



Boendetäthetens påverkan på byggnadens funktion



Boendetäthetens påverkan på byggnadens funktion

Dennis Johansson, Lunds universitet

Akram Abdul Hamid, Lunds universitet

Hans Bagge, Lunds universitet

Kristina Mjörnell, RISE / Lunds universitet

Jenny von Platten, RISE / Lunds universitet



Energimyndighetens projektnummer: 47826-1

E2B2



Förord

E2B2s vision är en resurs- och energieffektiv byggd miljö.

Bebyggelsesektorn svarar för cirka en tredjedel av Sveriges totala energianvändning och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet. I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinatör. Programmets andra programperiod pågår mellan 2018 och 2021.

Syftet med E2B2 är att ta fram ny kunskap, teknik, tjänster och metoder som bidrar till en hållbar energi- och resursanvändning i bebyggelsen. Det läggs därför stor vikt vid samverkan mellan näringsliv, samhälle och akademi och programmet ska bidra till och vara ett verktyg för att länka samman behovsägare med projektutförare.

Boendetäthetens påverkan på byggnadens funktion är ett av projekten som har genomförts i programmet med hjälp av statligt stöd från Energimyndigheten. Det har letts av forskare på LTH och RISE och har genomförts i samverkan med Hyresgästföreningen, IC Meter, Lindab, NCC, Psidac, OCO Nordic, Saint Gobain, Sabo och SenseAir

Projektet har gjort en grundlig genomgång av litteratur och kunskapsläge nationellt och internationellt för att utföra en analys och simuleringar som leder till råd för att hantera varierande boendetäthet vid renovering, nybyggnad och drift av befintliga bostäder.

Stockholm, den 25 mars 2021

Rapporten redovisar projektets resultat och slutsatser. Publicering innebär inte att E2B2 har tagit ställning till innehållet.



Sammanfattning

I Sverige byggdes över en miljon bostäder under 1965-1974, det så kallade miljonprogrammet, med syftet att råda bot på bostadsbristen och avskaffa dålig bostadsstandard. Under de senaste åren har emellertid antalet invånare i många lägenheter i dessa byggnader, särskilt i förorter till större städer, ökat på grund av bostadsbrist i allmänhet men också på grund av invandring. Det kom tidigt indikatorer på att utsatta stadsdelar där man bor trångt och där flera generationer delar lägenhet drabbades extra hårt under Covid-19 pandemin. Som det ser ut i dagsläget kommer hög boendetäthet att vara ett faktum i delar av bostadsbeståndet under många år framöver. Det är därför viktigt att det finns kunskap om hur den tekniska förvaltningen av byggnaderna kan optimeras så att bostaden kan erbjuda en bra inomhusmiljö och fastigheten kan hålla en låg energi- och effektanvändning oavsett låg eller hög boendetäthet. Att trångboddhet existerar och kan vara omfattande bekräftades genom seminarium med företagsgruppen och intervjuer med bostadsförvaltare och bovärdar från flera svenska bostadsföretag. Att det kan leda till problem bekräftades både av de intervjuade och med simuleringar och problemen behöver tas på allvar. Det påpekas här att denna studie har begränsat sig till lösningar som inte går ut på att förändra boendetätheten i sig. En samlad slutsats är att man kan vidta åtgärder för att minska problem orsakade av hög boendetäthet med att det finns gränser för vad teknik och förändrat beteende kan lösa.

Nyckelord: Flerbostadshus, fuktsäkerhet, energieffektivisering, trångboddhet, ventilation, inomhusmiljö.



Summary

In Sweden, over one million homes were built during 1965-1974, the so-called million homes program, with the aim of remedying the housing shortage and abolishing poor housing standards. In recent years, however, the number of inhabitants in many apartments in these buildings, especially in the suburbs of major cities, has increased due to housing shortages in general but also due to immigration. There were early indicators that vulnerable neighbourhoods where people live in overcrowded conditions and where several generations share an apartment were hit extra hard during the Covid-19 pandemic. Given the current situation, high residential density is likely to be a fact in parts of the housing stock for many years to come. It is therefore important to gather knowledge of how to optimize the technical management of the buildings so that the home can offer a good indoor environment and the property can maintain a low energy and power use regardless of low or high residential density. That overcrowding exists and can be extensive was confirmed through a seminar with the company group and interviews with housing managers and landlords from several Swedish housing companies. That it can lead to problems was confirmed both by the interviewees and with simulations and the problems need to be taken seriously. It is pointed out here that this study has been limited to solutions that do not involve changing the residential density per se. An overall conclusion is that measures can be taken to reduce problems caused by high housing density with the fact that there are limits to what technology and changed behavior can solve.

Key words: Multifamily buildings, moisture safety, energy efficiency, overcrowding, ventilation, indoor environment



INNEHÅLL

1	INLEDNING OCH BAKGRUND	7
1.1	MÅL	10
2	GENOMFÖRANDE	11
3	RESULTAT	12
3.1	LITTERATURSTUDIE	12
3.2	INTERVJUER	14
3.3	SIMULERINGAR	16
4	DISKUSSION OCH SLUTSATSER	19
5	PUBLIKATIONSLISTA	22
6	REFERENSER	23



1 Inledning och bakgrund

Hur många personer som bor i en lägenhet kan variera mycket. Det kan variera över tid i samma byggnad och det kan variera i olika delar av landet och i olika delar av städer. Beroende på boendetätheten kommer byggnaden att ha olika energianvändning och inneklimat men även påverkas av olika stor fuktbelastning och slitage. Det är därför viktigt att ha kunskap och medvetenhet kring hur den tekniska förvaltningen av byggnaden kan skötas på bästa sätt för att med aktuell boendetäthet uppnå bra inneklimat och låg energianvändning utan att byggnaden eller de boende kommer till skada. För att uppnå ett bra inneklimat i en byggnad med hög boendetäthet kan andra åtgärder krävas jämfört med i en byggnad med låg boendetäthet. Hög energianvändning kan av förklarliga skäl uppstå i en byggnad med hög boendetäthet medan motsvarande energianvändning i en byggnad med låg boendetäthet skulle kunna indikera att någonting inte fungerar som avsett i byggnaden.

