	17:51:30	05.11.2019

Figur T.3: Tabel viser test-måling foretaget d. 05.11.2019 med brug af TTGO board, partikelmåler og LED lys.

Næste skridt blev at indkapsle de elektroniske dele i en boks, så deltagerne i undersøgelsen kunne begynde at cykle med den, og vi deraf kunne få indsamlet empiri omkring partikelmålerens intervention. Første trin dertil var, at der skulle tilføres strøm til kredsløbet, så TTGO T-Beam kunne fungere uden at være koblet til en computer. Det gøres ved at tilføre den strøm fra et 18650 batteri. Det er et genopladeligt batteri, som monteres i bunden af TTGO board'et. Derudover skulle der yderligere tilføres strøm fra en powerbank.



Figur B.7: Billede af test af prototype 3 (egne fotografier).

Ved test af tredje prototype, se figur B.7, erfarede vi, at selvom powerbanken var slukket og frakoblet systemet, var der lys i LED strip'en, når batteriet stadig var isat TTGO'en. Vi oplevede det, som besværligt at tage batterierne ud, da de sad meget

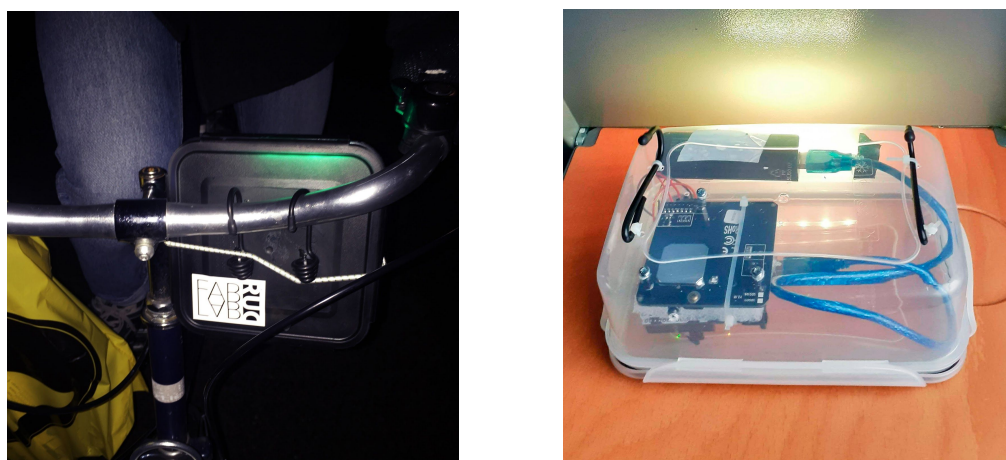
stramt monteret. Vi vurderede, at det ville være til stor besvær for deltagerne, og ligeså en designmæssig tidskrævende proces at gøre den brugervenlig, så vi valgte derfor at gå bort fra funktionen med GPS og dataloggeren. Det valg blev især taget ud fra et tidsmæssigt perspektiv, da omfanget af undersøgelsen skulle passe ind i tidsperspektivet for et semesterprojekt. Foruden det vurderede vi også, at det godt kunne lade sig gøre at gennemføre undersøgelsen uden den ekstra empiriske dimension.

7.2.4 Den endelige partikelmåler

Fra at have arbejdet med relativt komplekse løsninger med tre og fire komponenter er den endelige partikelmåler bestående af en Arduino Uno og to komponenter; LED strip og partikelsensor. Programmeringen af disse viste sig meget ligetil, idet der var klare referencer til både prototype et og to, der begge var baseret på Arduino Uno. Foruden en overkommelig programmering, krævede det nu en udviklingen af den samlede sensor med henblik på vores seks deltagere. De funktionelle krav til boksen var, at den skulle kunne håndtere alle de elektroniske komponenter samt at skulle kunne åbnes, idet til- og frakoblingen af powerbanken til Arduino UNO'en fungerede som tænd/sluk funktion. Dertil skulle boksen også være tilnærmelsesvis vandafvisende, eftersom den blev brugt udenfor og de elektroniske komponenter ikke tåler meget vand, og ligeledes skulle boksen monteres på en cykel.

Overvejelserne omkring udformningen af boksen gik på, om vi skulle vælge at bygge en selv eller købe en færdig boks. Fordelene ved at bygge boksen selv var, at den så kunne blive så lille som mulig, idet vi ville have mulighed for at udelade eventuel spildplads. Dog vurderede vi, at det ville være en mere tidskrævende opgave, end at finde en færdig boks, der kunne opfylde behovene. Rationalet bag monteringen af de forskellige komponenter inde i boksen gik sig på, at de alle skulle sidde fastmonteret, så de kunne holde til at blive cyklet med, dog skulle powerbanken kunne tages af og oplades. Derfor er Arduino UNO og partikelsensoren skruet fast, LED strip'en limet fast, og powerbanken monteret med

velcro. For at sikre, at partikelmåleren fungerede korrekt efter monteringen i boksen, lavede vi tests i forskellige situationer. Billedet til højre i figur B.8 viser test af partikelmåleren i et tog. Der viste LED'en gul, og dette stemte overens med værdien, da den blev koblet til en computer. Foruden det blev der også foretaget tests af partikelsensoren ved gang og let løb, pust af cigaretrøg, samt håndholdt på en cykel. Der stemte visualiseringen også overens med de $PM_{2,5}$ -værdier partikelsensoren målte. Dermed vurderede vi, at boksen og de elektriske deles fastmontering gav en korrekt-fungerende partikelmåler.



Figur B.8: Billederne viser partikelmåler in situ, hhv. på en cykel og i toget (egne fotografier).

Selve monteringen på cyklen krævede en del overvejelser, for et udgangspunkt var, at den skulle være så simpel at montere og tage af som muligt, så det ikke skulle være et irritationsmoment for vores deltagere, at de havde indvilget i at medvirke i vores undersøgelse. Eftersom der sjældent hænger cykelkurve foran på herrecykler, vurderede vi, at det var en god placering på cyklen, og funktionen med krogene er fundet i inspiration fra cykelkurve, der hænger foran på styret. Ligeledes gør placeringen på styret det også nemt at se den lysende datavisualisering på partikelmåleren. Vi indhentede billeder af vores deltageres cykelstyr, så vi kunne sikre, at der var plads til partikelmåler og krog-funktionen. Ved test af boksen på projektgruppens egne cykler, så vi en lille usikkerhed i blot at montere måleren med krogene, og derfor tilføjede vi elastiksnoren, som kunne trækkes rundt om

cyklens stel, og dermed tilføre en ekstra sikkerhed i at måleren blev siddende på styret, når cyklen var i bevægelse. Selve elastiksnoren havde løkker i begge dens ender og skulle fæstnes i karabinhagen på bagsiden af boksen. Slutteligt blev partikelmåleren spraymalet sort. Det er den blevet af to årsager. Fra FabLab RUCs side var der et ønske om at skjule de forskellige komponenter, idet måleren skulle ud i offentligheden, og der var en lille betænkelighed ved, om de kunne ske at blive stjålet, hvis man tydeligt kunne se elektronikken. Dernæst blokerede den sorte farve for noget af lyset fra LED strip'en, da den lyste meget kraftigt ud af alle boksens sider. Vi så en fordel i at have lysvisualiseringen centret omkring LED strip'en, da det gav et mere koncentreret udtryk, som vi vurderede var nemt for deltagerne at forholde sig til.

