



AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Aalborg Universitet

Overvejelser ved indførelse af krav i bygningsreglementet om etablering af mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse

Bergsøe, Niels Christian; Thomsen, Kirsten Engelund; Rose, Jørgen

Publication date:
2016

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Bergsøe, N. C., Thomsen, K. E., & Rose, J. (2016). *Overvejelser ved indførelse af krav i bygningsreglementet om etablering af mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse*. SBI forlag. SBI Nr. 2016:06

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

OVERVEJELSER VED INDFØRELSE AF KRAV I BYGNINGSREGLEMENTET OM ETABLERING AF MEKANISK VENTILATION I NYE ENFAMILIEHUSE

EN ANALYSE

SBI 2016:06



Overvejelser ved indførelse af krav i bygningsreglementet om etablering af mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse

En analyse

Niels C. Bergsøe
Kirsten Engelund Thomsen
Jørgen Rose

Titel Overvejelser ved indførelse af krav i bygningsreglementet om etablering af mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse

Undertitel En analyse

Serietitel SBI 2016:06

Udgave 1. udgave

Udgivelsesår 2016

Forfattere Niels C. Bergsøe, Kirsten Engelund Thomsen, Jørgen Rose

Sprog Dansk

Sidetæl 13

Emneord Mekanisk ventilation, behovsstyret ventilation, enfamiliehuse, bygningsreglementet, energibehov, indeklime

ISBN 978-87-563-1757-3

Omslag Foto: Lone Hedegaard Mortensen

Udgiver Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet,
A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV
E-post sbi@sbi.aau.dk
www.sbi.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

Indholdsfortegnelse

Forord	4
Overvejelser vedrørende indførelse af krav om mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse	5
Afgrænsning af analysen	5
Argumenter, der kan tale for indførelse af krav om mekanisk ventilation	5
Mere stabil ventilationsrate	5
Lavere energibehov	5
Komfortabelt indeklima.....	6
Luftbehandling	6
Beboerne behøver ikke at justere ventilationen.....	6
Husprisen	6
"Enklere regler"	6
Argumenter, der kan tale imod indførelse af krav om mekanisk ventilation ...	7
Indregulering	7
Vedligehold og service	7
Nye regler i bygningsreglementet	7
"Andre" enfamiliehuse	8
Opsummering og afrunding – vedrørende indførelse af krav om mekanisk ventilation.....	8
Overvejelser vedrørende behovsstyret ventilation i nye enfamiliehuse	10
Udgangspunkt.....	10
Tilpasning af ventilationsraten	10
Fugt er styringsparameter for behovsstyret ventilation i boliger.....	11
Indeluftens fugtindhold	11
Manuel behovsstyring	12
Styring af ventilationen	12
Robust, simpelt og billigt.....	12
Sammenfatning – vedrørende behovsstyret ventilation	13

Forord

Bygningsreglementets krav til ventilationen i enfamiliehuse er i korthed, at udelufttilførslen skal være mindst 0,3 l/s pr. m² opvarmet etageareal, og at husene kan ventileres ved naturlig ventilation eller mekanisk ventilation. Ved naturlig ventilation stiller reglementet krav til det fri åbningsareal af tilluftsåbninger og tværsnitsarealet af aftrækskanaler, og ved mekanisk ventilation stilles krav om mekanisk indblæsning, mekanisk udsugning og varmegenvinding. Idet det mekaniske ventilationsanlæg forsyner én bolig, skal varmegenvinderens temperaturvirkningsgrad være mindst 80 %. For at enfamiliehuse kan overholde bygningsklasse 2020, skal varmegenvinderens temperaturvirkningsgrad være mindst 85 %.

Formålet med denne analyse er at belyse konsekvenserne af at indføre krav i bygningsreglementet om etablering af mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse.

Analysen belyser blandt andet, i hvor høj grad der allerede i dag installeres mekanisk ventilation i enfamiliehuse bygget efter lavenergiklasse 2015. Endvidere er energibesparelsen ved at ændre ventilationen fra naturlig ventilation til mekanisk ventilation med varmegenvinding vist ved beregning på et typisk enfamiliehus.