Sett till hela Sveriges bostadsbestånd är det i genomsnitt 2,2 personer per hushåll medan det i flerbostadshusen i genomsnitt är 1,9 personer per lägenhet (SCB, 2018). Närvaromätningar visar att inom samma lägenhetsstorlek kan antalet personer som sover i lägenheten variera mycket och stora lägenheter kan inrymma både enpersonshushåll och flerbarnsfamiljer. I ett nyligen genomfört projekt studerades närvarograden i olika lägenheter och kopplingen till energianvändning för exempelvis tappvarmvatten. Resultatet visade att det var stor skillnad i närvarograd i lägenheter av samma storlek och även stor skillnad i energianvändning vid samma närvarograd, samtidigt som det generellt var tydligt hur tappvarmvattenanvändningen ökade med ökad närvaro. (Bagge et al, 2018)

Några av anledningarna till den ökade boendetätheten är ökad invandring, brist på bostäder till överkomlig kostnad, att släktingar eller flera familjer delar lägenhet, brist på stora lägenheter (delvis orsakade av att äldre tenderar att stanna i sina stora lägenheter efter att barnen har flyttat ut), urbanisering samt ojämlikheter i samhället som orsakar en ojämn fördelning av tillgängliga bostäder (Boverket 2016). Andelen människor som bor i en bostad med fler än en person per sovrum, som enligt Socialstyrelsen definieras som trångbodda enligt Norm 3, har ökat från 15 till 17 procent mellan 2008 och 2018. Medan det finns en tydlig nedre gräns för boendetätheten (obebodd lägenhet) är inte den övre gränsen lika enkel att bestämma och särskilt i storstadsregionerna förekommer hög boendetäthet. I de svenska storstäderna är drygt 20 procent av hushållen trångbodda och det är vanligast att de trångbodda bor i hyresrätt (HSB, 2016). Var femte person född utanför Europa bor i ett hushåll med fler än två personer per sovrum, vilket definieras som trångbott, medan siffran är betydligt lägre (2 procent) bland inrikes födda. I gruppen ensamstående föräldrar är 41 procent trångbodda vilket förklaras av att många ensamstående föräldrar bor i 2 rum och kök och föräldern sover i vardagsrummet. (Välfärd 2018:1)

Hur boendetäthet framställs kan bero på var den finns. Hög boendetäthet i storstäders ytterområden diskuteras ofta i termer av de problem som detta kan leda till medan en hög boendetäthet i stadskärnorna diskuteras i termer av "compact living" samt klimatsmarta och medvetna val (Ekstam, 2015). I delar av Stockholms innerstad har de som definieras som trångbodda en medianinkomst som är högre än regionens genomsnitt (Boverket, 2016). Oavsett vad anledningen till en hög boendetäthet är kommer den innebära att byggnaden används och fungerar på ett annat sätt än vad den är dimensionerad för.



När hög boendetäthet inom delar av bostadsbeståndet inte ses som negativ utan som ett medvetet val går det inte att bygga bort all trångboddhet även om de ekonomiska resurserna skulle finnas tillgängliga. Flera hyresvärdar beskriver på sina hemsidor att de har riktlinjer för hur många personer som får bo i lägenheter av en viss storlek, men enligt Hyresgästföreningen (2017) går det inte att med stöd i hyreslagen vräka en hyresgäst baserat på antalet som bor i lägenheten. Hög boendetäthet i vissa områden i Norrköping, där det rapporterats att det är vanligt med fem personer i en etta och sju personer i en tvåa, har använts som motiv för att införa individuell tappvarmvattendebitering vilket har lett till en högre kostnad för lägenheterna med hög boendetäthet jämfört med när schablonvärden användes (Folkbladet, 2018).

Även om samhället på sikt kan bygga bort hög boendetäthet som inte är självvald kommer det att ta tid, och det är därför angeläget att det finns tydlig kunskap och information kring hur man i den tekniska fastighetsförvaltningen kan vidta åtgärder så att byggnader kan fungera optimalt med avseende på inneklimate och energianvändning vid olika boendetätheter. Dessa frågor behöver även beaktas vid projektering av nya byggnader och inför renoveringar.

Forskning har tidigare studerat hög boendetäthet med avseende på medicinska effekter (negativa hälsoeffekter), psykosociala effekter och påverkan på skolresultat. En högre personbelastning med exempelvis mer matlagning och duschning leder till en större fuktbelastning och det är inte säkert att ventilationen går att anpassa efter ett större antal personer. Det finns flera vetenskapliga studier som visar på att fukt kan leda till hälsoproblem (Brewer et al. 2013; Crook & Burton 2010; Ryu et al. 2015; Adams et al. 2016) och att barn kan utveckla astma (Norbäck et al. 2013). Ett välfungerande inneklimate system i byggnader är en förutsättning för att uppnå en god inommiljö med god luftkvalitet och god termisk komfort, men även för att skapa goda förutsättningar för verksamheten i byggnaderna och användarnas välbefinnande. Dessutom måste byggnadens klimatskal fungera i en byggnadsfysikalisk mening för att säkerställa att det inte sker påväxt av mögel som kan orsaka inommiljöproblem. Samtidigt avgör byggnadens klimatskal och inneklimate system vilken energi- och effektanvändning byggnaden får. Många studier har visat att brukarna har stor påverkan på inommiljön, energianvändningen och fukt-säkerheten i bostäder samtidigt som många studier visar att variationerna i brukarnas beteende är mycket stora.

Följaktligen kan en boendetäthet som är högre än vad byggnaden var avsedd för bidra till en högre fuktbelastning orsakad av fuktgenererande aktiviteter som matlagning, tvätt och dusch. Detta kan påverka byggnadens material och system men också medföra en ökad risk för dålig luftkvalitet och fukt-skador. Med tanke på att ventilationen i många lägenheter från rekordåren redan är otillräcklig vid normal boendetäthet på grund av självdragsventilation i många lägenheter (Boverket 2009) finns det en uppenbar risk att en ökad belastning kommer att få allvarliga konsekvenser både för byggnaden, installationssystemen och inomhusmiljön.

Självklart bör samhällets ansvar vara att säkerställa en bostadsmarknad som inte förlikar sig med en för hög boendetäthet, men det går samtidigt inte att lösa på ett snabbt sätt och som det ser ut i dagsläget kommer hög boendetäthet att vara ett faktum i delar av bostadsbeståndet under många år framöver. Då är det viktigt att det finns kunskap om hur man på bästa tekniska sätt kan förvalta byggnader så att bostaden erbjuder en bra inommiljö vid varierande boendetäthet. Boendetätheten är en parameter som kan var mer än bara hög eller låg. Det är en kontinuerlig parameter och det är därför av stor



vikt att inblandade aktörer har tillräcklig förståelse för hur boendetätheten påverkar byggnaden och byggnadens system för att kunna tolka byggnadens prestanda och fatta rätt beslut om åtgärder.

En lösning för att hantera de ökade belastningarna i inomhusluften kan vara ett högre ventilationsflöde, vilket skulle minska fuktbelastningen på materialen i byggnadsskalet och undvika höga koncentrationer av föroreningar inomhus. Att tvinga ventilationen till högre nivåer än vad systemet är konstruerat för är troligtvis möjligt med befintliga fläktar, men det kommer sannolikt att orsaka buller och drag inomhus och kommer att öka energianvändningen avsevärt (Mjörnell et al 2019). Såvitt vi vet saknas forskning om effekterna av trångboddhet på byggnadstekniken, VVS-systemen och inomhusmiljön.