8.0 Fremstilling af empiri

Følgende er en fremstilling af den empiriske data, der er blevet indsamlet, i forbindelse med de indledende og opfølgende interviews med projektets deltagere. Præsentationen er en kondenseret udgave, og sammenfatter de forskellige interview enkeltvis. De fulde interviews kan alle findes som bilag.

8.1 Indledende interview

Da et af kriterierne for undersøgelsen var, at deltagerne primært skulle benytte cyklen som transportmiddel, var det interessant at få deres overvejelser omkring dette valg, samt hvilke vaner der fulgte med dette. Ydermere blev der spurgt ind til deres forhåndsviden om luftforurening i København, deres forhold til sundhedsdata og brug af personlige monitoreringsværktøjer.

Ulrik, bilag C.1, forklarer, at han allerede en del viden omkring luftforurening og søger aktivt information om det: *“[...]jeg læser aviser og nyheder, og så interesserer det mig også i og med, at man kan mærke det fysisk”* (Ulrik, 00:04:31, bilag C.1). Han udtrykker, at han kan fornemme samt bliver påvirket af forureningen. Han cykler mere eller mindre den samme vej, fordi det er hurtigst, men stiller sig positiv overfor nye muligheder. Han har bil, men kører sjældent i den, men nyder den luksus det giver ham. Han udtrykker et ønske om højere afgifter på diesel- og benzinbiler og lavere afgifter på elbiler, som en måde at bekæmpe luftforurening. Han bruger et smartwatch for at monitorere sundhedsdata som puls, søvn og bevægelse, men er ikke “afhængig” af den, og lader sig ikke som sådan styre af dens information. *“[...]Jeg tænker den [:smartwatch] har sådan en lille effekt [...], men jeg går ikke ind og stirre mig blind på data, det gider jeg ikke”*(Ulrik, 00:05:41, bilag C.1). Han ser den som en god indgang til viden om hans sundhed og til at have i baghovedet.

Lukas, bilag D.1, har ikke en stor viden omkring luftforurening, og emnet er ikke noget, han tænker over til dagligt. Det er til dels fordi, han ikke oplever, at det kan sanses, og mener, det er et større problem i store Asiatiske byer: *“Ja hvor det [:dårlig luft i Asien] bliver meget tydeligt, men det kan man jo ikke se her”* (Lukas, 00:01:50, bilag D.1). Han cykler dagligt den samme rute fra Østerbro til Refshaleøen, fordi det er den hurtigste måde at komme rundt. Han bruger ingen måleapparater i sin dagligdag og opsøger heller ikke målinger. Han har dog undgået at opsøge steder, der kunne have sundhedsskadelige følger for en kort periode, men det var på baggrund af information fra bekendte.

Jon, bilag E.1, udtrykker en formodning om dårlig luftkvalitet i København: *“At det er dårligt, men ikke så dårligt som Kina,”* (Jon, 00:02:52, bilag E.1), men han cykler stadig ad de veje, han forbinder med dårlig luftkvalitet, medmindre der er et andet lige så nemt eller hurtigt alternativ. Hans brug af cyklen er primært, fordi det er den nemmest måde at komme rundt i København. Han forbinder dog også det, at cykle med motion og godt helbred. Han er meget bevidst omkring Googles indsamling af lokationsdata og undlader derfor så vidt muligt at bruge funktioner på telefonen, der indebærer dette. Ydermere oplever han, at medierne overdriver, og han forholder sig kritisk til nye studier. *“Hvis det [:nyheder om sundhedsrisici] er noget, jeg ikke er bevidst om i forvejen, så tager jeg det med et kæmpe gran salt”*(Jon, 00:01:48, bilag E.1).

Johan, bilag F.1, mener ikke, at han har nogen viden omkring luftkvalitet, fordi han ikke kender til de specifikke forhold, men han er stadig opmærksom på kilderne til dårlig luftforurening. Han bruger cyklen som transportmiddel på baggrund af et tids og motionsmæssigt aspekt, *“jeg tager den hurtigst vej og ikke den pæneste vej, jeg er ligeglad med at cykle ved siden af biler.”* (Johan, 00:01:00, bilag F.1). Johan tjekker sin skridttæller på telefonen næsten hver dag, men mener selv, det ikke har en påvirkning af hans adfærd. Han forholder sig kritisk til

nyheder omkring sundhedsrisici, da han mener, at disse ofte bliver misrepræsenteret i nyhederne.

Lars, bilag G.1, er bevidst omkring, at luftkvalitet er en ting, og er ligeledes blevet opmærksom på, at det er mere skadeligt at løbe end at gå rundt om søerne i København. Dog fylder dette ikke særlig meget hos ham, men han mener alligevel, at han ser nyheder omkring klima- og luftforandringer “næsten hver dag”. Han cykler den samme vej hver dag pga. et tidsaspekt, men har tidligere været tilbøjelig at cykle en længere rute, fordi “*det var lidt mere hyggeligt*”.

Erik, bilag H.1, mener, at han er bevidst omkring luftforurening, og nævner partikelmåling på HC. Andersens boulevard, som ifølge ham er høje: “*de [:kommunen] foretager nogle målinger, [...] og på H.C. Andersens boulevard er der vanvittig høje [:målinger af] partikelforurening fra især dieslbiler*” (Erik, 00:00:16, bilag H.1). Dette fylder i hans bevidsthed, og han vælger hellere at cykle uden om de store veje til arbejde af den grund, men også for at få en variation. Han er bevidst omkring sin egen indvirkning på forureningen, og dette er en af grundene, til at han vælger cyklen. Ydermere nævner han motion, og at det er den nemmeste måde at komme rundt i København på som en yderligere faktor for at vælge cyklen. Han har tidligere brugt en app til at monitorere hans cykelruter, tempo o.lign., men gør det ikke længere, “*fordi den blev kedelig [:at bruge]. Når man har kørt nogle gange, så viser det bare det samme, så det gider jeg ikke mere*” (Erik, 00:01:26, bilag H.1). Han oplever ikke, at han lader sig styre af forskellig sundhedsdata.

8.2 Opfølgende interview

Som opfølgning på interventionen fra partikelmåleren blev der udført et opfølgende interview med hver af deltagerne. Dette blev gjort med henblik på at finde ud af, om datavisualiseringen havde gjort noget for deres forståelse af luftkvaliteten.

