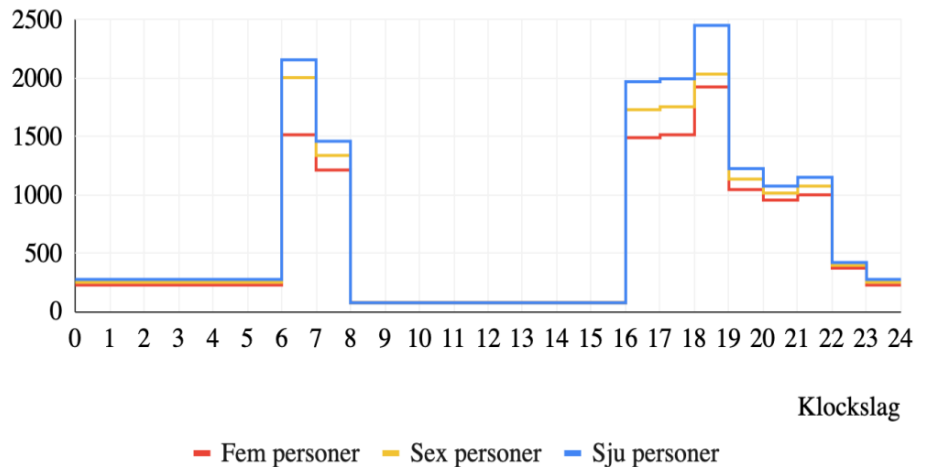


# Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Fukt-, värme- och koldioxidprofiler för hushåll  
med över fyra personer

Lastprofiler fukt / (g/h)



Linn Linderholt  
Lovisa Persson



## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

# Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Koldioxid, fukt- och värme profiler för hushåll med över  
fyra personer

Linn Linderholt  
Lovisa Persson

# Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Examensarbete

Avdelningen för Byggnadsfysik  
Institutionen för Bygg- och miljöteknologi  
Lunds Universitet  
Box 118  
221 00 Lund

Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

© Linn Linderholt och Lovisa Persson

ISRN LUTVDG/ TVBH—23/5126—SE(79)  
Institutionen för bygg- och miljöteknologi  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
221 00 LUND

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus

**Författare:** Linn Linderholt och Lovisa Persson

**Handledare:** Akram Abdul Hamid, Lunds Universitet, Byggnadsfysik

**Examinator:** Dennis Johansson, Lunds Universitet, Installationsteknik

**Nyckelord:** Trångbodd, inomhusklimat, lägenhet, koldioxidproduktion, fuktproduktion, värmeproduktion

**Keywords:** Overcrowded, indoor climate, apartment, carbon dioxide generation, moisture generation, heat generation,

## Sammanfattning

Under de senaste åren har trångboddheten minskat i de europeiska länderna, men i Sverige har trångboddheten istället ökat, framförallt i storstäderna. Det finns ett stående problem i det svenska samhället gällande trångboddhet som måste undersökas vidare, och hur dessa boenden påverkar konstruktionen av byggnaderna de bor i.

Idag kan inomhusklimatet simuleras i datorprogram som WUFI Plus och IDA-ICE med hjälp av färdiga profiler, och med dessa kan det i sin tur simuleras hur luften påverkar konstruktionen. Dessa profiler finns bara upp till ett hushåll på fyra personer. Då studier där befintliga lastprofiler multipliceras (skalas upp) för att motsvara ett hushåll med fler inte anser att resultaten verkade rimliga, framkom ett behov av att ta fram profiler och produktionsdiagram som representerar hushåll större än fyra.

Syftet med denna undersökning är att ta fram realistiska profiler för trångbodda hushåll, innehållande diagram för hur mycket koldioxid, fukt och värme de genererar på timbasis över en typisk vardag. Dessa kan senare användas i framtiden för att simulera hur boendet påverkar konstruktionen.

Denna rapport bygger på litteraturstudier i olika etapper. Först en litteraturstudie om trångboddhet, hur stort ett typiskt trångbott boende är och hur de generellt bor. Därefter undersöktes hur deras beteenden, tillgångar och källor ser ut. Detta för att kartlägga vad de gör om dagarna och kunna skapa ett tidsschema för vilka aktiviteter de utför, när de utför dem och vilka koldioxid, fukt och värmekällor som används. Detta tillsammans skapar det som kallas en persona. Nästa etapp blir att genomföra en ny litteraturstudie för att ta fram värden för koldioxid-, fukt- och värmeproduktionen som sker genom dessa aktiviteter angivna i personen. Värdena tillsammans med personen kan sedan skapa diagram i Excel som visar grafiskt hur belastningarna ser ut under ett dygn och skapar då lastprofiler.

Resultatet från denna studie blev tre personer på hushåll av olika storlekar, varje hushåll har sedan fyra tillhörande lastprofiler för koldioxid, fukt samt värme i form av strålning och konvektion. De tre personerna representerar hushåll under en vardag där hushållsmedlemmarna är sammanboende föräldrar med tre, fyra och fem barn. De bor i en lägenhet på 70m<sup>2</sup>, samtliga ute ur bostaden mellan klockan 08.00-16.00. De lagar två mål om dagen, de har en diskmaskin och duschar minst två gånger totalt under dagen. Den dagliga koldioxid-/fukt-/värmeproduktionen är på 1950g/13219g/12836W (summerad effekt) för fem personer, 2293g/14841g/14042W (summerad effekt) för sex personer och 2638g/16431g/15384W (summerad effekt) för sju personer.

Utifrån denna studie har det framkommit vikten av att nyttja en anpassad persona och lastprofil vid framtida simuleringar då de uppskalade lastprofilerna får höga toppar under korta tidsintervall. För att sedan ha väldigt låga koldioxid, fukt och värmegenereringar resterande del av tiden, för att vara ett hushåll med så många medlemmar. De anpassade lastprofilerna har istället en mer utbredd last och visar att belastning sker under hela dygnet.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus



## **Abstract**

In recent years overcrowding has decreased in European countries, but in Sweden overcrowding has increased, especially in the big cities. There is an ongoing problem in Swedish society regarding overcrowding that needs to be further investigated, and how these accommodations affect the design of the buildings they live in.

Today, the indoor climate can be simulated in computer programmes such as WUFI Plus and IDA-ICE with the help of available profiles, which can be used to simulate how the indoor air affects the structure. At most, the available profiles reflect the impact of a household of four people. Since studies where existing profiles are multiplied (upscaled) to correspond to a household with more people do not consider the results reasonable, a need emerged to develop profiles and production diagrams representing households larger than four.

The aim of this study is to produce realistic profiles of overcrowded households, including graphs of how much carbon dioxide, moisture and heat they generate on an hourly basis for a typical day. These can later be used in the future to simulate the impact of housing on construction.

This report is based on literature studies in different stages. Firstly, a literature study on overcrowding, the size of a typical overcrowded home and how they generally live. This was followed by an investigation into typical behaviors, assets and sources to create a schedule of their activities, including the resulting carbon dioxide, moisture and heat loads. This together creates what is called a persona. The next stage is to conduct a new literature study to produce values for the carbon dioxide, moisture and heat production that occurs through these activities in the personas. The values together with the personas can then create diagrams in Excel that show graphically what the loads look like during a day and creates what is called load profiles.

The result of this study was three personas representing different sizes of households. Each household then has four associated load profiles for carbon dioxide, moisture and heat in the form of radiation and convection. The three personas represent weekday households where the members are cohabiting parents with three, four and five children. They live in a 70m<sup>2</sup> apartment, leaving between 08.00-16.00, cooks two meals, have a dishwasher and shower at least twice daily. The daily carbon dioxide/moisture/heat production is 1950g/13219g/12836W (summed up effect), for five people, 2293g/14841g/14042W (summed up effect) for six and 2638g/16431g/15384W (summed up effect) for seven.

From this study, the importance of using a customized persona and load profile has shown clearly. As the amplified load profiles have high peaks during short time intervals, to then have very low carbon dioxide, moisture and heat generations the rest of the time, being a household with so many members. The customized load profiles have instead a more widespread load and show that load occurs throughout the day.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus

## **Förord**

Denna rapport är vårt examensarbete skriven på högskoleingenjörsprogrammet för Byggt teknik inom arkitektur på Lunds Tekniska Högskola. Den är skriven under vårterminen 2023 på avdelningen för Byggnadsfysik och Installationsteknik och motsvarar 22,5 högskolepoäng. Denna rapport är ett komplement till en pågående studie på LTH avseende inneklimat för trångbodda hushåll. Det pågående projektets nummer på Energimyndigheten är P47826-2.

Vi som skrivit rapporten vill tacka vår handledare Akram Abdul Hamid för all hjälp och fina engagemang han lagt ner på denna studie.

*Helsingborg, april 2023*

*Linn Linderholt och Lovisa Persson*

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b>	<b>5</b>
<b>Abstract</b>	<b>6</b>
<b>Förord</b>	<b>7</b>
<b>1. Inledning</b>	<b>1</b>
1.1. Bakgrund	1
1.2. Forskningsfrågor och avgränsningar	3
<b>2. Metod</b>	<b>5</b>
<b>3. Teori</b>	<b>8</b>
3.1. Ventilation och koldioxid	8
3.2. Fukt	10
3.3. Värme	13
<b>4. Litteraturstudie om boendetäthet</b>	<b>16</b>
4.1. Trångboddhetsnormer	16
4.2. Boendetäthet och låg ekonomisk standard	16
4.2.1. Boendetäthet i miljonprogrammet	17
4.3. Frivillig och ofrivillig boendetäthet	17
4.4. Konsekvenser av trångboddhet	18
4.5. Lägenheter utan folkbokföring	18
4.6. Olika typer av trångbodda hushåll	19
4.7. Utrustning av lägenheter i miljonprogrammen	21
<b>5. Data för beteende i trångbodda lägenheter</b>	<b>23</b>
5.1. Framtagning av persona i trångbodda boenden	23
5.2. Nyttjande och rutiner hos trångbodda hushåll	27
5.2.1. Dusch och bad	27
5.2.2. Tvätt och tork	27
5.2.3. Våttorkning	28
5.2.4. Diskning	28
5.2.5. Matlagning	28
5.2.6. Husdjur	29
5.2.7. Växter	29
5.2.8. Applikationer och elektronik	29
5.2.9. Arbete/Skola	29
5.2.10. Sömn	29
5.3. Tidsschema	31
5.4. Framtagning av värden	35
5.4.1. Koldioxidkällor	35

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

5.4.2. Fuktkällor	37
5.4.3. Värmekällor	39
5.5. Vald indata för lastprofiler	41
<b>6. Lastprofiler</b>	<b>44</b>
6.1. Sammanställning av nya lastprofiler	44
6.1.1. Lastprofiler för koldioxid	45
6.1.2. Lastprofiler för fukt	46
6.1.3. Lastprofiler för värme (strålning)	47
6.1.4. Lastprofiler för värme (konvektion)	48
6.2. Uppskalning av befintliga lastprofiler	49
<b>7. Diskussion</b>	<b>52</b>
<b>8. Slutsats</b>	<b>59</b>
<b>9. Referenser</b>	<b>60</b>
<b>Bilaga A</b>	<b>66</b>
<b>Bilaga B</b>	<b>67</b>
<b>Bilaga C</b>	<b>68</b>
<b>Bilaga D</b>	<b>69</b>
<b>Bilaga E</b>	<b>70</b>

# Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus



# 1. Inledning

## 1.1. Bakgrund

Under åren 2011-2019 har andelen trångbodda minskat i de europeiska länderna, men inte för de nordiska länderna där trenden istället har ökat. Framförallt i Sverige är trångboddheten allra störst i jämförelse med de nordiska grannländerna (SCB, 2021a). Detta beror på att bostadsmarknaden är generellt mycket ansträngd i landet där andelen kommuner med underskott av lägenheter är hög. Trots att fler kommuner får balans på bostadsmarknaden och antalet kommuner med underskott minskar med åren, så är det ändå långt ifrån en jämn balans. 2022 genomfördes en undersökning där 72% av de 284 kommuner som svarade på frågan att de hade underskott av bostäder. Det motsvarar 70% av landets alla 290 kommuner. Nästan alla storstadsregioner och högskolekommuner rapporterar att de har underskott. Detta motsvarar cirka 90% av kommunerna i Malmö, Göteborg och Stockholm och mellan 75-100% av högskolekommunerna, beroende på dess storlek (Boverket, 2022).

Storstadsregionerna har framförallt hög trångboddhet vilket beror på många faktorer. Dels att tillgången till hyresrätter är större i dessa regioner. Men även att en större andel människor med svagare ekonomisk ställning finns i dem. Detta i kombination med att kostnaderna för bostäder i storstäderna i regel är högre än i resterande delar av landet, innebär att dessa invånare inte kan anskaffa sig en bostad som möter de trångboddhetsnormer som finns för att inte klassas som trångbott (HSB, 2016). I Malmö har det gjorts en studie som visar att var tredje hushåll i Rosengård är trångbott, och i Holma-Kroksbäck är var femte hushåll trångbott (Sandberg & Grander, 2021). Detta visar att trångboddhet är ett stående problem i det svenska samhället som behöver undersökas vidare. Framförallt hur trångboddhet påverkar byggnaderna samt vilka åtgärder som är lämpliga att införa för att boendet ska klara av det höga antalet hushållsmedlemmar.

Tidigare studie av Abdul Hamid, Von Platten, Mjörnell, Johansson och Bagge (2021) undersöker hur inomhusklimatet påverkas av hög boendetäthet. Där använde de sig av färdiga lastprofiler för fyra personer och skalade upp dem för att motsvara önskat antal hushållsmedlemmar. Dessa profiler går att använda till simuleringar i program som WUFI Plus och IDA ICE. Med lastprofilerna och programmen kan inomhusluften simuleras utefter konstruktionen i byggnaden för att kunna se hur luften påverkar konstruktionen. Men i deras diskussion beskriver de att resultaten från simuleringarna, med uppskalade fyra-personers profiler, blir en förenkling av verkligheten. De menar också att lastprofilernas toppar inte behöver vara så stora i verkligheten som de blev i det simulerade fallet med uppskalade profiler.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Detta eftersom ett högt antal hushållsmedlemmar som bor trångbott inte nödvändigtvis behöver följa samma levnadsmönster som ett hushåll på fyra personer. Ett exempel på detta kan ses i studien gjord av Papakostas, Papageorgiou och Sotiropoulos (1995), där konsumtionen av tappvarmvattenanvändning i Grekland undersöktes. I studien framkommer att den maximala användningen per person når sin topp i en fyra-personers familj. Vid större familjer så minskar användningen. Detta stärker diskussionen gjord av Abdul Hamid et al. (2021) om att det inte är rimligt att skala upp fyra-personers profiler, eftersom det vid större hushåll kan finnas andra levnadsvanor som gör att påverkan på boendet blir annorlunda från en standard familj på fyra. Utifrån detta framgår alltså ett behov av profiler för hushåll större än fyra personer, och att de är framtagna utifrån noggrannare undersökning hur dessa hushåll ser ut och hur de nyttjar boendet. Detta för att kunna få fram realistiska lastprofiler som speglar hushållens vardag. Med profilerna kan det senare göras mer realistiska simuleringar om hur inomhusklimatet påverkas av boendesituationen, och i sin tur hur detta påverkar byggnadens konstruktion. Simuleringarna kan då hjälpa till att förutse och förhindra framtida skador på boendet.

På Avdelningen för byggnadsfysik och Avdelningen för installationsteknik på LTH pågår ett aktivt forskningsprojekt avseende inneklimat för hushåll med hög boendetäthet (trångbodda bostäder). Det saknas framtagna värden och lastprofiler för koldioxid-, fukt- och värmeavgivning för mer än fyra personer så det behövs ett komplement till undersökningen genom att ta fram just lastprofiler för större hushållsstorlekar som kan vara till hjälp i fortsatta undersökningar kring trångboddhet.

## 1.2. Forskningsfrågor och avgränsningar

Syftet med detta arbete är att undersöka och ta fram realistiska lastprofiler för hushåll som är fler än fyra personer avseende koldioxid, fukt och värme. Profilerna ska representera ett generellt trångbott boende. Hur de nyttjar hushållet, vilka utrustningar de har och i vilken typ av bostad de generellt bor i. Med dessa lastprofiler ska diagram tas fram för att visa visuellt hur mycket koldioxid, fukt och värme hushållen genererar under ett normalt dygn.

Frågeställningarna för arbetet som kommer undersökas och besvaras i rapporten är följande:

- Hur ser ett typiskt trångbott boende och hushåll ut?
- Hur mycket koldioxid, fukt och värme produceras i ett boende med hög boendetäthet?
- Hur skiljer sig en anpassad lastprofil gentemot att skala upp en befintlig?

Eftersom examensarbetet är del av en större studie på LTH kommer denna rapport enbart att beakta inomhusklimatet i trångbodda hushåll. Extremfall eller utstickande fall av trångbodda hushåll har inte tagits till hänsyn i detta arbete och det antas att boendet brukas och tas hand om på rimligt sätt.

Det är bara de framtagna personorna och lastprofilerna med fem, sex och sju personer och tre rum och kök på 70m<sup>2</sup> som har sammanställts. Men det finns möjlighet att de samlade värdena kan nyttjas i andra lastprofiler utanför studien. Ingen av lastprofilerna har tagit hänsyn till variationerna från årstider under utformningen. Eftersom lastprofilerna är framtagna för att passa ett typiskt boende i Sverige, så är de därför begränsade till lämplig applicering av hushåll med liknande förutsättningar.

Studien har utförts genom en litteraturstudie och innefattar därför inga egna framtagna mätvärden. Detta begränsar förmågan att få fram exakta värden/källor för personorna och ger därför lastprofiler som är mer övergripande och en sammanfattning på redan befintlig indata.

I Sverige finns det olika trångboddhetsnormer, något som begränsar framtagningen av fakta eftersom olika studier har baserat sitt verk efter olika normer. Många mätvärden är även baserade på fyra personer då detta är den vanligaste boendeformen att räkna på, något som har lett till att en anpassning behövs göras för att få data passa bättre till denna studie.

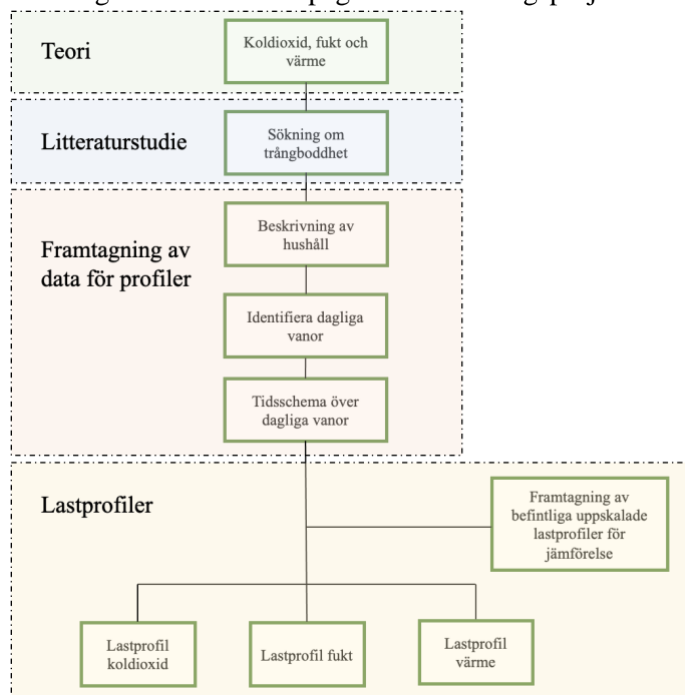
## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus

Många källor som omfattar hur mycket koldioxid, fukt och värme produceras har skilt sig mycket, medan många källor bygger på varandra eller daterar långt bak i tiden. Antaganden baserade på vetenskapliga resonemang har tagits och står tydligt utskrivna.

Studien ser enbart på en typisk vardag och inte helgdagar. Utöver detta så tar denna studie endast fram lastprofiler för vistelse för hela bostaden och inte i ett specifikt rum. Bostadens tekniska system eller konstruktionstekniska utformning är inte definierade i denna studie. Utredning av inverkan av dessa sker heller inte. Studien är enbart avgränsad till den avgivning av koldioxid, fukt och värme som sker i hushållet.

## 2. Metod

Denna studie är utförd genom en litteraturstudie som tar avstamp i en teoridel. Med hjälp av litteraturstudien kunde det generella trångbodda boendet, aktiviteter, tidsschema och värden tas fram för att sedan sammanställas i fyra olika lastprofiler för persona på fem, sex och sju personer. En överblick av metoden kan ses i figur 1. Denna metod har valts, dels vid mån av tid, men främst för att inriktningen på arbetet har varit att skapa sammanställd och generaliserad analys av redan framtagen data. En viss del av datan har även tagits från ett redan pågående forskningsprojekt för att bidra som komplement.



**Figur 1.** Processkarta över projektets metod.

Teoridelen uppdelades i koldioxid, fukt och värme för att urskilja de olika parametrarna som påverkar ett inomhusklimat. Teoridelen beskriver på vilket sätt de påverkar inomhusklimatet och vilka konsekvenser som kan uppstå vid avvikande värden. Faktan samlades in från kursböcker, myndigheter och vetenskapliga studier.

En litteraturstudie utfördes med inriktning på enbart trångboddhet under kap 4. Denna innefattade hur det typiska trångbodda hushållet ser ut och faktorer som påverkar det. Fakta togs fram genom olika studier och undersökningar som stöddes av statlig statistik och myndigheter. För att få ett anpassat resultat till klimatet och bostadssituationen i Sverige, utgick litteraturstudien till stor del av mätdata och studier som har liknande förutsättningar eller är utförda i Sverige/norden.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Med hjälp av att ta fram vilken typ av hushåll som är mest utsatta för trångboddhet, hur hushållet bor, konsekvenser av det och vad som påverkar att ett boende anses vara trångbott, skapades en kartläggning över det boendet som studien gick vidare in på.

Med denna kartläggning utfördes den andra delen av litteraturstudien som innefattade persona-framtagning för att skapa en sannolik persona för det typiska trångboddade boendet, detta finns under kap 5.1. I denna studie benämns de antagna hushållstyperna som persona, som är en fiktiv skapning av en typisk familj baserad på den framtagna datan. Personan som togs fram var ett hushåll med sammanboende föräldrar med 3-5 barn som bor i en trerumslägenhet på 70m<sup>2</sup>. Detta grundade sig på en enkätundersökning, statistik, materialet som togs fram i första litteraturstudien och nya studier.

