

Design og evaluering af en ren-luft rute målrettet kørestolsbrugere i Aarhus

Baggrund og formål

Studier har tidligere vist, at en lavere indåndingshøjde medfører en forhøjet eksponering for luftforurening, f.eks. hos spædbørn i barnevogne. Tilsvarende forskning på kørestolsbrugere har imidlertid været fraværende. Hypotesen i dette studie er, at kørestolsbrugere eksponeres for højere koncentrationer af luftforurening sammenlignet med gående. Samtidigt er projektets formål også at undersøge, om en "renere-luft rute" gennem Aarhus kan reducere eksponeringen for partikler for både gående og kørestolsbrugere sammenlignet med den korteste rute. Dette bygger på tidligere forskning, der har vist, at alternative ruter til skole eller arbejde kan reducere eksponeringen.

Anvendte metoder, analyser og fremgangsmåde

Design af ren-luft rute og transportscenarie

De to ruter ("ren-luft ruten" og "den direkte rute") og det tilhørende transportscenarie blev designet i samarbejde med kørestolsbrugere i Aarhus igennem en borgerinddragelsesproces. Formålet var at sikre at den udviklede løsning var relevant og realistisk for mulige fremtidige brugere af ruten. Ruten starter derfor ved Aarhus Banegård og stopper ved SPARK (**S**undhed, **P**ark, **A**ktiviteter, **R**ehabilitering og **K**limatilpasning). Starttidspunktet er valgt til kl. 15 på hverdage for at simulere transport til og fra fysioterapi.

Borgerinddragelsesprocessen blev gennemført i flere trin:

1. **Opdagelsesfase:** I denne fase blev der arbejdet med borgernes behov i relation til luftforurening og transport igennem byen. Dette skete f.eks. igennem fokusgruppeinterview.
2. **Defineringsfase:** Borgerne blev klædt fagligt på til at forstå luftforureningens dynamik og betydningen af luftkvalitetsmål. I denne fase blev antallet af løsninger ligeledes indsnævret.
3. **Designfase:** Casen "Per" blev udvalgt som en repræsentativ kørestolsbruger, og ud fra hans daglige behov blev ruterne ("Direkte" og "Ren Luft") defineret. Ren-luft ruten blev designet ved iterative forsøg, hvor alternative gadesegmenter blev afprøvet og tilpasset for at sikre, at ruten var tilgængelig for kørestolsbrugere og undgik kantsten, brosten og lignende forhindringer.
4. **Evalueringsfase:** De to ruter blev gennemført 20 gange af to gående og to kørestolsbrugere, som alle var udstyret med luftsensorer.

Udvikling og kalibrering af en sensorløsning til evaluering af ren-luft rute

For at opnå høj tidslig og rumlig opløsning blev der udviklet en innovativ low-cost sensorløsning til måling af luftbårne partikler. Den kombinerer en Alphasense OPC-N3 partikelsensor med en Raspberry Pi og en GPS, som logger data i høj opløsning (1 sekund). Sensoren blev kalibreret i laboratoriet ved hjælp af en specialbygget opstilling, der simulerer hurtige

koncentrationsændringer, som dem man oplever i bymiljøer. Kalibreringen blev udført ved at fitte sensordata til en TSI OPS 3330-referencesensor ved hjælp af lineær regression.

Dataanalyse

Dataanalyser blev udført ved hjælp af avancerede metoder til datarensning. Negative værdier og spikes blev fjernet, og data blev valideret ved at sammenligne sensordata fra flere enheder. GPS-data blev interpoleret for at sikre fuldstændig dækning, og hver måling blev knyttet til et 10 m rutesegment. Eksponeringen blev analyseret som en ruteforøgelse der defineres som forskellen mellem ruteeksponeringen og baggrundsniveauet.

Resultater

Resultaterne viste, at eksponeringen for luftforurening (PM_{10} , $PM_{2.5}$ og PM_{10}) ikke var væsentligt forskellig mellem den direkte rute og ren-luft ruten. Dette skyldes, at eksponeringen primært drives af specifikke luftforurenings-"hotspots," som var omtrent lige talrige på begge ruter. Analysen afslørede, at tidspunktet på dagen for transporten også spiller en rolle; der er mindre trafik mellem kl. 15 og 16 ift. myldretidstrafik, hvilket reducerer forskellen i eksponering imellem de to ruter.

En vigtig observation var, at kørestolsbrugere havde en højere eksponering for luftforurening end gående. Dette kan forklares ved deres lavere indåndingshøjde, hvor koncentrationen af partikler ofte er højere. Disse resultater understreger behovet for bydesign, der tager højde for kørestolsbrugeres unikke udfordringer og bidrager til en mere inkluderende byplanlægning.

For de forskellige partikelstørrelser (PM_{10} , $PM_{2.5}$ og PM_{10}) var forskellen mellem ruterne størst for PM_{10} , som primært stammer fra re-suspenderet materiale eller non-exhaust emissioner i modsætning til udstødningsemissioner fra køretøjer. Dette fremhæver betydningen af vejens tilstand og trafikmønstre i vurderingen af luftforureningseksponering.

Konklusion

Studiet understreger behovet for byplanlægning, der tager højde for kørestolsbrugeres unikke eksponeringsforhold og infrastrukturudfordringer. Små designændringer i byrummet kan bidrage til en mere inkluderende og sundhedsfremmende byudvikling.