Ulrik, bilag C.2, havde, som også vist i det indledende interview, en stor udtrykt viden omkring luftkvalitet og forurening i København. Ulrik udtrykker, at der ikke var overensstemmelse med den oplevede luftkvalitet, hans forudgående viden, og hvad måleren faktisk viste ham. Han nævner gentagne gange, at *“jeg kan sagtens dufte og mærke det [:luftforurening] i lungerne [...] og jeg registrerer ganske automatisk ændringer i luften”* (Ulrik, 00:00:55, bilag C.2). Dermed beskriver Ulrik en meget sanselig bevidsthed overfor forurening i København. Derudover har han en bekymring, om hvorvidt vejret, temperaturen og vinden har haft en påvirkning på målerens funktion, da han har oplevet, at måleren primært lyste grøn. Ligeledes udtrykker han, at målerens placering også kunne have spillet en rolle. Til spørgsmålet, om hvorvidt sensoren har fungeret rent praktisk, beskriver Ulrik, at visualisering med farvekoder i princippet har fungeret fint, og at der kan trækkes en klar linje til lyssignalernes tilsvarende farver. Ulrik bruger et smartwatch regelmæssigt, der giver han numeriske data omkring puls, søvn og bevægelse, og han udtrykker et ønske om at kunne koble PM_{2,5}-værdierne op med hans ur. I spørgsmålet om hvorvidt han kunne tænke sig at undersøge luftkvalitet nærmere, i lyset af dette forsøg, siger han: *“[:nej] jeg synes egentlig, at jeg [:allerede] er rimelig interesseret i det[:luftkvaliteten]”* (Ulrik, 00:05:38, bilag C.2). Ydermere synes han, at der skal være nogle specifikke videnskabelige krav til at indsamle statistik.

Lukas, bilag D.2, starter det opfølgende interview med at udtrykke et praktisk besvær, hvor han været nødt til at lave sine egne modifikationer til partikelmåleren: *“[...] hvis jeg har kørt med den om aftenen, har jeg været nødt til lige at sætte et papir ovenpå. Den blænder rigtig meget”* (Lukas, 00:00:12, bilag D.2). Ligesom Ulriks måler har også Lukas’ primært lyst grøn, og det har han undret sig over: *“Jeg kører også inde i Bredgade og Store Kongensgade [...], der har heller ikke være noget [:ændringer i lyset]. Der har jeg bare undret mig.”* (Lukas, 00:02:19,

bilag D.2). Dette oplever han særligt, fordi han har bidt mærke i, at det lugter af benzin flere steder, men forklarer opfølgende at:

“Jeg ved jo ikke som sådan, hvad der er dårlig luftkvalitet. Bare fordi der lugter, behøver der ikke være usundt som sådan. Jeg tænker, den måler vel også nogle mindre ting, man ikke nødvendigvis kan sanse.” (Lukas, 00:02:33, bilag D.2).

Lukas overvejer, om en grund til, at måleren har givet et, for ham uforklarligt udsving med gult lys, kunne være, fordi han lige havde tændt den. Af ren nysgerrighed har Lukas afprøvet måleren i forskellige situationer og har cyklet flere ture udover de normale, i områder han forventede ville være forurened. Derudover udtrykker Lukas også fuld tillid til partikelmåleren: *“Det [:at partikelmåleren kunne have været defekt] havde jeg ikke tænkt over. Der har jeg stolet blindt på den”* (Lukas, 00:14:51, bilag D2).

Jon, bilag E.2, har også udtrykt, at der har været nogen brugermæssige vanskeligheder, og en fremtidig brug ville være som følge af, at disse blev løst: *“[:den skal være] lige så brugervenlig, som en almindelig cykellygte, man lige kan fyre på”* (Jon, 00:04:19, bilag E.2). Hans oplevelse med partikelmåleren har båret præg af, at den primært har lyst grønt. Jon havde forventet udsving på flere af de steder, han cyklede, og overvejer, om hvorvidt mangelen på dette kunne have at gøre med, at det en af gangene regnede. På den anden side udtrykte han, at måleren har været med til, at få ham til at tænke mere over luftkvaliteten i København:

Helt bestemt [:tænkt over mere over luftkvalitet]. Og især er der et sted, hvor den konsekvent lyser gult. [...] Når jeg kommer fra klatring, cykler [:jeg], ude på Sydhavnsgade, bare lige i to minutter. Der holder ofte rigtig mange biler og lastbiler [...]. Der kan man også lugte det. Og det ligger man i forvejen mærke til, men man lægger ekstra meget mærke til det [:via måleren]. Men mest af alt har [...]

det været positivt overraskende, at det ikke har været så slemt, som jeg troede (Jon, 00:02:00, bilag E.2).

Videre beskriver Jon en oplevet nysgerrighed blandt hans venner omkring partikelmåleren. Han henviser til en episode, hvor hans bofæller bliver opmærksomme på målerens lys, som starter en samtale omkring luftforurening.

Johan, bilag F.2, udtrykker mange besværligheder ved brug af partikelmåleren: “[..] *Det har været mega stressende at køre med den, fordi den sad mega dårligt på. [..] Jeg var meget opmærksom på den hele tiden. Jeg sad og kiggede på den, fordi jeg var bange for, at den faldt af*” (Johan, 00:00:13, bilag F.2). Hans oplevelse har også været, at den primært har lyst grøn, og til dette kommer han med en teknisk forklaring på, hvorfor dette er tilfældet:

Jeg tror, den har svært ved at opfange, når man cykler, fordi der kommer jo hele tiden udskiftning i hvad for nogle partikler, der kommer ind i den. Og så har den nogle klokke-intervaller, tror jeg. Det tager lidt tid for den, før den registrerer, at der er sket en ændring. Så den [:målingen] når at blive sådan udvisket, før [..] den kan mærke [:registrere] en ændring (Johan, 00:01:53, bilag F.2).

Brug af måleren har desuden ført til nysgerrighed og spørgsmål fra hans venner og bekendte, hvor flere har spurgt ind til partikelmåleren. Han har endvidere ikke følt, at hans brug af måleren har udvidet eller ændret noget ved hans forståelse af luftforurening: “[..] *når jeg kører på cykel rundt med den, har den ikke vist mig noget tilstrækkeligt til at kunne ændre [:noget] og give nogen mening.*” (Johan, 00:02:51, bilag F.2).

Lars har ikke fået benyttet partikelmåleren i perioden, efter den blev udleveret til ham. Hertil har han udtrykt, at han ikke følte, at han kunne bidrage til

undersøgelsen. Derfor er det ikke muligt at finde ud af, om den manglende brug var af personlige grunde, eller noget der kunne relatere til projektets undersøgelsesfelt.