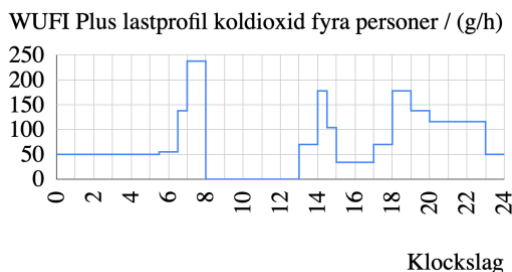
Efter framtagen persona fortsatte litteratursökningar för att hitta information kring beteende, vilken form av utrustning som finns, husdjur, växter, med mera och vilka av dessa som är källor av utsläpp i hushållen. Informationen som samlades in strukturerades under rubriker med vilka aktiviteter och laster som fanns, samt när på dygnet de uppstod med motivation för vilka antaganden som har gjorts för varje aktivitet. I denna del var det kritiskt att se på mönster och nyttjande som passar en familj på över fyra personer och antaganden har därför tagits därefter. Resultatet av detta kan ses under kap 5.2.

Efter genomförd teoridel och litteraturstudie kunde resultatet fås fram genom en flerdelad arbetsgång. Först togs ett tidsschema fram i kap 5.3 för de olika familjerna, fem, sex och sju personer. Detta stadie strukturerades upp i tabeller för en bättre översikt när saker sker på dygnet beroende på personorna. Sådana tabeller kan vara av nytta även för framtida studier, som har möjlighet att ändra i det framtagna dagsschemat. Efter tidsscheman togs värden fram för de olika parametrarna i kap 5.4, genom att samla in värden från olika källor och sätta in dem i tabellform för respektive aspekt (koldioxid, fukt, värme). Under varje tabell ställdes även de olika källorna upp där det sammanfattades kort med information om hur värdena framtagits. I kap 5.5 skapades sedan egna tabeller med de värden som studien använde sig av. Tabellen innehåller även motivering, angiven källa och beräkninggång. Antaganden som ansågs vara lämpliga skrevs ut och motiverades.

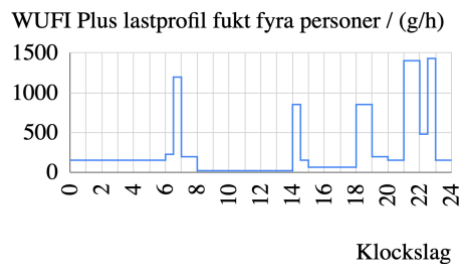
Därefter uppskalades redan existerande lastprofiler i WUFI Plus, se figur 2-5, upp för en familj bestående av fyra personer för att få fram lastprofiler till sex personer. Detta utfördes i Excel med hjälp av WUFI-Plus egna lastprofiler av koldioxid, fukt och värmeavgivning för upp till fyra personer. WUFI-Plus är ett tyskt program av Fraunhofer IBP, där man kan simulera inomhusklimat och hur det påverkar en byggnad genom olika lastprofiler på koldioxid, fukt och värme.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

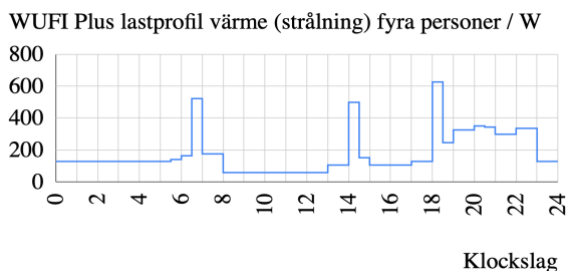
Med hjälp av tidigare framtagna värden och färdiga persona, skapades tre olika lastprofiler med koldioxid, fukt och värme (se kap 6) innehållande variationer under en typisk vardag för varje familj. I diskussionen analyserades sedan resultaten och de uppskalade lastprofilerna från WUFI Plus jämfördes med studiens framtagna för att undersöka skillnader och likheter.



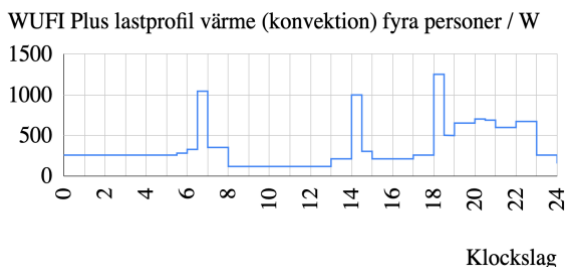
**Figur 2.** Existerande lastprofil i WUFI Plus för koldioxidproduktion under ett dygn av fyra personer.



**Figur 3.** Existerande lastprofil i WUFI Plus för fuktproduktion under ett dygn av fyra personer.



**Figur 4.** Existerande lastprofil i WUFI Plus för värmeproduktion (strålning) under ett dygn av fyra personer.



**Figur 5.** Existerande lastprofil i WUFI Plus för värmeproduktion (konvektion) under ett dygn av fyra personer.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus



## 3. Teori

Följande kapitel inkluderar en teori sammanställning avseende tre parametrar som påverkar ett inomhusklimat - koldioxid, fukt och värme - och vilka konsekvenser som kan uppstå vid för höga koncentrationer/värden.

### 3.1. Ventilation och koldioxid

Tillgång till frisk luft är viktigt för att vi ska kunna ha ett gott inomhusklimat i våra hem. Ventilationen i hemmet ser till att frisk luft utifrån kommer in i vårt hushåll och ventilerar bort luftföroreningarna i bostaden. I skriften *Vägledning om ventilation* (2023), förklarar Folkhälsomyndigheten att bristfällig ventilation medför risk för byggnadsrelaterade hälsobesvär såsom onormal trötthet, hudutslag, luftvägs- och andningsbesvär samt andra symptom som kan försämra hälsan.

I utomhusluften brukar koldioxidhalten ligga runt 400 ppm. När uteluften kommer in i byggnaden så höjs koldioxidhalten av människorna som vistas i rummet och den blir därav högre. Om ventilationsflödet då är lågt och inte hinner ventileras bort den höga halten med ny utomhusluft så kommer koldioxidhalten att fortsätta stiga. Därför är just koldioxid och dess halt ett riktvärde för luftflödet per person. Där riktvärdet är 1000 ppm, högre värde är indikation på dåligt flöde (Folkhälsomyndigheten, 2023). Abdul Hamid, Johansson, Wahlström och Fransson (2020) skriver i sin artikel att även om den traditionsenliga mätningen av luftflöde sker på koncentration av koldioxid, så finns det samband med att andra föroreningar också finns i inomhusluften. De skriver i artikeln hur VOC (volatile organic compounds) följer samma mönster som koldioxid i deras mätningar. Vilket då visar att när koldioxidhalten ökar så gör även andra luftföroreningar det.

Eftersom ventilationen är en sådan vital del i ett hälsosamt inomhusklimat så behövs den tas om hand korrekt. Om den blir bristfällig så kommer inte koldioxid, fukt och värme ventileras bort och kan då skapa höga koldioxidkoncentrationer samt mögelpåväxt på väggar och tak. Även kondens på fönster kan vara indikation på dåligt luftflöde (Boverket, 2019). Framförallt i trångbodda hushåll ökar risken för hög koldioxidkoncentration som bidrar till dålig inomhusluft om den inte ventileras bort. De lägenheter som byggdes under rekordåren 1961-1975, där många hus är försedda med självdragsventilation, har det upptäckts bristfällig ventilation då de inte kan uppfylla de moderna krav som finns idag (Johansson, Abdul Hamid, Bagge, Mjörnell & von Platten, 2021).

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

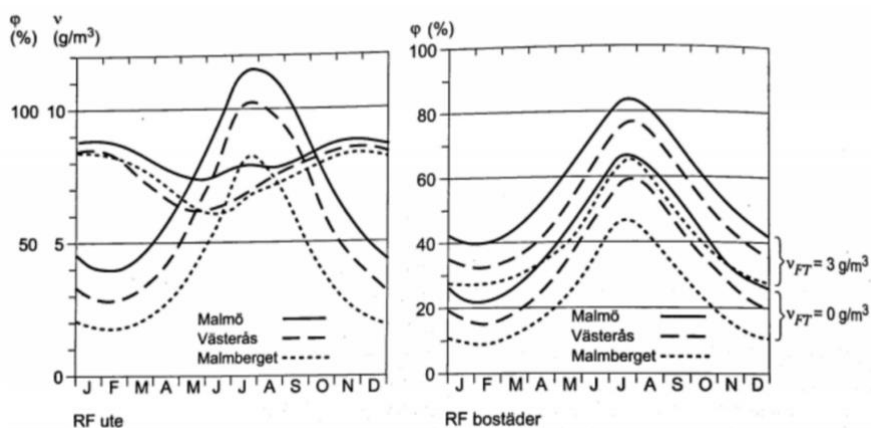
En indikation på hur trångbodda hushåll i hyresföreningar idag tar hand om sin ventilation kan finnas i forskningsartikeln skriven av Abdul Hamid, von Platten, Mjörnell, Johansson och Bagge (2021). Där har de intervjuat 11 anställda på hyresföreningar om eventuella skador på byggnaderna/lägenheterna som kan ha uppkommit på grund av hög boendetäthet. Många av de intervjuade anser att de har problem med att de boende täpper för eller stänger ventilationen på grund av att de tycker det drar kallt. Men också att det sätts upp extra väggar i lägenheterna för att skapa fler rum. Detta beskrivs i artikeln som problematiskt eftersom igentäppning av ventilation minskar luftomsättningen i boendet och i sin tur bidrar till att fukt och föroreningar i luften inte kan ventileras bort, medan de uppsatta väggarna kan skapa blockering i luftflödet.

Det finns forskning som påvisar konsekvenserna av dålig ventilation med framförallt hög koldioxidkoncentration och andra föroreningar som människan släpper ut. Vehviläinen et al. (2016) skriver i sin artikel om koldioxidkoncentration i ventilerade och icke-ventilerade mötesrum och hur de påverkar det kognitiva arbetet. I deras studie fick fyra personer i fyra timmars intervall sitta i ett mötesrum och arbeta med ordinarie arbetsuppgifter. Hälften av testerna skedde i ett ventilerat rum och resterande hälft i ett icke-ventilerat rum. Resultaten visar att det icke-ventilerade rummet gav högre koldioxidhalt i blodet, förändringar i hjärtfrekvensen och förändring i blodcirkulationen. Testpersonerna uppgav själva bland annat symptom av bristande koncentration efter två timmar, kalla fötter, irritation i ögon, svårigheter att skriva och huvudvärk. Under dessa fyra timmar var koldioxidkoncentrationen mellan 519 och 4917 ppm. I det ventilerade rummet uppgav testpersonerna bara symptom på trötthet efter den tredje testdagen. I detta rummet var koncentrationen av koldioxid mellan 446 och 1452 ppm. Men Vehviläinen et al. skriver också att dessa symptom kan orsakas av fler föroreningar i luften än bara koldioxid. Zhang, Wargocki och Lian uppger också i sin artikel (2017) att koldioxidkoncentration på 3000 ppm, skapad genom begränsad ventilation, gav signifikant ökning av blodtrycket, ökad nästäppa och sänkt puls jämfört med innan exponeringen när koldioxidhalten endast var 500 ppm. Wargocki (2013) har i sin artikel sammanställt resultat från olika källor där slutsats kan dras till att de hushåll med max 900 ppm i inomhusluften framstår ha minst negativa hälsoeffekter utav alla de hushåll som angivit att de fått hälsoeffekter.

## 3.2. Fukt

Fukt betyder i allmänhet vatten som är bundet i luften eller i ett material. Jesper Arfvidsson, Lars-Erik Harderup och Ingemar Samuelson beskriver i Fukthandboken (2017) relativ fuktighet som en definition på hur fuktigt ett material kan vara. När man mäter fukthalten i ett material eller luften för att jämföra det mot ett annat brukar man vanligen använda sig av den relativa fuktigheten som då anges i procent. När man ser på fukttillskottet, alltså hur mycket fukt som produceras av exempelvis hushållsaktiviteter, beskrivs den i allmänhet med enheten  $\text{g}/\text{m}^3$ . Det finns olika sätt att räkna fram hur mycket olika aktiviteter och källor ger för fukttillskott.

Den relativa fuktigheten, även kallad RF, är något som varierar med årstiderna. I ett land som Sverige, med tydliga årstider ökar den kring sommarmånaderna för att sedan sjunka på vintern. Har man bra ventilation och vädrar ofta, som man ofta gör på sommaren på grund av värmen, brukar RF utomhus och RF inomhus bli i stora drag samma, se figur 6. På vintern däremot, när man i många fall stänger fönstret och i extremfall täcker igen diverse läckande öppningar kan RF inomhus och utomhus skilja sig stort (Arfvidsson et al., 2017).



**Figur 6.** Ånghalt och RF i variation med årstiderna, i tre olika orter och med konstant FT på  $3 \text{ g}/\text{m}^3$  (Arfvidsson et al., 2017, s. 370).

I en rapport från Chalmers institution för bygg- och miljöteknik beskriver Pallin, Johansson och Hagentoft (2011), att inomhusklimatet relaterat till fukt beror på flera faktorer, däribland antal boende i byggnaden, byggnadstyp, installationsformer och beteende. Det konstateras att även om det finns tabeller framtagna och som är öppet tillämpbara finns det brister på att använda just dessa. Att laga mat kan avge olika mängder fukt beroende på vilken metod och mat som används vid tillagning.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

I Fukthandboken (Arfvidsson et al., 2017), presenteras nio olika källor som kan påverka en byggnad.

- Nederbörd
- Luftfukt utomhus
- Luftfukt inomhus
- Markfukt
- Byggfukt
- Limfukt
- Läckage
- Vattenspolning
- Våtstädning

Majoriteten av dessa är yttre faktorer som inte påverkas av den boendes levnadsvanor. Luftfukt inomhus, vattenspolning och våtstädning är däremot något som beror på vem som bor och hur den nyttjar lägenheten. Luftfukten inomhus påverkas av fuktillskottet och hör ihop med ventilationen och fuktproduktionen. Vattenspolning innebär att konstruktionen ska klara av att utsättas för vatten, exempelvis av en dusch i ett badrum. Med våtstädning menas den typ av städning som avger mycket fukt, vanligtvis i form av svabning av golv (Arfvidsson et al., 2017).

De mest kritiska fuktkällorna i en undersökning på 10.000 svenska hem av Johansson, Pallin och Shahriari (2010), som finns listade i tabell 1, visade sig vara främst oventilerad torkning följt av människor genom andning och hud. Dessa mätningar är oberoende på vilken typ av boende och ger en överblick på de källor som kan ge mest konsekvenser.

**Tabell 1.** De mest kritiska fuktkällorna i en undersökning på 10.000 svenska hem (Johansson et al., 2010)

Oventilerad torkning	78,4 g/h,år
Människor	72,0 g/h,år
Duschning	42,1 g/h,år
Matlagning	38,3 g/h,år

Vid hög relativ fuktighet, där inte ventilationen inte är tillräcklig, kan problem som mögelpåväxt och röta uppstå. Många material har något som heter kritiskt fuktillstånd, det innebär att dess egenskaper förändras eller att mikrobiell påväxt uppstår (Johansson et al., 2005). Men även om RF är mindre än det kritiska fuktillståndet kan mögeltillväxt uppstå då materialen i en byggnad är beroende av varandra.

Om det sker en mögelpåväxt på ett material sprider det sig ofta snabbt till de andra närliggande. Därför är det material med lägsta kritiska RF som avgör hur högt

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

fukttinnehåll en byggnad klarar av att ha (Johansson et al., 2005). Förutom potentiell mögelpåväxt kan materialegenskaperna påverkas av ökat fukttinnehåll på andra sätt:

- Värmeledningsförmågan
- Beständigheten (skada över längre tid)
- Hållfastheten (främst trä och liknande)
- Volymen

Folkhälsomyndigheten (2022a) varnar för att bo en längre tid i byggnader med fuktproblem. Det kan skada luftvägarna och ge allergi. Det finns även något som kallas för sjuka hus. Det är ett fenomen som uppstår när personer som vistas i en byggnad upplever miljön dåligt. Det kan vara genom huvudvärk, yrsel, trötthet och irritation. Stor inverkan på detta är ofta att byggnaden kan vara fuktskadad, dålig ventilation eller innehålla skadliga ämnen (Arfvidsson et al., 2017).

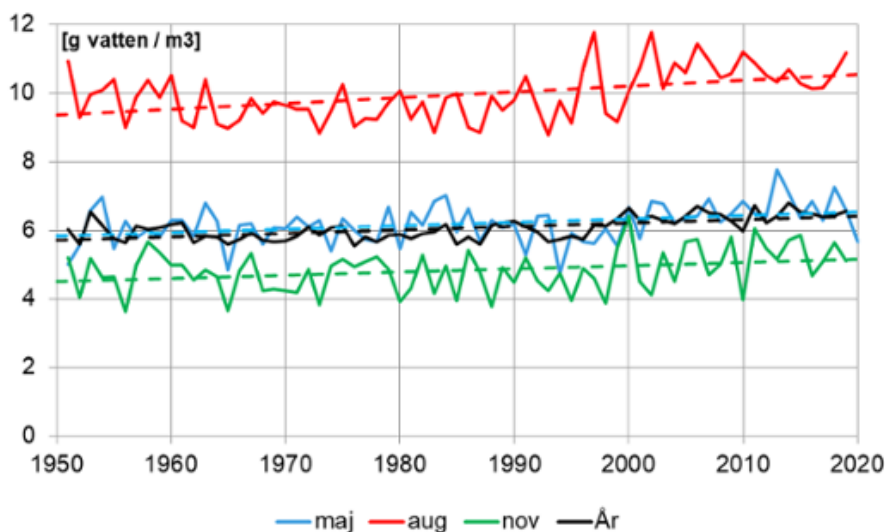
### 3.3. Värme

Värme är något som kommer från byggnadens värmesystem, människor, aktiviteter och applikationer i hushållet. Den varierar med hur boendet används. I Annex 66, av Yan et al. (2017), beskrivs begreppet OB, en förkortning av Occupant Behavior. OB är hur de boende nyttjar lägenheten och dess applikationer och system. Något som har en stor påverkan på byggnadens energikonsumtion. De Meester, Marique, De Herde och Reiter (2013), styrker detta genom deras arbete med att ta fram olika profiler som visar hur mycket den inre värmen beror på OB. Det framkommer också att behovet för tillförd centralvärme inte blir lika stort i hushåll med hög aktivitet. Detta gör att även om två olika lägenheter har samma antal i hushållet, samma storlek och den eftertraktade temperaturen är densamma så kan ändå konsumtionen (OB) göra att värmeklimatet skiljer sig.

I form av OB, uttrycks värme oftast i met, (metabolic rate) som är ett värde på hur kemisk energi omvandlas till värme genom metabolism. Ju högre aktivitetsnivå desto högre blir met och därav mer värme överförs till omgivningen. En met ligger på cirka 58.2 W/m<sup>2</sup>. Med hjälp av vilket met en aktivitet har och ytan på personen som utför den, kan man få fram hur många watt som avges (ANSI/ASHRAE, 2017). I *Anatomy & Physiology*, kap 24.6 av Biga et al. (2019), beskrivs att kroppen förlorar mest värme genom strålning på 60% och därefter 20% genom evaporation, 15% genom konvektion men bara 3% genom ledning. Fanger (1972) menar däremot att strålning bara ligger på 37%, konvektion 53% och evaporation 10%. Nilssons bok, *Achieving the desired indoor climate* (2003), förklarar att uppdelningen påverkas av temperaturen omkring, aktiviteten som utövas, metabolismen (met), personens kläder (clo) och RF i luften.

Den relativa fuktigheten (RF), är kopplad till temperaturen. Ju varmare det är, desto mer fukt kan luften klara av att hålla innan den blir mättad. Hög temperatur inomhus som skiljer sig för mycket från utomhustemperaturen kan leda till kondens när den varma och fuktiga luften möter kalla ytor. Under det kalla vinterhalvåret i Sverige, när det är låg temperatur, är det vanligtvis torrare luft, något som kan orsaka torra slemhinnor och obehag (Arfvidsson et al., 2017). SMHI i sin artikel, *Luftfuktighet* (2022) varnar att jorden blir varmare och varmare, vilket i sig leder till mer avdunstning och det till mer fukt i luften. Genom mätningar, se figur 7, går det tydligt se en uppåtgående trend för ett högre RF. Skillnaden mellan augusti och november är tydligt framgående i figur 7. Sverige har ett klimat som varierar mycket i temperatur och relativ fuktighet. Något som gör att bostäderna blir alltmer utsatta för fuktskaderisker.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus



**Figur 7.** Observationer av absolut fuktighet. Genomsnittligt månadsmedel- och årsvärde för tio svenska mätstationer kl 06, 12 och 18 UTC (SMHI, 2022).

Amirirad, Kumar och Fung (2018) anser att en familj, i analyserat fall på fyra personer, löper större sannolikhet att spendera mer tid på varma bad och duschar. Detta leder till att de också utvinner mer värme och inte behöver nyttja sig av centralvärmens lika mycket. I artikeln av Abdul Hamid et al. (2021), stärks detta genom simuleringar och intervjuer som påpekar hur ökandet av antal boende har samband med minskat behov av centralvärme. Något som gör att hög boendetäthet kan leda till för höga temperaturer inomhus under sommarhalvåret enligt simuleringarna. Vädring har däremot inte tagits till hänsyn under simuleringarna och då de intervjuade lägenheterna vädrar mycket på sommaren rapporterar de att några problem med inneklimat på sommaren inte har uppstått. Mätningarna visar även att fuktillskottet är mycket lågt på sommaren. Så även om risken finns, ger vädring en motverkande effekt mot det ökande dåliga inneklimatet.

