

# **Persontäthet vid utrymningsberäkningar - Köpcentrums persontätheter**

***Tobias Erdsjö  
Charlotte Lindberg***

---

**Department of Fire Safety Engineering and System Safety  
Lund University, Sweden**

**Brandteknik och Riskhantering  
Lunds Tekniska Högskola  
Lunds universitet**

**Report 5258, Lund 2008**



**Persontäthet vid utrymningsberäkningar  
- Köpcentrums persontätheter**

**Tobias Erdsjö  
Charlotte Lindberg**

**Lund 2008**

**Titel:**

Persontäthet vid utrymningsberäkning - Köpcentrums persontätheter

**Title:**

Occupant load factor for calculation of evacuation – Occupant load factor of shopping centres

**Av/By**

Tobias Erdsjö och Charlotte Lindberg

**Report** 5258

**ISSN:** 1402-3504

**ISRN:** LUTVDG/TVBB--5258--SE

**Antal sidor/Number of pages:** 108 (inkl. bilagor/incl. appendices)

**Illustrations:** Tobias Erdsjö och Charlotte Lindberg

**Sökord:**

brandtekniskdimensionering, köpcentrum, varuhus, galleria, brandskydd, utrymning, utrymningsdimensionering, persontäthet

**Keywords:**

shopping centre, retail store, mall, fire safety, evacuation, evacuation calculation, occupant load factor

**Abstract**

The aim of this study is to evaluate whether the value of occupant load is over or under estimated when the Swedish general value for department stores, 0,5 person/m<sup>2</sup>, is used for dimensioning shopping centers. The data that was analyzed derives from seven shopping centers and one department store. A conservative method was used to calculate the occupant load factor. The analysis shows that two groups can be discerned: one group that is characterized by a lower occupant load factor that does not exceed 0,3 person/m<sup>2</sup>, and one group with a higher occupant load factor. Shopping centers with a higher occupant load factor are located centrally in large urban areas. The remaining shopping centers are found outside of urban areas or in the outskirts of cities. The recommended value 0,5 person/m<sup>2</sup> is exceeded in only 0,3 % of 41 322 registered values. The geographic location should be taken into consideration when dimensioning and evaluating the occupant load of shopping centers. The occupant load factor increases during holidays.

© Copyright: Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola, Lund 2008.

---

Brandteknik och Riskhantering  
Lunds tekniska högskola  
Lunds universitet  
Box 118  
221 00 Lund

[brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)  
<http://www.brand.lth.se>

Telefon: 046 - 222 73 60  
Telefax: 046 - 222 46 12

Department of Fire Safety Engineering and  
Systems Safety  
Lund University  
P.O. Box 118  
SE-221 00 Lund  
Sweden

[brand@brand.lth.se](mailto:brand@brand.lth.se)  
<http://www.brand.lth.se/english>

Telephone: +46 46 222 73 60

## Sammanfattning

Begreppet persontäthet används vid utrymningsdimensionering. I dagsläget finns det inget enskilt rekommenderat värde på persontäthet för köpcentrum i Sverige utan enbart för varuhus. Examensarbetets syfte har varit att ta reda på om persontätheten över- eller underskattas när det generella värdet för varuhus, 0,5 personer/m<sup>2</sup>, används vid dimensionering av köpcentrum.

För att fastställa persontätheten i en byggnad krävs kännedom om antalet personer som vistas i den samt dess nettoarea. Antalet personer i byggnaden kan beräknas med manuella eller automatiska system. De automatiska systemen använder olika typer av sensorer för att registrera passerande personer ex. fotoceller, värmekameror eller laser.

Examensarbetet bygger på analyserad data från sju köpcentrum och ett varuhus. Data kommer från deras befintliga mätsystem som fanns uppsatta i byggnaderna. Resultatet visade att två grupper av köpcentrum kunde urskiljas, en grupp som karaktäriseras av en lägre persontäthet som inte överstiger 0,3 personer/m<sup>2</sup> och en grupp med högre persontäthet. Den gemensamma nämnaren för köpcentrumen med högre persontäthet är att de är belägna centralt i större stadskärnor. Resterade köpcentrum är belägna utanför eller i utkanten av en tätort.

Det rekommenderade värdet, 0,5 personer/m<sup>2</sup>, överskrids i endast 0,3 % av samtliga köpcentrums registrerade mätvärden (41 322 st.). Den maximala persontätheten, 0,71 personer/m<sup>2</sup>, inträffade annandag jul för ett centralt beläget köpcentrum. Därför bör köpcentrums geografiska placering beaktas vid bestämning av persontäthet vid dimensionering. Från mätdata kan även utläsas att persontätheten ökar i anslutning till helgdagar. Köpcentrum bör anskaffa mätsystem som tillhandahåller momentanvärde av persontäthet och förbättra brandskyddet under perioder när de har ett högt antal besökare.

Flera länders gällande lagar och regler för persontäthet har studerats och sammanställts. Länderna, utöver Sverige, är: Australien, Danmark, Nya Zeeland, Norge, Storbritannien och USA. Reglerna är på många områden väldigt lika t.ex. har alla länder funktionsbaserade krav och tillåter analytisk dimensionering. Alla har dessutom föreskrifter som beskriver och underlättar förenklad dimensionering.

Varuhus i Sverige kan dimensioneras med hjälp av en generell persontäthet på 0,5 personer/m<sup>2</sup> eller dela upp byggnadens våningsplan och dimensionera dessa var för sig. Då rekommenderas värdet 0,4 personer/m<sup>2</sup> för bottenvåningen och 0,2 personer/m<sup>2</sup> för ovanliggande våningar. Nya Zeeland och USA dimensionerar byggnader med försäljningsytor med 0,4 personer/m<sup>2</sup> för bottenvåningen och 0,2 personer/m<sup>2</sup> för ovanliggande våningar. Nya Zeeland har också ett generellt värde för köpcentrum på 0,3 personer/m<sup>2</sup>. Norge har för säljlokaler och utrymningsvägar dimensionerande värde på 0,5 personer/m<sup>2</sup>. De olika ländernas regelvärden på persontätheter är inte direkt jämförbara p.g.a. att metoderna för att beräkna golvyornas areor varierar.

Generellt bygger förenklad dimensionering på historiskt vedertagna lösningar för brandtekniska problem. Detta gör att metoderna som används i respektive land har testats under många år och vetenskapen av att det har fungerat tidigare gör att metoderna kan accepteras idag. Analytisk dimensionering har inte lika lång historia som förenklad dimensionering men anses noggrannare. Det är viktigt att projektören verifierar sitt föreslagna brandskydd så att fullgott skydd mot personskador uppnås.



## Förord

Detta examensarbete är det avslutande momentet på vår brandingenjörsutbildning, vid Lunds Tekniska Högskola. Arbetet genomfördes vid Avdelningen för Brandteknik och Riskhantering, Lunds Tekniska Högskola.

Först och främst vill vi tacka vår handledare, universitetslektor Håkan Frantzich, för hans engagemang och vägledning genom hela arbetet.