Det behövs därför kunskap om hur olika boendetätheter påverkar hur byggnadens konstruktioner, material och teknik fungerar och hur byggnadernas befintliga teknik kan användas på bästa möjliga sätt utifrån den aktuella boendetätheten. Exempelvis skulle det vid en högre boendetäthet behövas ökat ventilationsflöde dels för att minska fuktbelastningen på byggnadens konstruktionsdelar, dels för att undvika för hög koncentration av föroreningar inomhus. Även om fler personer inne ger mer internvärme kommer ett ökat ventilationsflöde utan värmeåtervinning ge ett större effektbehov och det är inte säkert att byggnadens värmesystem är anpassat för detta. Ett större ventilationsflöde än projekterat är inte med säkerhet möjligt att uppnå med befintliga fläktar, och om det vore möjligt skulle bullernivå och drag kunna öka. I byggnader med förhållandevis dåligt isolerade väggar i kombination med en hög fuktbelastning kan möblemang eller textilier mot yttreväggar innebära att man får en hög relativ fuktighet och risk för mikrobiell påväxt mot kalla yttreväggar. Det ovan beskrivna är några exempel på frågeställningar som skulle behöva adresseras och utredas för att säkerställa att de som förvaltar bostadsbeståndet kan hantera olika boendetätheter på ett sätt som är optimalt både för de boende och för byggnaden.

Samhället kan inte vänta utan måste agera skyndsamt för att byggnaderna ska kunna fungera även vid hög boendetäthet i det fall detta inte är ett problem som kan lösas av samhället på kort sikt. Kunskapen om problem och möjliga åtgärder behöver kommuniceras och spridas brett till fastighetsförvaltare och andra aktörer i ett format som möjliggör att rätt beslut kan fattas. Då kan den tekniska förvaltningen bedrivas så att byggnaden kan fungera optimalt för att erbjuda de boende en bra inomhusmiljö utan onödigt hög energianvändning. Detta kommer inte att lösa samhällets problem med trångboddhet, men i de fall trångboddhet förekommer och inte kan lösas på annat sätt kan ökad kunskap bidra till att åtgärder kan vidtas för att den rådande om än oönskade situationen ska fungera så bra som möjligt för de boende och för byggnaderna.



2 Syfte och mål

Målet med projektet har varit att undersöka hur boendetätheten i byggnader kopplar till byggnadens energianvändning, effektanvändning, inomhusmiljö, fuktsäkerhet och installationers funktion och dimensionering. Detta görs genom analys och simuleringar av fuktsäkerhet, inomhusmiljö och installationer i bostäder med olika boendetäthet. Specifika mål i projektet är:

- Litteraturgenomgång för att beskriva nuläget
- Tillsammans med branschen kartlägga problemställningar
- Utifrån nuläget och kartlagda problemställningar definiera och prioritera nödvändiga analyser och simuleringar för att beskriva eller lösa problemen
- Utföra dessa analyser och simuleringar
- Komma med råd för både renovering och nybyggnad med tanke på hur man bör hantera byggnadens tekniska system och komponenter vid olika boendetätheter
- Sprida resultaten inom samfinansiärernas organisationer och till det omgivande samhället genom publikationer, nätverk och olika branschträffar

Effektmålen av detta på längre sikt blir:

- Ökad förståelse för hur boendetäthet påverkar olika parametrars normalvärden
- Bättre inomhusmiljö och därmed bättre hälsa och komfort för befolkningen, speciellt i miljöer med hög boendetäthet och därmed ökad social hållbarhet
- Lägre energi- och effektanvändning genom bra val av system med hjälp av de analyser och simuleringar som görs i projektet, givet att inomhusmiljön inte får äventyras
- Minskat behov av fossila bränslen genom minskad energianvändning
- Bättre kunskap i branschen och därmed mer ändamålsenlig utveckling av komponenter och system för ett mer varierat boende och ökad konkurrenskraft



3 Genomförande

Projektet genomfördes mellan 2019-04-01 och 2021-03-31 som ett samarbetsprojekt mellan seniora forskare på LTH och RISE samt samfinansiärer från branschen. Under projektets gång har ett par aktörer knutits till gruppen, bland annat Boverket och Sveriges Allmännyttan. För att nå målen har följande aktiviteter utförts:

Litteraturstudie av tidigare publicerade studier, för att beskriva nuvarande kunskapsläge nationellt och internationellt har genomförts. En workshop har genomförts med samfinansiärerna för att kartlägga aktuella problem med hög eller låg boendetäthet med fokus på tekniska problem som skulle kunna lösas med tekniska lösningar eller beteendeförändringar hos brukare eller förändring av drift av byggnaderna. Intervjuer med fastighetsskötare och bovärdar har gjorts för att kartlägga problematiken med hög och eventuell låg boendetäthet och dess effekter på energianvändning och inomhusmiljön i bostäder.

Analys och simuleringar av energianvändning, inomhusluftkvalitet, fuktillskott, fuktrisk etcetera gjordes baserat på information om olika boendetätheter som framkommit vid intervjuerna.

Resultatspridning och kommunikation har anpassats för att nå olika aktörer som har nytta av resultatet för sin verksamhet och kommer att fortgå även efter projektets slut.

Under projektets gång stod det klart att verklighetsbaserade indata till simuleringar och analyser saknades i samhället med tanke på de speciella mönster som hög boendetäthet innebär. Detta ledde till en ny ansökan där sådana data ska mätas. Denna ansökan avsåg en andra del i projektet och beviljades av E2B2 i slutet av 2020. Det innebär att simuleringar i del 1 som redovisas här bygger på uppskattningar som beskrivs närmare i artiklarna.

Kommunikation och spridning har skett genom företagsgruppen och kommer att fortsätta med samma, under projektet utvidgade, grupp, samt via Nationellt Renoveringscentrum.

Vetenskaplig publicering har skett i vetenskapliga journaler samt vid konferenser.



4 Resultat

I detta kapitel visas några resultat från projektet tagna ur de artiklar som är publicerade och som anges i kapitel 6. Resultaten som visas här är tänkta att representera de olika delarna i projektet.

4.1 Litteraturstudie

Genom en litteratursökning i internationella och nationella databaser hittades endast två referenser som utfört någon sorts mätning direkt kopplad till boendetäthet i lägenheter (Johansson, Bagge and Lindstrij, 2011; Papakostas, Papageorgiou and Sotiropoulos, 1995). Papakostas, Papageorgiou och Sotiropoulos (1995) har mätt varmvattenanvändning i Grekland och undersökt hur "familjestorlek" relaterar till detta. Enligt studien ökar varmvattenanvändningen per person med antalet familjemedlemmar, och en topp nås vid fyra familjemedlemmar. En figur i artikeln visar dock att med fem eller sex familjemedlemmar blir maximalanvändningen lägre, och att med sex familjemedlemmar blir även genomsnittsanvändningen lägre. Författarna påpekar dock att de här resultaten gäller för grekiska familjer, och att livsstilen i Grekland kan skilja sig åt från andra länder. Johansson, Bagge och Lindstrij (2011) har mätt luftflöde och koldioxidnivåer på byggnadsnivå i svenska byggnader innehållande totalt 342 lägenheter för att bestämma närvaro.

I inte mindre än tio referenser har intervjuer genomförts med hänsyn till boendetäthet (McCarthy and Saegert, 1978; Al-Nahari and Ballal, 1992; Papakostas and Sotiropoulos, 1997; Popoola, 1999; Boverket, 2006, 2015; Adebayo and Iweka, 2013; Kubota, Surahman and Higashi, 2014; Ekstam, 2016; Abdul Hamid et al., 2020).