Erik, bilag H.2, udtrykte i det opfølgende interview en overbevisning om, at sensoren var defekt, fordi den ikke havde vist udsving:

Jeg har en idé om, at den ikke har virket rigtigt, i og med at den ikke har skiftet farve, når jeg har cyklet. Jeg kan godt forstå det, når jeg cykler ad den grønne sti, hvor der er stille og fredeligt, men jeg cykler også på H.C. Andersens Boulevard, som er en af de mest forurenede steder i København, og der skete der heller ikke noget, så jeg tænkte, at det var mærkeligt (Erik, 00:02:00, bilag H.2).

Erik peger også på selve konstruktionen som årsag til de manglende udslag og overvejer, om partikelsensorens luftindgang er for lille og ikke nok tragtformet. . I spørgsmålet om hvorvidt Erik har tænkt mere over kvaliteten af luften, svarer han: *“Det har jeg jo, og jeg har tænkt på, hvorfor der ikke skete noget. Om det virkelig var fordi, at der ikke er forurening eller ej”* (Erik, 00:03:03, bilag H.2). Men han føler dog ikke, at måleren har repræsenteret virkeligheden korrekt. Derudover fortæller han også, at partikelmålerens lysende farver har skabt meget opmærksomhed fra andre uden om undersøgelsen.

9.0 Analyse

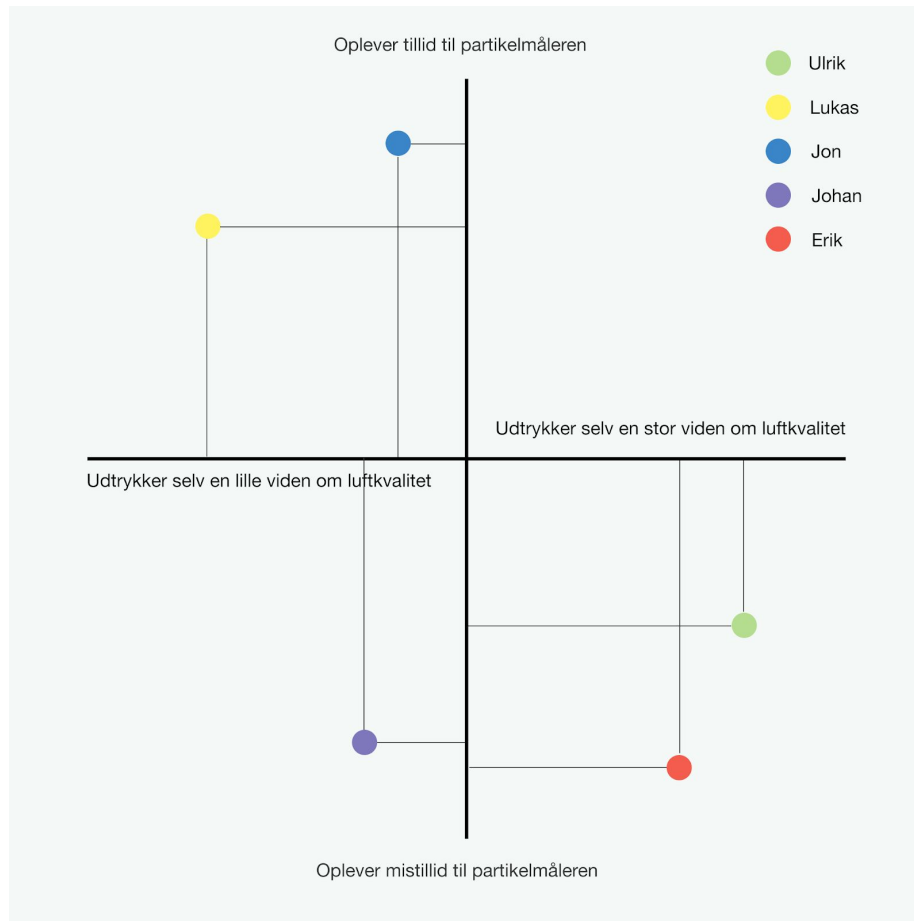
På baggrund af det indledende og opfølgende interview med undersøgelsens deltagere har vi identificeret temaer, der går igen hos flere af dem og synes relevante for deres oplevelse af at cykle med partikelmåleren og den københavnske luftkvalitet.

9.1 Visualisering af temaerne

Herunder sammenfattes nogle af deltagernes svar, hvori vi kan identificere sammenhænge mellem deltagernes oplevelser med partikelmåleren sammenholdt med deres udtalelser fra det indledende interview. Denne meningskondensering fremstilles grafisk og er blevet inddelt i tre temaer. Den grafiske fremstilling er opstillet på baggrund af projektgruppens tolkninger af deltagernes udtalelser. Deltagernes placeringer i visualiseringerne, skal dermed forstås som værende relative i forhold til hinanden. Slutvis vil temaernes fund kobles op mod projektets teoretiske grundlag.

9.1.1 Udtrykt viden om luftkvalitet og mistillid til partikelmåleren

En af undersøgelsens sammenhænge er deltagernes udtrykte viden omkring luftkvalitet og deres mistillid til partikelmåleren, hvilket visualiseret i figur V.1.



Figur V.1: Egen visualisering af interviews viser forhold mellem deltagernes udtrykte viden og deres tillid til partikelmåleren.