Vi vill också framföra vår tacksamhet till Gekås i Ullared och samtliga köpcentrum som bidragit med värdefull data samt Antero Rådebratt och Boris Carlsson för bidragande kunskap till detta arbete. Ett stort tack till Linda Göthed för oerhörd snabb respons!

Vi vill också tacka samtliga som bidragit med sin expertis till detta arbete genom att svara på våra enkätfrågor. Tack Magnus Hedén, Fredrik Hiort, Peter Nilsson, Johannes Näslund, och Samuel Nyström.

Sist men inte minst riktas ett stort tack till Beatrice Eriksson, Katarina Lindgren, Tor Lindström, Malin Petterson, Erica Storckenfeldt och Cecilia Åsberg.

Lund, april 2008

Tobias Erdsjö och Charlotte Lindberg





# Innehållsförteckning:

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b>	<b>1</b>
1.1	BAKGRUND	1
1.2	SYFTE	2
1.3	MÅL	2
1.4	MÅLGRUPP	2
1.5	METOD	2
1.6	AVGRÄNSNINGAR	3
1.7	RAPPORTENS DISPOSITION	4
<b>2</b>	<b>TEORI</b>	<b>5</b>
2.1	LAGAR OCH REGLER	5
2.2	SVERIGE	5
2.2.1	<i>Brandskydd i BBR</i>	5
2.2.2	<i>Definitioner av köpcentrum i BBR</i>	6
2.2.3	<i>Dimensionering</i>	6
2.2.4	<i>Förenklad dimensionering</i>	8
2.2.5	<i>Analytisk dimensionering</i>	9
2.2.6	<i>Persontäthet i svenska regler</i>	11
2.2.7	<i>Hur dimensionering görs praktiskt – enkätundersökning</i>	12
2.2.8	<i>Lagen om skydd mot olyckor LSO</i>	13
2.3	ANDRA LÄNDERS REGLER	14
2.3.1	<i>Norge</i>	14
2.3.2	<i>Danmark</i>	16
2.3.3	<i>Storbritannien</i>	17
2.3.4	<i>Australien</i>	19
2.3.5	<i>Nya Zeeland</i>	22
2.3.6	<i>USA</i>	24
2.4	MÄNNISKORS BETEENDE	27
2.5	PARAMETRAR SOM PÅVERKAR PERSONTÄTHETEN	28
2.6	GENOMFÖRDA STUDIER AV PERSONTÄTHET I KÖPCENTRUM OCH VARUHUSET	28
2.7	SAMMANFATTNING OCH DISKUSSION AV TEORIN	30
<b>3</b>	<b>BESTÄMNING AV PERSONTÄTHET</b>	<b>33</b>
3.1	GENOMFÖRANDE	33
3.2	MÄTMETODER FÖR BESTÄMNING AV PERSONTÄTHET	33
3.2.1	<i>Bearbetningsmetod av mätdata och beräkning av persontäthet</i>	34
3.2.2	<i>Alternativ bearbetningsmetod av mätdata och beräkning av persontäthet</i>	39
3.3	PERSONTÄTHET I KÖPCENTRUM	40
3.3.1	<i>Köpcentrum 1</i>	41
3.3.2	<i>Köpcentrum 2</i>	44
3.3.3	<i>Köpcentrum 3</i>	47
3.3.4	<i>Köpcentrum 4</i>	50
3.3.5	<i>Köpcentrum 5</i>	53
3.3.6	<i>Köpcentrum 6</i>	56
3.3.7	<i>Köpcentrum 7</i>	59
3.3.8	<i>Varuhuset Gekås</i>	62
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>65</b>
<b>5</b>	<b>SLUTSATS</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>FORTSATT FORSKNING</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>REFERENSER</b>	<b>75</b>



# 1 Inledning

Detta kapitel behandlar arbetets bakgrund, syfte, mål, målgrupp, metod samt vilka avgränsningar som gjorts. Slutligen ges en disposition över rapportens innehåll.

## 1.1 Bakgrund

Sverige är den mest köpcentrumstäta nationen räknat per capita och var bland de första länderna i Europa att introducera köpcentrum. Idag finns det ca 360 köpcentrum, som har en yta större än 3 000 kvadratmeter och fler än fem butiker (DN, 2006). Den starka utvecklingen av köpcentrum började på 1990-talet när plan- och bygglagen förändrades (Nilsson, 2007). Köpcentrum definieras enligt Nationalencyklopedin som en koncentration av butiker, ofta med inslag av serveringar och olika typer av annan service. Det finns två huvudkategorier, centralt belägna köpcentrum i stadskärnor eller stadsdelar samt externt belägna köpcentrum i utkanten av eller utanför tätorter.

Mellan åren 1996 och 2007 inträffade 2776 stycken bränder som kunde hänföras till handelsbyggnader. Antal skadade och omkomna personer i dessa bränder presenteras i tabell 1.

**Tabell 1: Insatsstatistik från Handel, Räddningsverket 2008-05-17 (Räddningsverket, 2008)**

Handelsbyggnader	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Antal lindrigt skadade	14	9	9	2	9	10	5	9	10	6	12	12	107
Antal svårt skadade	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Antal omkomna	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Tabellen visar att över en elvaårsperiod har totalt 107 personer skadats lindrigt, tre personer skadats svårt och två personer omkommit vid bränder i handelsbyggnader. Vad som föranlett skadorna kan inte fastställas utifrån statistiken. För att undvika personskador vid en utrymning är det därför av stor vikt att personer utrymmer innan kritiska förhållanden uppstår. Det är tiden för utrymning som är den avgörande faktorn. Den sammanlagda tiden för varseblivning, beslut och reaktion samt förflyttningstid är den tid som utgör den totala tiden för utrymning. Om utrymningstiden är längre än tiden till dess att kritiska förhållanden uppstår ökar risken för att personer omkommer. Eftersom persontäthet är en grundläggande faktor för att bestämma utrymningstid är det viktigt att ta fram ett representativt värde på persontäthet.

I dagsläget finns ett tunt underlag för att fastställa det maximala antalet personer som får vistas i en lokal. Enligt Brandskyddshandboken (2005) anges för varuhus ett generellt riktvärde av persontäthet på 0,5 personer/m<sup>2</sup>. Dimensioneras våningarna var för sig rekommenderas riktvärdet 0,4 personer/m<sup>2</sup> för bottenvåningar och källare samt 0,2 personer/m<sup>2</sup> för övriga våningar (Brandskyddshandboken, 2005). Det föreligger ett behov att utreda hur väl köpcentrumens verkliga persontätheter överensstämmer med det generella riktvärdet.

Definitioner av brandtekniska och statistiska termer återfinns i teoriavsnittet samt bilaga 1.

## **1.2 Syfte**

Detta examensarbetets syfte är att försöka ta reda på den faktiska persontätheten som råder i olika köpcentrum för att förbättra den brandtekniska dimensioneringen vid utrymningsberäkningar.