Nilsson (2003), beskriver att det finns olika parametrar som krävs för att uppleva ett bra termiskt klimat, till exempel att det finns en balans mellan värmeförlust och värmetillförseln i rummet och det ska inte vara några varma eller kalla drag vid någon speciell kroppsdel. Detta hör ihop med den operativa temperaturen, som är ett mått på att mäta hur omgivningens temperatur och strålning påverkar en människa. Eftersom den operativa temperaturen är viktig för att nå ett bra inomhusklimat är det ett vanligt verktyg att använda sig av genom att mäta fram ett PPD i simuleringar (predictable percentage dissatisfied).

### Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Att bygga bostäder som inte blir för varma finns det inget specifikt lagkrav på. I plan- och bygglagen (2010:900) finns det krav om att energin till uppvärmning inte får vara för stor och att den lägsta temperaturen inte går under 18 grader i vistelsezonen. Den högsta temperaturen är alltså inget som har någon specifik lag eller krav. Men det kan leda till att boendet inte upplevs tillfredsställande (Boverket, 2023). För att optimera och få den bästa miljön utan att ta för mycket energi så behöver de boende leva så genomtänkt som möjligt, att stänga av saker när bostaden lämnas tom och liknande lösningar. Något som kan bli svårt vid varierande scheman och temperatur som skiftar med OB. Det viktigaste ur ett energiperspektiv är att hushållet anpassar sin bostad efter antalet medlemmar och behov. För hälsosam värme ska bostaden vara dimensionerad efter antalet boende (De Meester et al., 2013).



## 4. Litteraturstudie om boendetäthet

I följande kapitel har en litteraturstudie utförts för att få fram information om hur ett trångbott hushåll kan se ut och vad som påverkar att ett boende anses vara trångbott.

### 4.1. Trångboddhetsnormer

Det finns olika normer och definitioner man utgår från när det kommer till trångboddhet. Vanligtvis används en normtyp som studeras och följs hela vägen. Olika definitioner ger olika resultat. De olika trångboddhetsdefinitionerna finns listade i tabell 2. Frånsett normer finns även olika riktlinjer.

**Tabell 2.** *Trångboddhetsdefinitioner* (Boverket, 2016)

<b>Norm 1 - (1946)</b>	Högst två personer per rum. Dessutom ska det finnas ett kök.
<b>Norm 2 - (1967)</b>	Högst två personer per rum. Dessutom ska det finnas ett kök och ett vardagsrum.
<b>Norm 3 - (1986)</b>	Samtliga hushållsmedlemmar (inklusive barn) ska ha eget sovrum. Förutom makar och partners som ska dela. Det ska finnas ett kök och ett vardagsrum.
<b>Socialstyrelsens riktlinje</b>	Partners och barn kan dela sovrum, efter hand som barnen blir äldre bör behovet av eget rum beaktas. Dessutom ska det finnas ett kök och ett vardagsrum.
<b>EU:s riktlinje</b>	Två barn per rum under 12 år. Barn mellan 12 och 18 år av samma kön kan dela rum, Barn av olika kön eller annan hushållsmedlem över 18 år bör ha varsitt rum. Partners delar. Dessutom ska det finnas ett kök och ett vardagsrum.

### 4.2. Boendetäthet och låg ekonomisk standard

Enligt Folkhälsomyndigheten (2022b) går gränsen för låg ekonomisk standard vid en inkomst av mindre än 60% av medianvärdet i landet, med hänsyn till vilka som bor i hushållet. SCB ger att 14,7% av Sveriges befolkning år 2021 lever i en låg ekonomisk standard och att 18% är barn mellan 0-19 år (SCB, 2021b). Det finns en stark koppling mellan låg utbildningsnivå och låg ekonomisk standard där bara 8,2% av de med låg inkomst har en eftergymnasial bakgrund (Folkhälsomyndigheten, 2022b).

Boverkets PM, *Trångboddhet - skillnaderna kvarstår* (2004), betonar den starka kopplingen mellan boendetäthet och låg disponibel inkomst. Under år 2000-2001 var vart tredje hushåll med låg ekonomisk standard också trångbott. Personer som är utrikes födda eller har föräldrar som är, löper större risk att bo trångbott eftersom de är den mest utsatta gruppen för låg ekonomisk standard. SCB (2017) förklarar att detta har flera orsaker, men att en låg utbildningsnivå i många fall gör det svårare att komma in på arbetsmarknaden och få en tillräcklig inkomst.

#### **4.2.1. Boendetäthet i miljonprogrammet**

Många av de hushåll som är trångbodda bor i miljonprogrammen som byggdes mellan åren 1965 och 1974. I HSB's rapport, *Trångboddhet i Sverige* (2016), framgår det att dessa miljöer är påverkade av både låg ekonomisk standard och låg utbildningsnivå. Något som konstateras ovan i 4.2 är kopplat till just trångboddhet och stärker Boverkets och SCBs analyser.

### **4.3. Frivillig och ofrivillig boendetäthet**

När man diskuterar trångboddhet kan det handla om frivillig eller ofrivillig trångboddhet. En del människor kan självmant ha valt att bosätta sig trångbott av olika anledningar, medan andra inte har något val. Erson och Gorusanovic skriver i sin examensrapport, *Trångboddhet i samhället* (2019), att frivilligt eller ofrivilligt boende ofta kan vara kopplat till inkomst och konsumtion. De menar på att vid en låg inkomst kommer en stor del av summan behöva läggas på boendet och det leder till att det inte finns lika mycket utrymme att disponera inkomsten på ett annat sätt. Detta gör att det blir svårt att komma över gränsen för att vara trångbodd och därav kan anses bo så ofrivilligt. Medan den med hög inkomst, som är fri att disponera inkomsten på boendet eller till konsumtion, och kategoriseras bo trångbott antas göra detta frivilligt.

I undersökning från Boverket, *Trångboddhet i storstadsregioner* (2016), visar att det även finns trångboddhet i hushåll utanför miljonprogrammen, som trots hög medelinkomst och utbildning går in under normen. Något som kanske inte ofta förknippas med just trångboddhet. Det kan i sådana fall bero på att nära avstånd och läget prioriteras högre än dyr hyra och mindre kvadratmeter att bo på. Ett vanligare fenomen i Stockholm och andra större städer. Liknande kan det vara i småhus eller eftertraktade orter. Något som sker när hushållet helt enkelt prioriterar andra bekvämligheter och kvaliteter än storleken på boendet. Denna form av frivillig boendetäthet är alltså ingen problematik i sig och har generellt inte lika stora konsekvenser som den ofrivilliga. Det är också en form av boendetäthet som troligtvis aldrig kommer kunna arbetas bort.

### **4.4. Konsekvenser av trångboddhet**

Sandberg och Grander i sin rapport, *Trångboddhet i Malmö* (2021) har utfört undersökningar och intervjuer för att undersöka hur, i norm 2, boendesituationen ser ut i trångbodda boendesituationer. De kommer fram genom enkäter och data från MKB, (Malmö Kommunala bostads AB), att den trångbodda individen bor i en 2a på ca 60 kvadrat med i snitt 2,7 barn.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

I dessa hem som intervjuades upplever 53% att de inte har möjligheten att komma undan och vara i fred. Sandberg och Grander går djupare in, med hjälp av enkäterna, och påpekar att lägenhetens utformning och förmåga att skilja av påverkar upplevelsen om hur trångt det känns för de boende. Något som gör att en öppen planlösning på en tvåa kan göra att den känns mer trångbodd än en likvärdig som man kan stänga om. Detta trots att kvadratmeterna skulle vara detsamma.

I en undersökning från Boverket visar att individer som bor i mindre lägenheter är till större del trångbodda än de som bor i större lägenheter. Störst procentandel trångbodda är det i 2or men också ettor och treor även om det inte är lika illa (Boverket, 2016). HSBs rapport (2016), nämns det fyra olika konsekvenser som kan uppstå i bostäder där man bor för trångt: Brist på personlig integritet, uppskjuten familjebildning, materialförslitning och praktiska konsekvenser.

Det är alltså i all vikt att en lägenhet är utformad och dimensionerad för hushållet som bor i det. BBR har utformningskrav och tekniska krav på hur en bostad får se ut om den ska byggas idag. BBR 3:1 och 3:2 går in på dessa. En etta i sig är vanligtvis bara dimensionerad för en person, så trots att den klassas trångbodd enligt de flesta normer löper den alltså ingen konsekvens av trångboddheten om den följer rätt utformning enligt BBR (Boverket, 2020a).

### **4.5. Lägenheter utan folkbokföring**

I en undersökning från länsstyrelsen i Stockholm, en av de mest trångbodda städerna i Sverige, visar det sig att 11% av alla lägenheter saknar folkbokföring. Med detta menas att ingen står på lägenheten, men det innebär inte att ingen bor där. 23% av alla ettor saknade folkbokföring och ca 10% av tvåorna gjorde det. Detta innebär att det finns en hel del av statistiken som missas då man inte har överblick över hur många eller vilka som bor i dessa lägenheter (Boverket, 2016).

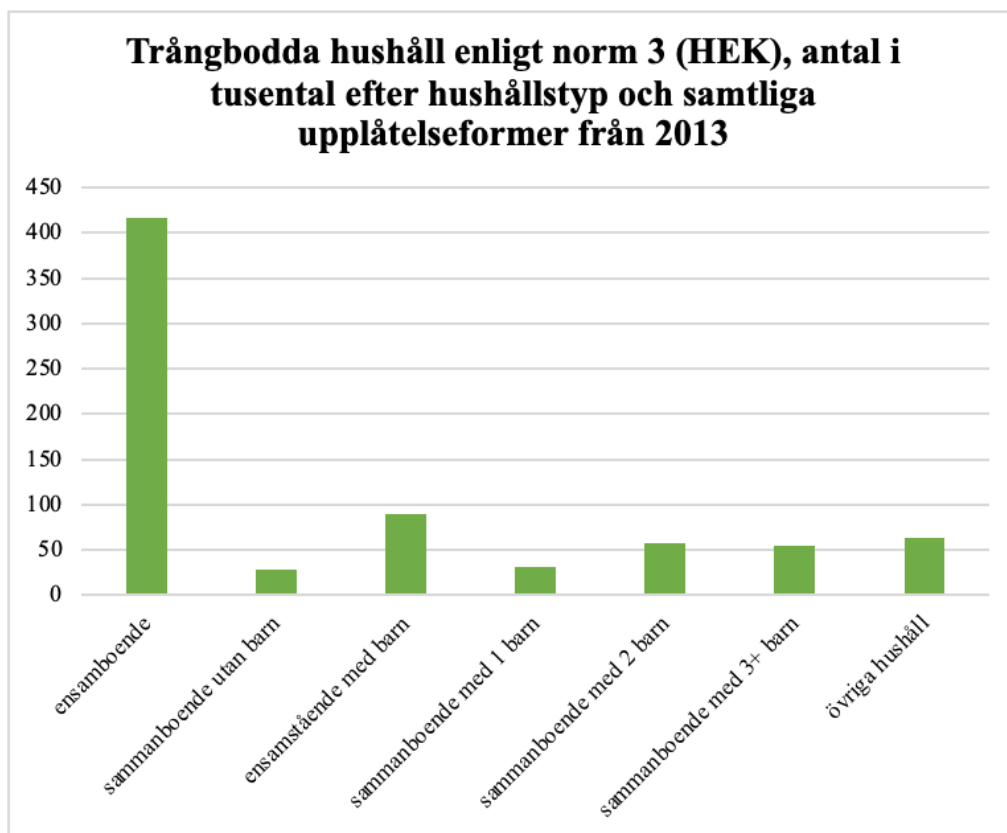
### **4.6. Olika typer av trångbodda hushåll**

I Boverkets artikel, *Var finns rum för våra barn* (2006), betonas att trångboddhet förekommer i alla former och storlekar, men att barnfamiljer utgör en tredjedel av alla trångbodda hushåll. Av denna tredjedel så har sex av tio barnfamiljer sammanboende föräldrar. Vidare beskriver Boverket hur antalet barn i familjen påverkar förekomsten av trångboddhet. Ju fler barn i familjen, desto större sannolikhet att de är trångbodda. Ensamföräldrar med två eller fler barn och sammanboende föräldrar med tre eller fler barn är de med störst risk.

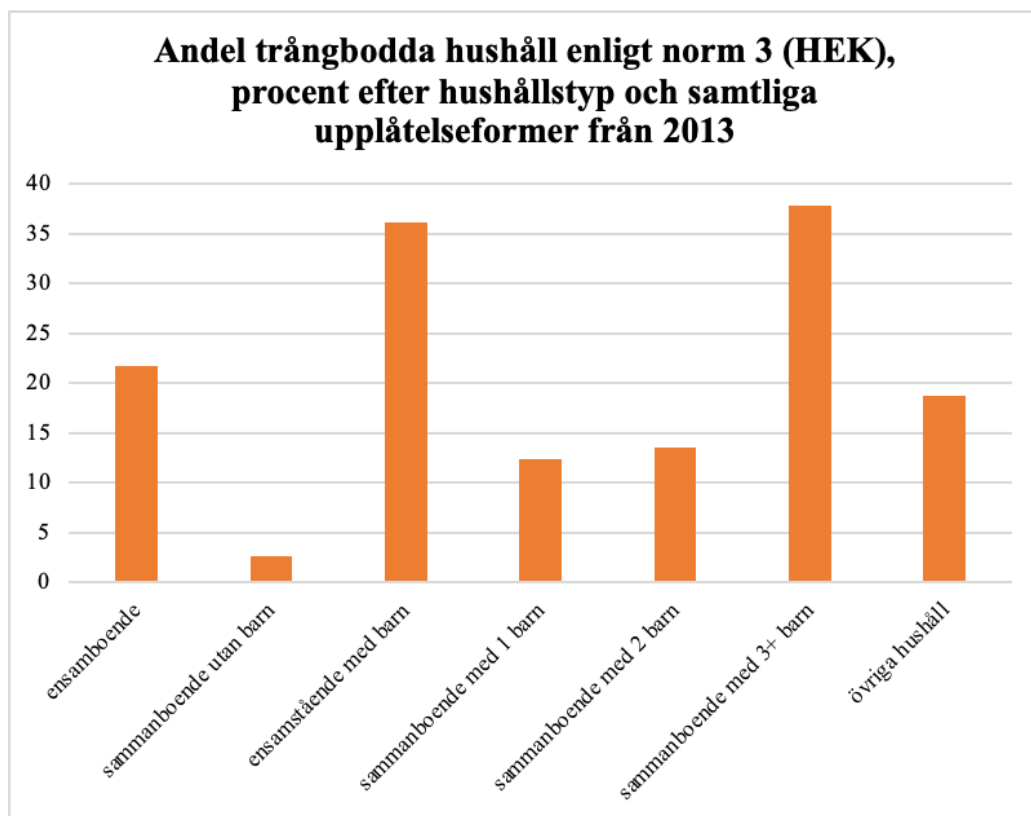
## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

I statistik från 2013 framtagen av Statistikmyndigheten (SCB) är ensamboende den största gruppen med mest antal trångbodda i Sverige. Efter ensamboende så är ensamstående med barn, övriga hushåll, samboende med 2 barn och sammanboende med 3+ barn de grupper med flest antal trångbodda hushåll. Detta kan ses i figur 8. Men enligt figur 9 som också är framtagen genom data från SCB så framgår det att av alla hushållsgrupperna är andelen trångbodda hushåll störst för sammanboende med 3+ barn, därefter ensamstående med barn. Detta betyder att samboende med 3+ barn löper störst risk att bo trångt enligt statistik från SCB. Båda figurerna representerar siffror framtagna utifrån trångboddhetsnorm 3.

Övriga hushåll i dessa diagram definieras av SCB enligt följande: *“Till hushållstypen Övriga räknas hushåll där det utöver definitionen på en av de andra hushållstyperna finns ytterligare minst en person som är 20 år eller äldre. Det kan vara såväl hemmavarande barn eller annan person som har gemensam hushållning med referenspersonen.”* Detta betyder att övriga hushåll är alla hushåll med ytterligare minst en till person som är skriven på bostaden som är 20 år eller äldre. Alltså skulle detta hushåll kunna vara släktboende, kompisboende eller en familj med vuxna barn. Det är en hushållsgrupp med många olika typer av boendekonstellationer. Vilket kan förklara varför siffran är den tredje största i antal trångbodda boenden enligt figur 8.



**Figur 8.** Diagram över trångbodda hushåll i antal år 2013. SCB, statistikdatabasen, Hushållens ekonomi (HEK)



**Figur 9.** Diagram över trångbodda hushåll i procent år 2013. SCB, statistikdatabasen, Hushållens ekonomi (HEK)

Boverket (2004), menar att barnfamiljer med tre eller fler barn är utsatta för trångboddhet eftersom de är i behov av en femrumslägenhet för att inte räknas som trångbodd. Enligt Bostads- och hyresundersökningen (BHU) gjord av SCB år 2002 som Boverkets artikel bygger på, är det totala beståndet av dessa stora lägenheter med fem rum eller fler bara 2,5% av det totala antalet. Vidare skriver Boverket i artikeln att det inte bara är svårigheter med att hitta en tillräckligt stor bostad av det lilla beståndet, utan också kostnaderna för att kunna bo i dessa lägenheter är betydande faktor som gör att inte dessa stora familjer kan bo i dem.

Det går dock inte frågå att den största mängden trångbodda är ensamstående. Enligt Boverket (2004), förklaras att den stora mängd ensamstående oftast består av personer i ettor och majoriteten i hyresrätter. Enligt norm 2 och 3, gör detta att om man bor i en etta så klassas man direkt som trångbodd då kraven för separat vardagsrum och sovrum inte kan uppfyllas.

## 4.7. Utrustning av lägenheter i miljonprogrammen

Många av miljonprojekten ser fortfarande idag ut som när de byggdes på 60-70-talet. Även om dessa var på sin tid välplanerade och fyllde sin funktion så är det många i dagens läge som behöver teknisk renovering. Det är bland annat installationer, stambyten, fönster, fasadbyte och ny ventilation. Även om många har fått denna behövliga renovering så har majoriteten fortfarande åtgärder kvar att utföra. Något som gör de mer utsatta för dåligt inomhusklimat (Boverket, 2020b).



**Figur 10.** Två typiska lägenheter i miljonprogrammet, 3 rum och kök (Johansson, 2012, s. 34).

De flesta bostäderna i miljonprogrammen byggdes med badkar. Johansson bok, *Miljonprogrammen - utveckla eller avveckla* (2012), framhåller att på 60-talet så badade en familj runt en gång i veckan men nuförtiden så duschar man istället och detta oftast dagligen. De plastmattor som ofta prydde badrummen på 60-talet fungerar därför inte tillräckligt mot den ökade kondensen som uppkommer med det frekventa duschandet. I boken under avsnittet *Flexibelt miljonprogram kan möta nya bostadsbehov* beskrivs att ett hushåll med sex personer i en typisk trea i miljonprogrammen, så delar föräldrarna på det stora sovrummet medan barnen får dela på det lilla fram till tonåren. I många fall sover också någon i vardagsrummet.

Miljonprogrammen byggdes med gemensamhetsfunktioner såsom tvättstuga och gemensamma lokaler. Detta leder till att lägenheterna inte är utrustade med egen torktumlare eller tvättmaskin, om det inte har satts in på senare år. Lägenheterna har standardiserad utrustning med kyl och frys samt spis och fläkt, se figur 10 för två typiska treor i miljonprogrammet (Johansson, 2012).

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus



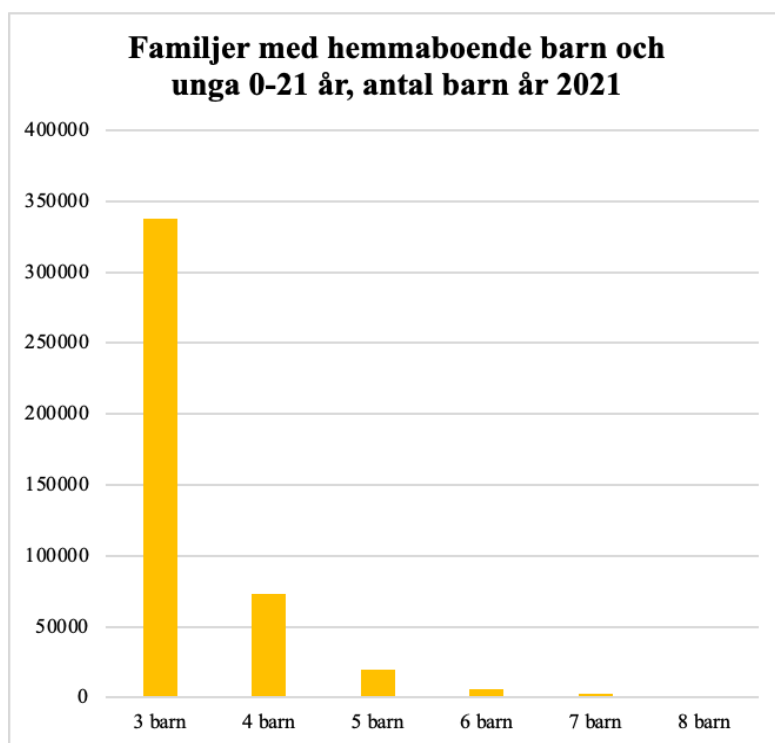
## **5. Data för beteende i trångbodda lägenheter**

I detta kapitel genomförs en sammanställning och framtagning av persona för ett trångbott boende för att kunna skapa tidsscheman över en typisk vardag. Sedan, genom att jämföra olika värden på koldioxid-, fukt- och värmekällor, tas valda värden fram som är anpassade till denna studies förutsättningar. Med hjälp av tidsscheman och valda värden tas sedan lastprofiler fram i kapitel 6 *Lastprofiler*.

### **5.1. Framtagning av persona i trångbodda boenden**

Alla olika hushållstyper kan vara trångbodda men vissa har större risk än andra. Det framgår enligt tidigare att samboende med 3+ barn är den hushållstyp som har störst risk för trångboddhet enligt SCB, se figur 9. Även Boverket (2006) förklarar att en tredjedel av alla trångbodda är barnfamiljer. Av dessa är ensamföräldrar med två eller fler barn och sammanboende föräldrar med tre eller fler barn, de med störst risk.