Af rapporteringen rummer betragtninger over, hvad der taler for, og hvad der taler imod installation af mekanisk ventilation i forhold til naturlig ventilation. Af rapporteringen rummer desuden betragtninger over fordele og ulemper ved anvendelse af behovsstyret ventilation i enfamiliehuse.

Analysen er gennemført i 2014-2015 med udgangspunkt i reglerne i bygningsreglementet fra 2010, BR10.

Analysen er udført for Energistyrelsen.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Afdelingen for Energi, Miljø og Indeklima
Februar 2016

Søren Aggerholm
Forskningschef

Overvejelser vedrørende indførelse af krav om mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse

Afgrænsning af analysen

Analysen drejer sig om ventilation i nye enfamiliehuse og om overvejelser vedrørende indførelse af krav i bygningsreglementet om mekanisk ventilation.

Ventilation er defineret ved transport og udskiftning af luftmassen inde med det formål at forbedre indeklimaet, jf. DS 447, def. 3.61.

Enfamiliehuse omfatter huse med én bolig, herunder sommerhuse, samt dobbelthuse, rækkehuse, gruppehuse, kædehuse og lignende, hvor boligerne ikke er adskilt ved et vandret lejlighedsskel, jf. BR10, kap. 6.3.1.2, stk. 2.

Mekanisk ventilation er et ventilationsprincip, hvor lufttransporten sker ved anvendelse af mekaniske drivkræfter, dvs. elektriske ventilatorer¹. Mekanisk ventilation omfatter mekanisk indblæsning, udsugning og varmegenvinding.

Argumenter, der kan tale for indførelse af krav om mekanisk ventilation

Mere stabil ventilationsrate

Et mekanisk ventilationssystem, hvor drivkræfterne er elektrisk drevne ventilatorer, er mindre påvirkeligt over for variationer i udeklimaet end et naturligt ventilationssystem, hvor drivkræfterne er baseret på termisk og vindpåvirkning af bygningen. I takt med at udeklimaet varierer, kan ydelsen af et naturligt ventilationssystem i perioder være over det ønskede og i andre perioder under. Et mekanisk ventilationssystem vil kunne sikre både en mere stabil ventilationsrate og en ventilationsrate, som til ethvert tidspunkt lever op til bygningsreglementets mindstekrav til udelufttilførslen på 0,3 l/s pr. m². En stabil og nødvendig ventilationsrate vil medvirke til at reducere risikoen for skimmelvækst og begrænse forekomsten af husstøvmider.

Lavere energibehov

Ventilation er forbundet med et energibehov først og fremmest til opvarmning af indblæsningsluften. Et mekanisk ventilationssystem skal ifølge bygningsreglementet indbefatte varmegenvinding. Varmegenvindingen gør, at en stor del af varmen i den udsugede luft udnyttes til opvarmning af indblæsningsluften.

På trods af at der i et mekanisk ventilationssystem optræder et energibehov til drift af ventilatorerne, som ikke optræder ved naturlig ventilation, vil det samlede energibehov til mekanisk ventilation være lavere end til naturlig ventilation. Årsagen er varmegenvindingen, som vil reducere energibehovet til opvarmning af indblæsningsluften.

¹ *Naturlig ventilation* er et ventilationsprincip, hvor lufttransporten gennem åbninger i klimaskærmen er bestemt af trykforhold på bygningen skabt af vind og termisk opdrift, som kan virke hver for sig eller i kombination. *Hybrid ventilation* er et ventilationsprincip, hvor lufttransporten sker ved udnyttelse af såvel naturlige som mekaniske drivkræfter i den samme del af bygningen. Ventilationen er underlagt en styring, som vælger ventilationsprincip i en given situation.

Komfortabelt indeklima

Et mekanisk ventilationssystem vil i højere grad end et naturligt ventilationssystem kunne tilvejebringe et komfortabelt indeklima hvad angår færre trækgener og mere ensartede temperaturforhold. Baggrunden er dels, at indblæsningsluften i et mekanisk ventilationssystem forvarmes via varmegenvinderen, dels at der er større frihed til at anbringe tilluftsåbningerne på en sådan måde, at luften tilføres beboelsesrummene uden for opholdszonen, dvs. i områder i rummet hvor lufttilførslen ikke medfører trækgener.