## **1.3 Mål**

Målet är att redogöra för mätmetoder som finns för att bestämma persontäthet i köpcentrum, redovisa faktisk persontäthet i köpcentrum samt diskutera rekommendationer för brandteknisk dimensionering. Examensarbetet kommer även att innehålla studier och sammanställningar av olika länders gällande lagar och regler för persontäthet, faktorer som påverkar på persontäthet samt människors beteende vid brand.

## **1.4 Målgrupp**

Examensarbetet är främst avsett för brandskyddskonsulter och räddningstjänstspersonal, men riktar sig även till ledningar och ägare av köpcentrum.

## **1.5 Metod**

Det finns huvudsakligen två metoder, kvalitativ och kvantitativ metod, för att studera ett problem och därmed inhämta ny kunskap inom det specifika ämnet.

Den kvantitativa metoden kännetecknas av ett formellt och strukturerat arbetssätt vars syfte är att erhålla generaliserbar giltighet för det studerade ämnet. Statistiska verktyg används ofta för bearbetning av mätdata.

Den kvalitativa metoden syftar till att öka förståelsen för forskningsämnet. Först undersöks och analyseras ämnet, därefter testas informationens giltighet i allmänhet för att förvärva en djupare kunskap. Den kvalitativa metoden kännetecknas av verbala formuleringar, såväl skrivna som uttalade (Holme & Solvang, 1997).

I detta examensarbete användes ett kvantitativt angreppssätt för insamling och analys av mätdata och den kvalitativa metoden vid intervjuer samt enkäter.

### **1.5.1 Datainsamling**

Det finns två typer av datainsamling, antingen primärdata eller sekundärdata. Primärdata innebär att ny data samlas in genom t.ex. intervjuer, enkäter eller observationer. Sekundärdata innebär sammanställning av befintlig data, t.ex. data som samlats in i ett annat syfte av andra (Eriksson & Wiedersheim-Paul, 1997).

Kostnad, kvalitet och tillgänglighet är tre viktiga faktorer med inbördes relationer som är viktiga att beakta vid datainsamling. Hög kvalitet på mätdata innebär ofta en hög kostnad. Det är t.ex. billigare att mäta med ett skjutmått än att mäta i en koordinatmätmaskin med högre precision. Tillgänglighet och kostnad är starkt kopplade p.g.a. att om data är lättillgänglig är kostanden att samla in den oftast låg (Eriksson & Wiedersheim-Paul, 1997). Enligt Eriksson och Wiedersheim-Paul (1997) bör befintlig data, s.k. sekundärdata, i första hand användas för att minska kostnaderna.

Primärdata som används i detta examensarbete kom från intervjuer och enkäter. Sekundärdata erhöles från sju köpcentrum och varuhuset Gekås befintliga kundräkningssystem samt publicerad litteratur.

### **1.5.2 Litteraturstudie**

Syftet med en litteraturstudie är att få en överblick över den litteratur som finns publicerad och inhämta kunskap inom det studerade ämnet. Vid insamling av stora datakvantiteter är det viktigt att vara kritisk till materialet samt vara noggrann med källans tillförlitlighet. Tyngdpunkten av kritisk källgranskning är att granska vilka eventuella fel källorna kan tänkas inneha. Det är därför rekommenderat att ett flertal källor används för att få en mer rättvisande bild av det studerade ämnet (Jacobsen, 2002).

En inledande genomgång av befintlig litteratur, rapporter och lagar som handlar om persontäthet, butikers utformning samt människors beteende vid brand genomfördes. Information söktes i databaser som tillhandahölls av; Lunds universitets bibliotek, Chalmers bibliotek, Lunds stadsbibliotek samt Internet. Nyckelord används för att kategorisera artiklar och för att underlätta vid sökning i databanker av verk (Ejvegård, 2003). De nyckelord som använts vid sökning är: area per person, beteende vid brand, brandskydd, brandtekniskdimensionering, galleria, köpcentrum, persontäthet, utrymning, utrymningsdimensionering, varuhus, shopping center, shopping mall, etc.

### **1.5.3 Intervjuer och enkäter**

Enligt Merriam (1994) kan intervjuer delas upp i strukturerade och ostrukturerade. En strukturerad intervju innebär att frågor och dess följd har förberetts innan intervjun till skillnad från en ostrukturerad intervju där frågorna ställs i en följd som gynnar dialogen och dess resultat (Merriam, 1994).

Enkäter innehåller frågeformulär som sänds ut till ett antal personer (Ejvegård, 2003).

I denna rapport genomfördes en ostrukturerad intervju med Antero Rådebratt som arbetar på ett personräkningssystemföretag för att få en uppfattning om hur systemen är uppbyggda. Denna intervju återges i bilaga 4. Boris Carlsson, säkerhetschef på Gekås, intervjuades ostrukturerat för att erhålla en uppfattning om kundernas beteende vid utrymning och hur påverkan är av hög persontäthet inne i ett varuhus, se bilaga 3. Enkäter skickades ut till brandkonsulter för att få insyn i hur de arbetar med parametern persontäthet, se bilaga 2.

## **1.6 Avgränsningar**

De lagar och regler som presenteras i arbetet berör endast utrymning och persontäthet från följande länder; Australien, Danmark, Nya Zeeland, Norge, Storbritannien, Sverige och USA.

Redovisning av persontäthet görs för sju köpcentrum och varuhuset Gekås. Köpcentrumen är anonyma. Mätdata är hämtad från de befintliga kundräkningssystem vilka också är anonyma. Ingen hänsyn har tagits till hur personerna fördelar sig i byggnaden utan personerna antas fördela sig jämt över den tillgängliga kundytan. Vidare har ingen hänsyn tagits till antalet personer som passerat genom eventuella personalgångar vid beräkning av persontäthet.

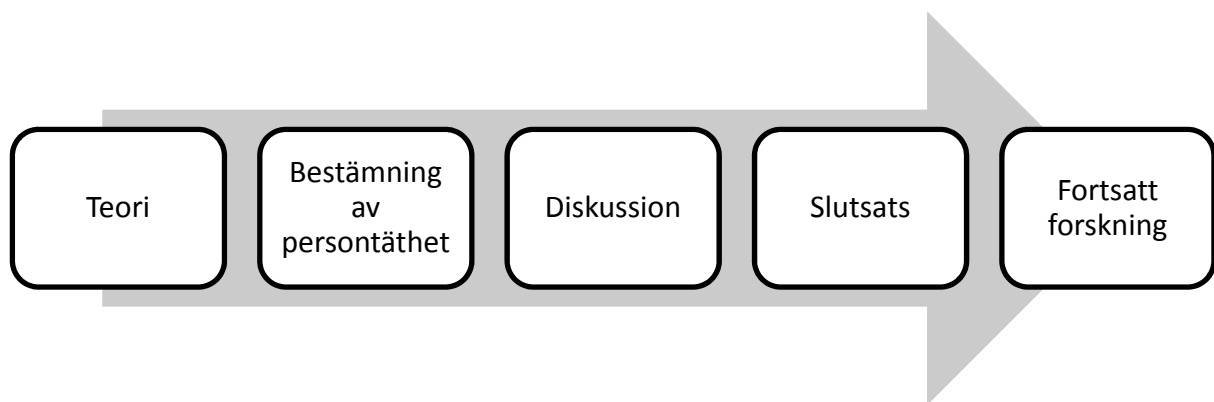
Persontätheten för köpcentrumen kommer enbart att jämföras med det generella värdet 0,5 personer/m<sup>2</sup>. Hur köpcentrumen och varuhuset har dimensionerats brandtekniskt beaktas inte i detta examensarbete.