Då lastprofiler redan finns för fyra personer är det i denna undersökning inte relevant att se på ensamboende eller barnfamiljer som är fyra personer eller färre. Det betyder att hushåll med samboende föräldrar med ett eller två barn inte kommer att undersökas i denna studie, men detta gäller även ensamstående förälder med två eller fler barn. Detta för att det ska krävas fyra barn på en ensam förälder för att uppfylla kriteriet att vara över fyra personer. Medan en familj med samboende föräldrar bara behöver tre barn. Statistik från SCB visar att i Sverige år 2021 fanns cirka 340 000 familjer med tre barn och 73 000 familjer med fyra barn. Statistiken är tagen ur SCBs statistikdatabas för barn-och familjestatistik och räknar familjer med hemmaboende barn och unga i åldrarna 0-21 år, i antal efter barnens ålder, antal barn och år. Det finns redovisat i figur 11, men där är barnens ålder sammanslagen till en stapel som representerar totalen.



**Figur 11,** Diagram över antal familjer med barn mellan 0-21 år i Sverige år 2021. SCB, statistikdatabasen, barn- och familjestatistik.

Detta betyder att det är betydligt fler familjer med tre barn än fyra stycken i det svenska samhället. Det går dock inte att urskilja ur statistiken om dessa familjer har sammanboende eller ensamstående föräldrar. Men utifrån litteraturstudien och Boverkets rapport är samboende föräldrar med tre barn eller fler det mest troliga hushållet att bo trångt.

Vidare i undersökningen behöver det fastställas hur denna familj bor. I en pågående undersökning av Abdul Hamid, Bagge, Fransson, Mjörnell och Johansson på LTH har mätningar gjorts i lägenheter som identifieras ha hög boendetäthet hos en hyresvärd i en stad i södra Sverige. Av enkätsvaren (tabell 3), går det att se att det bor i snitt 6,09 personer per lägenhet med snitt på 3,8 barn. Det är också majoriteten som bor i en trea på snitt 70m<sup>2</sup>. 52% är borta 5-9h från lägenheten på vardagar. Boverket skriver att störst procent trångbodda i Sverige bor i en tvåa, men att treor också är väldigt utsatta (Boverket, 2016).

Johansson (2012), betonar att i de flerbostadshusen som byggdes under rekordåren (miljonprojekten), är till största del tre rum och kök på 38% följt av två rum och kök på 31%. Enligt SCB ligger den genomsnittliga ytan för en trea under 60-70 talet på 74-78m<sup>2</sup> (SCB, 2013), se figur 12.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

### **11. Genomsnittlig yta per lägenhet år 2012 samt 95 % konfidensintervall efter region, värdeår och lägenhetstyp. Kvadratmeter**

11. Average floor space per dwelling in 2012, with 95 % confidence interval, by region, year of valuation and size of dwelling. Square metre

	1 rum och kök	2 rum och kök	3 rum och kök	4 rum och kök	5+rum och kök	Övriga	Totalt
<b>Riket</b>							
-1940	40 ± 1	59 ± 2	84 ± 3	111 ± 3	155 ± 6	34 ± 2	67 ± 2
1941-1950	40 ± 1	56 ± 1	74 ± 2	103 ± 4	138 ± 10	33 ± 4	61 ± 1
1951-1960	41 ± 1	58 ± 1	74 ± 1	93 ± 2	119 ± 3	30 ± 1	63 ± 1
1961-1970	41 ± 1	61 ± 1	78 ± 1	95 ± 1	124 ± 3	35 ± 2	69 ± 1
1971-1980	42 ± 1	62 ± 1	78 ± 1	97 ± 2	120 ± 4	40 ± 1	68 ± 1
1981-1985	43 ± 1	61 ± 1	79 ± 1	101 ± 2	122 ± 4	41 ± 5	72 ± 1
1986-1990	44 ± 2	61 ± 1	79 ± 1	102 ± 2	120 ± 3	42 ± 3	71 ± 1
1991-1995	43 ± 1	63 ± 2	81 ± 2	102 ± 2	123 ± 4	41 ± 3	74 ± 1
1991 -	42 ± 1	61 ± 1	79 ± 1	99 ± 1	122 ± 3	40 ± 2	71 ± 1
Totalt	42 ± 0	60 ± 0	78 ± 0	98 ± 1	126 ± 2	36 ± 1	68 ± 0

**Figur 12.** Genomsnittlig yta per lägenhet under 2012, (SCB, 2013, s. 26).

Sammanfattningsvis kommer personerna baseras på en barnfamilj med två vuxna och med antingen tre, fyra eller fem barn. Familjen bor i en trea på ca 70m<sup>2</sup> eftersom det är en typisk storlek från SCB och snittresultatet av enkätsvaren i tabell 3. Lägenheten räknas stå tom mellan 5-9 timmar/per dygn på vardagar (se tabell 3).

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Tabell 3, Enkät svar i pågående undersökning på LTH (Abdul Hamid, Bagge, Fransson, Mjörnell och Johansson)**

Lgh	Vuxna 18+	Barn 13-17	Barn 0-12	Totalt	Boyta (m <sup>2</sup> )	Antal rum	Tid borta från bostaden
1	1	3	0	4	52	2	0-4 tim/dygn
2	5	1	1	7	68	3	0-4 tim/dygn
3	2	2	2	6	-	3	5-9 tim/dygn
4	3	2	3	8	-	4	0-4 tim/dygn
5	4	2	4	10	112	4	0-4 tim/dygn
6	2	0	3	5	83	3	5-9 tim/dygn
7	2	3	1	6	77	3	0-4 tim/dygn
8	3	1	3	7	77	3	0-4 tim/dygn
9	2	0	3	5	78	3	5-9 tim/dygn
10	2	0	2	4	35	1	0-4 tim/dygn
11	3	2	1	6	80	3	5-9 tim/dygn
12	3	2	1	6	80	3	0-4 tim/dygn
13	5	2	2	9	-	2	5-9 tim/dygn
14	2	0	2	4	63	2	0-4 tim/dygn
15	2	2	3	7	76	3	0-4 tim/dygn
16	2	2	2	6	70	3	5-9 tim/dygn
17	2	1	3	6	96	3	5-9 tim/dygn
18	1	2	4	7	79	3	5-9 tim/dygn
19	2	1	3	6	74	3	5-9 tim/dygn
20	2	1	2	5	75	3	5-9 tim/dygn
21	2	0	2	4	85	4	5-9 tim/dygn

## **5.2. Nyttjande och rutiner hos trångbodda hushåll**

### **5.2.1. Dusch och bad**

Även om de flesta äldre lägenheterna är utrustade med badkar så enligt Johansson (2012) duschar man istället och detta ca en gång per dag. Johansson et al. (2010) skriver att sannolikheten för att en person i hushållet duschar på en dag är 50- 85% beroende på årstiden i Sverige.

I denna studie kommer det räknas att varje person duschar varannan dag och att barnfamiljer inte kan ge 15 min duschtid till varje person vardagligen utan att hålla sig runt 5-7 min/person. Detta för att om alla i hushållet duschar mer än 15 min skulle duschen stå på över 2h varje dag, något som kan vara både en kostnadsfråga och resursfråga om tillräcklig tid. Har man bara ett badrum, som är vanligast i en trea, blir det också troligtvis svårt att kunna ockupera den enda toaletten under lång tid trångbott boende. När på dygnet som det är störst sannolikhet att personerna duschar är enligt Johansson et al. (2010) runt tiderna 07.00 och 19.00. Utifrån dessa två tider kan det antas att några duschar på morgonen kl 07.00 och några på kvällen mellan kl 18.00 och 19.00.

### **5.2.2. Tvätt och tork**

Eftersom det oftast finns tvättstuga enligt Johansson et al. (2012), så har torktumlare och tvättmaskin inte tagits med i beräkningarna. Däremot så antas det att all tvätt inte får plats eller hinner torka klart i torktumlare/torkskåp och leder till att en viss del måste torkas i lägenheten. Enligt Johansson et al. (2010) har ett hushåll på över 5 personer 39,6% sannolikhet att tvätta 6-9 maskiner och 23,6% sannolikhet på 2-5 maskiner.

I ett hushåll på 6-8 medlemmar antas det att det går omkring 5-7 maskiner per vecka. Eftersom det ofta är svårt att få tvättid i många föreningar, antages det att man tvättar max två gånger i veckan. Oventilerad torkning inomhus av kläder är en av de fuktkällor som belastar inomhusklimatet mest, se tabell 1, det kommer därför att antas ske i denna studie. Hängning av tvätt antas ske efter hemkomst från jobb/skola och då 2 ggr/veckan. De framtagna lastprofilerna kommer att titta på en av dessa typiska dagarna.

### **5.2.3. Våttorkning**

Våttorkning på ytor, främst golv, görs enligt Johansson et al. (2010) max två gånger i veckan upp till bara varannan vecka. I denna studie antas att man våttorkar 1/gång per vecka eftersom desto fler människor, desto smutsigare blir det. Dock kommer det inte tas hänsyn då detta inte sker regelbundet eller anses påverka den vardagliga belastningen tillräckligt.

#### **5.2.4. Diskning**

Många av de äldre lägenheterna byggdes inte med diskmaskin (Johansson, 2012). Men det är en relativt lätt process att installera och det blir allt mer normen i de svenska hushållen. Ett hushåll med över 5 personer kör med sannolikheten 46,3% diskmaskinen 1 gång/dag. (Johansson et al., 2010). Ju fler som bor i hushållet, desto mer disk blir det. I denna studie antas därför att man kör diskmaskinen 2 gånger/dag.

Eftersom allt inte går att köra i diskmaskinen, till exempel kastruller och dylikt så antas det att hushållet också handdiskar 1 gång/dag oavsett hur många mål mat som lagas. Enligt Johansson et al. (2010), så är diskmaskinen med största sannolikhet igång kl 08.00 eller kl 18.00. I denna studie kommer därför diskning med diskmaskin och handdisk ske samtidigt under denna tid.

#### **5.2.5. Matlagning**

I undersökning från Yik F.W.H et al. (2004), beror fuktproduktionen och värmestrålningen helt på vilken typ av mat som lagas i lägenheten. Mat som kokning, fritös, riskokare och stekning ger olika värden. Under vardagar är sannolikheten störst att man äter minst ett mål mat ute per dag och minst två hemma (Johansson et al., 2010). Johansson påpekar att matlagning för fyra personer inte behöver betyda att det släpper ut det dubbla som matlagning för två. Att koka en extra portion ris kräver inte en extra gryta med vatten.

Undersökningen kommer därför ta hänsyn till de resultat från studier som ser på fyra personer, men ge en lämplig ökning. Det antas också att de lagar två mål mat per dag. Mindre barn kan behöva fler mål, exempelvis mellanmål. Då det sällan tillagas på spisen räknas det därför inte med. Utöver detta så kan tiden att tillaga maten variera stort mellan olika kulturer. Enligt Yik F.W.H et al. (2004) är en typisk kinesisk måltid ofta bestående av långkok till middag. Denna måltid kan ta 2-3 timmar eller mer att tillaga. En typisk svensk måltid tar istället cirka en timme att tillaga, vilket gör att fuktproduktionen är betydligt lägre. Eftersom utländska familjer är i större utsträckning utsatta för trångboddhet och länder utanför Sverige har annan matkultur blir det svårt att veta vilken typ av mat hushållen generellt tillagar. Därför så antas ett medelvärde på 2 timmar för matlagning i denna studie.

#### **5.2.6. Husdjur**

I Sverige har ca 34% av hushållen husdjur (Novus, 2017). I och med att det inte är majoriteten av svenska hushåll och att de hushåll vi undersöker har många barn med en ofta sämre ekonomisk ställning, antas det att de inte har några husdjur i denna studie.

### **5.2.7. Växter**

Johansson et al. (2010), har antagit att det finns 1 växt per 7,5m<sup>2</sup>, något som denna studie också kommer att utgå från då det är resultat insamlat från svenska hem.

### **5.2.8. Applikationer och elektronik**

SCB (2012) skriver i sin rapport om hur svenskar disponerar sin tid under ett dygn. Där framkommer det att män och kvinnor, åldrarna 15-84 år, kollar på tv och använder dator/internet med största sannolikhet mellan kl 20.00-22.00. Johansson et al. (2010) skriver att en vuxen spenderar cirka 90 minuter framför tvn och ett barn 108 minuter. Utöver detta skriver de att en vuxen sitter ca 45 minuter per dag framför datorn.

I denna studie kommer det utgå från dessa resultat. Då hushållet är utrustat med kyl och frys kommer dessa att gå 24h om dygnet.

### **5.2.9. Arbete/Skola**

För att kunna skapa sanningsenliga personan behöver det undersökas hur mycket hushållets medlemmar är hemma. Alltså vilka tider de går till jobbet och skolan, och vilka tider de kommer tillbaka hem. Enligt tabell 3, som baseras på studien av Akram Abdul Hamid, Victor Fransson och Dennis Johansson på LTH så framkommer det att 52% av de som svarat på enkäten är borta från hemmet mellan 5-9 timmar per dygn. Larsson (2021), som är författaren av LO:s rapport om arbetstider år 2021, skriver i rapporten att 77% av alla anställda har en heltidstjänst. Vidare beskriver han att av samtliga anställda så har 71% dagtid (kl 06:00-18:00). Av tjänstemännen är det 80% och av arbetarna är det 56% som har dagtid.

Så det kan antas att de två vuxna i familjen har heltidstjänst med dagtid. Vidare så antas det att barnen går i skolan på vanliga skoltider. Så hemmet kommer att vara tomt mellan 08:00 och 16:00 enligt denna studie.

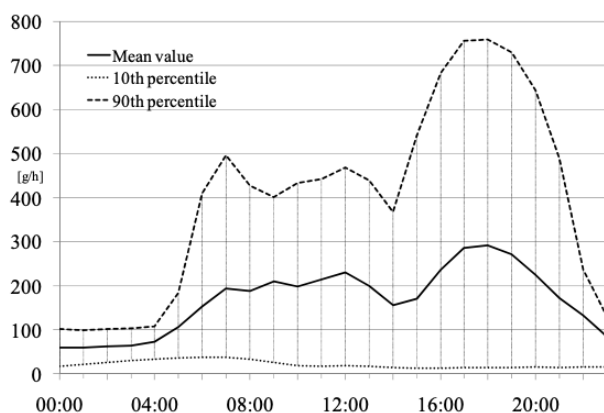
### **5.2.10. Sömn**

Enligt Johansson et al. (2010) ägnar en familj som är samboende med barn i snitt 420 min (7 timmar) sömn om dygnet. Pallin et al. skriver i sin rapport (2011) att högsta fuktbelastningen sker vid tre tillfällen på dygnet, kl 07.00, 12.00 och 18.00 med ett maximum kl 18.00. Detta har de illustrerat, och går att se i figur 13. Utifrån denna figur kan ett antagande dras att i snitt går hushållet upp runt 06.00 och börjar sin dag med frukost och eventuellt en dusch, för att sedan vara på jobb och skola kl 08.00. Detta då fuktproduktionen ökar under denna tid fram till kl 07.00 för att sedan sjunka. Detta antagande stöds med figur 14 från en rapport skriven av Malekpour Koupaei, Cetin och Passe (2022).

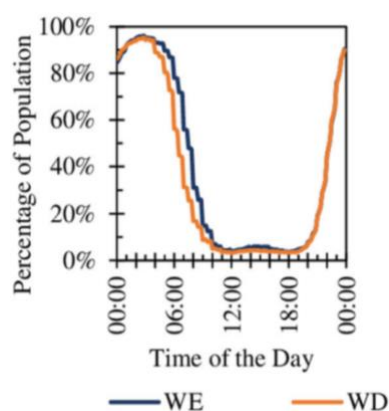
## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Här visar de upp procentuell sannolikhet att folk sover under dygnets 24 timmar på veckodagar och helgdagar. När det är 50%, eller större, sannolikhet att folk sover enligt figur 14 är klockan mellan 22.00 och 06.00.

Det kan då antas att hushållet går och lägger sig runt kl 22.00-23.00. Figur 13 är dock baserat på 1000 slumpmässigt utvalda hushåll för fyra hushållsmedlemmar. Så vanorna kan skilja sig i hushåll med fler än fyra medlemmar. Men sömn är en aktivitet som alla människor är i behov av och om man har ett jobb eller skola under dagtid så kan det antas att hushållet går och lägger sig samma tid oavsett om den består av fyra eller fler medlemmar. Därför kommer det i denna studie sättas att hushållets barn går och lägger sig mellan kl 21.00-22.00 och de vuxna går och lägger sig kl 23.00 för att sedan samtliga gå upp kl 06.00.



**Figur 13.** Timvis fuktproduktion inomhus baserad på 1000 svenska hushåll under ett år. Grafen representerar medelvärdet, 10-percentilen och 90-percentilen på en dag under ett års tid-(Pallin, Johansson & Hagentoft, 2011, s. 370).



**Figur 14.** Diagram över procentuell närvarustatus för sömn baserat på ATUS (American Time-Use Survey) (Malekpour Koupaei, Cetin & Passe, 2022, s. 781).



### 5.3. Tidsschema

Tidsschemat bygger på det som tagits fram i kapitel 5.2 *Nyttjande och rutiner hos trångbodda hushåll*. Detta för att kunna identifiera när de utför olika aktiviteter under dygnets timmar. Tidsschemat finns representerat i tabell 4 för fem personer, tabell 5 för sex och tabell 6 för sju.

I denna studie används aktivitetsnivåer, dessa är definitioner som används för att samla olika aktiviteter till förenklade kategorier. Nedan finns aktivitetsnivåerna listade, tillsammans med de olika typer av aktiviteter de representerar.

- **Sovande:** Sömn eller vilande position 0.7-1.0 met.
- **Lågaktiv:** Sittande, stilla stående aktiviteter (se på tv, laga mat), 1.0-1.7 met.
- **Aktiv:** Gående/rörande aktivitet (klä på sig, städning, leka, hänga tvätt), 2.0-3.0 met.
- **(Högaktiv):** Högaktiv har inte tagits med då det antages att det inte finns rum nog att utföra en högaktiv aktivitet i en trångbodd lägenhet utan sker istället på annan plats. Exempel på högaktiv aktivitet kan vara träning eller likvärdig fysisk ansträngning.

I tabellerna finns även *ospecificerad aktivitet*. Den representerar tid som i denna studie inte kunnat specificeras till en enskild aktivitet med specifik tidsåtgång. Med det kan man anta att personen gör saker som att gå på toaletten, kolla telefonen, föra konversation eller annan likvärdig aktivitet. Aktivitetsnivån till denna sätts därför som lågaktiv.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Tabell 4.** Vardagsrutiner och levnadsvanor under en dygnsrytm för 5 personer. Barn 1-18 år representeras av [1], [2] och [3]. Vuxen (+18 år) representeras av [4] och [5]

	Aktivitet	Tid	Hushållsmedlemmar	Nivå
23.00-06.00	Sömn	-	Samtliga personer [1-5]	Sovande
06.00-07.00	Gå upp / klä på sig Duscha / klä på sig Frukost matlagning Frukost äta <i>Ospecificerad aktivitet</i>	15 min 15 min 15 min 30 min 15 min	Samtliga personer [1-5] 1 personer [4] 1 person [5] Samtliga personer [1-5] 3 personer [1], [2], [3]	Aktiv Aktiv Lågaktiv Lågaktiv Lågaktiv
07.00-08.00	Diskning Tv - tittande Förberedelse för jobb/skola <i>Ospecificerad aktivitet</i> <i>Ospecificerad aktivitet</i>	15 min 15 min 30 min 30 min 15 min	1 person + diskmaskin: [4] 3 personer [1], [2], [3] Samtliga personer [1-5] 1 person [5] 4 personer [1], [2], [3], [4]	Aktiv Lågaktiv Aktiv Lågaktiv Lågaktiv
08.00-16.00	Arbete/Skola	-	Samtliga personer [1-5]	-
16.00-17.00	Lägga in tvätt Middag matlagning Lekstund för barn Sitta vid datorn	15 min 2 h 1 h 45 min	1 person [5] (i tvättstugan) 1 person [4], [3] 2 personer [1],[2] 1 person [5]	(iväg) Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
17.00-18.00	Middag matlagning (forts.) Lekstund för barn <i>Ospecificerad aktivitet</i>	2 h 1 h 1 h	2 personer [4], [3] 2 personer [1], [2] 1 personer [5]	Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
18:00-19:00	Middag äta Diskning/inplock av mat Duscha / klä på sig Hänga tvätt (hänger 4h) <i>Ospecificerad aktivitet</i>	45 min 15 min 15 min 15 min 15 min	Samtliga personer [1-5] 2 personer + diskmaskin [5],[2] 1 person [1] 1 person [4] 1 person [3]	Lågaktiv Aktiv Aktiv Aktiv Lågaktiv
19:00-20:00	Lekstund för barn Sitta vid datorn <i>Ospecificerad aktivitet</i> <i>Ospecificerad aktivitet</i>	1 h 45 min 1 h 15 min	3 personer [1], [2], [3] 1 person [4] 1 person [5] 1 person [4]	Aktiv Lågaktiv Lågaktiv Lågaktiv
20:00-21:00	Tv-tittande	1 h	Samtliga personer [1-5]	Lågaktiv
21:00-22:00	Tv-tittande Förberedelse för sova <i>Ospecificerad aktivitet</i>	30 min 30 min 30 min	Samtliga personer [1-5] 3 personer [1], [2], [3] 2 personer [4], [5]	Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
22:00-23:00	<i>Ospecificerad aktivitet</i> Förberedelse för sova Sömn	45 min 15 min 1 h	2 personer [4], [5] 2 personer [4], [5] 3 personer [1], [2], [3]	Lågaktiv Aktiv Sovande

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Tabell 5.** Vardagsrutiner och levnadsvanor under en dygnsrytm för 6 personer. Barn 1-18 år representeras av [1], [2], [3] och [4]. Vuxen (+18 år) representeras av [5] och [6]