Luftbehandling

På grund af det større drivtryk, der er til rådighed i et mekanisk ventilationssystem, er det endvidere muligt at udstyre aggregatet med komponenter til luftbehandling fx varmeflader og filtre. Navnlig filtre kan medvirke til at forbedre indeluften gennem filtrering af indblæsningsluften. Filtrering af den tilførte udeluft kan have stor betydning for indeklimaet i huse, der er beliggende i områder, hvor udeluften kan forventes periodevis eller permanent at have en høj koncentration af partikelformige forureninger eksempelvis i byområder eller nær veje med intens trafik.

Beboerne behøver ikke at justere ventilationen

I et hus med mekanisk ventilation kan beboerne have et ønske om at ændre anlæggets driftstilstand, men beboerne har normalt ikke behov for at justere anlæggets ydelse. Et eksempel på ændret driftstilstand er omstilling til "sommerdrift", hvor den mekaniske indblæsning afbrydes og erstattes af udelufttilførsel gennem vinduer og udeluftventiler. Ændringen foretages normalt på en enkel måde via et betjeningspanel. Derimod, i et hus med naturlig ventilation, hvor ventilationssystemets drivkræfter varierer med udeklimaet, kan beboerne eksempelvis i kolde eller blæsende perioder have behov for at begrænse udelufttilførslen gennem tilpasning af udeluftventilernes åbningsareal. Der er en risiko for, at beboerne ikke er opmærksomme på at åbne ventilerne igen, når udeklimaforholdene tillader det, hvorved ventilationen kan være utilstrækkelig i længere tid. Desuden er det svært for beboerne at afgøre, hvilken indstilling af udeluftventilerne der vil medføre en udelufttilførsel på 0,3 l/s pr. m².

Husprisen

Et mekanisk ventilationsanlæg vil som udgangspunkt være dyrere i anskaffelse og installation end udeluftventiler og aftrækskanaler. Den umiddelbare forventning kunne derfor være, at indførelse af krav om mekanisk ventilation i enfamiliehuse indebærer en forøgelse af husets pris. En rundspørge til førende typehusfirmaer har imidlertid vist, at samtlige adspurgte typehusfirmaer allerede nu alene sælger huse, hvor mekanisk ventilation indgår som standard. Det er vanskeligt at opfylde bygningsreglementets energibestemmelser til byggeri i Bygningsklasse 2020 uden mekanisk ventilation og varmegenvinding. Prisen for ventilationsanlægget ligger således implicit i husprisen, og et krav om mekanisk ventilation vil ved en overordnet betragtning ikke indebære generelt højere huspriser. Rundspørgen viste desuden, at såfremt husets ventilationssystem tænkes ændret fra mekanisk ventilation til naturlig ventilation, vil det næppe indebære en prisreduktion – snarere tværtimod. Årsagen er, at typehuset er konstrueret, beregnet, dokumenteret og godkendt med mekanisk ventilation, og en ændring til naturlig ventilation vil indebære behov for nye beregninger, ny dokumentation og ekstra tilsyn under byggeriet.

"Enklere regler"

Ifølge gældende regler skal nye etageboliger ventileres ved mekanisk ventilation. Såfremt der indføres krav om mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse, vil bygningsreglementets bestemmelser vedrørende ventilation i boliger i princippet blive enklere, idet enhver ny bolig herefter skal være med meka-

nisk ventilation. Udover at gældende regler vedrørende luftfjernelse via aftrækskanaler og i nogen grad udelufttilførsel gennem udeluftventiler vil kunne udgå, vil den nuværende skelnen mellem boliger, hvor behovsstyring tillades, og hvor behovsstyring ikke tillades, kunne udgå.

Om sommeren tillades det, at den mekaniske indblæsning erstattes af udelufttilførsel gennem vinduer, udeluftventiler og lignende. Det må derfor påregnes, at udeluftventiler fortsat i en vis udstrækning vil blive installeret. Desuden, selvom ventilerne ikke vil udgøre de primære tilluftsåbninger, vil det være rimeligt at dimensionere ventilernes åbningsarealer således, at ventilerne er i stand til at levere den nødvendige erstatningsluft svarende til 0,3 l/s pr. m². Dette indebærer, at konkrete krav til fri åbningsarealer næppe vil kunne udgå fuldstændig af bygningsreglementet.