McCarthy och Saegert (1978) har undersökt hur boendetäthet har påverkat de boendes uppfattning av trångboddhet, kontroll, säkerhet och privatliv. Studien visade stora skillnader mellan boende i låghus och höghus. Studien visade att boende i höghus, till skillnad från i låghus, inte kompenserade trångboddheten genom att spendera mer tid på andra håll, eller genom att ha relationer med människor på andra håll. Enligt McCarthy och Saegert (1978) indikerar insamlade data att uppfattningen av trångboddhet i höghus endast ökar med tiden.

Al-Nahari och Ballal (1992) har kopplat olyckor i hemmet till antalet familjemedlemmar i Saudi Arabien genom en intervjustudie som inkluderade 654 personer, varav 231 hade identifierats ha råkat ut för en olycka i hemmet. Studien visar att familjer med fyra medlemmar eller färre hade råkat ut för totalt 22 stycken olyckor medan familjer med åtta medlemmar eller fler hade råkat ut för totalt 122 olyckor. Enligt Al-Nahari och Ballal visar data i studien att olycksrisken är större i trångbodda bostäder. Förutom detta tar studien hänsyn till flertalet olika socioekonomiska faktorer.

Papakostas och Sotiropoulos (1997) intervjuade 158 familjer i en förort till Aten angående deras närvaro, användning av elektrisk utrustning, och olika användarrelaterade aktiviteter. Data analyserades med hänsyn till tid på dygnet, veckodagar, familjetyper (storlekar), med mera. Syftet har varit att framställd data ska kunna användas för energianalys.

Popoola (1999) intervjuade 14 familjer på "Herrgården" i Malmö (Rosengården) angående trångboddhet. Intervjuerna har skett med individer som ingår i familjer bestående av sju personer eller fler. En del av syftet med studien har varit att inventera möjliga riskfaktorer som kan förknippas med hög



boendetäthet. Popoola anger att individerna som inkluderats i intervjuerna har uttryckt psykiska och fysiska problem såsom sömnsvårigheter, led- och huvudvärk och andra besvär, vilket gäller både vuxna och barn. För barnen blir skolgången lidande, och ungdomarna tenderar att spendera sin fritid utanför hemmen och utanför föräldrarnas sociala kontroll, vilket enligt Popoola kan vara en delorsak till en socialt negativ utveckling.

Boverket (2006) har genom den årliga ULF (undersökningar av levnadsförhållanden) utfört besöks- och telefonintervjuer med ett urval av individer i den svenska befolkningen för att belysa välfärden. Rapporten kopplar trångboddhet med:

- praktiska problem såsom utrymmesbrist, bland annat på grund av större mängd möbler, hushållsartiklar med mera vilket i sig leder till en rad andra problem
- stressfaktorer för både vuxna och barn som kan leda till fysiska och psykiska besvär
- en ekonomiskt påfrestande situation för de som har det trångbott
- ökad materiell förslitning
- flertalet fysiska och psykiska besvär
- hemlöshet
- problem med familjebildning

Adebayo och Iweka (2013) gjorde en studie för att bedöma boendetäthetens variation i Lagos, Nigeria. I studien presenteras prevalens för antalet boende per lägenhet, och författarna gör bedömningen att lägenheterna ej är trångbodda baserat på Canadian National Occupancy Standards (CNOS) och Equalized Crowding Index (ECI).

Kubota, Surahman och Higashi (2014), genomförde intervjuer med 544 hem i Jakarta och Badung i Indonesien för att bedöma faktorer som kan påverka energianvändningen med hänsyn till den växande medelklassen och det framtida energibehovet. De kom fram till att gasanvändning för matlagning till viss del kan förklaras av husets och hushållets storlek.

Ekstam (2016) har utfört enkätstudier ur ett sociologiskt perspektiv, vilka har visat att de som lever trångbott upplever en minskad frihet, vilket i studien beskrivs som "det inflytande som de boende upplever att de har över sin boendesituation, samt hur bra de trivs".

Förutom ovan nämnda referenser finns de som har kopplat hushållets storlek med faktorer såsom bostadsutformning (Tervo and Hirvonen, 2020), avfallshantering (Margal, 1997), uppvärmningsbehov (Iwafune and Yagita, 2016), varmvattenbehov (Iwafune and Yagita, 2016), elanvändning (Bedir, Haselaar and Itard, 2013), hushållselanvändning (Margal, 1997), vattenanvändning (Mangold, 2013; Ghavidelfar, Shamseldin and Melville, 2016, 2018), samt barns utsatthet för tobaksrök (Bolte and Fromme, 2009).

Sammanfattningsvis visar litteratursammanställningen ovan att endast två studier har gjort mätningar med hänsyn till boendetäthet, och att åtminstone ett tiotal studier har utfört enkät- eller intervjuundersökningar. Inga studier har hittats där man har utfört omfattande mätningar för att bedöma inverkan av boendetäthet på inneklimatet och fuktbelastningen. Inga studier har heller kopplat intervjuer eller enkätundersökningar om statusen av byggnader med just sådana mätningar.



4.2 Intervjuer med representanter för bostadsbolag

Forskarna har utfört semi-strukturerade intervjuer med fastighetsskötare och bovärdar i elva svenska bostadsbolag i södra Sverige. Dessa kopplade de fall av hög boendetäthet som de identifierat i deras bostadsbestånd till problem såsom fuktskador, slitage av byggnadsmaterial och installationer, ökad avfallsmängd, ökad vattenanvändning, försämrat inneklimat och ökat buller, Abdul Hamid med flera (2020). Resultaten från intervjuerna med fastighetsskötare bekräftade till stor del att hög boendetäthet kan orsaka en försämrad inomhusmiljö, men också att det påverkar byggnaden och dess installationer negativt. Fastighetsskötarna beskrev ett antal inomhusmiljörelaterade problem orsakades av hög boendetäthet såsom hög fuktbelastning, slitage, smuts och avfall samt störande ljud. Fuktrelaterade problem koncentrerades ofta till badrummet och till sovrummet. I badrum i lägenheter med hög boendetäthet hade de intervjuade ofta sett mögeltillväxt i takväggvinkeln, vilket de antog var en följd av täta duschningar och otillräcklig ventilation. Ett extremt exempel på sådan mögeltillväxt kan ses i figur 1. I sovrum i lägenheter med hög boendetäthet hade en av de intervjuade sett kondens på väggar på grund av ökad fuktbelastning orsakad av att många personer sover i samma rum. Dessutom hade vissa av de intervjuade sett mögeltillväxt i sovrummen i kalla hörn där två ytterväggar möter taket. I sådana hörn kan kondens uppstå även vid lägre boendetäthet, men vid högre belastning kommer risken för kondens och mögeltillväxt öka. Andra fuktgenererande aktiviteter som ökar risken för mögeltillväxt i lägenheter med hög boendetäthet är frekvent matlagning samt torkning av tvätt.



Figur 1. Mögelpåväxt i vägg-takvinkel i badrum i en lägenhet som haft väldigt hög boendetäthet vilket kan bero på frekvent duschande men även andra fuktalstrande aktiviteter såsom torkning av tvätt.

