



Det
Kongelige
Akademi

Arkitektur
Design
Konservering

Abstract

This PhD project investigates the impact of house design on indoor environmental quality in a Sub-Saharan African setting. The research compares particle pollution (PM_{2.5}), carbon dioxide (CO₂) levels and indoor temperature between a group of newly constructed experimental houses – the “Star Homes” and a group of control houses. The current PhD research is part of and subordinate to the study *Star Homes – Better Health Through Better Housing: Phase 2 House Evaluation*. The Star Homes study is a clinical trial investigating the impact of house design on child health in the hot tropical climate of Sub-Saharan Africa. The study focuses on the three major diseases, which are associated with the home environment in a low-income setting in rural Tanzania: malaria, acute respiratory infections, and diarrheal diseases. This PhD research investigates three aspects of indoor environmental quality, which are related to the clinical health outcomes, as well as assessing the durability of the Star Homes. The Star Homes feature a range of design solutions, including a highly permeable façade, elevated bedrooms, a built-in improved cook stove and low thermal mass.

The current research found that particle pollution from cooking, which is a risk factor for acute respiratory infections, was significantly lower in Star Homes kitchens and bedrooms, than in the kitchens and bedrooms of traditional houses. This applies both to daily averages and during cooking time. These results demonstrate the positive impact of house design on household air pollution. Mosquitoes, which transmit malaria are attracted by CO₂ which is present in expired breath. Mosquitoes are known to roam for CO₂ cues close to the ground. The comparison of CO₂ concentrations between Star Homes and traditional houses showed only marginally higher 24-hour concentration in traditional house bedrooms, and marginally higher nighttime CO₂ concentrations in Star Homes bedrooms. However, Star Homes kitchens, which are located on the ground floor, had lower CO₂ concentrations than Star Homes bedrooms, which are located on the first floor. This finding suggests that elevating bedrooms could reduce CO₂ concentration at ground level. Nighttime temperature in Star Homes bedrooms was lower than in traditional houses and typical modern houses. Also, Star Homes kitchens were cooler than Star Homes bedrooms during daytime, when these spaces are more likely to be occupied. Thermal discomfort has been demonstrated to be a widely identified reason for not using a mosquito net. Sleeping under an insecticide treated mosquito net is the single most effective intervention to protect against bites, and a cornerstone in strategies to prevent malaria transmission. This PhD project contributes to research by demonstrating how aspects of indoor environmental quality which are associated with negative health outcomes can be targeted through design solutions. Given the current projections of population growth and economic growth for Sub-Saharan Africa, the

potential for improving health through better housing is unprecedented. However, the current research also found that scaling up the design of healthy homes for public health impact, faces a range of challenges, which must be addressed in future strategies.

Resumé

Dette ph.d.-projekt undersøger hvordan bygningsdesign påvirker indeklimaet i boliger i Afrika syd for Sahara. Ph.d.-projektet sammenligner partikelforurening fra madlavning, CO₂-niveauer og temperatur imellem en gruppe nyopførte forsøgshuse – "Star Homes" – og en gruppe kontrolhuse.

Ph.d.-projektet er en del af forskningsprojektet *Star Homes – Better Health Through Better Housing: Phase 2 House Evaluation*. Star Homes projektet er et klinisk forsøg, der undersøger om bygningsdesign kan forbedre børns sundhed i et landdistrikt i det sydlige Tanzania, hvor klimaet er tropisk og befolkningen er fattig. Forskningsprojektet fokuserer på de tre største sygdomme, der er forbundet med boligkvaliteten i Tanzania: malaria, luftvejsinfektioner og diarré sygdomme. De tre aspekter af indeklimaet som undersøges i dette Ph.d.-projekt, er kendte risikofaktorer for malariasmitte og luftvejsinfektioner. Derudover undersøger Ph.d.-projektet også Star Homes husenes holdbarhed. Star Homes husene er bygget med en række nytænkende designløsninger, blandt andet facader som både skaber bedre ventilation og holder myg og fluer ude. Husene har også forbedret sanitet, og de er udstyret med et forbedret brændekomfur.

I undersøgelsesområdet i Tanzania, tilbereder størstedelen af befolkningen mad over åben ild, og ofte indendørs. Resultaterne af ph.d.-projektet viser at partikelforureningen var signifikant lavere i Star Homes køkkener og soveværelser, end i køkkener og soveværelser i de traditionelle huse der fungerede som kontrol. Myg, der overfører malaria, tiltrækkes af CO₂, som findes i menneskers ånde. De søger efter CO₂-signaler tæt på jorden, og især om aftenen. Sammenligningen af CO₂-niveauet mellem Star Homes og de traditionelle huse viste kun marginalt højere 24-timers niveauer i traditionelle huses soveværelser, og højere CO₂-niveauer i Star Homes soveværelser om natten. Star Homes køkkener, som er placeret i stueetagen, havde dog lavere CO₂-niveauer end Star Homes soveværelser, som er placeret på første sal. En af de mest effektive måder til at beskytte mod malariasmitte er at sove under et insekticidbehandlet myggenet. Myggenet er en hjørnesten i strategier til at forhindre malariasmitte. Flere undersøgelser har vist at termisk ubehag ved høje nattemperaturer kan have en negativ indvirkning på brugen af myggenet. Sammenligningen af nattemperaturer viste at Star Homes soveværelser var køligere end soveværelser i kontrolhusene. Derudover var Star Homes køkkener køligere end Star Homes soveværelser om dagen, hvor beboerne typisk opholder sig der.



Det
Kongelige
Akademi

Arkitektur
Design
Konservering

Dette ph.d.-projekt bidrager til forskningen ved at demonstrere, hvordan aspekter af indeklimaet, der er forbundet med sygdomsrisici i et varmt tropisk klima, kan forbedres gennem designløsninger.

Den demografiske og økonomiske udvikling i Afrika syd for Sahara betyder at behovet for nye boliger vil stige markant i de kommende årtier. I betragtning af de aktuelle fremskrivninger er potentialet for at forbedre folkesundheden gennem bedre boliger hidtil uset. Ph.d.-projektet viser dog også, at udbredelsen af sunde boliger i Afrika står over for en række udfordringer, som skal adresseres i fremtidige strategier for opskalering.



Det
Kongelige
Akademi

Arkitektur
Design
Konservering