Et krav om mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse vil imidlertid ikke med sikkerhed indebære enklere regler. Det kan ikke undgås, at det vil være nødvendigt at indføre nye regler på visse områder – se afsnittet *Argumenter, der kan tale imod indførelse af krav om mekanisk ventilation* nedenfor.

Argumenter, der kan tale imod indførelse af krav om mekanisk ventilation

Indregulering

En afgørende betingelse, for at et mekanisk ventilationssystem fungerer tilfredsstillende i praksis, er, at det er korrekt indreguleret. Indregulering betyder, at spjæld og armaturer er indstillet, så luftstrømmene fordeles, så der opnås de nominelle luftstrømme overalt i anlægget. Indregulering kan være en tidskrævende proces, og den bør kun udføres af kompetente personer. Indregulering skal foretages, så tryktabet i anlægget bliver mindst muligt, og i forbindelse med indreguleringen skal der udfærdiges en indreguleringsrapport. Mangelfuld og fejlagtig indregulering, som der er eksempler på fra alle slags bygninger og ikke blot enfamiliehuse, medfører både forringet indeklima og forøget energibehov. Desuden er det nødvendigt, at indreguleringen kontrolleres og eventuelt gentages med passende intervaller, fx årligt.

Vedligehold og service

Et up-to-date, mekanisk boligventilationssystem er normalt forholdsvis driftssikkert, men det skal dog ikke desto mindre vedligeholdes og serviceres regelmæssigt. I etageboligbebyggelser er der typisk udpeget en driftsansvarlig, som har til opgave at overvåge anlæggets drift og sørge for fx filterskift. I enfamiliehuse derimod, påhviler det husejeren at tilse anlægget og afgøre, om anlæggets ydelse er i overensstemmelse med det projekterede. Små boligventilationsanlæg er ikke omfattet af Energistyrelsens energijeftersynsordning for ventilationsanlæg.

Det er usikkert, i hvilken udstrækning ikke-driftskyndige er opmærksomme på og reagerer på driftsforstyrrelser. Driftsforstyrrelser har negativ indflydelse på indeklima og eventuelt energibehov.

Endelig kan der opstå udfordringer, som udspringer af, hvad der kan betegnes "vaneaspektet". Indførelse af ny teknik kræver typisk tilvænning og eventuelt holdningsændring.

Nye regler i bygningsreglementet

Som nævnt i afsnittet *Argumenter, der kan tale for indførelse af krav om mekanisk ventilation* ovenfor, vil indførelse af krav i bygningsreglementet om mekanisk ventilation i enfamiliehuse i princippet indebære enklere regler vedrørende ventilation i boliger.

Der vil imidlertid opstå et behov for nye regler. Nye regler skal fx dække kravene til ventilationsprincip i tilbygninger. I ventilationsteknisk henseende kan det være en udfordring at få to forskellige ventilationssystemer i samme hus til at fungere tilfredsstillende; eksempelvis naturlig ventilation i det oprindelige hus og mekanisk ventilation i en ny tilbygning.

”Andre” enfamiliehuse

Der opføres flere parcel- og stuehuse end andre typer enfamiliehuse, men betegnelsen enfamiliehus omfatter også sommerhuse, dobbelthuse, rækkehuse, gruppehuse, kædehuse og lignende, hvor boligerne ikke er adskilt ved et vandret lejlighedsskel, jf. BR10, kap. 6.3.1.2, stk. 2.

Sommerhuse er ikke omfattet af bygningsreglementets krav til klimaskærmens tæthed. Selvom klimaskærmen i nye sommerhuse antageligvis er temmelig tæt, er der ikke sikkerhed for, at det er relevant at stille krav om, at sommerhuse skal ventileres med et mekanisk ventilationsanlæg. Det er nødvendigt, at klimaskærmen er tæt, for at varmegenvinderen udnyttes optimalt.