	Aktivitet	Tid	Hushållsmedlemmar	Nivå
23.00-06.00	Sömn	-	Samtliga personer	Sovande
06.00-07.00	Gå upp / klä på sig Duscha / klä på sig Frukost matlagning Frukost äta <i>Ospecificerad aktivitet</i>	15 min 2 x 15 min 15 min 30 min 15 min	Samtliga personer [1-6] 2 personer: [4], [5] 1 person: [6] Samtliga personer [1-6] 3 personer: [1], [2], [3]	Aktiv Aktiv Lågaktiv Lågaktiv Lågaktiv
07.00-08.00	Diskning Tv - tittande Förberedelse för jobb/skola <i>Ospecificerad aktivitet</i> <i>Ospecificerad aktivitet</i>	15 min 15 min 30 min 30 min 15 min	1 person + diskmaskin: [5] 4 personer [1], [2], [3], [4] Samtliga personer [1-6] 1 person [6] 5 personer [1], [2], [3], [4], [5]	Aktiv Lågaktiv Aktiv Lågaktiv Lågaktiv
08.00-16.00	Arbete/Skola	-	Samtliga personer [1-6]	-
16.00-17.00	Lägga in tvätt Middag matlagning Lekstund för barn Sitta vid datorn	15 min 2 h 1 h 45 min	1 person [6] (i tvättstugan) 2 person [4], [5] 3 personer [1], [2], [3] 1 person [6]	(iväg) Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
17.00-18.00	Middag matlagning (forts.) Lekstund för barn <i>Ospecificerad aktivitet</i>	2 h 1 h 1 h	2 personer [4], [5] 3 personer [1], [2], [3] 1 person [6]	Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
18:00-19:00	Middag äta Diskning/inplock av mat Duscha / klä på sig Hänga tvätt (hänger 4h) <i>Ospecificerad aktivitet</i>	45 min 15 min 15 min 15 min 15 min	Samtliga personer [1-6] 2 personer + diskmaskin [6],[4] 1 person [1] 1 person [5] 2 personer [2], [3]	Lågaktiv Aktiv Aktiv Aktiv Lågaktiv
19:00-20:00	Lekstund för barn Sitta vid datorn <i>Ospecificerad aktivitet</i> <i>Ospecificerad aktivitet</i>	1 h 45 min 1 h 15 min	4 personer [1], [2], [3], [4] 1 person [5] 1 person [6] 1 person [5]	Aktiv Lågaktiv Lågaktiv Lågaktiv
20:00-21:00	Tv-tittande	1 h	Samtliga personer [1-6]	Lågaktiv
21:00-22:00	Tv-tittande Förberedelse för sova <i>Ospecificerad aktivitet</i>	30 min 30 min 30 min	Samtliga personer [1-6] 4 personer [1], [2], [3], [4] 2 personer [5], [6]	Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
22:00-23:00	<i>Ospecificerad aktivitet</i> Förberedelse för sova Sömn	45 min 15 min 1 h	2 personer [5], [6] 2 personer [5], [6] 4 personer [1], [2], [3], [4]	Lågaktiv Aktiv Sovande

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Tabell 6.** Vardagsrutiner och levnadsvanor under en dygnsrytm för 7 personer. Barn 1-18 år representeras av [1], [2], [3], [4] och [5]. Vuxen (+18 år) representeras av [6] och [7]

	Aktivitet	Tid	Hushållsmedlemmar	Nivå
23.00-06.00	Sömn	-	Samtliga personer	Sovande
06.00-07.00	Klä på sig Duscha / klä på sig Frukost matlagning Frukost äta <i>Ospecificerad aktivitet</i>	15 min 2 x 15 min 15 min 30 min 15 min	Samtliga personer [1-7] 2 personer: [5], [6] 1 person: [7] Samtliga personer [1-7] 4 personer: [1], [2], [3], [4]	Aktiv Aktiv Lågaktiv Lågaktiv Lågaktiv
07.00-08.00	Diskning Tv - tittande Förberedelse för jobb/skola <i>Ospecificerad aktivitet</i> <i>Ospecificerad aktivitet</i>	15 min 15 min 30 min 30 min 15 min	1 person + diskmaskin: [6] 5 personer [1], [2], [3], [4], [5] Samtliga personer [1-7] 1 person [7] 6 personer [1], [2], [3], [4], [5], [6]	Aktiv Lågaktiv Aktiv Lågaktiv Lågaktiv
08.00-16.00	Arbete/Skola	-	Samtliga personer [1-7]	-
16.00-17.00	Lägga in tvätt Middag matlagning Lekstund för barn Sitta vid datorn	15 min 2 h 1 h 45 min	1 person [7] (i tvättstugan) 2 personer [5], [6] 4 personer [1], [2], [3], [4] 1 person [7]	(iväg) Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
17.00-18.00	Middag matlagning (forts.) Lekstund för barn <i>Ospecificerad aktivitet</i>	2 h 1 h 1 h	2 personer [5], [6] 4 personer [1], [2], [3], [4] 1 personer [7]	Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
18:00-19:00	Middag äta Diskning/inplock av mat Duscha/klä på sig Hänga tvätt (hänger 4h) <i>Ospecificerad aktivitet</i>	45 min 15 min 15 min 15 min 15 min	Samtliga personer [1-7] 2 personer + diskmaskin [3],[7] 2 personer [1], [4] 1 person [6] 2 personer [2], [5]	Lågaktiv Aktiv Aktiv Aktiv Lågaktiv
19:00-20:00	Lekstund för barn Sitta vid datorn <i>Ospecificerad aktivitet</i> <i>Ospecificerad aktivitet</i>	1 h 45 min 1 h 15 min	5 personer [1], [2], [3], [4], [5] 1 person [6] 1 person [7] 1 person [6]	Aktiv Lågaktiv Lågaktiv Lågaktiv
20:00-21:00	Tv-tittande	1 h	Samtliga personer [1-7]	Lågaktiv
21:00-22:00	Tv-tittande Förberedelse för sova <i>Ospecificerad aktivitet</i>	30 min 30 min 30 min	Samtliga personer [1-7] 5 personer [1], [2], [3], [4], [5] 2 personer [6], [7]	Lågaktiv Aktiv Lågaktiv
22:00-23:00	<i>Ospecificerad aktivitet</i> Förberedelse för sova Sömn	45 min 15 min 1 h	2 personer [6], [7] 2 personer[6], [7] 5 personer [1], [2], [3], [4], [5]	Lågaktiv Aktiv Sovande

## 5.4. Framtagning av värden

Under följande kapitel undersöks och sammanställs värden från olika källor som har angivna värden på koldioxid-, fukt- och värmeproduktion. Under varje tabell förklaras källorna mer ingående och vilka parametrar värdena är framtagna utefter.

### 5.4.1. Koldioxidkällor

Vid framtagning av värden för koldioxid så har aktiviteterna som hushållsmedlemmarna utför på en dag delats in i de tre kategorier som finns listade under kapitel 5.3 *Tidsschema*. I tabell 7 finns det sammanställt från tre stycken källor hur mycket koldioxid som genereras vid de olika aktivitetsnivåerna.

**Tabell 7.** Sammanställning av koldioxidproduktion från olika studier. \*Egen omräkning till enheten g/h för att passa programmet WUFI Plus. I beräkningen användes densiteten för koldioxid 1,83 g/dm<sup>3</sup> (Nilsson, 2003, s. 122).

Enhet	YANG ET AL. (2020)		PERSILY OCH DE JONGE (2017)		NILSSON (2003)	
	l/min	g/h*	l/sek	g/h*	l/h	g/h*
Sovande vuxen	0.23	25	0.0032	21	-	-
Sovande barn	-	-	0.0022	14	-	-
Lågaktiv vuxen	0.305	33	0.0045	30	19	35
Lågaktivt barn	-	-	0.0031	20	14-16 år: 19	35
Aktiv vuxen	0.488	54	2.0 met: 0.0064 3.0 met: 0.0096	42 63	50	92
Aktiv barn	-	-	2.0 met: 0.0044 3.0 met: 0.0065	29 43	3-6 år: 18	33

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

I tabell 8 finns det förklarat hur de tre källorna i tabell 7 har nyttjats för att få fram de värden som presenteras. Utöver detta finns en kort förklaring hur källorna gått tillväga i sina respektive studier för att själva komma fram till sina resultat.

**Tabell 8.** Förklaring hur källorna för koldioxid används i denna studie

Källa	Förklaring
<b>YANG ET AL. (2020)</b>	<p>Studien har utfört fysiska tester på 99 personer, män som kvinnor, mellan åldrarna 20-70 år. Testerna har utförts i Kina i en klimatkammare och testpersonerna har burit en <i>Air-tightness mask</i> som mätt koldioxidutsläppen när personerna genomfört 18 olika aktiviteter som är vanliga att utföra hemma och på kontor. De har även mätt värden från olika hastigheter att gå i. Följande aktiviteter och åldrar har använts från studien:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vuxen - medelvärde av åldrarna mellan 20 och 69 år för både män och kvinnor</li><li>• Sovande - lying quiet</li><li>• Lågaktiv - Standing filing, sitting writing, folding clothes</li><li>• Aktiv - Window cleaning, vacuuming, walking 3 km/h</li></ul>
<b>PERSILY OCH DE JONGE (2017)</b>	<p>Värdena har tagits fram genom att matematiskt räknat ut koldioxidproduktionen baserat på <i>basic metabolic rate</i> som i sin tur baseras på kön, ålder och kroppsmassa. Följande aktiviteter och åldrar har använts från studien:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Barn - medelvärde från åldrarna &lt;1 år till 16 - &lt;21 år för både tjejer och killar</li><li>• Vuxen - medelvärde från 21 år till &gt;80 år för både manliga och kvinnliga värden</li><li>• Sovande - medelvärde för aktivitet med 1.0 met då detta är det lägsta angivna i källan</li><li>• Lågaktiv - medelvärde för aktivitet med 1.4 met, då det ligger närmast ett medelvärde mellan 1.0-1.7 met</li><li>• Aktiv - medelvärde för aktiviteter med 2.0 och 3.0 met</li></ul>
<b>NILSSON (2003)</b>	<p>Värdena från denna källa har ursprung från <i>European concerted action 1992</i>. Följande aktiviteter och åldrar har använts från studien:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lågaktivt barn - åldrarna 14-16 år (1.0-1.2 met)</li><li>• Aktivt barn - 3-6 år (2.7 met)</li></ul>

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

### 5.4.2. Fuktkällor

Fuktavgivning varierar mycket beroende på aktiviteter och hur de utförs, något som ger många olika värden på vad som anses vara källa. Nedan, tabell 9, redovisas olika källor och dess olika värden på fuktavgivning.

**Tabell 9.** Sammanställning av fuktproduktion från olika studier

	PALLIN ET AL. (2011)	ISSE (2023)	ANNEX 14 (1991)	HITE AND BAY (1949)	YIK ET AL. (2004)	JOHANSSON ET AL. (2010)
Enhet (om inget annat ges)	kg/event	kg/dag	kg/h	kg/event	kg/h	kg/h
Bad	0.06-0.16	-	0.7	-	-	-
Dusch	0.2-0.4 (5 min)	0.6 kg/event (15min)	0.2-0.8 (3-15min) / 2.6/h	0.11-0.23 kg /event (tid ej def.)	2.25	-
Tvättmaskin	0.12-0.32	0.5	-	-	0.075	-
Torktumlare	0.0-0.7	-	-	-	0.026	-
Fri torkning	1.25-3.5	1.5	-	11.9 kg/tvätt	0.073	0.45-2.3 kg/event
Golvstäd	0.3-5	-	-	0.15 kg/m <sup>2</sup>	0.005 kg/m <sup>2</sup>	0.01-0.1 kg/m <sup>2</sup>
Handdisk	0.1-0.6	-	-	0.2-0.3	0.053 kg/ (mål*pers)	-
Diskmaskin	0.2-0.4	0.4	-	-	0.137	-
Husdjur	0.1-1.2 kg/dag	-	-	-	0.0165	-
Växter	0.1-0.5 kg/dag	-	0.05-0.2	-	0.033	0.02-0.36
Människa (vuxen)	0.5-2.0 kg/dag	0.04 kg/h (sovande), 0.07 kg/h (sittande), 0.09 kg/h (Lågaktiv)	0.03-0.3	-	0.055 (lågaktiv) 0.04 (sovande)	0.03-0.12 (lågaktiv) 0.079-0.2 (aktiv)
Matlagning	0.13-3.86	2.0	-	-	0.15-0.5	0.55-1.0

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

I tabell 10 finns det förklarat hur källorna i tabell 9 kommit fram till sina resultat och hur detta kan påverka de värden som är valda utifrån detta i denna studie.

**Tabell 10.** Förklaring hur källorna för fukt kommit fram till sina resultat

Källa	Förklaring
<b>PALLIN ET AL. (2011)</b>	Pallin, Johansson och Hagentoft på Chalmers Universitet har tagit fram varierande värden baserade på flera studier, sammanfattade av Johansson, Pallin och Shahriari (2010). Därav att spannen är större och mer övergripande.
<b>ISSE (2023)</b>	The Institute of Specialist Surveyors and Engineers, ISSE, (2023), erbjuder generella mått för fuktkällor som är framtagna genom instituten själva.
<b>ANNEX 14 (1991)</b>	ANNEX 14, Condensation and energy, av H.Hens (1991) har tagit fram sina värden genom egen mätdata framtagen från 16 olika europeiska länder varav både Norge, Danmark och Sverige är med.
<b>HITE AND BAY (1949)</b>	Hite and Bray (1949), ger mätvärden framtagna genom att studera vanliga fuktkällor i hus, en mätdata som än idag hänvisas till trots åldern, men som har fått vissa felmarginaler på runt 10% på grund av detta. Datan går att hitta i ANNEX 14 (1991), som har bevarat den mest komplett.
<b>YIK ET AL. (2004)</b>	Yik et al., har tagit fram mätvärden för fuktkällor genom att utföra undersökningar och experiment för ett typiskt boende i Hongkong. Kommer också fram till att endast 50% av fukten tas upp av badrumsfläkten och resterande kondenseras. Något som gör att ventilationen inte kommer att klara att hantera all fukt oavsett.
<b>JOHANSSON ET AL. (2010)</b>	Johansson, Pallin och Shahriari har fått fram sin data i denna studie genom att samla ihop flera studier för att summera ihop dem till en varierande data som passar boende i Sverige.



## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

### 5.4.3. Värmekällor

I tabell 11, redovisas olika värden på vad en människa ger för värme baserad på met och aktivitet. Värmeavgivning beror i de flesta fallen på ytan. Ahmed, Kurnitski och Olesen (2017), har redovisat medelvärdet av de olika åldersgrupperna och kön som har tagits till användning i denna studie.

#### Yta för värmeavgivning:

- Vuxen kvinna: 1.71 m<sup>2</sup>
- Vuxen man: 1.91 m<sup>2</sup>
- Medelvärde barn 2-4 år: 0.59 m<sup>2</sup>
- Medelvärde barn 5-6 år: 0.77 m<sup>2</sup>
- Medelvärde barn 7-12 år: 1.09 m<sup>2</sup>
- Medelvärde barn 13-18 år: 1.52 m<sup>2</sup>

**Detta ger:** Vuxen 1.8 m<sup>2</sup> och barn på 1.0 m<sup>2</sup> som kommer användas i denna studie. Observera att detta är ett medelvärde, vid persona utformade med angivna åldrar och kön bör snittytan specificeras utefter detta.

**Tabell 11.** Sammanställning av värmeproduktion från olika studier

	DE MEESTER ET AL.(2013)	CIBSE (2015)	ANSI/ASHRAE STANDARD 55 (2017)	SS-EN ISO 7730:2006 (2006)	NILSSON (2003)
Kyl & frys	0.85 kWh/dag				
Diskning	1.1 kWh/tvätt				
Tv-apparat	150 W				
Datorer	70 W				
Matlagning	912 W				
Ljuskällor	6 W/m <sup>2</sup>				
Dusch	1486 W/dusch				
Människa (vuxen)	80 W/pers	130 W (Lågaktiv) 142-209 W (aktiv)	40 W/m <sup>2</sup> (sovande 0.7 Met) 70-100 W/m <sup>2</sup> (lågaktiv, 1.2-1.7 Met) 100-115 W/m <sup>2</sup> (aktiv, 1.7-2 Met)	46 W/m <sup>2</sup> (sovande, 0.8 Met) 70-93 W/m <sup>2</sup> (lågaktiv, 1.2-1.6 Met) 116 W/m <sup>2</sup> (aktiv, 2.0 Met)	70-93 W/m <sup>2</sup> (lågaktiv 1.2-1.6 Met) 110-116W/m <sup>2</sup> (aktiv v 1.9-2.0 Met)

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

I tabell 12 finns det förklarat hur källorna i tabell 11 kommit fram till sina resultat och hur detta kan påverka de värden som är valda utifrån detta i denna studie.

**Tabell 12.** Förklaring hur källorna för värme kommit fram till sina resultat

Källa	Förklaring
<b>DE MEESTER ET AL. (2013)</b>	Meester, Marique, De Herde och Reiter (2013) har tagit fram sin data genom 5 olika källor och ser på villor i norra Europa (Belgien). Till skillnad mot de andra källorna innefattar detta värde på vad olika apparater och aktiviteter avger för värme. Värdet på vad en människa släpper ut är odefinierad för vilken typ aktivitet och kommer därför inte användas i denna studie.
<b>CIBSE (2015)</b>	Värden tagna ur tabell 6.1. och är justerat för att passa kvinnor och barn med 85% respektive 75% av männens värde. Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), är en ingenjörsgemenskap baserad i London med internationell utbredning. Jämförelse med de andra källorna är värdena mindre och ospecificerade efter vilken Met.
<b>ANSI/ASHRAE STANDARD 55 (2017)</b>	Värdena kommer från Table 5.2.1.2 och är framtagna för typiska aktiviteter baserad på MET, i ASHRAE har met ett värde på 58.2 W/m <sup>2</sup> och en vuxen har i snitt ytan 1.8m <sup>2</sup> . Organisationen är baserad i New York och är etablerad i hela världen.
<b>SS-EN ISO 7730:2006 (2006)</b>	Tabell B.1 ger värden på MET för olika typer av övergripande aktiviteter. <i>Ergonomi för den termiska miljön</i> (2006), är en europeisk standard som även gäller för den svenska standarden. Då det är identiska värden med Nilsson (2003) som bygger på Fanger (1972), kan det antas att de båda bygger på samma grundkälla även om det inte är angivet i tabellen.
<b>NILSSON (2003)</b>	Boken, <i>Achieving the desired indoor climate</i> , av Per Erik Nilsson (2003), har framtagit sina värden från Fanger (1972). Har samma värden som SS-EN ISO 7730:2006.

## 5.5. Vald indata för lastprofiler

Under detta kapitel sammanställs de värden från undersökningen i kapitel 5.4 *Framtagning av värden* som kommer användas i lastprofilerna, med resonemang kring sammanställningen. I tabell 13 finns värden för koldioxidproduktionen, i tabell 14 för värmeproduktionen och tabell 15 för fuktproduktion. Varje tabell har värden angivna för de berörda aktiviteterna, vilken källa de är tagna från och en kort förklaring varför de valdes.

**Tabell 13.** Valda värden på koldioxidproduktion med förklaring

	Valt värde (g/h)	Källa	Förklaring
<b>Sovande vuxen</b>	23	Persily och de Jonge (2017) och Yang et al. (2020)	Medelvärde av båda källorna.
<b>Sovande barn</b>	14	Persily och de Jonge (2017)	Angav värde för barn, vilket Yang et al. inte gjorde.
<b>Lågaktiv vuxen</b>	32	Persily och de Jonge (2017) och Yang et al. (2020)	Avrundat medelvärde av båda källorna.
<b>Lågaktivt barn</b>	20	Persily och de Jonge (2017)	Angav värde för barn, vilket Yang et al. inte gjorde.
<b>Aktiv vuxen</b>	53	Persily och de Jonge (2017) och Yang et al. (2020)	Avrundat medelvärde av båda källorna.
<b>Aktivt barn</b>	36	Persily och de Jonge (2017)	Medelvärde av aktiviteter på 2.0 met och 3.0 met. Källan användes då Yang et al. inte angav värden för barn.

Nilsson (2003) valdes inte då det var stor skillnad mellan åldrarna som var angivna för barn på lågaktiv kontra aktiv nivå. Koldioxidnivåerna kan skilja sig mycket med åldern. Därför hade det behövts värden för ett bredare spann åldrar, och samma spann åldrar för båda aktivitetsnivåerna så ett trovärdigt medelvärde kan räknas på. Värdena har även ett ursprung från 1992, det är över 30 år sedan. Persily och de Jonge (2017) samt Yang et al. (2020) har värden som är mer nutida, vilket får värdena att vara mer trovärdiga för att använda idag samt att Yang et al. (2020) tagit fram sina värden från experimentella försök.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Tabell 14.** Valda värden på fuktproduktion med förklaring

	Valt värde	Källa	Förklaring / beräkningsgång
<b>Dusch</b>	0.3 kg/dusch (5-7 min)	Pallin et al. (2011)	Antagande att barnfamiljer kan medföra ca 5-7 min/person
<b>Fri torkning</b>	2 kg/tvätt (0.5kg/h)	Pallin et al. (2022) och Johansson et al. (2010), ISSE (2023)	Medelvärdet ger oss 2 kg/tvätt. Det antas vara utspritt över 4h. (Vid noggrannare beräkning rekommenderas det att använda sig av exponentiellt avtagande värde)
<b>Golvstäd</b>	0.05 kg/m <sup>2</sup>	Johansson et al. (2010)	Medelvärdet i intervallet, kvadratmeter gör det mer anpassbart för lägenhetsstorleken.
<b>Handdisk</b>	0.1 kg/person/dag	Pallin et al. (2011) och Yik et al. (2004)	Pallins studie ser 0.1-0.6 på fyra personer, Yik et al. (2004) ger värden för en person.
<b>Diskmaskin</b>	0.4 kg / disk	Pallin et al. (2011) och ISSE (2023)	Gemensamt värde från båda källorna.
<b>Matlagning (Middag)</b>	2 kg/mål (5 personer) 2.3 kg/mål (6 personer) 2.6 kg/mål (7 personer)	Pallin et al. (2011), ISSE (2023), Johansson et al. (2004)	Medelvärdet mellan givna intervaller om vi antar 1.5h matlagning per mål ger ca 1.55kg (för 4 personer). För fler personer antas det öka ca 0.3 kg / extra person
<b>Matlagning (Frukost)</b>	0.7 kg/mål (5 personer) 0.8 kg/mål (6 personer) 0.9 kg/mål (7 personer)	Pallin et al. (2011), ISSE (2023), Johansson et al. (2004)	Medelvärdet mellan givna intervaller om vi antar 30 min matlagning ger ca 0.5kg/mål. Vid extra portion/person antas det öka med ca 0.1 kg
<b>Växter</b>	0.2 kg/dag/växt	Pallin et al. (2011), Annex 14 (1991), Yik et al. (2004), Johansson et al. (2010)	Snittvärde från källorna med antagande att en växt utger fukt i 24 h/dygn. En växt/7.5m <sup>2</sup> ger ca 9 växter för 70m <sup>2</sup>
<b>Människa (vuxen)</b>	<b>1.2 kg/dag</b> 0.04 kg/h (sovande) 0.1 kg/h (lågaktiv) 0.15 kg/h (aktiv)	Pallin et al. (2011), ISSE (2023), Annex 14 (1991), Yik et al. (2004) Johansson et al. (2010)	Medelvärdet mellan de olika källorna, om vi använder dessa och har generell mall på 8h sömn, 2-3h lågaktiv och aktiv 3-4h ger oss ca 1.2 kg/dygn vilket också ligger i mitten av intervallet från Pallin (2011) 0.5-2.0kg/dygn och styrker att detta är ett medelvärde från vanlig vuxen.
<b>Människa (barn) Snitt ca 60% av vuxen</b>	<b>0.7 kg/dag</b> 0.024 kg/h (sovande) 0.06kg/h (lågaktiv) 0.09 kg/h (aktiv)	--	Då barn är mindre, och rör sig mer så har de fått en egen rad. Om ett barn sover cirka 8-9h, är lågaktiv 1h och aktiv 4-5h ger det ca 0.7 kg/dygn. Detta ligger också i intervallet från Pallin (2011), 0.5-2.0kg/dygn, på den mindre sidan av det. Detta styrker just att barn avger mindre fukt än vuxna.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Tabell 15.** Valda värden på värmeproduktion med förklaring. Kommentar. Då en människas yta för värmeavgivning är i snitt  $1.8\text{m}^2$  för en vuxen och  $1.0\text{m}^2$  för barn.