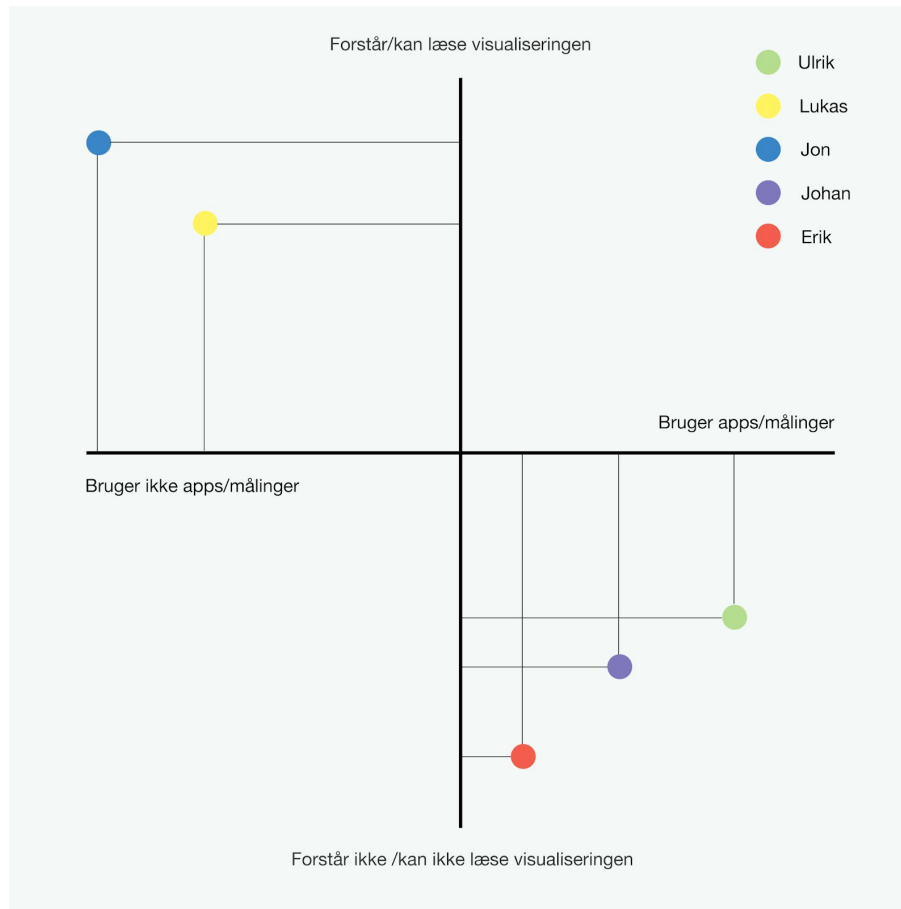
Med denne visualisering kan det ses, at der tilnærmelsesvis dannes to grupperinger. Hvor Lukas og Jon udtrykte en lille viden omkring luftforurening, men havde en stor tillid til partikelmåleren, udtrykte Ulrik og Erik en viden omkring luftforurening og oplevede en markant mindre grad af tillid til partikelmåleren. For Erik fylder den viden, han har om luftkvalitet mere end den data, han bliver præsenteret for i kraft af partikelmåleren, når han bruger den på cyklen. Ulrik har haft lignede oplevelser og siger: *“så bliver jeg jo i tvivl om det [:at den lyser grønt], i forhold til min personlige oplevelse, og i forhold til hvad jeg ved om luftforurening”* (Ulrik, 00:03:15, bilag C.2). I dette udsagn kan det ses, at Ulriks viden om luftkvaliteten, koblet med hans sansning af luften, ikke har stemt overens

med partikelmåleren, hvilket har ført til en tvivl af måleren. Dermed oplever Ulrik, at der opstår en diskrepans mellem den oplevede og den målte luftforurening.

Afstikkeren i visualiseringen er Johan (lilla punkt), der ytrer en begrænset viden til luftkvaliteten. Dog viser Johans ordvalg og eksempler omkring luftforurening, at han har en større forståelse af luftkvalitet, end hvad han selv er bevidst om. Det kommer til udtryk, når hans udsagn holdes op imod de andre deltageres. Når han bliver spurgt ind til luftforurening i København, forklarer han, at, *"[...] der er biler, der udleder forurening, som kan være forstyrrende [i byrummet]"* (Johan, 00:00:21, F.1). Dette udsagn har lighedstræk med både Ulrik og Eriks eksempler, som selv mener, de har meget viden omkring emnet. *"Det er klart, ved at cykle forurener man jo overhovedet ikke. Altså, hvis man kører bil, så forurener man"* (Erik, 00:03:46, bilag H.1). Der kan siges at være en ulighed i selvtillid ved både den italesatte viden og deres bevidsthed omkring den, med Johan på den ene side og Ulrik og Erik på den anden. Desuden kan dette opfattes, som om Johan stiller sig mere kritisk til sin egen viden.

9.1.2 Brug af personlige sundheds-monitoreringsværktøjer og forståelse af partikelmålerens 'sprog'

For videre at danne en forståelse af deltageres forhold til datavisualisering i deres hverdag, er de blevet spurgt ind til deres brug af personlige monitoreringsværktøj, såsom apps, smartwatches o.l. Besvarelsene viser, at der kan trækkes paralleller mellem deres nuværende, eller tidligere forbrug af målingsværktøjer, og hvordan de udtrykker deres forståelse for partikelmålerens visualisering, og at deltagerne igen kan opdeles i to grupper - se V.2.



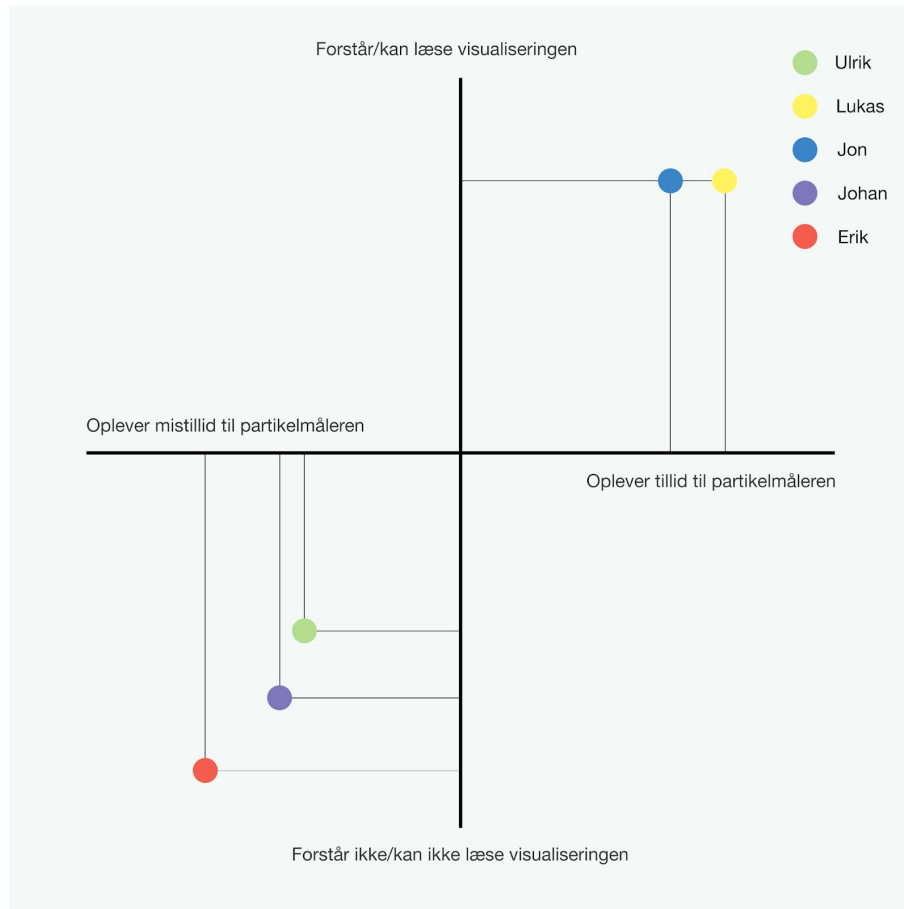
Figur V.2: Egen visualisering af interviews viser forhold mellem forståelse for partikelmålerens visualisering og brug af apps/målinger