Endvidere er mange sommerhuse først og fremmest i brug i sommerperioden, hvor der ikke er behov for mekanisk ventilation. Det kan derfor være hensigtsmæssigt at sommerhuse undtages fra et eventuelt krav om mekanisk ventilation i enfamiliehuse.

Opsummering og afrunding – vedrørende indførelse af krav om mekanisk ventilation

Argumenter, der kan tale **for** indførelse af krav om mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse, er, at der i sammenligning med naturligt ventilerede enfamiliehuse kan opnås en ventilationsrate, som er mere uafhængig af udeklimaet og med et lavere energibehov. Samtidig kan der opnås et mere komfortabelt indeklima i form af færre trækgener og lavere risiko for skimmelvækst, og hvor beboerne ikke behøver at justere ventilationssystemets ydelse. Omstilling af driftstilstand sker enkelt via et betjeningspanel. Indikationer fra typehusfirmaer er, at et eventuelt krav om mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse næppe vil påvirke huspriserne. Hvad angår myndighedsbestemmelser, vil indførelse af krav om mekanisk ventilation indebære enklere regler på nogle områder, men det kan ikke undgås, at der også vil være behov for at indføre nye regler.

Argumenter, der kan tale **imod** indførelse af krav om mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse, er, at fejl og driftsproblemer, som ikke afhjælpes korrekt og i tide, vil medføre øget risiko for forringet indeklima og/eller forøget energibehov. Hvad angår myndighedsbestemmelser, vil indførelse af krav om mekanisk ventilation medføre behov for nye regler, som dels tager højde for, at betegnelsen enfamiliehuse indbefatter huse, som ikke egner sig til mekanisk ventilation, dels håndterer nye tilbygninger.

Beregninger af energibesparelsen ved at gøre mekanisk ventilation med varmegenvinding obligatorisk i nye enfamiliehuse er sket ud fra en privatøkonomisk synsvinkel. Beregningerne er foretaget for et typisk enfamiliehus jf. Energistyrelsens eksempelsamling². Huset er ca. 150 m² med naturlig ventilation som udgangspunkt. Antages huset opvarmet ved fjernvarme, opfylder huset netop BR2010 energirammen.

Metoden, som er benyttet til bestemmelse af energibesparelsen og de økonomiske konsekvenser, er nærmere beskrevet i SBI rapport ”Cost-optimal

levels of minimum energy performance requirements in the Danish Building Regulations”, SBI 2013:25.

I beregningerne er der indregnet både investerings- og driftsomkostninger samt højere elektricitetsomkostninger.

Antages det, at der installeres mekanisk ventilation med varmegenvinding i enfamiliehuset med henholdsvis fjernvarme og varmepumpe kan energibehovet reduceres med henholdsvis 9,3 kWh/m² og 5,2 kWh/m² indenfor energirammen svarende til i størrelsesordenen henholdsvis 700 kr.pr. år og 1400 kr. pr. år. I forbindelse med beregningen af besparelser er såvel besparelser i varmebehovet som stigning af elforbruget taget i betragtning.

Investeringen til et mekanisk ventilationsanlæg er sat til 266 kr./m² inkl. moms, og det kan med dagens priser knap betale sig ud fra en energiøkonomisk betragtning. Med den sædvanlige og nødvendige produktudvikling vil det forventes, at der bliver økonomisk balance indenfor en kort årrække.

Overvejelser vedrørende behovsstyret ventilation i nye enfamiliehuse

Udgangspunkt

Under den antagelse at ventilationsbehovet i en bygning eller en bolig ikke er konstant, drejer behovsstyret ventilation sig selvsagt om at afpasse tilførslen af udeluft efter behovet. Ofte associeres behovsstyring af ventilationen med periodevis reduktion af luftmængden, men behovsstyring omfatter i lige så høj grad periodevis forøgelse af luftmængden.

Allerede for ca. 40 år siden var der bestemmelser i bygningsreglementet, som pegede i retning af behovsstyring. Eksempelvis anfører BR77, at *i rum med stærkt varierende personbelastning skal frisklufttilførslen kunne tilpasses belastningen*. Det pågældende reglement anførte desuden at *friskluftydelsen skal kunne begrænses i de perioder, hvor der til opvarmning af friskluften kræves mest energi, samt når bygningen eller en del deraf ikke benyttes*.