	Valt värde	Källa	Förklaring / beräkningsgång
<b>Kyl &amp; frys</b>	35,4 Wh/h	DE MEESTER ET AL. (2013)	0.85kWh/dag och de går 24h om dygnet.
<b>Diskning</b>	275 Wh/h (15min)	DE MEESTER ET AL. (2013)	1.1 kWh x 0.25, det antas ta samma tid att diska för 5 som 7 personer
<b>Tv-apparat</b>	150 W	DE MEESTER ET AL. (2013)	-
<b>Datorer</b>	70 W	DE MEESTER ET AL. (2013)	-
<b>Matlagning</b>	912 W	DE MEESTER ET AL. (2013)	-
<b>Ljuskällor</b>	3 W/m <sup>2</sup>	DE MEESTER ET AL. (2013)	Eftersom många lampor idag är utbytta till led kommer värdet halveras i denna studien, då källan är tagen från 2013
<b>Dusch</b>	149W (5-7 min)	DE MEESTER ET AL. (2013)	1486 W * 0.1 min ger ett medelvärde på för en dusch mellan 5-7 minuter.
<b>Människa (vuxen) 1.8 m<sup>2</sup></b>	77 W (sovande, 0.75 Met) 140 W (lågaktiv, 1.4 Met) 190 W (aktiv, 2.0 Met)	CIBSE (2015), ANSI/ASHRAE STANDARD 55 (2017), SS-EN ISO 7730 (2006), NILSSON (2003)	Sovande: MV av ASHRAE och ISO Lågaktiv: MV av alla de fyra källorna Aktiv: MV av alla de fyra källorna  <i>(Att notera är att de har olika met på liknande aktiviteter som påverkar)</i>
<b>Människa (barn) 1.0 m<sup>2</sup></b>	43 W (sovande, 0.75 Met) 83 W (lågaktiv, 1.4 Met) 102 W (aktiv, 2.0 Met)	ANSI/ASHRAE STANDARD 55 (2017), SS-EN ISO 7730 (2006), NILSSON (2003)	Sovande: MV av ASHRAE, ISO Lågaktiv/aktiv: MV av ASHRAE, ISO och NILSSON då värdena går att påverka med kvadratmeter

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus

## 6. Lastprofiler

### 6.1. Sammanställning av nya lastprofiler

Resultatet nedan är framtaget i Excel där tidsschemat som kan ses i tabell 4, 5 och 6 för varje hushållsstorlek och värden på koldioxid, fukt och värme som kan ses i tabell 13, 14 och 15 ligger till grund för framtagningen. Varje persona har fyra egna tillhörande lastprofiler. Under detta kapitel syns dessa profiler i diagram där jämförelsen mellan de tre hushållsstorlekarna kan ses. Alla exakta värden som räknats fram och som ligger till grund för diagrammen i detta kapitel kan finnas i Bilaga A, B, C och E. De enskilda lastprofilernas diagram, utan jämförelse mellan varandra, finns i Bilaga D.

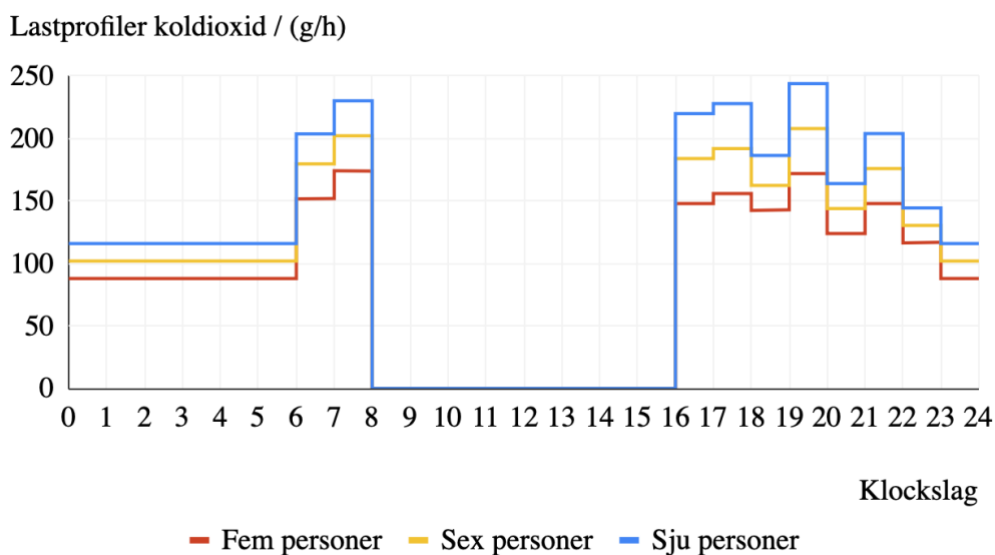
I denna studie antas det att av den producerade värmen är det 60% som sker via strålning, och 40% genom konvektion. Konvektionen fås fram genom 20% evaporation, 15% konvektion och 3% ledning adderat ihop (M. Biga, et al., 2013, kap 24.6). I WUFI Plus ligger uppdelning på 66% konvektion och 33% ledning i de färdiga diagrammen, något som antas komma från Fanger (1972) och inte kommer att följas i denna studie. Uppdelningen som använts i denna studie har skett genom beräkningsgången som kan ses i ekvation (1) och (2).

$$P_{strålning} = met \cdot A_{kroppsyta} \cdot 0,4 [W] \quad (1)$$

$$P_{konvektion} = met \cdot A_{kroppsyta} \cdot 0,6 [W] \quad (2)$$

### 6.1.1. Lastprofiler för koldioxid

I figur 15 visas de tre lastprofilerna för koldioxid från hushållen. Det som går att urskilja är att samtliga tre profiler följer samma mönster och har ingen större skillnad mellan sig. Det går också att se två distinkta toppar för när det produceras som mest koldioxid i hushållen. Den första sker 07.00-08.00 med ett värde på 174 gram per timme för fem personer, cirka 202 gram per timme för sex och cirka 230 gram per timme för sju personer. Den andra toppen sker vid klockan 19.00-20.00 på 172 gram per timme för fem personer, 208 gram per timme för sex och 244 gram per timme för sju personer. Under natten medan de sover ligger produktionen stabilt på 88/102/116 gram per timme för fem/sex/sju personer. Under dagen när de är på jobbet och skolan sker ingen produktion eftersom ingen är hemma, därav 0 gram per timme i produktion.

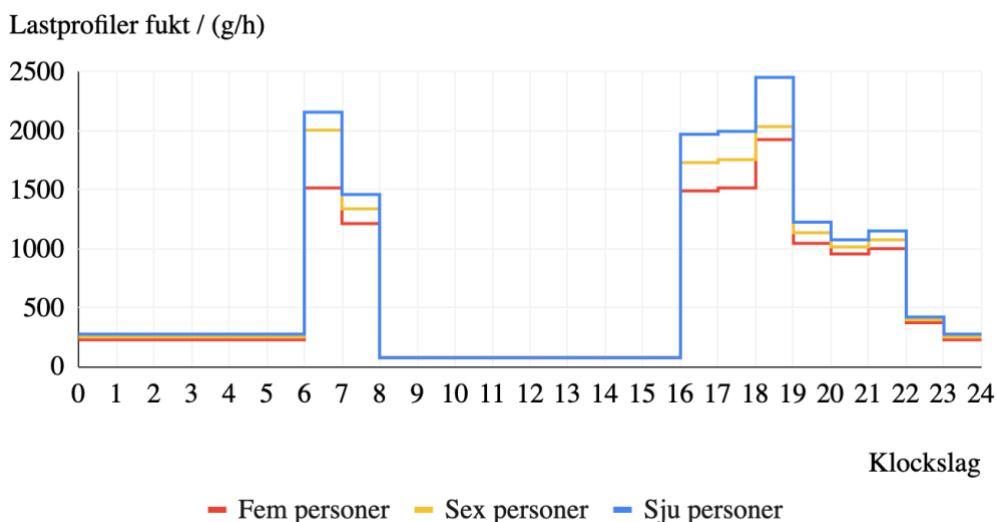


**Figur 15.** Lastprofiler för koldioxidproduktion under ett dygn för fem, sex och sju personer.



### 6.1.2. Lastprofiler för fukt

Fuktproduktionen för fem, sex och sju personer kan ses i figur 16. Den visar två toppar där första toppen sker klockan 06.00-07.00 på 1515 gram per timme för fem personer, 2005 gram per timme för sex och 2158 gram per timme för sju personer. Andra toppen sker klockan 18.00-19.00 på 1925 gram per timme för fem, 2035 gram per timme för sex och 2453 gram per timme för sju personer. Under dagen när alla i hushållet lämnat boendet så är det växterna som avger en liten fuktavgivning på 75 gram per timme. Under natten sker en stabil produktion av fukt på 227/251/275 gram per timme för fem/sex/sju personer.

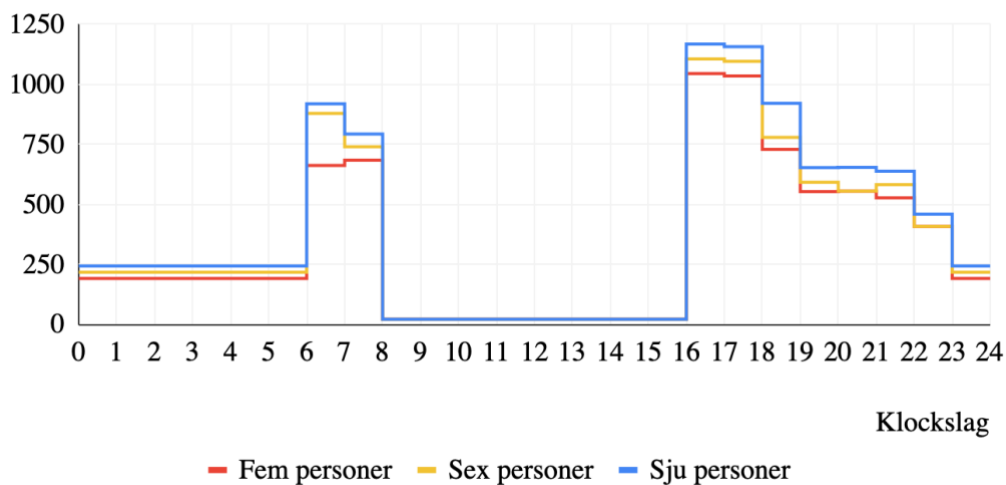


**Figur 16.** Lastprofiler för fuktproduktion under ett dygn för fem, sex och sju personer.

### 6.1.3. Lastprofiler för värme (strålning)

Figur 17 visar värmeavgivningen under ett dygn i form av strålning. Under dagen så är det störst belastning klockan 07.00-08.00 för fem personer och 06.00-07.00 för sex och sju personer på morgonen. På eftermiddagen är det störst för samtliga hushållsstorlekar mellan klockan 16.00-17.00. Den största avgivningen under morgonen är 684/879/919 W för fem/sex/sju personer, och på eftermiddagen är den som störst på 1045/1106/1168 W. Under tiden de är på arbete/skola så är det kyl och frys i boendet som ger en liten avgivning på 21 W.

Lastprofiler värme (strålning) / W



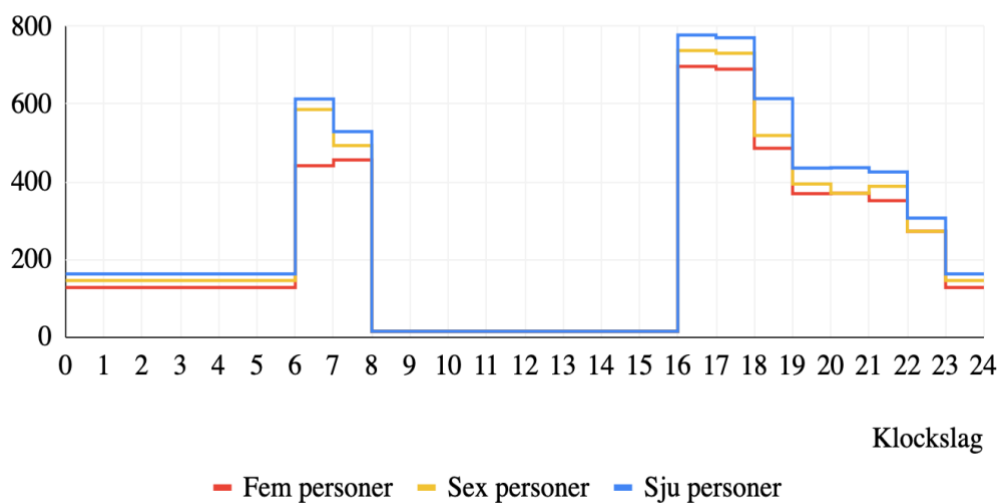
**Figur 17.** Lastprofiler för värmeproduktion (strålning) under ett dygn för fem, sex och sju personer.

#### 6.1.4. Lastprofiler för värme (konvektion)

I figur 18 kan värmeavgivningen i form av konvektion för fem, sex och sju personer under ett dygn urskiljas. Dessa tre lastprofiler följer samma mönster som de för värme i form av strålning, som kan ses i figur 17.

Den största avgivningen på morgonen ligger på 456/586/613 W för fem/sex/sju personer. På eftermiddagen är avgivningen på 697/738/778 W för fem/sex/sju personer. Under tiden de är på arbete/skola så är det kyl och frys i boendet som ger en liten avgivning på 14 W.

Lastprofiler värme (konvektion) / W

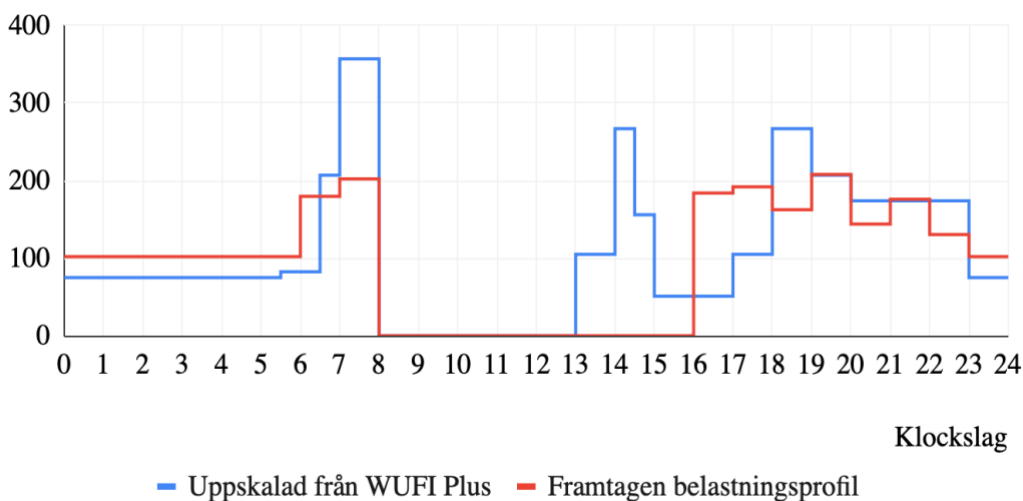


**Figur 18.** Lastprofiler för värmeproduktion (konvektion) under ett dygn för fem, sex och sju personer.

## 6.2. Uppskalning av befintliga lastprofiler

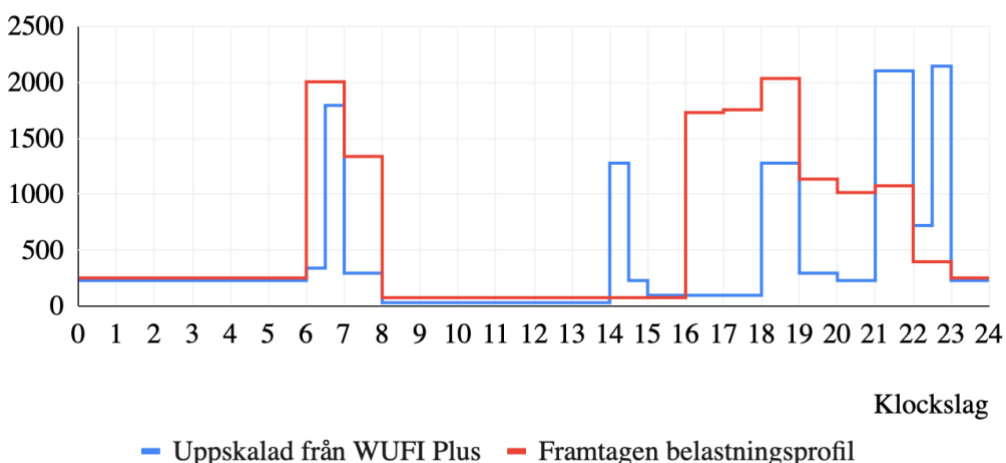
Följande lastprofiler (figur 19-22) innehåller redan framtagna profiler i WUFI Plus som grundats på ett hushåll på fyra personer, men har multiplicerats med 1.5 för att skala upp till ett hushåll med sex personer. Samt denna studiens lastprofiler för sex personer. För originalprofilerna för uppskalning se figur 2-5 under kapitel 2 *Metod*. I tabell 16 finns de parametrar som WUFI baserat profilerna för fyra personer på, och vad de nya multiplicerade parametrarna är. De värden som matats in i Excel för de uppskalade profilerna från WUFI Plus finns under Bilaga E.

WUFI Plus och framtagen lastprofil koldioxid för sex personer / (g/h)



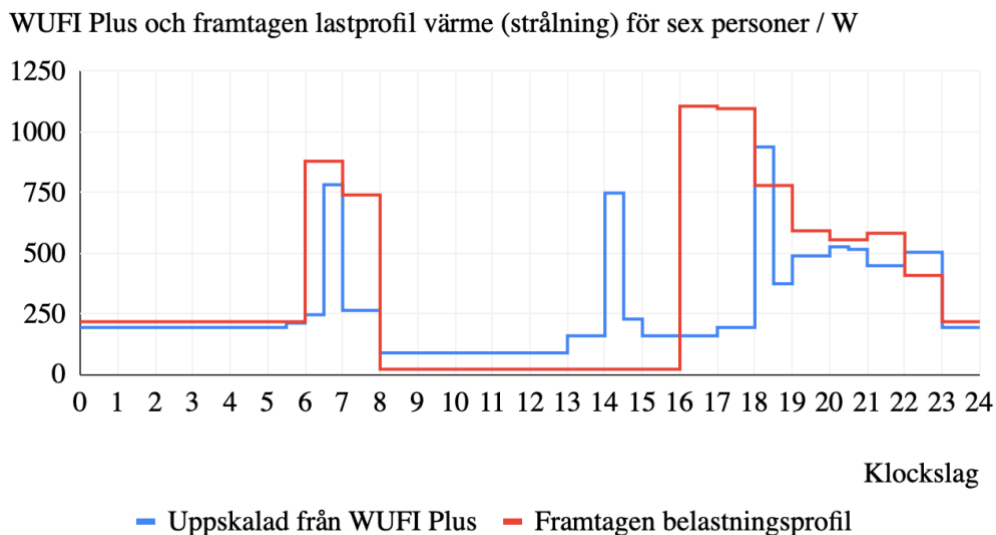
**Figur 19.** Uppskalad lastprofil från WUFI Plus och framtagen lastprofil för koldioxidproduktion under ett dygn av sex personer.