## 1.7 Rapportens disposition

Arbetets disposition illustreras i figur 1. I teorikapitlet presenteras först lagar och regler för olika länders utrymningsdimensionering samt specifikationer för persontäthet. Därefter redovisas personers beteenden i utrymningsituationer som efterföljs av vilka parametrar som påverkar persontäthet. Kapitlet avslutas med en sammanfattning och diskussion.

Kapitlet ”Bestämning av persontäthet” inleds med en redovisning om hur insamling av mätdata genomförts. Därefter beskrivs kundräkningssystem på en generell nivå och hur de kan användas för att bestämma persontäthet. Till sist presenteras persontätheten för sju köpcentrum och varuhuset Gekås. I diskussionskapitlet sammanställs och diskuteras arbetets resultat.

Kapitlen ”Teori” och ”Bestämning av persontäthet” används för konkludering i slutsatskapitlet. I sista kapitlet presenteras rekommendationer för framtida forskningsbehov. Referenser och bilagor redovisas sist i arbetet.



Figur 1: Examensarbetets disposition.

## 2 Teori

Detta kapitel presenterar rapportens teoretiska referensram. Här redovisas vilka lagar och regler som gäller i olika länder för utrymningsdimensionering samt specifikationer för persontäthet. Sedan beskrivs människors beteenden vid utrymning. Därefter återges parametrar som påverkar persontätheten och en sammanfattning om tidigare publicerade arbeten som gjorts om persontäthet. Slutligen sammanfattas och diskuteras detta teoriavsnitt.

### 2.1 Lagar och regler

De lagar och regler som finns i olika länderna som studeras i detta examensarbete är oftast detaljerade. Reglerna tar upp allt ifrån val av byggnadsklasser till ytbeläggningar på väggar. Därför görs avgränsningen att bara behandla det som på något sätt berör utrymning och problematik som har med val av persontäthet eller utrymningsförloppet att göra.

### 2.2 Sverige

Övergripande lagstiftningen för en byggnads brandskydd anges i:

- Plan- och bygglagen (1987:10), PBL (Miljödepartementet, 1987).
- Lagen (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m., BVL (Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet, 1995).
- Förordningen (1994:12-15) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m., BVF (Miljödepartementet, 1995).
- Förordning (1999:371) om kontroll av hissar och vissa andra motordrivna anordningar i byggnadsverk. (Miljödepartementet, 1999).

De viktigaste kraven på byggnadens brandskydd anges i BVF § 4 som lyder:

*”Byggnadsverk skall vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att:*

1. *byggnadsverkets bärförmåga vid brand kan antas bestå under en bestämd tid,*
2. *utveckling och spridning av brand och rök inom byggnadsverket begränsas,*
3. *spridning av brand till närliggande byggnadsverk begränsas,*
4. *personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt, och*
5. *räddningsmanskapets säkerhet vid brand beaktas.”*

Dessa punkter förtydligas i tillämpningsföreskriften Boverkets Byggregler, BBR (Boverket, 2006a). Boverket har till BBR tagit fram en förtydligande rapport som behandlar utrymningskapitlet och den heter Utrymningsdimensionering (Boverket, 2006b). I rapporten anges ex. på utförande som uppfyller BBR. BBR anger den lägsta kravnivån som är godtagbar.

#### 2.2.1 Brandskydd i BBR

Vid brandteknisk dimensionering av en byggnad är ett av huvudkraven att byggnaden ska kunna utrymmas innan en eventuell brand har orsakat kritiska förhållanden för de personer som befinner sig i byggnaden. I BBR anges också vad som kan anses vara kritiska förhållanden i form av maximal temperatur, värmestrålning och lägsta höjd på de varma brandgaserna.

En byggnads utrymningsmöjligheter bedöms med hänsyn till byggnadens höjd och volym samt den verksamhet som skall bedrivas i byggnaden. Dessutom ska hänsyn tas till hur många personer som samtidigt beräknas befinna sig i byggnaden och vilka förutsättningar dessa personer har att själva sätta sig i säkerhet (Boverket, 2006a). BBR behandlar även många andra saker projektören måste beakta under en brandteknisk dimensionering t.ex. åtgärder för att begränsa spridning av brand, säkerställa att en brand inte får byggnaden att kollapsa o.s.v. Detta behandlas dock inte vidare i detta examensarbete.

## 2.2.2 Definitioner av köpcentrum i BBR

Rapporten behandlar i huvudsak persontäthet i köpcentrum. BBR definierar köpcentrum och galleriors lokaler som samlingslokaler, BBR § 5:241:

*”Med samlingslokal avses varje lokal eller grupp av lokaler inom en brandcell, där ett större antal personer med mindre god lokalkännedom kan uppehålla sig.”* (Boverket, 2006a)

De allmänna råden till paragrafen förtydligar detta ytterligare:

*”En samlingslokal förutsätts rymma fler än 150 personer och användas t.ex. som hörsal, biograflokal, kyrka, restaurang, sporthall eller för teater, konserter, dans, studier, fritidsverksamhet eller som varubus eller annan detaljhandelsanläggning.”* (Boverket, 2006a)

Detta innebär således att samlingslokal innefattar även köpcentrum. Enligt BBR:s ska alla byggnader dessutom klassas och uppföras enligt någon av byggklasserna Br1, Br2 eller Br3. Vid klassindelningen tas hänsyn till faktorer som påverkar utrymningsmöjligheterna och risken för personskador vid sammanstörtning av byggnaden (Boverket, 2006a). I BBR § 5:21 som behandlar val av byggnadsklass står det:

*”Byggnader där brand medför stor risk för personskador skall utföras i klass Br1. I sådana byggnader ställs de högsta kraven på bl.a. ytskiktet samt bärande och avskiljande konstruktioner. Byggnader där brand kan medföra måttlig risk för personskador skall utföras i klass Br2. Övriga byggnader får utföras i klass Br3.”*

De allmänna råden till paragrafen klargör vilka förutsättningar som gäller för en Br1-byggnad. Byggnader med fler våningsplan än två och byggnader med två våningsplan där samlingslokal finns på andra planet bör utföras i klass Br1. Tvåvåningsbyggnader med samlingslokaler endast i markplan eller envåningsbyggnader med samlingslokal i eller under markplan kan utföras lägst i klass Br2.

Köpcentrum och gallerior bör enligt BBR:s definitioner byggas i klass Br1. Enklare envåningsbyggnader kan uppföras i klass Br2. Den brandtekniska klassen för en byggnad reglerar i huvudsak hur ytskikten ska utformas och kraven på brandcellsavskiljande konstruktioner samt konstruktionens brandskyddsnivå.