Flera intervjuade beskrev också slitage på inre ytor (golv, väggar, dörrar), vitvaror i köket och andra installationer som hade observerats i lägenheter med hög boendetäthet. Figur 2 visar ett exempel på utslitna skåp och lådor i ett kök i en av byggnaderna. Även om slitage inte direkt bidrar till en dålig inomhusmiljö kan det få invånarna att uppleva sitt hem som slitet och skadat, och även göra det svårt att hålla ytor rena. Att hålla lägenheten ren var enligt flera intervjuade svårare när boendetätheten var hög, helt enkelt på grund av fler sängar och föremål. Även om städvanor är nära kopplade till individuellt beteende hade intervjuade noterat att en hög boendetäthet orsakade ökade mängder avfall och försvårade sanering av skadedjur.



Figur 2. Hög slitage på kök och parkettgolv i en lägenhet som haft väldigt hög boendetetthet.

Resultatet från intervjuerna visade på två typer av problem. En del är direkt orsakade av att det helt enkelt bor många personer på en liten yta medan andra är mer relaterade till de boendes beteende, se tabell 1. Det finns hushåll där man klarar att bo många på liten yta och ändå upprätthålla en relativt god inomhusmiljö tack vare att man håller ordning och städar samt begränsar fuktalstrande aktiviteter och vädrar, medan andra hushåll får problem trots att man inte bor speciellt trångt.

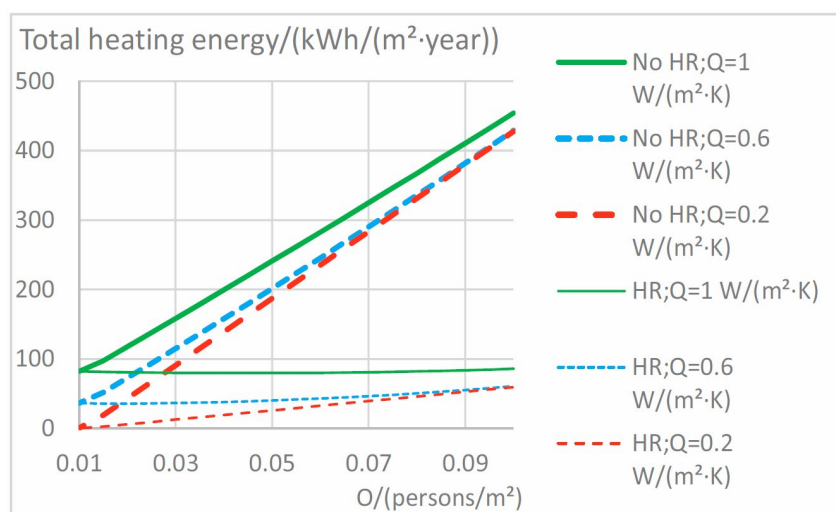
Tabell 1. Resultat från intervjuerna.

Problem relaterade till trångboddhet	Problem relaterade till beteende
<ul style="list-style-type: none"> • Många som duschar ofta • Många sover i samma rum • Dålig kapacitet i avlopp • Mycket matlagning ofta • Frekvent tvätt och tork • Slitage på interiör och vitvaror • Svårighet sanera ohyra • Mycket avfall • Hög förbrukning av vatten • Ljud som stör grannar • Nya mellanväggar sätts upp • Möbler placerade mot fönster och yttervägg • Installation av extra vitvaror 	<ul style="list-style-type: none"> • Duschar ofta • Stopp i avlopp pga dålig rensning • Långa koktider • Tvätt och tork i lägenheten • Slitage på interiör och vitvaror (oförsiktighet, förvaring av mat utan hölje) • Svårighet att sanera ohyra • Ansamling av avfall • Smutsigt • Hög förbrukning av vatten • Ljud och oväsen som stör grannar • Avlägsnat badkar • Tätat luftintag • Tjocka gardiner mot fönster och yttervägg • Möbler placerade mot fönster och yttervägg



4.3 Simuleringar

Inledande simuleringar gjordes baserat på tidigare mätningar av CO₂ halter i ett stort antal lägenheter. En fiktiv lägenhet byggdes upp och simuleringar utfördes baserat på olika boendetätheter och vid olika klimatförhållanden. Ventilationsflödet anpassades så att fuktillskottet, det vill säga ånghalten inne minus ånghalten ute, skulle vara konstant. Olika ventilationslösningar både med och utan värmeåtervinning simulerades. Figur 3 visar behov av uppvärmningsenergi för en typisk bostad med olika boendetätheter, hämtat från Mjörnell et al. (2019). "No HR" avser utan värmeåtervinning i ventilationen och "HR" avser med. Olika förlustfaktorer, Q , uttryckt i värmeförlust genom transmission i $W/(m^2 \cdot K)$ har använts, och det framgår att med hög närvaro och värmeåtervinning så kompenserar den ökade internlasten för ökat behov att värma tilluften. Här analyseras inte sommartemperaturerna, vilket istället undersöks i en annan av artiklarna (Abdul Hamid et al., 2021). Inga ekonomiska analyser görs här av ökad kostnad för ett större ventilationssystem som krävs för att hantera större luftflöde med högre närvaro.



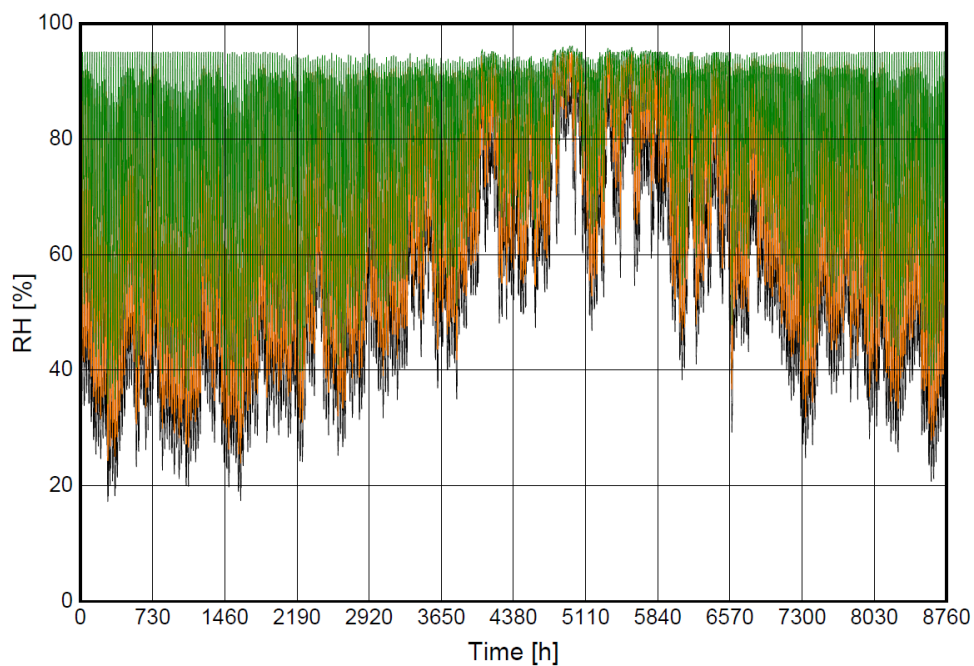
Figur 3. Simulerat energibehov som funktion av medelnärvaron, O , för olika värmeförlustfaktorer, Q , i Malmö för en typisk bostad (Mjörnell et al., 2019).