BR10 viderefører intentionerne fra tidligere bygningsreglementer om tilpasning af ventilationsraten, og som noget nyt for bygningsreglementet giver BR10 mulighed for at anvende behovsstyret ventilation i mekanisk ventilerede boliger.

Overordnet skal ventilationen indrettes og drives på en energioekonomisk måde, og i mange tilfælde kan behovsstyret ventilation medvirke til at reducere energibehovet til ventilation. Når det gælder boliger, er der imidlertid en række andre aspekter end energibehovet, som skal tages i betragtning i forbindelse med implementering af behovsstyret ventilation.

Tilpasning af ventilationsraten

Erfaringsmateriale fra behovsstyret ventilation i boliger er stigende, men endnu forholdsvis sparsomt. I rum i andre bygninger end boliger, fx opholdsrum i institutioner og undervisningsrum i skoler, er styring af ventilationen efter indeluftens CO₂-niveau en kendt og ofte anvendt teknik. Såvel brugen af institutionsbygninger og skoler som de belastninger, der forekommer i sådanne bygninger, adskiller sig imidlertid fra situationen i boliger, og det er derfor kun i et vist omfang muligt at overføre erfaringer og teknologi fra behovsstyret ventilation i institutioner og skoler til nye, mekanisk ventilerede boliger.

Bygningsreglementets indeklimabestemmelser har til formål at sikre, at der i bygninger kan opretholdes sundheds- og sikkerhedsmæssigt tilfredsstillende termisk og atmosfærisk indeklima. Ventilationsrater er blandt andet givet under den forudsætning, at der anvendes lavforurenende byggematerialer, og at bygningerne anvendes som tilsigtet. Reglementets krav er minimumskrav, og såfremt bygningerne ikke anvendes som tilsigtet, kan det være nødvendigt at foranstalte andre initiativer. I relation til indeluftens kvalitet kan det fx være at mindske belastningen fra forureningskilder ved at anvende hensigtsmæssige byggematerialer og ved at udskifte inventar, eller det kan være at forøge ventilationen. Anvendes en bygning i perioder på en anden måde end tilsigtet, kan der være behov for at forøge ventilationen periodisk. Selv om bygningen anvendes som tilsigtet, kan det ikke udelukkes, at der

kan være situationer, hvor det af andre årsager er nødvendigt at forøge ventilationen.

Ikke overraskende opstår i den forbindelse tanken om at reducere ventilationen i perioder, hvor det kan antages, at ventilationsbehovet er mindre. Det kan for eksempel være i perioder, hvor der er færre personer til stede end under typisk brug, eller i perioder hvor bygningen slet ikke er i brug. Ræsonnementet er logisk og gælder navnlig institutioner og skoler, idet det under visse betingelser tillades, at der afviges fra de angivne luftmængder. Derimod, når det gælder boliger, anser bygningsreglementet boliger for at være i brug døgnet rundt, og ventilationen kan ikke reduceres til mindre end de rater, der er angivet i bygningsreglementet. Heraf følger, at såfremt basisventilationens størrelse i en bolig er tilrettelagt i overensstemmelse med bygningsreglementets minimumskrav, vil behovsstyring af ventilationen alene kunne indebære periodevis forøget ventilation.

Tabel 1 viser det spillerum for behovsstyret ventilation, der er mellem bygningsreglementets mindstekrav til basisventilationen og bygningsreglementets mindstekrav til forceret ventilation.

Tabel 1. Eksempler på minimum spillerum for behovsstyring.