WUFI Plus och framtagen lastprofil fukt för sex personer / (g/h)

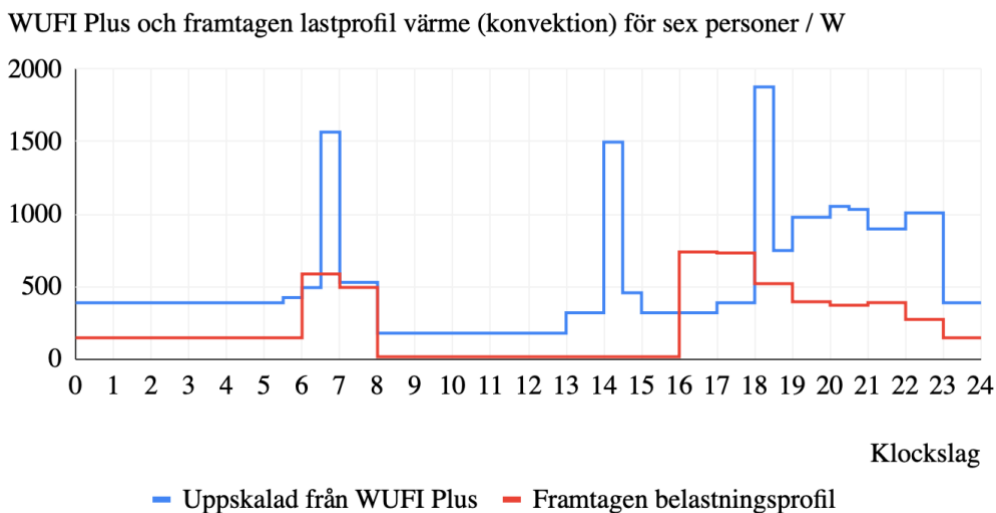


## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Figur 20.** Uppskalad lastprofil från WUFI Plus och framtagen lastprofil för fuktproduktion under ett dygn av sex personer.



**Figur 21.** Uppskalad lastprofil från WUFI Plus och framtagen lastprofil för värmeproduktion (strålning) under ett dygn av sex personer



**Figur 22.** Uppskalad lastprofil från WUFI Plus och framtagen lastprofil för värmeproduktion (konvektion) under ett dygn av sex personer.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

**Tabell 16.** Förhållanden för fyra personer från WUFI Plus (vänster kolumn) som multiplicerat med 1.5 för att passa sex personer (höger kolumn)

Boundary conditions Family (4 Person)	Boundary conditions 6 personer (uppskalad)
3 Person 17h/d	4.5 personer 17h/d
15 Plants	22, 5 växter
2 Bathroom	3 Badrum
2 Shower	3 Duschar
4 WM in 4d	6 Tvättmaskiner under 4 dagar
Dishwasher	Diskmaskin

## 7. Diskussion

I följande kapitel diskuteras resultatet och frågeställningarna som ställdes i början av rapporten för att sedan besvara dem.

### **Hur ser ett typiskt trångbott boende och hushåll ut?**

Eftersom klassificeringen av att vara trångbodd beror på de olika trångboddhetsnormerna, kan det vara svårt att följa statistiken på vilka boenden som är trångbodda. Trots att en lägenhet är dimensionerad och klarar av en person med hänsyn till ventilation, fukt och värme, kan den ändå klassas som trångbodd enligt norm 2. Ett exempel på detta är studentlägenheter och många ettor. Detta är något som man bör ta hänsyn till när man ser på statistiken. Se figur 8, som tydligt visar hur stor del ensamboende som klassas trångbodda trots att boendet i sig inte löper någon risk för negativa konsekvenser av trångboddhet om det bor lika många som boendet är dimensionerat för. Varav ensamboende inte tas i beaktning i denna studie.

Något som däremot är tydligt är den tydliga korrelationen mellan låg inkomst och trångboddhet - var tredje hushåll med låg ekonomisk standard lever trångbott. Låg inkomst är också kopplat till utbildning. Där finns ett samband mellan utbildning och inkomst. Men i mätvärdena får man ta i beaktning att även barn räknas till den grupp som lever i låg ekonomi, en grupp som påverkar värdet för att de ännu inte har möjligheten att utbilda sig. Enligt statistik, har utrikesfödda en procentuellt högre risk för att leva med låg ekonomisk standard och därmed löper risk för att bo trångbott. Det är också majoriteten utrikesfödda som bor i miljonprojekten som är ett av de ställen där trångboddhet löper störst risk i hand med en låg ekonomisk standard och låg utbildning (SCB 2017). Något som tyder på att de trångbodda hushållen inte bara lever trångt utan ofta i boenden med låg standard som är i behov av renovering, det går därför anta att detta leder till att konsekvenserna blir ännu värre när inomhusklimatet frångår rekommendationerna. En annan konsekvens av trångboddhet är slitaget, som kan påverka en byggnad negativt vid felaktig eller för hög användning. Om slitage gör att utsatta områden inte klarar av att skydda mot fukt, exempelvis slitna fogar eller tätningar, kan skador som annars inte borde uppstå, förekomma.

I enlighet med statistiken framtagen i litteraturstudien tillsammans med enkätstudien på LTH har detta examensarbete använt sig av en trea på 70m<sup>2</sup>, bebodd av ett sammanboende par med tre till fem barn. Trångboddhet finns i flera olika familjekonstellationer och med det sagt finns det andra typer som inte passar personan. I figur 9, finns en stor grupp som består av övriga hushåll, till detta räknas släktboende, kompisboenden, inneboende och liknande hushåll. Något som är svårt att räkna på men bör noteras att de finns, och kan också kan leda till problematik i inomhusklimatet.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

I enkätsvaren finns det även lägenheter med fler än två vuxna och ibland bara en, samt att barnen varierar mycket i åldrarna. Detta gör att det i verkligheten kommer att skilja sig, en 17-åring kommer släppa ut mer koldioxid, fukt och värme än vad ett spädbarn gör. Medelvärden har därför tagits för att det alltid skiljer sig i hushållet och för att få en mer generell lastprofil. Det typiska trångbodda boendet är alltså ofta en låginkomsttagare familj med flera barn, men kommer alltid med undantag och variationer.

I de framtagna tidsscheman, tabell 4, 5 och 6, för de tre olika personerna märks svårigheterna med att strukturera upp en typisk dag desto fler människor som bor i hushållet. I verkligheten är förmodligen inte alla hemma konstant och aktiviteter blir mer flytande. Dusch-schemat och matlagning förändras också, en dag kanske fler ska hinna duscha på morgonen under ett kort intervall. I tidsscheman har det även antagits att en vuxen till stor del alltid varit drivande i hushållet för att räkna på det värsta fallet då de avger mer. I en annan verklighet kan det istället vara fler barn som hjälper till där hemma med sysslorna. Åldern på barnen kommer också påverka hur mycket de kan hjälpa till eller om de istället behöver hjälp själva om de är små. Det går inte heller att strukturera upp en dag till fullo, därmed de odefinierade aktiviteterna. Med detta har detta examensarbete satt upp en så generell dag som möjligt och fokuserat på de stora aktiviteterna som dusch, sömn och mat. Det som kan noteras är att så fort en omständighet förändras blir följderna att tidsschemat också påverkas av den.

### **Hur mycket koldioxid, fukt och värme produceras i ett boende med hög boendetäthet?**

För att hitta realistiska värden för vad en människa samt vad andra källor i hushållet genererar för koldioxid, fukt och värme, krävdes en omfattande litteraturstudie. Ur denna och tillsammans med de tidsscheman som tagits fram som kan ses i tabellerna 4, 5 och 6 för de olika hushållen, kunde totalt utsläpp under en dag räknas fram och framställas i form av lastprofiler.

Det totala utsläppet av **koldioxid** under en vardag är cirka 1950 gram för fem personer, 2293 gram för sex personer och 2638 gram för sju. Det som går att urskilja från resultatet är att för koldioxid är de två tider, 07.00-08.00 och 19.00-20.00, som det sker mest utsläpp. Att dessa tider har högst produktion beror sannolikt på att under morgonen är alla i hushållet uppe och rör på sig samtidigt för att komma iväg. Medan på kvällen vid just den tiden har barnen lektid i alla tre tidsscheman, vilket menas också att alla barnen utför en aktiv aktivitet under en hel timme och släpper ut mycket koldioxid. Det som är anmärkningsvärt är att produktionen är större på morgonen än på kvällen för fem personer men inte för sex och sju. Vilket beror på att i denna studie har det antagits just att samtliga barn leker klockan 19.00 till 20.00. Det betyder att när hushållet är sju eller sex personer är det fem eller fyra barn som utför en aktiv aktivitet samtidigt under en hel timme. Vilket ger en större produktion av koldioxid än vad samtliga sju/sex i hushållet



## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

producerar ihop under 30 minuter av aktiv aktivitet, vilket de utför på morgonen. Därför skiljer sig lastprofilerna för sju och sex personer från fem personer.

När det kommer till **fukt** är den totala produktionen på 13219 gram för fem personer, 14841 gram för sex personer och 16431 gram för sju. Även för fuktproduktionen finns det två distinkta toppar för samtliga lastprofiler. Den första sker mellan kl. 06.00-07.00 och den andra mellan kl. 18.00-19.00. Att det är störst under dessa timmar är för att på morgonen sker tillagning av frukost. På eftermiddagen så är det många fuktkällor som är igång under denna timme. Diskmaskinen är igång, handdiskning sker, tvätten hängs upp och alla dessa aktiviteter sker på en aktiv nivå vilket i sig gör att människan avger mer fukt än en lägre aktivitetsnivå hade gjort. Jämför man lastprofilerna, se figur 16, syns det att topparna är väldigt lika för hushållet med sex personer, till skillnad från fem och sju personer där toppen mellan 18.00-19:00 är högre än 06.00-07:00. Detta beror på att det är två som duschar på morgonen men fortfarande bara en på kvällen för hushållet med sex personer, vilket leder till jämnare toppar. Därefter, allt eftersom kvällen närmar sig så avtar fuktproduktionen i samtliga diagram.

Hushållens avgivning av **värme** är uppdelad i två kategorier, avgivning via strålning och konvektion. Lastprofilerna som är framtagna är näst intill identiska för sex och sju personer. Det som skiljer dem åt från diagrammet för fem personer är att mellan klockan 07.00-08.00 så finns en topp i värmeavgivning för fem personer men för sex och sju så är den toppen mellan 06.00-07.00. Detta kan bero på att det bara är en person som duschar på morgonen i hushållet med fem personer. Vilket gör att diskning med en värmeavgivning på 275W och den aktiva aktivitetsnivån på samtliga medlemmar i 30 minuter mellan 07.00-08.00, blir större än avgivningen för duschen (149W) som sker för en person klockan 06.00-07.00. Men för sex och sju personer som båda har två personer som duschar mellan 06.00-07.00 så blir värmeavgivningen större än för diskningen och den aktiva aktivitetsnivån. Vilket resulterar i att toppen ändras. Den totala värmeeffekten under ett dygn för fem personer uppgår till 7703W genom strålning och 5133W genom konvektion. För sex personer är det 8424W genom strålning och 5618W genom konvektion, och till sist för sju personer är det 9231W genom strålning och 6153W genom konvektion. Detta kan bli missvisande siffror när det är en total summering av all effekt under hela dygnet i WUFI Plus. Denna totala siffra representerar vad samtliga aktiviteter och källor skulle avge för effekt om de var igång samtidigt. Men eftersom inte alla aktiviteter och källor i verkligheten är igång samtidigt, utan har olika effektavgivning vid olika tidpunkter, så är den totala siffran bara intressant att titta på när man jämför olika lastprofiler sinsemellan.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Det är alltså inte ett mått på hur mycket värme som avges under dagen, utan det är siffror om hur mycket effekt de skulle generera totalt. Då lastprofilerna även är uppdelade i timmar blir varje timmes siffra ett medelvärde av effekten under den angivna timmen när aktiviteter egentligen bara pågår under en viss del av timmen.

En möjlig felkälla gällande framtagning av värden är hur met har använts. Olika definitioner har framtagits under kapitel 5.3 *Tidsschema*, där met intervall för de olika aktivitetsnivåerna i studien har bestämts. Olika källor har använt olika met för samma typer av aktiviteter. Exempelvis så kan sömn ha två olika met-värden, beroende av källan. Detta gjorde att vissa lågaktiva aktiviteter hade en met på samma nivå som en aktiv från en annan källa. Det i sin tur gjorde det svårt att bestämma ett exakt värde för hur mycket koldioxid, fukt och värme en människa avger vid olika aktiviteter. På grund av detta så blev intervallen för aktivitetsnivåerna stora och kan ge en viss osäkerhet på vad exakt en människa gör sig av med under en specifik aktivitet. Med det sagt, så kommer met ändå alltid skilja sig en viss nivå från individ till individ oavsett samma ålder och kön, vilket gör att intervaller ändå blir en lämplig väg för att få mer generella och applicerbara värden.

Det som kan vara intressant att diskutera vidare är hur dessa lastprofiler som är framtagna kommer att se ut om antalet barn skulle öka. Det är troligt att morgontimmarna skulle bli väldigt belastade av koldioxid-, fukt- och värmeproduktionen då alla är uppe och utför samma aktiviteter under en begränsad tid. Utöver detta är det också möjligt att det är mindre timmar som hushållet är helt tomt under dagen. Ju fler barn kommer förmodligen åldern mellan dem variera mer, och ju större åldersskillnad desto mer variation i rutiner under dagen har barnen. De kan börja skolan eller komma hem från skolan under olika tider på dagen, och att äldre barn kanske inte är hemma lika mycket av dygnets timmar.

### **Hur skiljer sig en anpassad lastprofil gentemot att skala upp en befintlig?**

Eftersom det inte finns lastprofiler med persona för över fyra personer så har dessa tidigare multiplicerats vid simuleringar. Då fler människor i hushållet inte behöver betyda att allting uppskalas kan det leda till för höga eller för låga värden. Med hjälp av att jämföra lastprofilerna i figur 19-22, som innehåller färdiga lastprofiler i WUFI Plus för fyra personer uppskalat till sex och denna studiens lastprofiler för sex personer, går det att se en tydlig skillnad.

Eftersom denna studie har tagit fram egna värden och tidsschema skiljer det sig oavsett om man har uppskalad lastprofil eller ej. Men det ger en övergripande bild på hur värdena toppar mer. I WUFI finns inget tydligt tidsschema utskrivet och de värden som finns refereras ofta tillbaka till tyska källor, man är också borta från hemmet under en kortare tid.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Källor såsom ISO standarderna används både i WUFI och i denna studie medan WUFI har tagit från enskilda källor. Samtidigt har denna studie ett generellt värde framtaget genom medelvärdet ur flertal källor för att minimera fel som beror på källan.

Generellt har lastprofilerna i WUFI mer utstickande toppar medan studiens framtagna lastprofiler är mer jämna och avger konstant. Då mycket medelvärden och detaljerat tidsschema med flera antaganden har använts i studiens lastprofiler kan det förklaras varför de är mer jämnare. En problematik med att skala upp en lastprofil är att en aktivitet inte alltid sker samtidigt. Om en person exempelvis duschar vid en tidpunkt blir det vid en uppskalning att två personer duschar vid samma tidpunkt, i ett hushåll med många personer är det inte realistiskt att alla duschar under samma tid utan sker med sannolikhet mer utspritt. Många aktiviteter behöver inte heller skalas upp bara för att extra personer bor i hemmet. I kapitel 5.2.5 i denna studie där matlagningsaktiviteter undersöktes, har det antagits att dubbling av ätande personer inte leder till dubbling av tillagningstid eller fuktproduktion, detta stöds av Johansson et al. (2010).

I **koldioxidprofilen**, figur 19, utmärker det sig att studiens lastprofil ger mindre värden. Orsaken till detta kan vara att uppskalning orsakar värden som egentligen är för höga. Då det inte behöver betyda att fler personer gör en aktivitet bara för att det bor fler i bostaden. Men det kan också förklaras med att WUFI har högre grundvärden på de olika aktiviteterna i g/h. WUFI har fått sina koldioxidkällor från en tysk källa som inte finns tillgång till och går därför inte att undersöka närmre. Men källorna som har använts i denna studie kommer däremot från vetenskapliga källor som bland annat tagits fram med mätningar i laboratorium. Yang et al. (2020) beskriver i sin artikel hur deras uppmätta värden för kvinnor har en signifikant skillnad från vad ASHRAE ventilation Standard 62.1 från 2016 visar. De skriver i sin slutsats att deras uppmätta värden för män är lik den som ASHRAE presenterar, men kvinnornas koldioxidproduktion ligger under ASHRAEs. Speciellt vid aktiviteter med högre met blir denna skillnad ännu större. Det är oklart vilka värden WUFI använt sig utav. Men då det i studien, utförd av Yang et al. (2016), framkommer att värden från en välkänd källa (som ASHRAE är) kan ha höga värden mot vad som faktiskt produceras i verkligheten. Är det inte en omöjlighet att de som WUFI använt sig utav kan ligga aningen högt. Det kan då förklara skillnaden mellan lastprofilen för koldioxid framtagen i denna rapport kontra den befintliga i WUFI. Men eftersom kurvan är mer utdragen och jämn kontra den WUFI tagit fram som har höga toppar och relativt låga värden mellan topparna, gör att vid jämförelse av det totala utsläppet så har istället de två lastprofilerna väldigt snarlika värden på 2380 g respektive 2293 g.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Ser man närmare på **fuktprofilerna**, figur 20, ser man en total ökning av fuktproduktion på ca 40% i det framtagna. Något som kan anses vara en extrem ökning men kan förklaras med att tvätt på totalt 2000 g fukt hängs upp i lägenheten samt att matlagningen tar 2h med stöd av att det inte alltid är en kort middag som lagas i många kulturer. Det antas också att diskmaskinen går två gånger per dygn och inte räcker till så att en handdisk måste även utföras. Detta är aktiviteter som ger en mycket hög fuktproduktion och ligger på toppen av vad som släpper ut mest fukt i ett boende, se tabell 1 (Johansson et al., 2010). I WUFI finns en tvättmaskin inräknat i lastprofilen, se tabell 16. En utrustning som är sannolik att finnas, men skiljer sig från denna studie som fokuserar på trångbodda hushåll där det är något som oftast saknas och att torkning av tvätt ibland behövs inomhus. Personen skiljer sig således från början och gör att uppskalningen förstör dessa skillnader ytterligare, där fukt är den lastprofil som påverkats mest totalt med sina stora skilljaktigheter kring aktiviteterna. Topparna är även kl 07.00, 14.00 och 21.00 medan studiens lastprofil toppar vid kl 07.00, 16.00 och 19.00. Med det kan man anta att aktiviteter som släpper ut mest fukt, till exempel matlagning och dusch, inte sker vid samma utsatta tider i de olika lastprofilerna. Kl 16.00-19.00 är också ungefär samma tid som WUFIs lastprofil har ett lågt och plant värde. Något som kan diskuteras om det är realistiskt. Både dusch, diskmaskin och matlagning sker med störst sannolikhet denna tid (Johansson et al., 2010). Men det ska tas i beaktning att alla hushåll och aktiviteter skiljer sig åt. I ett boende som inte är trångbott och har liknande förutsättningar med WUFIs persona så kan det vara mer relevant att gå efter.

I **värmelastprofilerna**, figur 21, är den totala värmeeffekten för ett dygn på 19000 W respektive 14000 W, notera att detta är en summering av all effekt under hela dygnet, det är alltså bara ett jämförelsevärde. Att det skiljer sig mellan lastprofilerna beror sannolikt på val av aktivitetsnivåer. Formen på lastprofilen skiljer sig även med sina toppar, men också uppdelningen av strålning och konvektion. För personen som i dagens läge finns som standard i WUFI Plus avges 33% genom strålning och resterande 66% genom konvektion. Dessa andelar har inte tillämpats i denna studie utan istället 60% respektive 40%. Detta kommer leda till att om lastprofilerna skulle sättas in i en framtida simulering så kommer den operativa temperaturen skilja sig mellan de två. Men uppdelningen är också något som beror på klimatet runt om, vilka kläder man har på sig, individen och liknande. Eftersom denna studie är utformad för att ta fram generella lastprofiler är detta att förbise men bör noteras. Varken denna studie eller WUFI Plus har ingående utrett den typ av värme som avges från människor respektive apparater. En TV kommer i praktiken inte ha samma uppdelning av värme som en människa har. Som argument för att inte gå in så detaljerat hänvisas det till tabell 15, där apparater och ljuskällor i snitt inte kommer i närheten av den mängd värmeavgivning som en människa avger. Mängden värme som en tv-apparat eller en lampa avger är också något som varierar beroende på modell. Vid utformning av en mer anpassad och noggrann lastprofil är detta värt att ta i beaktning.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Det går anta att värdena i WUFI är högre för både koldioxid och värme eftersom denna studien har begränsat aktivitetsnivåerna. Då personen har anpassat sig efter trångboddhet och med det antagits att det inte finns utrymme för att vara högaktiv så leder det också till att koldioxid, fukt och värmeavgivning inte heller har möjlighet att bli lika hög. Något som stärker hur mycket en lastprofil påverkas av en anpassad persona som påverkar förutsättningarna.

Det går med detta konstatera att uppskalning av lastprofiler troligtvis inte är den optimala lösningen vid ett realistiskt fall. Det blir sannolikt för höga toppar och ett tidsschema som i verkligheten inte är funktionellt. Brister i lastprofiler framhävs även och kan medverka till att ett litet fel blir drastiskt större. Om det därför finns en persona som ska undersökas stärker denna studie att det är mer lämpligt att använda sig av en specialiserad lastprofil som är utformad efter ett anpassat tidsschema och egen insättning av värden och aktiviteter.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus

## 8. Slutsats

Denna studie har kommit fram till att ett typiskt trångbott boende i Sverige bor i en trea på 70m<sup>2</sup> och hushållet är ett sammanboende par med 3-5 barn, dock med hänsyn till att detta inte är regeln, utan hushållens utformning kan i praktiken variera. Hushållet är vanligtvis iväg mellan klockan 08.00-16.00, lagar två mål per dag, har diskmaskin och duschar minst två gånger totalt under dagen. Koldioxid-/fukt-/ och värmeproduktionen är på 1950 g/13219 g/12836 W (summerad effekt) för fem personer, 2293 g/14841 g/14042 W (summerad effekt) för sex personer och 2638 g/16431 g/15384 W (summerad effekt) för sju. De totala siffrorna i sig är inte vikten i denna studien utan det är variationerna under dygnets timmar, se bilaga A, B och C, som kan appliceras till framtida simuleringar. Studien framhåller även att uppskalad lastprofil inte anses vara optimalt att använda efter jämförelse mellan uppskalade profiler och anpassade. Syftet för arbetet var att ta fram dessa generella och realistiska personorna samt lastprofiler för hushåll över fyra personer, och har därmed lett till en förståelse hur mycket olika parametrar kan påverka slutresultatet. Därav markerar denna studie med stor vikt på hur betydelsefullt det är att använda sig av en anpassad profil som följer den undersökta personan.