Som ett nästa steg utfördes förfinade simuleringar baserade på information om boendetäthet från intervjuerna. En fiktiv lägenhet byggdes upp i WUFI och fuktsimuleringar gjordes, med olika antal personer i en lägenhet enligt tabell 2 med ett normalt ventilationssystem där ventilationsflödet inte ökades. Resultande relativ fuktighet i gipsskivan ges i figur 2, koldioxidkoncentrationen över ett dygn i figur 4 samt resulterande timmar med överskriden temperatur, RF och koldioxidkoncentration i tabell 3. Resultaten finns presenterade i detalj i artikeln (Abdul Hamid et al., 2020)

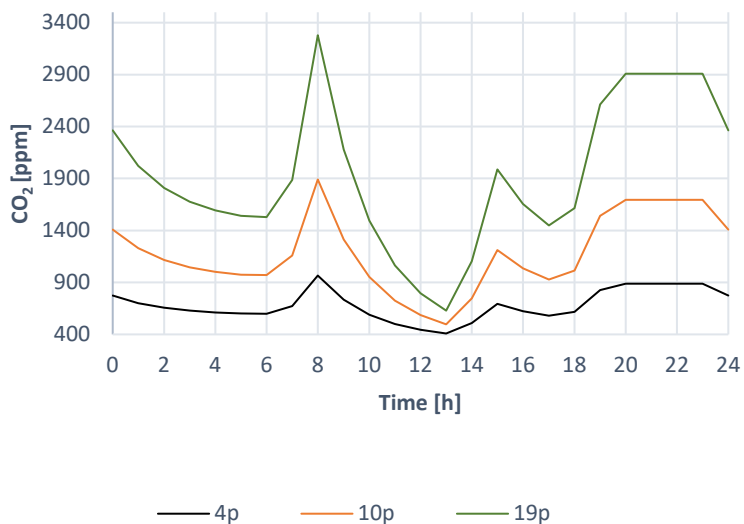


Tabell 2. Antal personer i fuktsimuleringar som beskrivs närmare i en av artiklarna (Abdul Hamid et al., 2020), samt resulterande tid med mögelrisk.

Case	Time/h	No. of 12h-periods
	RH hourly average >75%	RH 12h average >75%
1 /4p	847	64
2 /10p	3072	182
3 /19p	6012	509



Figur 2. Resulterande RF 5 mm från ytan i gipsskivan för de tre fallen, Case 1, 2 och 3 enligt Tabell 1. (Abdul Hamid et al., 2020). Svart – Case 1, orange – Case 2 och grön – Case 3.



Figur 3. Simulering av koldioxidkoncentrationen i en typisk lägenhet (Abdul Hamid et al., 2020) över en dag med 4, 10 respektive 19 boende.

Tabell 3. Antal timmar under ett år då olika temperaturer och koldioxidkoncentrationer och RF överskreds inomhus (Abdul Hamid et al., 2020).

Case	Time/h			
	T> 26°C	RH> 75%	RH> 99.9%	CO ₂ > 1000ppm
1 /4p	0	887	13	0
2 /10p	0	2940	446	5841
3 /19p	138	5545	1638	8031



5 Diskussion och slutsatser

Vår slutsats från studien är att problem orsakade av hög boendetäthet ofta är kopplade till byggnader som byggdes under rekordåren 1961 - 1975. Ett exempel på en bidragande orsak till sådana problem är ventilationssystemen, eller brist på sådana, som finns i dessa byggnader. Eftersom en del av byggnaderna från rekordåren använder självdragsventilation och var konstruerade för att tillgodose kraven som rådde för 50 år sedan är ventilationen ofta otillräcklig för moderna krav även när boendetätheten inte är särskilt hög. Hypotesen att det finns problem i byggnader med hög boendetäthet på grund av hög fuktbelastning bekräftades, men det visade sig också att de boendes beteende spelade en mycket viktig roll. Exempelvis orsakar mer frekvent duschande nu än för 50 år sedan avsevärt högre fuktbelastning än vad byggnaderna är avsedda för. Resultaten från intervjuerna avslöjar att många av de problem som finns i byggnader med hög boendetäthet ofta är relaterade till beteende men även till byggnadernas utformning och avsedda användning. Därmed kan dessa problem också finnas i områden med lägre boendetäthet, men det är sannolikt att en hög boendetäthet ökar problemen snarare än orsakar dem.

Baserat på uppgifter från intervjuerna har beräkningar utförts som visar på koldioxidhalter och fukt-tillskott som medför stor risk för ohälsa, men även risk för skador på byggnaden om boendetätheten är hög (Abdul Hamid et al, 2020).

Resultaten från simuleringarna, som baseras på extrema exempel på boendetäthet från intervjuerna, visar att de identifierade situationerna med hög boendetäthet leder till en tydligt ökad risk för höga inomhustemperaturer under sommaren, höga koldioxidkoncentrationer i allmänhet, höga fuktbelastningar genom hög relativ fuktighet i inomhusluften, och en ökad risk för mögelpåväxt på inre ytor på grund av hög relativ fuktighet och kondens. Simuleringarna indikerar också att en köldbrygga kan öka risken för hög relativ fuktighet på ytan av köldbryggan och dess närhet. Resultaten visar emellertid inte bara nackdelar med ökad boendetäthet, utan också vissa fördelar som energibesparingar eftersom de boende och dess aktiviteter bidrar till uppvärmning av rummen samt en högre lägsta luftfuktighet som bör mildra upplevelsen av torrhet i inomhusluften och de nackdelar som låg relativ fuktighet kan medföra. Ökad boendetäthet kan dessutom minska bostadsbristen och spara resurser.

För att minska ovannämnda risker, såsom risken för kondens, kan byggnadsskalet isoleras utvändigt för att öka ytemperaturen på insidan och därmed också minska problemet med köldbryggor. Gavlar, vindar, hörn, infästningar, anslutningar och fogar är ofta sämre isolerade och ger köldbryggor. För att minska luftfuktigheten i allmänhet, och risken för försämrad inomhusmiljö genom bland annat höga koldioxidkoncentrationer, kan ett ventilationssystem installeras för att säkerställa en viss luftomsättning. För att minska energianvändningen kan värmeåtervinning användas om möjligt. Ventilationsdon bör utformas och placeras så att det kan möbleras nära ytterväggen utan att orsaka kondens. Andra åtgärder kan vara att installera vattenbesparande munstycken på tappvattenkranar vilket skulle minska mängden vatten som tillförs inomhusluften och därigenom minska fuktbelastningen under förutsättning att det verkligen minskar fukten som tillförs rummet.