## 2.2.3 Dimensionering

BBR:s kapitel fem beskriver förutsättningarna för hur en brandteknisk dimensionering ska kunna genomföras, dvs. vilken kravnivå som ställs på byggnaden. Den praktiska dimensioneringen som genomförs för en specifik byggnad kan göras på två olika sätt; förenklad dimensionering respektive analytisk dimensionering. Förenklad dimensionering innebär i praktiken att en projektör följer de krav och allmänna råd som anges i BBR samt annan litteratur som Boverket publicerat. All annan form av projektering benämns analytisk dimensionering. Analytisk dimensionering ska användas om projektören av någon anledning inte vill eller kan uppfylla alla krav som ställs enligt den förenklade dimensioneringen. Byggnadens utformning är en vanlig orsak till analytisk dimensionering måste användas. Dessutom specificeras att vissa verksamheter måste dimensioneras med analytiska metoder.



Det finns en möjlighet att göra avsteg från kraven i BBR under vissa förutsättningar. Denna möjlighet benämns alternativ utformning och beskrivs i BBR § 5:11:

*”Brandskyddet får utformas på annat sätt än vad som anges i detta avsnitt (BBR avsnitt 5), om det i särskild utredning visas att byggnadens totala brandskydd därigenom inte blir sämre än om samtliga aktuella krav i avsnittet uppfyllts.”*

Paragrafen ger projektörer möjlighet att utforma brandskydd på ett annat sätt än genom att följa de krav som finns i BBR. Projektören måste då istället visa att byggnaden uppfyller de fem huvudkraven på en byggnad som ställs i BVF § 4 förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk m.m. Detta sätt att dimensionera en byggnad är dock relativt ovanligt eftersom det ställer mycket höga krav på projekteringsverifikation av att byggnaden uppfyller kraven. Figur 2 redovisar kopplingen mellan de två formerna av dimensionering.

Brandteknisk dimensionering enligt BBR		
BBR:s krav efterlevs		Ett eller flera krav i BBR avsnitt 5:3 - 5:9 efterlevs ej
Krav, allmänna råd och boverkets rapporter följs	Delar av kraven i föreskriften uppfylls med andra lösningar och metoder	Alternativ utformning enligt § 5:11 i BBR ska uppfylla kraven i § 4 BVF
Förenklad dimensionering	Analytisk dimensionering	

**Figur 2: Struktur för brandskyddsteknisk projektering.**

Analytisk dimensionering kan användas både när delar av BBR:s krav uppfylls med alternativa lösningar och metoder samt vid alternativ utformning enligt § 5:11 i BBR. Skillnaden mellan de olika dimensioneringsformerna är praktiskt att kraven på verifikationen ökar för det senare fallet. Förenklad dimensionering genomförs oftast på mindre komplicerade byggnader.

## 2.2.4 Förenklad dimensionering

Förenklad dimensionering innebär att byggnaden följer Boverkets rekommendationer (Boverket, 2006b). Grundprincipen är att BBR:s krav på tillfredsställande utrymning görs genom att reglera det maximala gångavståndet i lokalen till närmaste utrymningsväg och genom att ange hur bred utrymningsvägen måste vara. Antalet personer i en brandcell styr bredden på utrymningsvägar. Utrymningsvägarnas passagemått skall grundas på det antal personer lokalen kan förväntas innehålla per nettoarea. Vid dimensionering av köpcentrum (varuhus) kan det antingen göras generellt och då används det generella värdet 0,5 personer/m<sup>2</sup>. Delas byggnaden in i olika våningsplan kan de dimensioneras individuellt och då används för bottenplan och källare 0,4 personer/m<sup>2</sup> samt övriga plan 0,2 personer/m<sup>2</sup> (Brandskyddshandboken, 2005). Parkeringsplatser i anslutning till köpcentrumen kan i viss mån ge en grundläggande persontäthet.

Problem kan uppstå när köpcentrum väljer att anordna konserter eller liknande tillställningar p.g.a. att stora folkmassor ansamlas på ett ställe och om byggnaden inte har dimensionerats för detta. Vid sådana evenemang bör brandskyddet förbättras t.ex. genom ökad brandskyddsorganisation (Brandskyddshandboken, 2005) p.g.a. att detta inte regleras av kraven som finns i BBR.

Vid förenklad dimensionering finns det bestämda mått som skall eller bör beaktas. Nedan följer de rekommendationer som görs i Brandskyddshandboken för passagemått i utrymningsvägar. Den minsta passagebredden av en utrymningsväg skall minst vara 1,2 m om det vistas 150 eller fler personer i brandcellen. Om det vistas färre än 150 personer i brandcellen skall bredden  $\geq 0,9$  m. Den totala utrymningsvägens passagemått av samtliga utgångar får inte understiga 1 m per 150 personer. Vid blockering av en utgång ändras denna gräns till 0,5 m per 150 personer. För bedömning om två utrymningsvägar kan blockeras kan avståndet mellan dem uppmätas. Om avståndet är mindre än 5 m föreligger blockeringsrisk, då brand uppstår. Avståndet mellan en dörr och en trappa bör minst vara 0,8 m så att dörren kan öppnas fritt innan trappstegen börjar. Trappan bör således ha en avsats av minst dörrens bredd. Korridorers bredd bör vara minst 1,3 m. Utrymningskorridorers bredd måste vara större än eller lika med summan av utrymningspassagebredderna för att inte minska personflödet ut vid eventuell utrymning. Om det finns en ramp bör ramplängden inte vara längre än 6 m och luta mer än 1:12. Om det finns brandceller på flera våningsplan med gemensam utrymningsväg skall denna dimensioneras för det plan, som har behov av den bredaste utrymningsvägen.

## 2.2.5 Analytisk dimensionering

I BBR definieras analytisk dimensionering enligt § 5.13:

*”Analytisk dimensionering och vid behov tillhörande riskanalys skall verifiera brand- och utrymnings säkerheten i byggnader där brand kan medföra mycket stor risk för personskador. Analytisk dimensionering kan vara beräkning, provning, objektsspecifika försök eller kombinationer av dessa. (BFS 2005:17) Om dimensionering av brandskyddet sker genom beräkning, skall beräkningen utgå från omsorgsfullt valda dimensionerande värden och utföras enligt beräkningsmodeller som på tillfredsställande sätt beskriver aktuella fall. Valda beräkningsmodeller skall redovisas. (BFS 2002:19)”*

Vid analytisk dimensionering av utrymnings säkerhet i en byggnad är grundprincipen att jämföra tiden det tar att utrymma byggnaden,  $t_{utrymning}$ , med den tid som finns tillgänglig,  $t_{tillgänglig}$ , innan kritiskförhållande uppstår i byggnaden. En förutsättning för att en utrymning ska anses acceptabel är enligt BBR att  $t_{tillgänglig} > t_{utrymning}$ .