Grupperingerne kan vidne om et allerede etableret forhold til præsentation af data hos de deltagere, der har benyttet målinger i en personlig kontekst. Ulrik og Johan monitorerer sundhed regelmæssigt i form af et smartwatch og apps, mens Erik tidligere har gjort brug af dette i forhold til motion. De deltagere, der har erfaring med monitoreringsværktøjer, har ikke udvist tro til, at måleapparatet har vist rigtigt. Erik siger: “[..] jeg tror simpelthen ikke, at det kan ikke passe, at der ikke er mere [.:luftforurening]” (Erik, 00:05:16, bilag H.2). Derimod har deltagerne, der ikke benytter eller har benyttet sådanne måleapparater, Jon og Lukas, i større grad reageret positivt til fremstillingen af $PM_{2,5}$ og har lavet slutningen, at luften i København ikke er så dårlig, som de havde troet. Jon siger om oplevelsen: “[..]så

har det [:luftkvaliteten] været spøjst og overraskende. Jeg forventede, at den ville blive gul og rød meget mere end den gjorde.” (Jon, 00:00:07, bilag E.2). Ulrik, Johan og Eriks forhold til data er bl.a. blevet formet i kraft af deres brug af sundhedsmonitorerende teknologier, som har haft en mere traditionel naturvidenskabelig fremstilling i form af numeriske værdier eller ved grafer, og dette kan ligge til grund for deres manglende forståelse af måleren. Phipps & Rows studie omkring modtagerrettet redesign af de oceanografiske data (jf. afsnit 5.0 omkring datavisualisering) behandler dette. I deres studie så de, at med en mere tilpasset visualisering blev der skabt en større forståelse af dataens output. En tilpasning af partikelmålerens visualiseringsprog til Ulrik, Johan og Erik ville kunne have resulteret i et mere traditionelt naturvidenskabeligt udtryk, hvorimod den mere alternative visualisering går mere i takt med Jon og Lukas’ forståelse, af hvordan data kan præsenteres. Dette bliver yderligere udfoldet i næste afsnit og viderekobles til en mistillid af partikelmåleren.

9.1.3 Datavisualisering og mistillid til partikelmåleren

Analysens afsluttende tema kobler deltagerne forståelse af partikelmålerens lysvisualisering med graden af tillid til partikelmåleren - se V.3. Som i de to foregående visualiseringer opstår der her ligeledes en gruppering blandt deltagerne, og samtidig er der dannet en tilnærmelsesvis lineær sammenhæng.



Figur V.3: Egen visualisering af interviews viser forhold mellem deltagernes forståelse for partikelmålerens visualisering og tillid til partikelmåleren.

Den italesatte oplevelse med måleren viser, at Erik, Ulrik og Johan ikke responderer til dennes farvevisualisering, fordi der ikke var en ændring i farven. Dermed oplevede de en uoverensstemmelse i henhold til de forventede og faktiske udslag, og søgte at forklare dette ved tekniske fejl i måleren. Erik ser partikelmålerens manglende udsving som et tegn på, at han ikke har modtaget nogen form for data: *“for jeg har jo ikke fået data. Altså jeg har jo netop ikke fået noget [:data], fordi der ikke har været nogle udsving”* (Erik, 00:08:36, bilag H.2). Erik udtrykker med dette, at han ikke ser det konstante grønne lys som værende en repræsentation af data, når den ikke står imod nogen andet.

Selvom deltagerne ikke selv oplever, at de har responderet på denne form for visualisering, kan det dog ses, at det er med til, at gøre luftkvalitet til et

samtaleemne, da flere af deltagerne har fortalt om, hvordan andre, der ikke var involveret i undersøgelsen, har udvist interesse for partikelmåleren. Lige netop dette er også noget, Gabrys nævner, at disse selv-byggede måleapparater kan gøre. I artiklen *Just Good Enough Data*, beskriver Gabrys, hvordan sensorer, på trods af at være “low tech” og “low cost”, kan initiere samtaler omkring forurening, og desuden skabe engagement omkring dataindsamling (Gabrys et al., 2016, s.2). Ulrik nævner ligeledes, at han kunne forestille sig en partikelmåler indgå i et større netværk med henblik på at udbrede viden om luftforureningens konsekvenser til en større del af befolkningen. Så selvom vi ikke har lagt op til en deling af partikelmålerens data og et efterfølgende netværk, bygger dette ovenpå Gabrys teori, om at nemmere tilgængelige måleværktøjer medfører et større borgerengagement.

Den oplevede undren over partikelmålerens visninger, og for nogle af deltagerne endda også en generel tvivl om, hvorvidt måleren overhovedet virker, ses som et udtryk for en mistillid til den mediering af luftkvaliteten, som partikelmåleren har givet dem. Som tidligere skrevet arbejder Ihde med forskellige relationer ift. teknologiernes mediering, og i undersøgelsen ser vi, hvad der sker, når der er uoverensstemmelse mellem deltagernes viden før undersøgelsen og den viden, de oplever at have fået, efter at have kørt med måleren. Hos de deltagere, som udtrykker en forståelse for partikelmålerens visualisering, har interventionen medført en positivitet omkring standen af den Københavnske luftkvalitet som vist af partikelmåleren. Hos de deltagere, der ikke udtrykker en forståelse for partikelmålerens visualisering udmønter det sig i en grad af mistillid til teknologien. En udledning af dette kan ses i forhold til den hermeneutiske relation. Interventionen, og dermed den hermeneutiske relation, sker uafhængigt af, om deltagerne selv synes, de har fået noget ud af at cykle med partikelmåleren. Idet de er blevet informeret, om at partikelmåleren visualiserer luftkvaliteten, herunder $PM_{2,5}$ i form af grønt, gult og rødt lys, har det igangsat en bevidsthed, om hvilken

luft de har bevæget sig i. For Ulrik og Johan har interventionen skabt en bevidsthed omkring deres egen kropslige sansning af luftkvalitet, hvorimod det hos Jon og Lukas nærmere er en bevidsthed af luftkvaliteten i takt med partikelmålerens visualisering. Denne forskel i deres bevidstheder kan hænge sammen med det at kunne forstå teknologiers sprog, som også behandles i postfænomenologien. Figur V.3 illustrerer, hvordan de to grupper er opdelt i forhold til at kunne forstå partikelmålerens sprog, farvevisualiseringen.

Ihde introducerer, som nævnt, objekters transparenthed i forhold til mediering. Dette kommer især til udtryk af, at interventionen med partikelmåleren for mange af deltagerne var præget af brugervanskeligheder. Johan beskriver, at han i mødet med trafikken var konstant opmærksom på partikelmåleren, i frygt for at den skulle falde af, og Lukas var meget opmærksom på måleren, pga. dens kraftige lys. Dertil hører også, at partikelmåleren for deltagerne er en ukendt teknologi, de blot er blevet stukket i hænderne i et kort forskningsmæssigt øjemed. Disse ting modvirker yderligere forståelsen af partikelmålerens 'sprog', og der kan siges at være meget lidt transparens.