Simuleringsresultaten visar att det finns ett antal åtgärder som kan tillämpas för att minska de simulerade nackdelarna (hög CO₂ koncentration och högt fukttillskott) vid hög boendetäthet, dock på bekostnad av en ökad energianvändning. Bland de undersökta åtgärderna visar ett behovsstyrt ventilationssystem som styrs på både koldioxidhalt och relativ fuktighet mest lovande resultat, följt av ett system med styrning baserat bara på koldioxidhalt eller relativ fuktighet. En annan möjlig åtgärd är en ökning av det konstanta ventilationsluftflödet och slutligen att använda taket och bjälklagen för buffring av fukt. Dessvärre ökar dessa åtgärder energianvändningen i lägenheten väsentligt jämfört med ursprungsläget. I jämförelse med en normalt bebodd lägenhet behövs dock mindre energi för uppvärmning i en mycket tätbebyggd lägenhet även om någon av de simulerade åtgärderna genomförs. Det bör också noteras att ingen av åtgärderna simulerades med värmeåtervinning, vilket skulle ha minskat den energi som behövs för uppvärmning avsevärt. Det som gör minst nytta är tilläggsisolering på utsidan av klimatskalet eller en höjning av inomhustemperaturen för att öka yttemperaturerna och därmed minska risken för kondens på den inre ytan av ytterväggarna. En utvändigt tilläggsisolering kan göras av andra skäl men är inte lämplig för att minska problemen orsakade eller förvärrade av trångboddhet. En högre inomhustemperatur är tveksamt eftersom det ytterligare skulle öka problemen med för höga inomhustemperaturer under sommarmånaderna.

Vad som inte har simulerats är buller från det mekaniska ventilationssystemet, som ökar om luftflödet höjs i det befintliga ventilationssystemet. Effekten av vädring har heller inte simulerats. Vädring bör mildra problemen som nämnts ovan, men minskar också fördelarna med energibesparingar. Dessutom har inte bedömningar gjorts av påverkan av boendetäthet på kall- och varmvattenanvändningen eller hushållselen. Simuleringar tar inte heller hänsyn till åtgärder som inte var möjliga att simulera, såsom individuell mätning och debitering av varmvatten, eller vattenbesparande duschmunstycke. Slutligen baserades indata som användes för att simulera effekten av en ökad boendetäthet på en fyrapersoners-familj utgående från flera accepterade standarder. För att bedöma påverkan av den ökade boendetätheten multiplicerades värdena för fyrapersoners-familjen i profilen för att passa med antalet personer i de identifierade fallen från intervjuerna. Detta är en förenkling av verkligheten eftersom invånarnas beteende i en lägenhet med hög boendetäthet kanske inte överensstämmer med de uppskalade profilerna. Summan av lasterna under en dag kan vara densamma, till exempel fuktbelastningen på grund av antalet duschar, men topparna kanske inte är så stora som de uppskalade profilerna antyder utan kan spridas över en längre tidsperiod. Resultaten kan därför visa en sämre situation än vad som kan förväntas. Således kan belastningarna i allmänhet vara lägre, liksom de möjliga riskerna och fördelarna med högre boendetäthet. Det är dock troligt att den nuvarande COVID-19-pandemin förvärrar problemen med inomhusmiljön i lägenheter eftersom alternativa platser för uppehälle är begränsade. Under dessa speciella omständigheter är det således möjligt att resultaten i denna studie representerar en rättvis återspeglning av verkligheten.

Simuleringsresultaten stöds dock av observationer från intervjupersoner som har sett kondens och mögel i lägenheter. Några av resultaten från simuleringarna framkom dock inte i intervjuerna, såsom den försämrade ineluftkvaliteten (IEQ). Därför är det viktigt att öka kunskapen om åtgärder som kan hjälpa till att säkerställa en adekvat inomhusmiljö för invånarna och minimera risken för skador på byggnader i tätbebyggda områden.



Projektet avsåg att undersöka effekterna av hög boendetäthet på byggnadsskal, byggnadsmaterial och inomhusmiljö, samt att uppskatta om förändrad ventilation och tilläggsisolering kan minska problem orsakade av hög boendetäthet. De flesta åtgärder innebär en kostnad, men samtidigt verkar vissa problem gå att åtgärda genom bättre information. Att trångboddhet existerar och kan vara omfattande bekräftades genom seminarium med företagsgruppen och intervjuer med bostadsförvaltare och bovärdar från flera svenska bostadsföretag. Problemen behöver tas på allvar, och det påpekas här att denna studie har begränsat sig till lösningar som inte går ut på att förändra boendetätheten i sig. En samlad slutsats är att man kan vidta åtgärder för att minska problem orsakade av hög boendetäthet med att det finns gränser för vad teknik och förändrat beteende kan lösa.

Vad som nu saknas är en ordentlig kvantifiering av boendetätheten och vilka belastningar den orsakar genom omfattande mätningar av inomhusmiljöparametrar i trångbodda lägenheter för att verifiera beräkningarna. Det behövs tester och utvärdering av olika konkreta och möjliga åtgärder som kan införas för att minska problemen med dålig inomhusmiljö och risker för skador på byggnaden. Dessutom behövs mer representativa indata till beräkningar och simuleringar som kan fungera som underlag för att simulera åtgärder som kan vara dyra att testa i fält, eller som kan påverka boendesituationen. Detta projekt kommer att fortsätta i en andra del genom att Energimyndigheten via E2B2 har beviljat vidare finansiering för att utföra omfattande mätningar i trångbodda lägenheter med påföljande simuleringar.

Baserat på resultaten av dessa mätningar och tester kommer man förhoppningsvis att kunna ge tydliga råd kring hur bostadsbolag ska hantera de problem som hög boendetäthet orsakar, utan att behöva öka energianvändningen nämnvärt eller höja hyran. Detta är ett förhållandevis stort steg för att nå våra mål om minskad energianvändning i byggnader, samtidigt som ekonomisk och ekologisk hållbarhet beaktas och den sociala hållbarheten stärks genom att säkerställa hälsosam och sund inomhusmiljö.



6 Publikationslista

Mjörnell, K, Johansson, D, Bagge, D 2019 The Effect of High Occupancy Density on IAQ, Moisture Conditions and Energy Use in Apartments, *Energies*, ISSN 1996-1073, E-ISSN 1996-1073, Vol. 12, nr 23

von Platten, J, Mjörnell, K, Abdul Hamid, A, Bagge H, Johansson, D 2020 Mapping of residential density and its effect on indoor environment, Poster of Beyond 2020 conference, Gothenburg

Mjörnell, K, Abdul Hamid, A, Johansson, D, von Platten, J, Bagge H 2020 Hur påverkar trångboddhet byggnadens funktion? *Husbyggaren* Nr 5, 2020

Abdul Hamid, A, Von Platten, J, Mjörnell, K, Johansson, D & Bagge, H 2020, Impact of high residential density on the building technology, HVAC systems, and indoor environment in Swedish apartments. in 12th Nordic Symposium on Building Physics (NSB 2020). vol. 172, 09003, E3S Web of Conferences, 12th Nordic Symposium on Building Physics, NSB 2020, Tallinn, Estonia, 2020/09/06. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017209003>

Abdul Hamid, A, von Platten, J, Mjörnell, K, Johansson, D, Bagge, H 2021 Determining the impact of high residential density on indoor environment, energy use, and moisture loads in Swedish apartments - and measures for mitigation, Accepted by Sustainability



7 Referenser

Adams, R.I. et al., (2016) Ten questions concerning the microbiomes of buildings. *Building and Environment*, 109, pp.224–234

Adebayo, A. and Iweka, A. (2013) 'Dwelling density variability across government-built multifamily apartments in Lagos', *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, 6(5), pp. 517–522. doi: 10.4314/ejesm.v6i5.9.