Är utrymningstiden större än tiden till kritiska förhållanden ökar risken markant för att personer omkommer. Enligt Brandskyddshandboken (2005) anses kritiska förhållanden råda om något av nedanstående kriterier är uppfyllt:

- Temperatur över 80°C.
- Strålningsintensitet överstiger 2,5 kW/m<sup>2</sup>.
- Brandgaslagrets höjd är lägre än 1,6+0,1xH, där H är rumshöjden i meter. (Under förutsättning att brandgasen uppfyller något av de andra kriterierna för kritiska förhållanden).
- Siktbarhet är sämre än 5 m i brandrummet och sämre än 10 m i utrymningsvägarna.
- Brandgasernas CO-halt är högre än 2000 ppm, CO<sub>2</sub>-halten är högre än 5 % och O<sub>2</sub>-halten är mindre än 15 % i miljön.

Utrymningstiden definieras som summan av tiden för varseblivning, beslut och reaktion samt förflyttningstid (Brandskyddshandboken, 2005).

$$t_{utrymning} = t_{varseblivning} + t_{besluts- och reaktionstid} + t_{förflyttning}$$

Varseblivningstiden är den tid det tar tills individen har upptäckt att något onormalt har inträffat. Personen kan uppmärksamma faran genom något eller några av sina sinnen. Om byggnaden har automatiskt brandlarm installerat kommer varseblivningstiden att minska om individen inte direkt får någon förmimelse ifrån faran.

Utrymmande människor måste ex. fatta beslut om vilken utrymningsväg de ska använda eller om de ska vidta åtgärder för att bekämpa branden. Den sammanlagda tiden för beslut och handlande kallas besluts- och reaktionstid. Tabell 2 redovisar att beroende på vilken typ av utrymningslarm som används varierar besluts- och reaktionstiden. Dessa tider kan användas vid utrymningsberäkningar för varuhus (Frantzich, 2001).

Tabell 2: Besluts- och reaktionstider för varuhus (Frantzich, 2001)

Typ av utrymningslarm	Besluts- och reaktionstid
Inget utrymningslarm	4 min
Ringklocka	3 min 30 sek
Enkelt talat meddelande	2 min
Informativt talat meddelande	1 min

Tidslängden för personerna att bege sig ut ur byggnaden är förflyttningstiden. Parametrar som påverkar förflyttningstiden är gånghastighet och gångavstånd till utrymningsvägar. Passeringar genom dörröppningar kan orsaka lägre gånghastigheter. Dessa faktorer är direkt beroende av antalet personer som ska utrymma. Det är alltså av stor betydelse att kunna göra en korrekt bedömning av antalet personer i byggnaden vid analytisk dimensionering.

I avsnitt 2.2.3 angavs några av skälen till varför en projektör kan välja den analytiska dimensioneringsmetoden. Det finns också, enligt BBR § 5.13, några byggnadstyper som måste dimensioneras analytiskt:

*”Byggnader där brand kan medföra mycket stor risk för personskador är större komplexa byggnader eller byggnader där det kan vistas ett mycket stort antal personer. Exempel på sådana byggnader kan vara byggnader med fler än 16 våningsplan, byggnader med vissa typer av samlingslokaler eller vårdanläggningar, samt komplexa byggnader under mark. Underlag för analytisk dimensionering bör bifogas brandskyddsdokumentationen enligt 5:12. Osäkerheten hos valda indata bör redovisas genom känslighetsanalyser. (BFS 2005:17)”*

För att dimensionera byggnaden mot brand och testa utrymningsförlopp vid en analytisk dimensionering används ofta olika datorsimuleringsprogram. Simuleringsprogrammen bygger på att lämpliga indatavärden anges för en given byggnad. Kännedom om datorprogrammets begränsningar, som kan vara stora, och hur väl dessa överensstämmer med verkligheten är grundläggande för att erhålla mer korrekta beräkningsresultat. (Levein, 2000) har t.ex. påvisat att olika simuleringsprogram ger olika simuleringstider vid simulering av ett och samma utrymningsförlopp. Detta beroende på programmets olikhet i utrymningsmodellen (Levein, 2000). Vid hög persontäthet kan större köbildning vid utgångar bildas, vilket inte alla simuleringsprogram tar hänsyn till. Det är viktigt vid analytisk dimensionering att verifiera resultaten av dimensioneringen för att säkerställa att den valda lösningen fungerar tillfredställande. BBR framhåller vikten av verifiering av analytiska resultat.

## 2.2.6 Persontäthet i svenska regler

Oavsett om byggnaden dimensioneras med förenklad metod eller med analytisk metod så måste antalet personer i byggnaden kunna bestämmas. BBR:s § 5:371 för samlingslokaler tar upp persontätheter för hur många som får vistas i lokalen samtidigt. Dessa persontätheter används för att dimensionera utrymningsvägar ut från samlingslokaler.

Tabell 3 visar en sammanställning på vilka persontätheter som används idag.

Tabell 3: Svenska persontätheter (Brandskyddshandboken, 2005)

Byggnadstyp	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )
Teater och liknande med sittplatser (antal sittplatser) eller för stående och sittande	1,7 2,5
Samlingslokal, glest utan fasta sittplatser	0,7
Väntutrymme till samlingslokal	3,5
Restaurang (antal sittplatser eller)	1,0*
Pub	3,0
Danslokal	2,5
Varuhus	0,5
Bottenvåning och källare	0,4
Övriga våningar	0,2
Konferensrum	0,7*
Kontor	0,1
Bibliotek	0,2*

\* Avdrag får göras för lös inredning.

I lokaler där personantalet inte är känt kan följande antaganden göras enligt BBR:

- Om lokalen skall användas för både stående och sittande personer, bör utrymningsvägarna dimensioneras för 2,5 personer/m<sup>2</sup> nettoarea.
- Utrymningsvägar i varuhus eller andra anläggningar för detaljhandel bör dimensioneras för 0,5 personer/m<sup>2</sup> nettoarea för de utrymmen dit allmänheten har tillträde.
- I samlingslokaler eller i förrum till dessa bör det finnas skyltar som anger det största antalet personer som samtidigt får vistas i lokalen.
- Samlingslokaler bör ha minst tre utrymningsvägar, om de är avsedda för fler än 600 personer och minst fyra om de är avsedda för fler än 1 000 personer.

Brandskyddshandboken anger att utrymningsvägarna i många fall dimensioneras för ett högt antal personer eftersom det då är en liten sannolikhet att det faktiska antalet personer som verkligen befinner sig i byggnaden då överskrider det dimensionerade. Ett alternativ kan vara att förstärka brandskyddet om det maximala antalet personer förväntas överstiga det dimensionerade antalet personer (Brandskyddshandboken, 2005). Detta ställer dock stora krav på att de som bedriver verksamhet i byggnaden har ett väl fungerande brandskyddsarbete och ett bra system för att momentant övervaka hur många personer som vistas i byggnaden.