För framtida studier är nästa steg att sätta in en multiplicerad profil och en anpassad i en simulering och se hur de olika tillvägagångssätten kommer skilja sig och vilka konsekvenser som kan komma utav det. Hur kommer boendet påverkas av den multiplicerade profilen där topparna blir ännu högre med en kort och hög produktion, gentemot en anpassad profil som kommer ha mer utbredd och konstant produktion. Eftersom denna studie inte har undersökt, på grund av mån av tid, en typisk helgdag eller vad olika sorters rum har för produktion, är detta även något som framtida studier kan utreda.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus



## 9. Referenser

- Abdul Hamid, A., Johansson, D., Wahlström, Å., & Fransson, V. (2020). The impact of a DCV-system on the IAQ, energy use, and moisture safety in apartments - a case study. *International Journal of Ventilation*, 21(1), 35-52. <https://doi.org/10.1080/14733315.2020.1818375>
- 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. *Sustainability*, 13(10), 5446. <https://doi.org/10.3390/SU13105446>
- Ahmed, K., Kurnitski, J., & Olesen, B. (2017). Data for occupancy internal heat gain calculation in main building categories. *Data in brief*, 15, 1030-1034. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2017.10.036>
- Amirirad, A., Kumar, R., & Fung, A. S. (2018). Performance characterization of an indoor air source heat pump water heater for residential applications in Canada. *International Journal of Energy Research*, 42(3), 1316–1327. <https://doi.org/10.1002/ER.3932>
- Annex 14. (1991). *Condensation and energy sourcebook*. Internal Energy Agency. Volym 1. [http://www.iea-ebc.org/Data/publications/EBC\\_Annex\\_14\\_source\\_book.pdf](http://www.iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_14_source_book.pdf)
- ANSI/ASHRAE. (2017). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta: ASHRAE. <https://hogiaphat.vn/upload/docs/ASHRAE55-version2017.pdf>
- Arfvidsson, J., Harderup, L.-E., & Samuelson, I. (2017). *Fukthandboken* (4th ed.). Stockholm: Svensk Byggtjänst.
- Biga, L. M., Dawson, S., Harwell, A., Hopkins, R., Kaufmann, J., LeMaster, M., Matern, P., Morrison-Graham, K., Quick, D., & Runyeon, J. (2019). *24.6 Energy and Heat Balance*. Oregon State University. <https://open.oregonstate.edu/aandp/chapter/24-6-energy-and-heat-balance/>
- Boverket. (2004). *Trångboddhet - skillnaderna kvarstår*. <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2004/trangboddhet-skillnaderna-kvarstar.pdf>
- Boverket. (2006). *Var finns rum för våra barn?* Karlskrona: Boverket. <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2006/var-finns-rum-for-vara-barn.pdf>

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

- Boverket. (2016). *Trångboddheten i storstadsregionerna* (Boverket, 2016:28). Karlskrona: Boverket.  
<https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2016/trangboddheten-i-storstadsregionerna.pdf>
- Boverket. (2019). *Luft och ventilation i bostäder*. Hämtad 17-03-2023. Från Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/byggande/halsa-och-inomhusmiljo/ventilation/luft-och-ventilation-i-bostader/>
- Boverket. (2020a). *Bostadsutformning – lämplig för sitt ändamål - Boverket*. Hämtad 2023-03-14. <https://www.boverket.se/sv/byggande/tillganglighet--bostadsutformning/bostadsutformning/>
- Boverket. (2020b). *Under miljonprogrammet byggdes en miljon bostäder*. Hämtad 21-03-2023. Från Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/stadsutveckling/miljonprogrammet/>
- Boverket. (2022). *Läget på bostadsmarknaden i riket*. Hämtad 15-03-2023. Från Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/samhallsplanering/bostadsmarknad/bostadsmarknaden/bostadsmarknadsenkaten/region-kommun/riket/>
- Boverket. (2023). *Värmebölja*. Hämtad 17-03-2023. Från Boverket.  
<https://www.boverket.se/sv/boende/halsa--inomhusmiljo-i-ditt-boende/varmebolja/>
- CIBSE. (2015). *Guide A: Environmental*. Hämtad 12-04-2023.  
<https://www.cibse.org/media/ljmpptci/guide-a-presentation.pdf>
- De Meester, T., Marique, A. F., De Herde, A., & Reiter, S. (2013). Impacts of occupant behaviours on residential heating consumption for detached houses in a temperate climate in the northern part of Europe. *Energy and Buildings*, 57, 313–323. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.11.005>
- Erson, E., & Gorusanovic, M. (2019). *Trångboddhet i samhället-Är det ett problem och hur förhåller sig hushåll till den gällande normen?* (Examensarbete, Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för teknik och samhälle)  
<https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8985558&fileId=8985566>
- Fanger, P. O. (1972). *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Folkhälsomyndigheten. (2022a). *Tillsynsvägledning om fukt och mikroorganismer*. Hämtad 08-03-2023. Från Folkhälsomyndigheten.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/fukt-och-mikroorganismer/>

Folkhälsomyndigheten. (2022b). *Låg ekonomisk standard vuxna*. Hämtad 27-02-2023. Från Folkhälsomyndigheten.

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/folkhalsorapportering-statistik/tolkad-rapportering/folkhalsans-utveckling/resultat/inkomster-och-forsorjningsmojligheter/lag-ekonomisk-standard-vuxna/>

Folkhälsomyndigheten. (2023). *Vägledning om ventilation* — Folkhälsomyndigheten. Hämtad 17-03-2023. Från Folkhälsomyndigheten.

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/livsvillkor-levnadsvanor/miljohalsa-och-halsoskydd/tillsynsvagledning-halsoskydd/ventilation/>

HSB. (2016). *Trångboddhet i Sverige-beskrivning av nuläget och diskussion om effekter*. Stockholm: HSB. <https://blogg.hsb.se/documents/traangboddhet-i-sverige-beskrivning-av-nulaaget-och-diskussion-om-effekter-64435>

ISSE. (2023). *Specific average moisture generation rates*. Hämtad 15-03-2023. Från ISSE. <https://www.isse.org.uk/useful-information/articles/specific-average-moisture-generation-rates/>

Johansson, B. (2012). *Miljonprogrammet - utveckla eller avveckla?* Stockholm: Forskningsrådet Formas.

[https://formas.se/download/18.462d60ec167c69393b913bd9/1549956099902/miljonprogrammet\\_utveckla\\_eller\\_avveckla.pdf](https://formas.se/download/18.462d60ec167c69393b913bd9/1549956099902/miljonprogrammet_utveckla_eller_avveckla.pdf)

Johansson, D., Abdul Hamid, A., Bagge, H., Mjörnell, K., & von Platten, J. (2021). *Boendetätthetens påverkan på byggnadens funktion*. Stockholm.

[https://www.e2b2.se/media/t4ujpmfm/slutrapport\\_boendetathetens\\_paverkan\\_pa\\_byggnadens\\_funktion.pdf](https://www.e2b2.se/media/t4ujpmfm/slutrapport_boendetathetens_paverkan_pa_byggnadens_funktion.pdf)

Johansson, P., Pallin, S., & Shahriari, M. (2010). *Risk Assessment Model Applied on Building Physics: Statistical Data Acquisition and Stochastic Modeling of Indoor Moisture Supply in Swedish Multi-family Dwellings*.

[https://research.chalmers.se/publication/145861/file/145861\\_Fulltext.pdf](https://research.chalmers.se/publication/145861/file/145861_Fulltext.pdf)

Johansson, P., Samuelson, I., Ekstrand-Tobin, A., Mjörnell, K., Ingvar Sandberg, P., & Sikander, E. (2005). *Kritiskt fuktillstånd för mikrobiell tillväxt på byggmaterial-kunskaps-sammanfattning* (SP Rapport nr 2005:11). Borås: SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut.

<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:962303/FULLTEXT01.pdf>

Larsson, M. (2021). *Arbetstider år 2021: Hel- och deltidsanställda, vanligen arbetad tid samt arbetstidens förläggning efter klass och kön år 1990-2020*.

Landsorganisationen i Sverige.

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

[https://www.lo.se/home/lo/res.nsf/vRes/lo\\_fakta\\_1366027478784\\_arbetstider\\_2021\\_pdf/\\$File/Arbetstider\\_2021.pdf](https://www.lo.se/home/lo/res.nsf/vRes/lo_fakta_1366027478784_arbetstider_2021_pdf/$File/Arbetstider_2021.pdf)

Malekpour Koupaei, D., Cetin, K. S., & Passe, U. (2022). Stochastic residential occupancy schedules based on the American Time-Use Survey. *Science and Technology for the Built Environment*, 28(6), 776–790.

<https://doi.org/10.1080/23744731.2022.2087536>

Nilsson, P.-E. (2003). *Achieving the desired indoor climate: Energy efficiency aspects of system design*. Lund: Studentlitteratur.

Novus. (2017). *Hundar och katter allt vanligare i svenska hem*. Hämtad 31-03-2023 från Novus. <https://novus.se/nyheter/2017/11/hundar-och-katter-allt-vanligare-svenska-hem/>

Pallin, S., Johansson, P., & Hagentoft, C.-E. (2011). *Stochastic modeling of moisture supply in dwellings based on moisture production and moisture buffering capacity* [https://www.aivc.org/sites/default/files/P\\_1221.pdf](https://www.aivc.org/sites/default/files/P_1221.pdf)

Papakostas, K. T., Papageorgiou, N. E., & Sotiropoulos, B. A. (1995). Residential hot water use patterns in Greece. *Solar Energy*, 54(6), 369–374.

[https://doi.org/10.1016/0038-092X\(95\)00014-I](https://doi.org/10.1016/0038-092X(95)00014-I)

Persily, A., & de Jonge, L. (2017). Carbon dioxide generation rates for building occupants. *Indoor Air*, 27(5), 868–879. <https://doi.org/10.1111/ina.12383>

Sandberg, M., & Grandér, M. (2021). *Trångboddhet i Malmö: En studie av trångboddhetens ojämlika utbredning och konsekvenser* (SBV Working Paper Series 21:3). Malmö: Malmö Universitet.

<https://doi.org/10.24834/isbn.9789178771288>

SCB. (2012). *Nu för tiden. En undersökning om svenska folkets tidsanvändning år 2010/11*. Hämtad 28-03-2023 från SCB.

[https://www.scb.se/contentassets/f9ec479b50e64487a8a3bcc1366b2ed6/le0103\\_2010a01\\_br\\_le123br1201.pdf](https://www.scb.se/contentassets/f9ec479b50e64487a8a3bcc1366b2ed6/le0103_2010a01_br_le123br1201.pdf)

SCB. (2013). *Hyrer i bostadslägenheter 2012* (BO-Bostäder och byggande, nr 39). SCB.

[https://share.scb.se/OV9997/data/BO0406\\_2012A01\\_SM\\_BO39SM1301.pdf](https://share.scb.se/OV9997/data/BO0406_2012A01_SM_BO39SM1301.pdf)

SCB. (2017). *Vanligare med låg ekonomisk standard bland utrikes födda*. Hämtad 30-03-2023 från SCB. <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2017/Vanligare-med-lag-ekonomisk-standard-bland-utrikes-fodda/>

## Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

- SCB. (2021a). *Sverige har flest trångbodda i Norden*. Hämtad 15-03-2023 från SCB. <https://www.scb.se/hitta-statistik/artiklar/2021/sverige-har-flest-trangbodda-i-norden/>
- SCB. (2021b). *Stark inkomstutveckling under 2021, men ökande skillnader*. Hämtad 30-03-2023 från SCB. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/hushallens-ekonomi/inkomster-och-inkomstfordelning/inkomster-och-skatter/pong/statistiknyhet/inkomster-och-skatter-for-individer-och-hushall-2021/>
- SCB. Statistikdatabasen, Hushållens ekonomi, Hushållens ekonomi (HEK), Hushållens boende, Trångbodda hushåll enligt norm 3 (HEK) fördelade efter hushållstyp och upplåtelseform. Framställd 15-12-2014.
- SCB. Statistikdatabasen, Levnadsförhållanden, Barn- & familjestatistik, Familjer, Familjer med hemmaboende barn och unga 0-21 år efter antal barn. Framställd 14-06-2022.
- SMHI. (2022). *Luftfuktighet*. Hämtad 17-03-2023 från SMHI. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/luftfuktighet>
- Swedish Standards Institute. (2006). *Ergonomi för den termiska miljön – Analytisk bestämning och bedömning av termisk komfort med hjälp av indexen PMV och PPD samt kriterier för lokal termisk komfort (SS-EN ISO 7730:2006)*. Utg.2 Svenska institutet för standarder.
- Vehviläinen, T., Lindholm, H., Rintamäki, H., Pääkkönen, R., Hirvonen, A., Niemi, O., & Vinha, J. (2016). High indoor CO<sub>2</sub> concentrations in an office environment increases the transcutaneous CO<sub>2</sub> level and sleepiness during cognitive work. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 13(1), 19–29. <https://doi.org/10.1080/15459624.2015.1076160>
- Wargocki, P. (2013). The Effects of Ventilation in Homes on Health. *International journal of ventilation*, 12(2), 101–118. <https://doi.org/10.1080/14733315.2013.11684005>
- Yan, D., Hong, T., Dong, B., Mahdavi, A., D’Oca, S., Gaetani, I., & Feng, X. (2017). IEA EBC Annex 66: Definition and simulation of occupant behavior in buildings. *Energy and Buildings*, 156, 258–270. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2017.09.084>
- Yang, L., Wang, X., Li, M., Zhou, X., Liu, S., Zhang, H., Arens, E., & Zhai, Y. (2020). Carbon dioxide generation rates of different age and gender under various activity levels. *Building and Environment*, 186, 107317. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2020.107317>

Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

Yik, F. W. H., Sat, P. S. K., & Niu, J. L. (2004). Moisture Generation through Chinese Household Activities. *Indoor and Built Environment*, 13(2), 115-131.  
<https://doi.org/10.1177/1420326X04040909>

Zhang, X., Wargocki, P., & Lian, Z. (2017). Physiological responses during exposure to carbon dioxide and bioeffluents at levels typically occurring indoors. *Indoor Air*, 27(1) 65-77. <https://doi.org/10.1111/INA.12286>

## Bilaga A

Data för lastprofiler på fem personer

	Koldioxid (g/h)	Fukt (g/h)	Värme (strålning) (W)	Värme (konvektion) (W)
24.00-05.00	88	227	191	127
06.00	152	1515	662	441
07.00	174	1213	684	456
08.00-15.00	0	75	21	14
16.00	148	1490	1045	697
17.00	156	1515	1035	690
18.00	143	1925	729	486
19.00	172	1045	553	369
20.00	124	955	555	370
21.00	148	1000	527	351
22.00	117	372	408	272
23.00	88	227	191	127
24.00	88	227	191	127

## Bilaga B

Data för lastprofiler på sex personer

	Koldioxid (g/h)	Fukt (g/h)	Värme (strålning) (W)	Värme (konvektion) (W)
24.00-05.00	102	251	217	145
06.00	179,75	2005	879	586
07.00	202,25	1338	740	493
08.00-15.00	0	75	21	14
16.00	184	1730	1106	738
17.00	192	1755	1096	731
18.00	162,5	2035	779	519
19.00	208	1135	592	394
20.00	144	1015	555	370
21.00	176	1075	582	388
22.00	130,5	396	408	272
23.00	102	251	217	145
24.00	102	251	217	145



## Bilaga C

Data för lastprofiler på sju personer

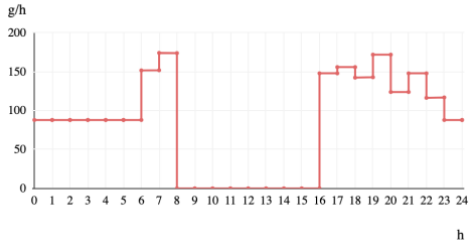
	Koldioxid (g/h)	Fukt (g/h)	Värme (strålning) (W)	Värme (konvektion) (W)
24.00-05.00	116	275	243	162
06.00	203,75	2157,5	919	613
07.00	230,25	1459,5	793	529
08.00-15.00	0	75	21	14
16.00	220	1970	1168	778
17.00	228	1995	1157	771
18.00	186,5	2452,5	921	614
19.00	244	1225	653	435
20.00	164	1075	654	436
21.00	204	1150	638	425
22.00	144,5	420	459	306
23.00	116	275	243	162
24.00	116	275	243	162

## Bilaga D

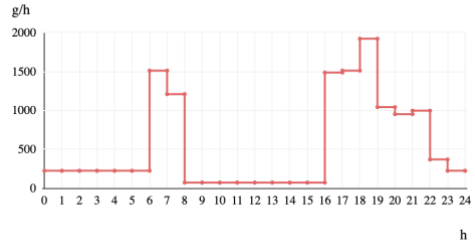
Separata lastprofiler

# Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

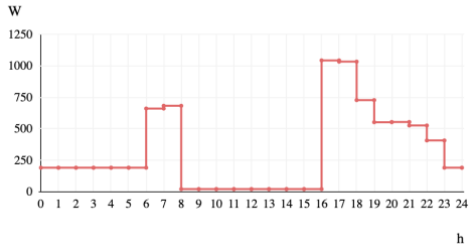
Lastprofil koldioxid för fem personer



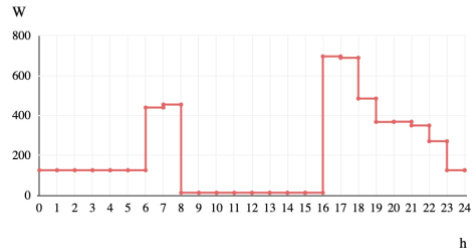
Lastprofil fukt för fem personer



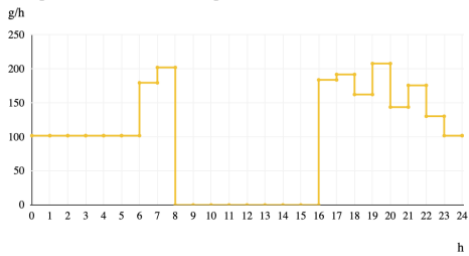
Lastprofil värme (strålning) för fem personer



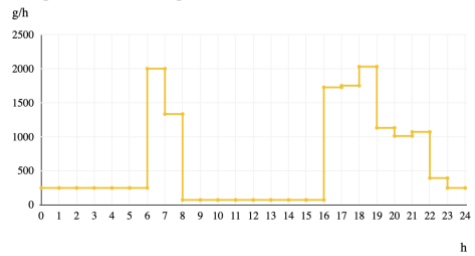
Lastprofil värme (konvektion) för fem personer



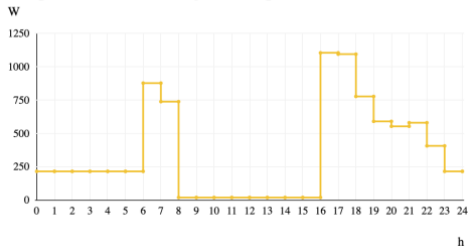
Lastprofil koldioxid för sex personer



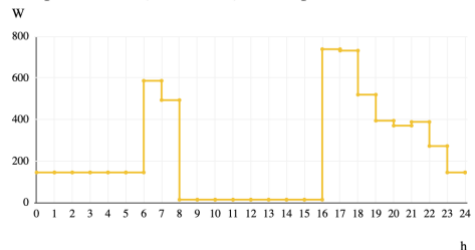
Lastprofil fukt för sex personer



Lastprofil värme (strålning) för sex personer

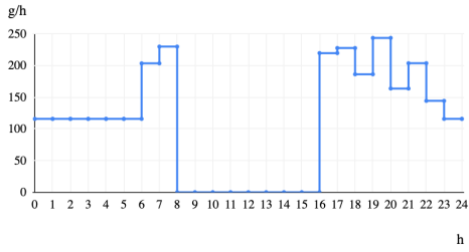


Lastprofil värme (konvektion) för sex personer

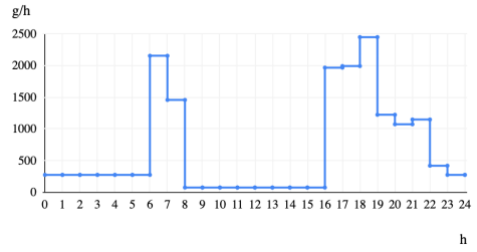


# Inomhusklimat för simulering av hög boendetäthet i flerbostadshus

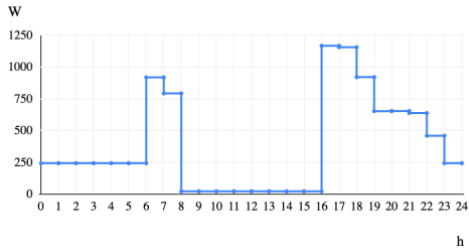
Lastprofil koldioxid för sju personer



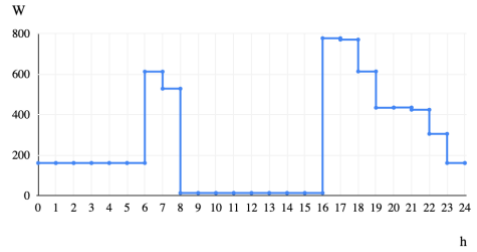
Lastprofil fukt för sju personer



Lastprofil värme (strålning) för sju personer



Lastprofil värme (konvektion) för sju personer



## Bilaga E

Data för lastprofiler på 6 personer, uppskalad från WUFI Plus

	Koldioxid (g/h)	Fukt (g/h)	Värme (strålning) (W)	Värme (konvektion) (W)
24.00-05.00	75	228	193	387
05.30	82,5	228	211	423
06.00	82,5	339	246	492
06.30	2075	1794	782	1566
07.00	357	294	264	528
08.00-12.00	0	30	88	177
13.00	105	30	159	318
14.00	267	1278	748	1497
14.30	156	228	228	456
15.00	51	96	159	318
16.00	51	96	159	318
17.00	105	96	193	387
18.00	267	1278	938	1878
18.30	267	1278	374	748
19.00	207	294	489	978
20.00	174	228	526	1053
20.30	174	228	515	1032
21.00	174	2103	448	897
22.00	174	720	503	1008
22.30	174	2145	503	1008
23.00	75	228	193	387
24.00	75	228	193	387

## Inomhusklimat för simulering av hög boendefäthet i flerbostadshus