

Funktionalitet af spalteventiler til naturlig ventilation i renoverede etageboliger

Resultater fra simuleringsstudie

Andreas Egholm Nielsen, Oliver Hvidtfeldt Jakobsen, Kevin Michael Smith, Jakub Kolarik og Toke Rammer Nielsen

Et omfattende simuleringsstudie udført på DTU Construct viser, hvor vigtigt det er at installere friskluftindtag, når naturlig ventilation anvendes efter renovering. Resultater peger på, at manglende friskluftindtag fører til to til tre gange flere timer med CO₂ koncentration over 1000 ppm. Antal timer med forhøjet luftfugtighed steg med op til 50%. Til gengæld steg energiforbrug til opvarmning maksimalt 20% i et tilfælde uden mekanisk udsugning. I systemer med mekanisk udsugning var energiforbrugets stigning minimalt.

Naturlig ventilation ved renovering?

En stor del af den danske boligmasse, cirka 25%, er bygninger bygget i perioden 1850-1930. Der er et stort behov for renovering af disse ejendomme, hvis Danmark skal opfylde sine klimamål inden 2050. Den Danske byggesektor anslås at være ansvarlig for 30% af de samlede CO₂-udledninger.

Renovering omfatter ofte udskiftning af vinduer, da det er en omkostningseffektiv foranstaltning i forhold til energibesparelser. Men uden at sikre passende ventilation kan dette øge risikoen for dårlig luftkvalitet, vækst af skimmelsvamp og andre problemer med indeklimaet.

Ventilationsløsninger varierer fra projekt til projekt, men oftest anvendes naturlig ventilation eller mekanisk udsugningsventilation. De hyppigste årsager er manglende plads til mekanisk ventilation med varmegenvinding eller budgetbegrænsninger (f.eks. grænser for huslejestigning).

Naturlig ventilation med spalteventiler

Ved brug af naturlig ventilation kan der gives dispensation med hensyn til kravet om varmegenvinding på kommunalt niveau. Dog skal de foreskrevne krav om tilførsel af udeluft stadig opnås. Dette bør gøres ved at have udsugning i badeværelser og køkkenet og forsyning med frisk luft i opholdsrum. I disse tilfælde kan de renoverede bygninger med fordel anvende justerbare spalteventiler (Fig. 1) i kombination med den oprindelige naturlige eller mekaniske udsugningsventilation.

Selv om lufttilførslen ved naturlig ventilation er et resultat af naturlige drivkræfter (vindtryk og termisk drivtryk), muliggør spalteventiler en hvis kontrol over lufttilførslen. På den måde undgås overdreven ventilation, der kan forårsage ubehag og øget varmetab, eller for lav ventilation, der kan føre til overtemperatur, for høj luftfugtighed og dårlig luftkvalitet.



Fig. 1 En spalteventil integreret i nyinstalleret altandør

Studiets mål

Simuleringsstudiet adresserede følgende spørgsmål relaterede til brug af spalteventiler:

- Hvordan bør justerbare luftindtag anvendes, når de installeres i en renoveret lejlighedsbygning?
- Hvor effektive er de i opvarmings-sæsonen afhængig af lejlighedens placering i bygningen?
- Hvordan påvirker varierende parametre, der er relevante for naturlig ventilation og renovering, effektiviteten af systemer med spalteventiler?

Metode

Studiet baseres på en renoveret etageejendom beliggende i centrum af København. Bygningen blev opført i 1906 og gennemgik en omfattende renovering i 2018.

En typisk lejlighed i bygningen blev identificeret som bestående af en stue, to soveværelser, et køkken og et badeværelse forbundet af en korridor (Fig.2-venstre). Lejligheden har opvarmede areal 61,2 m², og rumhøjden 2,6 m. Lejligheden har ydervægge mod sydvest og mod nordøst og indervægge mod en trappeopgang og nabo-lejligheder.

Lejligheden blev modelleret i simuleringsværktøjet IDA ICE (Fig.2-til højre).