10.0 Diskussion

I analysen er der fundet frem til at deltageres brug af apps, koblet med en følt viden om luftkvaliteten kan have en indvirkning på, hvordan de oplever at få data visualiseret med farve. Der kan dog stilles spørgsmål til, hvorvidt dette er de eneste aspekter der har formet deltageres forhold til visualiseringen. Denne analyse har ikke fokuseret på aspekter såsom alder og socioøkonomisk baggrund, der ofte bidrager med årsagsforklarende vinkler i andre undersøgelser. Det har ikke været et fokuspunkt, at få mere baggrundsviden om vores deltagere i interviewene, og vi har holdt os relativt tæt til de udarbejdede forskningsspørgsmål. Derved er det svært at udelukke, at de aspekter denne undersøgelse har udledt som influerende på deltageres respons, er de eneste, der har en relevans. Som supplement kunne der have været kigget på deltageres forhold til teknologi, samt ny teknologi, for videre, at understøtte eller udfordre de fundne resultater. Yderligere har vi valgt at fremhæve de visualiseringer, hvor det var tydeligt, at der fremgik en sammenhæng, og det var muligt at gruppere undersøgelsens deltagere. I realiteten havde en visualisering der fremstillede et forhold, hvor der ikke var nogen åbenlys sammenhæng blandt deltagerne haft samme relevans, men disse inddrages ikke i indeværende rapport.

Der er også det aspekt i undersøgelsen, at der kun er blevet visualiseret en mindre del af, hvad der normalt bliver betegnet som luftkvalitet. I undersøgelsen bliver der refereret til luftkvalitet som en helhed, når der i virkeligheden kun er blevet målt $PM_{2,5}$, og ligeledes har interviewene også været markant mere fokuserede på luftkvalitet frem for $PM_{2,5}$. Dette kan være med til, at forklare deltageres oplevede uoverensstemmelse mellem deres sansning af luftkvaliteten og partikelmålerens visualisering. Hertil kan der tilføjes et aspekt om farerne ved, at få en teknologi ud der er begrænset i dens forklaringer, hvilket vil kunne lede til en misinformeret opfattelse af virkeligheden. At konstatere at den Københavnske luftkvalitet er god på baggrund af en lav måling af $PM_{2,5}$ ville være misledende. En yderligere

udbygning af luftkvalitetens komplekse struktur kunne derfor forventes at have givet undersøgelsens deltagere en anden oplevelse af deres opfattelse af den københavnske luftkvalitet medieret gennem partikelmåleren. Dermed ville de have haft en større forståelse af $PM_{2,5}$ i det store luftkvalitetsperspektiv. Ligeledes har deltagerne blot haft partikelsensoren i omkring en uge, som tilmed var en periode med relativt lave niveauer af $PM_{2,5}$. Dette kan også give en misvisende opfattelse af niveauet af $PM_{2,5}$ og tilmed den københavnske luftkvalitet, end hvis de havde kørt med partikelmåleren i en måned eller et år.

I takt med at det har været forskellige medlemmer fra projektgruppen, der har udført interviews med de forskellige deltagere, kan dette have en indflydelse på interviewets udførelse. Hver person har sin egen måde, at føre samtale på, og opdager forskellige ting, der skal udfoldes i samtalen med deltageren undervejs. Selvom der har været en interviewguide til at styre interviewet, er det ikke den samme kontinuitet i interviewene, som hvis det havde været én, der stod for dem alle. Her har valget af spørgsmål og fokus, samt evnen til at opfange evt. vigtig information i deltagerens udsagn og at få dem til, at uddybe disse, en betydning for den indsamlede empiri. Dertil beskriver Kvale & Brinkmann også hvordan interviewarbejdet baseres på "*interviewerens praktiske færdigheder og personlige vurderinger*" (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 38), og er noget, der udvikles i takt med praktisk erfaring. Ydermere har valget af deltagere, der alle har en relation til et af medlemmerne i projektgruppen, også en betydning i forhold til resultaterne, og dette er noget, vi som forskere skal være opmærksomme på. I forskningsinterviewet opstår der et asymmetrisk magtforhold, hvor interviewerens har en videnskabelig kompetence, som informanten ikke har, og dette bruges til at lede samtalen og spørge ind til nogle udtalelser og lade være ved andre. Dertil følger også at informanten, i takt med den ulige magtstruktur, kan vælge enten at tilpasse eller tilbageholde sine svar, i forhold til hvad vedkommende forventer, interviewerens gerne vil vide (Kvale & Brinkmann, 2015, ss. 55-57). I forhold til projektgruppens

relation med deltagerne kan en positiv side af dette være, at deltagerne allerede føler sig komfortable med interviewerens, og dermed ville have lettere ved, at udfolde deres tanker. På den anden side er nogle af deltagerne også indforstået med projektgruppens eget forhold til projektet, og dette kunne føre til et følt pres for deltagerne, til at respondere på en måde, så de tænkte, det passede til projektet. Yderligere har undersøgelsen været begrænset i antallet af deltagere. Med seks deltagere kan det argumenteres, at det ikke er en repræsentativ udsnit af en gruppe til at kunne generalisere.

Som det andet metodiske greb i undersøgelsen indgik en selvbygget partikelmåler. Jennifer Gabrys har i sin bog *How To Do Things With Sensors* skrevet sine forskellige overvejelser omkring det at bygge en velfungerende sensor (Gabrys, 2019). Deri beskriver hun sværhedsgraden af at bygge en velfungerende sensor og lægger især stor vægt på, at testfasen er en ofte mere tidskrævende proces end man tror. Idet vi har arbejdet inden for de tidsmæssige rammer for et 3. semesters universitetsprojekt har vi ikke haft mulighed for at have en lang testfase med den endelige partikelmåler. Vi foretog enkelte tests i forskellige situationer, der var relevante for undersøgelsen, og efterfølgende gav vi den til undersøgelsens deltagere. Vi vurderer, at vores tests har været fyldestgørende nok med tanke på at deltagerne blot skulle cykle med den i ca. en uge. Dog kunne en længere testfase have gjort det muligt, at arbejde mere med brugervenligheden af måleren, som vi har set har haft indvirkning på deltagernes oplevelse af luftkvaliteten. En længere testfase kunne i sidste ende have gjort det nemmere for deltagerne, at fokusere på partikelmålerens 'sprog', hvilket ville have fordret en større transparens.