### **2.2.7 Hur dimensionering görs praktiskt – enkätundersökning**

För att utröna hur persontäthet beaktas vid utrymningsdimensionering skickades ett antal enkäter ut till verksamma brandkonsulter. Samtliga enkätsvar redovisas i bilaga 2. De metoder konsulterna använder idag är: schabloner enligt Utrymningsdimensionering (Boverket, 2006b), Brandskyddshandboken (Brandskyddshandboken, 2005), NFPAs Life Safety Code (NFPA, 2007), statistik från liknande befintliga butiker eller köpcentrum (antalet in- och utpasserade besökare och antal inslagna kvitton) och egna mätningar för gällande objekt. Persontäthet bestäms också med hjälp av analytiska beräkningar eller simuleringar av utrymningstider som jämförs med tiden till kritiska förhållanden uppstår från brandgaslagret. Vid analytisk dimensionering görs förloppet så verklighetstroget som möjligt och beaktning tas till aktiva system som kan finnas i byggnaden. En komplicerad situation är när antalet personer och byggnadens yta redan är bestämt innan den brandtekniska dimensioneringen har påbörjats. Det är då viktigt att finna skyddsåtgärder så att persontätheten följer gällande regler och lagar.

När persontäthet bestäms för olika byggnader beaktas geografiskt läge, geometri, lös inredning och vilken verksamhet som bedrivs i byggnaden. När verksamheter som grossistbutiker dimensioneras används en lägre persontäthet än de som finns i BBR (Samuel Nyström). Dessa byggnader dimensioneras mot ett maximalt personantal av 150 stycken. Erfarenheter från Räddningstjänsten i Jönköping talar för att detta fungerar bra i verkligheten (Samuel Nyström).

Personantal inne i en byggnad som framtagits med hjälp av dimensionering kontrolleras genom känslighetsanalyser med olika personantal (Fredrik Hiort).

En önskan från konsulterna är att persontätheten redovisas utifrån vilken verksamhet som bedrivs i byggnaden och att siffrorna uppdateras.

## 2.2.8 Lagen om skydd mot olyckor LSO

Brandskyddet i BBR behandlar endast byggnadens tekniska skydd och dimensioneras av projektören efter de gällande förutsättningarna vid byggnationen. Ett av huvudkraven i BVF som behandlades i kap 2.2 är att personer som befinner sig i byggnadsverket vid brand kan lämna det eller räddas på annat sätt. Detta skydd uppnås normalt sätt om byggnaden används efter de projekterade förutsättningarna. Det är dock omöjligt för en projektör att förutse hur personer använder byggnaden och eventuella framtida användningsområden. Därför krävs det också ett organisatoriskt brandskydd som tar hänsyn till hur byggnaden används och av vem för att verksamhetsutövarna ska få ett fullgott skydd i sin byggnad. Detta är ett komplement till det byggnadstekniska skyddet så att ett fullgott brandskydd uppnås. P.g.a. detta är alla verksamheter skyldiga enligt lag att se till att de har ett kontinuerligt fungerande brandskydd. Detta regleras bl.a. i lagen om skydd mot olyckor (LSO) som trädde i kraft år 2004.

2 kap 2 § lagen (2003:778) om skydd mot olyckor lyder:

*”Ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar skall i skälig omfattning hålla utrustning för släckning av brand och för livräddning vid brand eller annan olycka och i övrigt vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand (Försvarsdepartementet, 2003).”*

Räddningsverket har i det allmänna rådet om Systematiskt brandskyddsarbete (SBA) tolkat bestämmelserna i 2 kap 2 § lagen (2003:778) om skydd mot olyckor enligt följande:

*”Enligt 2 kap. 2 § lagen (2003:778) om skydd mot olyckor skall ägare eller nyttjanderättshavare till byggnader eller andra anläggningar vidta de åtgärder som behövs för att förebygga brand och för att hindra eller begränsa skador till följd av brand. Åtgärderna kan vara av teknisk eller organisatorisk karaktär. Åtgärder av teknisk karaktär kan vara anskaffande av utrustning för brandsläckning medan åtgärder av organisatorisk karaktär kan vara utbildning och information.”*  
(Statens räddningsverk, 2004)

Enligt det allmänna rådet bör det inom en verksamhet finnas en brandskyddsansvarig med särskilt ansvar för brandskydd och dokumentation. Om fastighetsägare och verksamhetsutövare är två skilda personer bör brandskyddsansvaret regleras i någon form av avtal. Ett systematiskt brandskyddsarbete är ett enkelt sätt att ha ordning och reda i sitt brandskydd. Kan det systematiska brandskyddsarbetet integreras i ett redan befintligt lednings- eller kvalitetsledningssystem är detta en stor fördel (Gullstrand, 2004).

## 2.3 Andra länders regler

Här följer en sammanställning av hur några andra länders lagar och regler ser på utrymning och persontäthet.

### 2.3.1 Norge

Byggande i Norge regleras i lagen Plan- och bygningslov (Miljøverndepartementet, 1986) Lagen presenterar eller ställer inga krav på brandskyddet, utan det regleras i föreskrifterna till lagen. Den föreskrift som behandlar brandskyddet heter Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK)(Kommunal- og regionaldepartementet, 2007). Kapitel 7 Personlig og materiell sikkerhet i föreskrifterna behandlar säkerhet vid brand och regelverket är liksom det svenska funktionsbaserat. Till dessa föreskrifter finns en vägledning (Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven) där föreskriften beskrivs mer detaljerat.

De norska reglerna innehåller ingen definition av samlingslokal och de använder inte heller byggnadstyp eller byggnadsklasser på samma sätt som de svenska reglerna. Föreskrifterna delar istället in byggnaderna i riskklasser. Dessa bedöms utifrån vilken verksamhet som ska bedrivas i lokalen och vilka förutsättningar människor har att själva sätta sig i säkerhet vid brand. Riskklassificeringen görs med hjälp av fyra frågor som besvaras med antingen ja eller nej, enligt tabell 4.

Tabell 4: Riskklasser i den norska lagstiftningen (Kommunal- og regionaldepartementet, 2007)

Riskklass	Vistas personer endast sporadiskt i byggnaden?	Känner personer till utrymningsvägarna och kan de sätta sig i säkerhet själva?	Är byggnaden endast avsedd för vakna personer?	Är det en verksamhet med lite brandfarlig verksamhet?
1	Ja	Ja	Ja	Ja
2	Ja / Nej	Ja	Ja	Nej
3	Nej	Ja	Ja	Ja
4	Nej	Ja	Nej	Ja
5	Nej	Nej	Ja	Ja
6	Nej	Nej	Nej	Ja

Enligt vägledningen till föreskrifterna klassas köpcentrum eller affärer i riskklass 5 vilket motsvarar samlingslokal i de svenska reglerna. Tabell 5 nedan visar några ex. på andra typer av byggnader och deras riskklass.