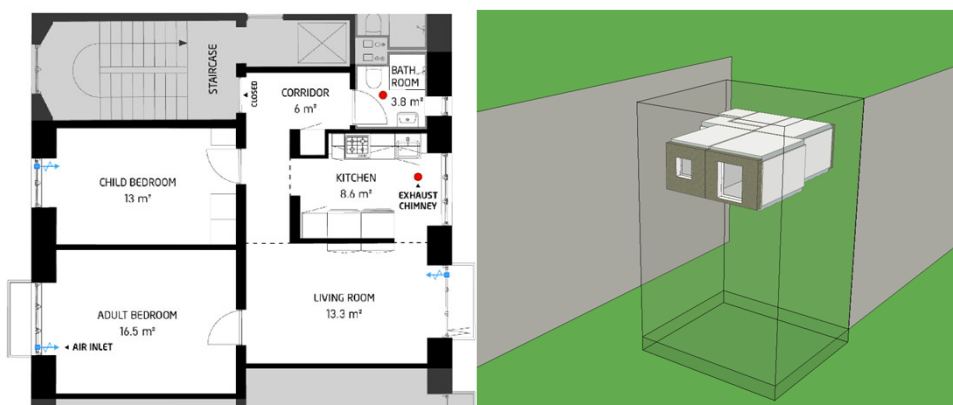


Fig. 2 Repræsentativt bygning, til venstre- plantegning af en typisk lejlighed; til højre- simuleringsmodel i IDA ICE software. Modellen tager hensyn til skygge fra nabobygninger.

Bygningsmodel

Den typiske lejlighed blev modelleret både på stueetagen og fjerde sal for at undersøge indflydelsen af termisk drivtryk fra de lodrette aftrækskanaler. Interne varmelaster, fugtlaster og brugsmønstre svarede til en familie med to voksne og et barn i skolealder.

Bygningens konstruktioner opfyldte krav fra Bygningsreglementet (BR18). Åbning af vinduer blev antaget for at undgå for høje indetemperature. Alle rum blev opvarmet til 21°C. Vinduerne var udstyret med indvendige persienner for solafskærmning.

Tab. 1 Undersøgte konfigurationer

Etage	Ventilation	Spalteventil kontrol
Stue	Naturlig ventilation	Uden spalteventiler
	Mekanisk udsugning	Fast åben
4. sal	Balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding	CO ₂ styret
		Uden spalteventiler

Simulerede system kombinationer

Simuleringerne omfattede toogtyve tilfælde (se Tab. 1) konfigureret i henhold til etage, ventilationstype og reguleringsform for spalteventilen.

Naturlig ventilation repræsenterer et system hvor luftindtag foregår gennem justerbare spalteventiler i soveværelser og stuen imens lodrette aftrækskanaler ført over taget med forbindelse til badeværelset og køkkenet står for udsugning fra lejligheden. Mekanisk ventilation havde to konfigurationer. Mekanisk udsugning fra badeværelset og køkkenet suppleret med spalteventiler i soveværelser og stuen og balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding hvor spalteventiler ikke bruges.

Resultater

Fig. 4 viser resultater i form af CO₂-timer [ppm·h] defineret som kumuleret eksponering for CO₂ koncentration over 1000 ppm, RH-timer [%·h] - kumuleret eksponering for relativ fugtighed over 60% for opholdsrum og over 70% for våde rum samt varmebehov [kWh].

Lejlighed placeret på 4. sal i tilfældet med naturlig ventilation præsterede klart dårligst med hensyn til CO₂ koncentrationen og fugt. På den anden side havde den det laveste varmebehov. Lejligheden i stueetagen havde bedre indeklima. Overordnet set præsterede konfigurationer med mekanisk udsugning betydeligt bedre end dem med naturlig ventilation.