11.0 Konklusion

Igennem dette projekt har vi undersøgt, hvilken rolle visualisering med farvet lys af $PM_{2.5}$ spiller for københavnske cyklisters oplevelse af luftkvaliteten. Det er gjort ud fra den postfænomenologiske forståelse af verden og videnskaben og muliggør en analyse af teknologiens mediering af verden. Det har vi gjort gennem semistrukturerede interviews af deltagerne, der har medvirket i undersøgelsen, og dette danner projektets empiriske grundlag. Yderligere har vi brugt et metodiske greb, i form af at bygge en partikelmåler til at skabe en intervention, med inspiration i Jennifer Gabrys' forskning og brug af nemt tilgængelige måleapparater. I kraft af analysen viser undersøgelsen, at københavnske cyklisters forståelse af visualiseringen af $PM_{2.5}$ bliver påvirket af deres brug af sundheds-monitoreringsværktøjer. Derudover viser undersøgelsen også, at deltagernes allerede etablerede viden om luftkvaliteten har indflydelse på graden af tillid til partikelmåleren. En tredje korrelation er identificeret i forhold til forståelsen af partikelmålerens 'sprog' og graden af tillid til partikelmåleren. Med en stor følt og udtrykt forståelse for partikelmålerens visualisering opleves der en højere grad af tillid til partikelmåleren og dens validitet. Derimod fører en manglende evne til at aflæse partikelmåleren til en mistillid af denne.

Slutteligt kan der identificeres en todeling i datavisualiseringens rolle af oplevelsen af luftkvalitet. Ved et begrænset brug af sundheds-monitoreringsværktøjer og en udtrykt begrænset viden om luftkvalitet, opleves luftkvaliteten i overensstemmelse med partikelmålerens datavisualisering. I modsætning dertil giver et større brug af sundheds-monitoreringsværktøjer og en udtrykt stor viden om luftkvalitet, et fokus på brugerens egen sansning af luftkvaliteten. Dette sker i kraft af en manglende forståelse af datavisualiseringen.

11.1 Perspektivering

Dette projekts resultater kan kaste lys over, hvordan og hvorfor mennesker reagerer på visualisering af data med farvet lys. Dette kan have betydning for hvordan data bliver fremstillet til den generelle befolkning, med henblik på at, give dem en fornemmelse af den del af verdenen, der ikke er tilgængelig med det blotte øje. Projektets metoder og fremgangsmåde kan yderligere skabe en ramme om lignende projekter, der vil undersøge den hermeneutiske relation mellem mennesket, teknologien og verdenen.

For at udbygge projektet ville der med fordel kunne videreudvikles på en partikelmåler opbygget omkring TTGO-boardet, så den kvalitative data kan suppleres med en kvantitativ. Dette vil kunne give en indsigt i deltagernes faktiske adfærd sammenholdt med deres udtalelser om brugen af partikelmåleren.

12.0 Litteraturliste

About Us. (u.å.). Hentet 14. december 2019, fra

http://inovafitness.com/en/a/Corporate_Profile/

Additive Color Mixing | Department of Physics. (u.å.). Hentet 15. december 2019,

fra

http://www.physics.wisc.edu/ingersollmuseum/exhibits/optics&color/color_mixing

Effekter på mennesker og miljø. (u.å.). Hentet 14. december 2019, fra

<https://mst.dk/luft-stoej/luft/hvad-er-luftforurening/sundhedskonsekvenser-af-luftforurening/>

Ellermann, T., Brandt, J., Rasmussen, L. M. F., Geels, C., Christensen, J. H.,

Ketzel, M., ... Nygaard, J. (2019). *Luftkvalitet og helbredseffekter i Danmark, status 2018*. 28.

Flow, by Plume Labs | The First Smart Air Quality Tracker. (u.å.). Hentet 13.

december 2019, fra <https://plumelabs.com/en/flow/>

Gabrys, J. (2017). Citizen sensing, air pollution and fracking: From ‘caring about

your air’ to speculative practices of evidencing harm. *The Sociological Review*, 65(2_suppl), 172–192. <https://doi.org/10.1177/0081176917710421>

Gabrys, J. (2019). *How to do things with sensors*. Minneapolis, Minnesota ;

University of Minnesota Press.

Gabrys, J., Pritchard, H., & Barratt, B. (2016). Just good enough data: Figuring data

citizenships through air pollution sensing and data stories. *Big Data &*

Society, 3(2), 205395171667967.

<https://doi.org/10.1177/2053951716679677>

Ihde, D. (1990). *Technology and the Lifeworld: From Garden to Earth*.

Bloomington: Indiana University Press.

Introduction to microcontrollers—Society of Robots. (u.å.). Hentet 1. december

2019, fra http://www.societyofrobots.com/microcontroller_tutorial.shtml

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Interview: Det kvalitative forskningsinterview*

som håndværk. Kbh.: Reitzels.

Kwan-Liu Ma, Liao, I., Frazier, J., Hauser, H., & Kostis, H.-N. (2012). Scientific

Storytelling Using Visualization. *IEEE Computer Graphics and*

Applications, 32(1), 12–19. <https://doi.org/10.1109/MCG.2012.24>

Laser PM2.5 Sensor—SDS011 (u.å.). Hentet 10. december 2019, fra

<http://inovafitness.com/en/a/chanpinzhongxin/95.html>

Liu, H.-Y., Schneider, P., Haugen, R., & Vogt, M. (2019). Performance

Assessment of a Low-Cost PM2.5 Sensor for a near Four-Month Period in

Oslo, Norway. *Atmosphere*, 10(2), 41.

<https://doi.org/10.3390/atmos10020041>

Måling og vurdering af luftforureningen. (u.å.). Hentet 14. december 2019, fra

<https://mst.dk/luft-stoej/luft/overvaagning-af-luftforurening/maaling-og-vur>

[dering-af-luftforureningen/](https://mst.dk/luft-stoej/luft/overvaagning-af-luftforurening/maaling-og-vur)

Partikelforurening med PM2,5. (u.å.). Hentet 14. december 2019, fra

Miljøtilstand.nu website:

<http://xn--miljtilstand-yjb.nu/temaer/luftforureningen-i-danmark/partikelforurening-med-pm2-5/>

PM10 og PM2.5. (u.å.). Hentet 10. december 2019, fra

<https://envs.au.dk/faglige-omraader/luftforurening-udledninger-og-effekter/overvaagningsprogrammet/maalemetoder/pm-metode/>

Rosenberger, R., & Verbeek, P. P. C. C. (2015). A field guide to

postphenomenology. *Postphenomenological Investigations: Essays on Human-Technology Relations*, 9–41.

What is PM2.5 and Why You Should Care | Bliss Air. (u.å.). Hentet 16. december

2019, fra <https://blissair.com/what-is-pm-2-5.htm>

Zschiegner, R. (2019). *Ricki-z/SDS011* [C++]. Hentet fra

<https://github.com/ricki-z/SDS011> (Original work published 2016)

Van Den Eede, Y. (2015). Tracing the Tracker. In R. Rosenberger & P.-P. Verbeek

(Eds.), *Postphenomenological Investigations: Essays on*

Human-Technology

Relations (pp. 141–158). Lexington Books.