Boligstørrelse, etageareal [m ²]	Minimum basisventilation (0,3 l/s pr. m ²) [l/s]	Minimum forceret udsugning køkken+bad/toilet+særskilt wc-rum [l/s]	Minimum spillerum for behovsstyring [l/s]
50	15	20 + 15 + 0 = 35	20
100	30	20 + 15 + 0 = 35	5
115	35	20 + 15 + 0 = 35	0
150	45	20 + 15 + 10 = 45	0

Det bør i den forbindelse bemærkes, at i forhold til tidligere reglementer er der i BR08 og BR10 ændret formulering af kravene til den mekaniske udsugning i mekanisk ventilerede boliger. I tidligere reglementer var mindstekravene til udsugningens størrelse i fugtbelastede rum faste størrelser, fx 20 l/s i køkken og 15 l/s i bad/toilet. I BR10 sættes udsugningen i relation til boligens etageareal, hvilket indebærer, at der i alle boliger uanset størrelse vil være en luftfjernelse svarende til et luftskifte på mindst ca. 0,5 h⁻¹. Efter de tidligere regler ville kravene medføre et stigende luftskifte med faldende boligstørrelse.

Fugt er styringsparameter for behovsstyret ventilation i boliger

Behovsstyret ventilation opfattes almindeligvis som en ventilationsform, hvor ventilationsanlæggets ydelse styres automatisk. Styringen sker på baggrund af signaler fra én eller flere følere, som kan være placeret i opholdszonen i beboelsesrummene, i de fugtbelastede rum, i ventilationskanalerne eller i selve aggregatet. Grundlæggende indgår også beboernes handlinger, fx udluftning ved hjælp af åbning af døre og vinduer eller aktivering af emhætten i køkkenet i forbindelse med madlavning, som en del af den behovsstyrede ventilation.

Indeluftens fugtindhold

I boliger er den primære parameter for styring af ventilationen indeluftens fugtindhold. Indeluften tilføres vanddamp fra beboerne og fra beboernes aktiviteter, men den del af fugtproduktionen, der finder sted i køkken og bad, bortventileres straks og registreres derfor ikke i beboelsesrummene.

Beregninger har vist, at med et maksimalt tilladeligt fugttilskud til indeluften på omkring 4 g vand pr. kg luft, fordres en udelufttilførsel på ca. 7 l/s pr. person, som i typiske boligstørrelser svarer til ca. 0,3 l/s pr. m² etageareal. I typiske boliger bør basisventilationen derfor være 0,3 l/s pr. m², men da såvel fugtkilderne som fugtproduktionen kan være ujævnt fordelt i tid og sted, er det relevant at behovsstyre ventilationen, så den i perioder er højere og i andre perioder lavere.

Indeluftens indhold af vanddamp skal begrænses for at hindre kondensation på bygningsdele, for at begrænse antallet af husstøvmider og for at reducere risikoen for skimmelsvampevækst. Husstøvmider kan ifølge almindelige anbefalinger begrænses ved at indeluftens vanddampindhold i nogle måneder i opvarmingsperioden holdes lavere end ca. 7 g vand pr. kg luft, svarende til en relativ fugtighed på omkring 45 % ved 20-22 °C. Skimmelsvampevækst kan modvirkes ved at benytte gennemtænkte konstruktionsdetaljer, ved at vælge hensigtsmæssige materialer og ved at sikre den fornødne udelufttilførsel. Såfremt der sikres en udelufttilførsel, som forhindrer kondensation, og at generelle anbefalinger til begrænsning af husstøvmider følges, vil risikoen for skimmelvækst ligeledes blive reduceret.

Manuel behovsstyring

En del af den behovsstyrede ventilation er beboernes handlinger, fx udluftning eller aktivering af emhætten i køkkenet. Det er vigtigt, at beboernes handlinger inddrages i tilrettelæggelsen af behovstyret ventilation, og beboerne må ikke fratages muligheden for selv at påvirke systemet. Beboerne skal have mulighed for at overstyre anlægget fx i form af at forøge udsugningen i bad og toilet eller aktivere forceret udsugning i køkkenet, og beboerne skal have mulighed for at supplere med vinduesåbning. Beboerne kan eventuelt også have mulighed for at ændre indblæsningsretning og/eller indblæsningsmønster fra indblæsningsarmaturerne i beboelsesrummene, men beboerne bør næppe have mulighed for at reducere ventilationsraten, samtidig med at følere signalerer forøget ventilationsbehov.

Styring af ventilationen

Når det gælder boliger, navnlig enfamiliehuse, er det vigtigt, at styringen ikke fører til komplekse og sårbare ventilationssystemer, som er dyre i installation og drift, og som stiller særlige krav til brugernes adfærd eller indsigt i systemernes funktion. Undersøgelser har vist, at beboernes manglende viden om ventilationsinstallationerne i deres bolig kan medføre, at systemerne anvendes på en uhensigtsmæssig måde med middelmådigt indeklima og forøget energibehov til følge.