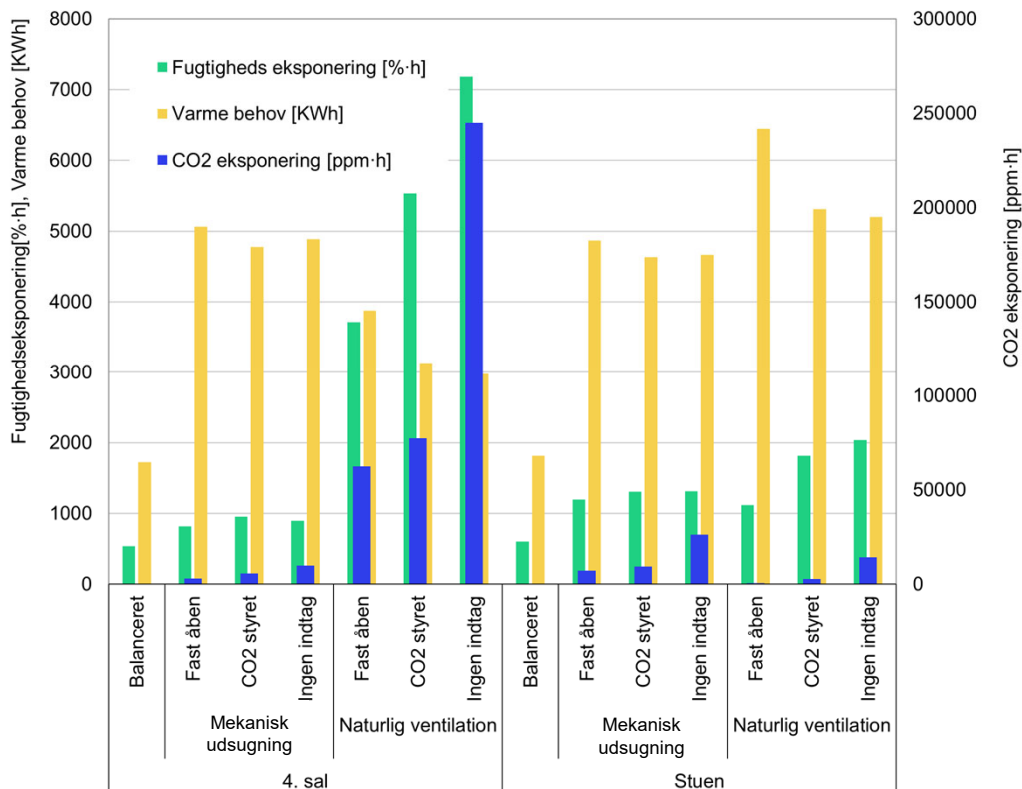


Fig. 4 Resultater for forskellige systemer med spalteventiler sammenlignet med balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding, placering af lejligheden på 4. sal og i stueetagen

		Vindforhold	Lufttæthed	Orientering	Døråbning
Stue	Uden spalteventil	0,7	1,0	0,4	1,0
	Fast åben	1,0	1,0	0,7	1,0
	CO2 styret	1,0		0,3	1,0
4. Sal	Uden spalteventil	0,3	0,9	0,1	0,8
	Fast åben	0,4	0,9	0,2	0,9
	CO2 styret	0,3	0,9	0,2	0,9
Stue	Uden spalteventil	0,2	0,5	0,3	1,0
	Fast åben	0,2	0,4	0,4	1,0
	CO2 styret	0,6	0,6	0,4	1,0
4. Sal	Uden spalteventil		0,4	0,4	1,0
	Fast åben		0,5	0,4	1,0
	CO2 styret		0,6	0,6	1,0

Fig. 5 Følsomhedsindeks for CO₂-timer: grøn/0- system kombination ikke følsom ovenfor parameter, rød/1-meget følsom (grå- ingen data)

Følsomhedsanalyse

Følsomhedsanalysen blev udført, for at studere indflydelse af vindforhold, facadens lufttæthed, bygningens orientering og åbning af indvendige døre.

Fig. 5 viser resultater for CO₂-timer. Det er klart, at døråbning mellem værelser i lejligheden påvirker både naturlig og mekanisk udsugningsventilation. Lufttæthed spiller en rolle ved brug af naturlig ventilation. I tilfælde med naturlig ventilation kan vindforhold i visse situationer påvirke ventilationen negativt, således at luftstrømmen reduceres eller strømmer mod den ønskede retning gennem aftrækskanaler og spalteventiler.

Konklusioner

- Justerbare spalteventiler bør installeres ved renovering for at give formålsbestemte ventilationsåbninger. De er mest effektive, når de styres efter CO₂ koncentration i de beboede rum for at reducere varmetab og opretholde godt indeklima. Hvis CO₂ styring ikke er mulig, foreslås det at åbne luftindtagene i de beboede timer.
- Effektiviteten af spalteventiler i opvarmningssæsonen varierer med etagehøjden. På stueetagen sikrer termisk drivtryk luftstrømmen gennem lejligheden. På højere etager kan manglen på termisk drivtryk føre til for lav luftstrøm. Der skal tages hensyn til dette ved projektering af antal spalteventiler per lejlighed.
- Vindforhold, bygningens lufttæthed og døråbningsadfærd påvirker effektivitet af systemer med spalteventiler. Mekaniske systemer er generelt mindre følsomme sammenlignet med systemer, der udelukkende udnytter naturlig ventilation.