Al-Nahari, L. C. H. S. and Ballal, S. G. (1992) 'Home accidents in Al-Khobar City, eastern province, Saudi Arabia: A case-control socioeconomic study', *Journal of Community Health*, 17(2), pp. 109–115. doi: 10.1007/BF01321579.

Bagge H, Fransson V, Hiller C, Johansson D, Rydén J (2018) *Brukarnas påverkan på energianvändning och effektbehov i NNEbyggnader – Bakgrundsrapport, E2B2 Rapport 2018:12*

Bedir, M., Hasselaar, E. and Itard, L. (2013) 'Determinants of electricity consumption in Dutch dwellings', *Energy and Buildings*. Elsevier B.V., 58, pp. 194–207. doi: 10.1016/j.enbuild.2012.10.016.

Bolte, G. and Fromme, H. (2009) 'Socioeconomic determinants of children's environmental tobacco smoke exposure and family's home smoking policy', *European Journal of Public Health*, 19(1), pp. 52–58. doi: 10.1093/eurpub/ckn114.

Boverket (2006) *Var finns rum för våra barn*. Available at: file:///D:/One Drive/OneDrive/Uppsatsen/Litteratur/Statistik/var_finns_rum-for_vara_barn.pdf.

Boverket (2009). *BETSI Study—Buildings' Energy Use, Technical Status and Indoor Environment*; Boverket: Karlskrona, Sweden, 2009.

Boverket (2015) *Boendesituationen för nyanlända*.

Boverket (2016). *Trångboddheten i Storstadsregionerna*; Report 2016:28; Boverket: Karlskrona, Sweden, 2016; ISBN 978-91-7563-419-7.

Brewer, J.H., Thrasher, J.D. & Hooper, D., (2013) Chronic illness associated with mold and mycotoxins: Is naso-sinus fungal biofilm the culprit? *Toxins*, 6(1), pp.66–80

Crook, B. & Burton, N.C., (2010) Indoor moulds, Sick Building Syndrome and building related illness. *Fungal Biology Reviews*, 24(3–4), pp.106–113

Ekstam H (2015) Residential Crowding in a "Distressed" and a "Gentrified" Neighbourhood – Towards an Understanding of Crowding in "Gentrified" Neighbourhoods, *Housing, Theory and Society*, 32:4, 429-449

Ekstam, H. (2016) *Trångboddhet - Mellan bostadsstandard och boendemoral*. Uppsala University.

Folkbladet (2018) 3:e oktober, Dyrare vatten för trångbodda, <https://www.folkbladet.se/nyheter/norrkoping/dyrare-vatten-for-trangbodda-om5495394.aspx>



Ghavidelfar, S., Shamseldin, A. Y. and Melville, B. W. (2016) 'A Multi-Scale Analysis of Low-Rise Apartment Water Demand through Integration of Water Consumption, Land Use, and Demographic Data', *Journal of the American Water Resources Association*, 52(5), pp. 1056–1067. doi: 10.1111/1752-1688.12430.

Ghavidelfar, S., Shamseldin, A. Y. and Melville, B. W. (2018) 'Evaluating the determinants of high-rise apartment water demand through integration of water consumption, land use and demographic data', *Water Policy*, 20(5), pp. 966–981. doi: 10.2166/wp.2018.028.

HSB (2016), Trångboddhet i Sverige – beskrivning av nuläget och diskussion om effekter

Hyresgästföreningen (2017) Hem & Hyra, september 2017, <https://www.hemhyra.se/nyheter/var-dar-vill-bestamma-antalet-boende-sina-lagenheter/>

Iwafune, Y. and Yagita, Y. (2016) 'High-resolution determinant analysis of Japanese residential electricity consumption using home energy management system data', *Energy and Buildings*. Elsevier B.V., 116, pp. 274–284. doi: 10.1016/j.enbuild.2016.01.017.

Johansson, D., Bagge, H. and Lindström, L. (2011) 'Measurements of occupancy levels in multi-family dwellings - Application to demand controlled ventilation', *Energy and Buildings*. Elsevier B.V., 43(9), pp. 2449–2455. doi: 10.1016/j.enbuild.2011.05.031.

Kubota, T., Surahman, U. and Higashi, O. (2014) 'A comparative analysis of household energy consumption in Jakarta and Bandung', 30th International PLEA Conference: Sustainable Habitat for Developing Societies: Choosing the Way Forward - Proceedings, 2(May 2015), pp. 260–267.

Mangold, M. (2013) The effect of resource sustainability interventions on social sustainable development in the built environment. CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.

Margal, F. L. (1997) 'Analyzing changes in waste reduction behavior in a low-income urban community following a public outreach program', *Environment and Behavior*, 29(6), pp. 769–792. doi: 10.1177/0013916597296003.

McCarthy, D. and Saegert, S. (1978) 'Residential density, social overload, and social withdrawal', *Human Ecology*, 6(3), pp. 253–272. doi: 10.1007/BF00889026.

Norbäck, D. et al., (2013) Mould and dampness in dwelling places, and onset of asthma: The population-based cohort ECRHS. *Occupational and Environmental Medicine*, 70(5), pp.325–331

Papakostas, K. T., Papageorgiou, N. E. and Sotiropoulos, B. A. (1995) 'Residential hot water use patterns in Greece', *Solar Energy*, 54(6), pp. 369–374. doi: 10.1016/0038-092X(95)00014-I.

Papakostas, K. T. and Sotiropoulos, B. A. (1997) 'Occupational and energy behaviour patterns in Greek residences', *Energy and Buildings*, 26(2), pp. 207–213. doi: 10.1016/s0378-7788(97)00002-9.

Popoola, M. (1999) Trångt i Herrgårdsmiljö.

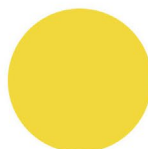
Ryu, S.H., Moon, H.J. & Kim, J.T., (2015) Evaluation of the influence of hygric properties of wallpapers on mould growth rates using hygrothermal simulation. *Energy and Buildings*, 98, pp.113–118




SCB (2018), Hushållens boende 2017 Välfärd 2018:1, scb-2018-a05ti1802_pdf

SCB Statistik (2019). Undersökningarna av Levnadsförhållanden (ULF), Statistics Sweden, Stockholm. Available online: <http://www.scb.se>

Tervo, A. and Hirvonen, J. (2020) 'Solo dwellers and domestic spatial needs in the Helsinki Metropolitan Area, Finland', *Housing Studies*. Routledge, 35(7), pp. 1194–1213. doi: 10.1080/02673037.2019.1652251.



 *En tredjedel av all energi som används i Sverige används i bebyggelsen och en effektivare energianvändning är en viktig del av utvecklingen av energisystemet.*

I E2B2 arbetar forskare och andra aktörer tillsammans för att utveckla samhällets byggande och boende och effektivisera energianvändningen. I den här rapporten kan du läsa om ett av projekten som ingår i E2B2.

E2B2 är ett forsknings- och innovationsprogram från Energimyndigheten där IQ Samhällsbyggnad är koordinator. Läs mer på www.E2B2.se.