Generelt skal systemerne være robuste, og beboerne må ikke fratages muligheden for selv at påvirke systemet. Beboernes påvirkning af ventilations-systemet er en del af den behovsstyrede ventilation.

Robust, simpelt og billigt

Hidtidige bestemmelser vedrørende ventilation og ventilationssystemer i boliger har sikret forholdsvis robuste og driftssikre systemer, som er i stand til at tilvejebringe tilfredsstillende luftkvalitet i typiske boliger under typisk belastning. Det er overordentligt vigtigt, at behovsstyrede ventilationssystemer bevarer en tilnærmelsesvis tilsvarende robusthed og driftssikkerhed. Samtidig med at systemet skal være robust og driftssikkert, skal det kunne tilvejebringe tilfredsstillende luftkvalitet også i boliger, som ikke er under typisk belastning, og det skal ske med reduceret energibehov.

Eksperimenter med forsøgssystemer både under laboratorieforhold og i praksis har konkluderet, at selvom det kan vises, at komplekst opbyggede behovsstyrede ventilationssystemer præsterer tilfredsstillende, kan komplekst opbyggede systemer ikke entydigt anbefales til bredere anvendelse – ikke med den nuværende teknologi i det mindste. Selve ventilationsformen behovsstyret ventilation forkastes ikke, men komplekst opbyggede systemer er sårbare, og der kan ofte opnås tilsvarende tilfredsstillende funktion med mere simpelt opbyggede systemer.

Sammenfatning – vedrørende behovsstyret ventilation

- Behovsstyret ventilation drejer sig om at afpasse tilførslen af udeluft efter behovet
- Såfremt basisventilationens størrelse i en bolig er tilrettelagt i overensstemmelse med bygningsreglementets minimumskrav, vil behovsstyring alene kunne indebære periodevis forøgelse af ventilationen
- Behovsstyret ventilation opfattes almindeligvis som en ventilationsform, hvor ventilationsanlæggets ydelse styres automatisk. Grundlæggende indgår også beboernes handlinger, fx udluftning og anvendelse af emhætte
- Selvom anlægget styres via følere må beboerne ikke fratages muligheden for selv at påvirke systemet. Beboerne skal fx have mulighed for at forøge udsugningen i bad og toilet eller aktivere forceret udsugning i køkkenet
- I boliger er den primære parameter for styring af ventilationen indeluftens fugtindhold. Styring efter indeluftens CO₂-indhold vil kunne føre til meget lave luftskifter
- Styringen af ventilationssystemet må ikke føre til komplekse og sårbare ventilationssystemer, som er dyre i installation og drift, og som stiller særlige krav til brugernes adfærd eller indsigt i systemernes funktion
- Nye behovsstyrede ventilationssystemer skal bevare den robusthed og driftssikkerhed, der kendetegner hidtidige almindeligt kendte ventilationssystemer
- Fejl og driftsproblemer, som ikke afhjælpes korrekt og i tide, vil medføre øget risiko for forringet indeklima og/eller forøget energibehov.

Formålet med denne analyse er at fremhæve de overvejelser, der knytter sig til indførelse af krav i bygningsreglementet om etablering af mekanisk ventilation i nye enfamiliehuse.

Analysen undersøger blandt andet, i hvor høj grad der allerede i dag installeres mekanisk ventilation i enfamiliehuse bygget efter lavenergiklasse 2015. I rapporten findes desuden en beregning af, hvad energibesparelsen er på et typisk enfamiliehus ved at ændre ventilationen fra naturlig ventilation til mekanisk ventilation med varmegenvinding.

Rapporten indeholder argumenter for, hvad der taler for, og hvad der taler imod installation af mekanisk ventilation i forhold til naturlig ventilation. Den indeholder desuden betragtninger over fordele og ulemper ved anvendelse af behovsstyret ventilation i enfamiliehuse.

1. udgave, 2016
ISBN 978-87-563-1757-3