Tabell 5: Exempel på riskklasser enligt norska föreskrifterna (Statens bygningstekniske ETAT, 2007)

Verksamhet	Riskklass	Verksamhet	Riskklass	Verksamhet	Riskklass
Arbetsbarack	1	Församlingslokal	5	Lager	2
Arrest	6	Fryslager	1	Museum	5
Asylmottagning	4	Garage	1	Parkeringshus	2
Barnhem	4	Idrottshall	5	Säljlokal	5
Bostad	4	Industri	2	Skola	3
Bostad för rörelsehindrade	6	Kemisk fabrik	2	Internatskola	4
Brandstation	2	Kongresscenter	5	Studentbostad	4
Fängelse	6	Kontor	2	Teaterlokal	5
Flyghangar	1	Laboratorium	2	Vandrarhem	6



Byggnadens brandklass bestäms därefter med hjälp av byggnadens våningsantal och dess riskklass enligt tabell 6. Byggnader som används till församlingslokaler eller försäljning och har högst två våningar samt en bruttoarea på mindre än 800 m<sup>2</sup> kan uppföras i brandklass 1 (Statens byggningstekniska ETAT, 2007). När byggnadens riskklass och brandklass bestämts kan därefter parametrar i föreskrifterna bestämmas.

**Tabell 6: Byggnadens brandklass (BKL)**

Riskklass	Våningsantal på byggnaden			
	1	2	3 - 4	≥ 5
1	-	BKL 1	BKL 2	BKL 2
2	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
3	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
4	BKL 1	BKL 1	BKL 2	BKL 3
5	BKL 1	BKL 2	BKL 2	BKL 3
6	BKL 1	BKL 2	BKL 2	BKL 3

Vägledningen till föreskriften föreslår att dimensionering för brandklass 1 till 3 kan genomföras enligt föreskriftens tabeller gällande detaljer och kan likställas med förenklad dimensionering i de svenska reglerna. För de övriga brandklasserna skall risk- och konsekvensanalyser av ett eventuellt brandförlopp genomföras. Analyserna kan ske enligt tre olika metoder; jämförande analys, deterministisk analys eller probabilistisk analys (Jönsson, 2006).

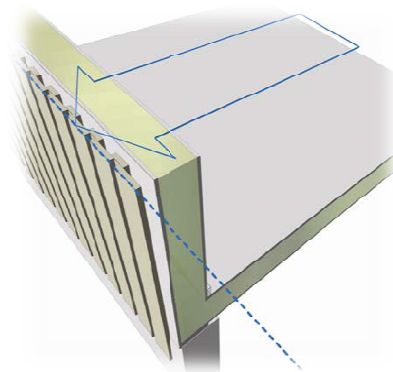
Persontäthet i föreskrifterna används endast vid dimensionering av fri bredd i utrymningsvägar och utgångar, enligt tabell 7. Enheten för persontäthet enligt norska reglerna är bruttoarea per person. Värdena i tabell 7 har därför inverterats till personer/m<sup>2</sup> (bruttoarea).

**Tabell 7: Persontäthet i vägledning till föreskrifterna**

Lokal	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )
Säljlokal	0,5
Kontor	0,1
Skola	0,5
Fritids	0,2 – 0,25
Församlingslokal utan fasta sittplatser	1,7
Matsal	0,7

**Definition av area för beräkning av persontäthet i Norge:**

Bruttoarea, beräknas för varje plan och innefattar de omslutande byggnadsdelarna i golvhöjd. Detta gäller även beklädnad på byggnaden, se figur 3. Byggnadsdelar som endast är till för estetisk utformning skall ej medräknas. Inget avdrag görs för inventarier (Standard Norge, 2006).



**Figur 3: Bruttoarea inkluderar vägg och panel (Standard Norge, 2006).**

### 2.3.2 Danmark

De danska byggreglerna Bygningsreglement BR08 (Bolistyrelsen, 2008) uttrycks som funktionskrav på samma sätt som de svenska reglerna. Erhvervs- og byggestyrelsen är den myndighet som har ansvar för byggreglerna i Danmark. Till BR08 reglerna finns det två skrifter med tillämpningar av reglerna. Dessa två skrifter är Eksempelsamling om brandsikring af byggeri (Erhvervs- og Bolistyrelsen, 2006) och Brandteknisk dimensionering.

En byggnad i Danmark klassas i en användarkategori mellan 1 och 6 enligt § 5.1.1 i BR08 och dessa olika användarkategorier beskrivs i tabell 8 (Bolistyrelsen, 2008).

Tabell 8: Användarkategorier för byggnadsdelar enligt § 5.1.1 i BR08 (Bolistyrelsen, 2008)

Användarkategori	Byggnadsdelar / avsnitt med:	Exempel på verksamheter
1	Personer som normalt uppehåller sig i byggnaden känner till utrymningsvägar och kan själva sätta sig i säkerhet.	Kontor, lagerbyggnad, jordbruk och garage i ett eller flera plan.
2	Få personer per rum. De behöver inte känna till utrymningsvägar men kan sätta sig själva i säkerhet.	Undervisningslokal, fritids, dagcenter och liknande rum med högst 50 personer.
3	Många personer. De behöver inte känna till utrymningsvägar men kan sätta sig själva i säkerhet.	Butik, samlingslokal, biograf, restaurang, idrottshall, diskotek, teater och liknande med mer än 50 personer.
4	Nattuppehälle där personerna känner till utrymningsvägar samt själva kan sätta sig i säkerhet.	Etagébostad, ungdomsbostad, familjehus, radhus och sommarbostäder.
5	Nattuppehälle personerna inte känner till utrymningsvägar men kan själva sätta sig i säkerhet.	Hotell, vandrarhem, krogar och pensionat.
6	Dag och eventuellt nattuppehälle med personer som inte själva kan sätta sig i säkerhet.	Äldreboende, behandlingshem, sjukhus med sängplatser, fängelse och institutioner med handikappade.

Eksempelsamling om brandsikring af byggeri uppdaterades senast 2006. Den innehåller de tidigare detaljerade bestämmelser men kan även till BR08 reglerna användas som en vägledning vid dimensionering av traditionellt byggande, kontor eller mindre butiker.

Vid dimensionering av byggnadsytor i användarkategori 3 förtydligar BR08 och skriften Eksempelsamling om brandsikring af byggeri vikten av att ta hänsyn till hur många människor som befinner sig i en brandcell. Skriften Eksempelsamling om brandsikring af byggeri redovisar några generella persontätheter som kan användas för enklare dimensionering av brandceller i användarkategori 3, vilka presenteras i tabell 9 nedan. Dessa persontätheter används för att dimensioner utgångar och utrymningsvägar från en brandcell.

Skriften Information om brandteknisk dimensionering är en sammanfattning av teorin bakom reglerna. Denna används som vägledning för mer otraditionellt byggande och innehåller metoder som kan användas vid analytisk dimensionering för att visa att BR08 uppfylls. Skriften ska användas till större köpcentrum, större sportarenor, atrier, konsertsalar etc.

Reglerna innan BR08 och BR95 definierade en samlingslokal som en lokal där många människor samlades. Reglerna innehöll också undantag för lokaler med mindre än 50 personer som kunde

dimensioneras som ett bostadshus med flera våningar. Detta innebar att en samlingslokal i Danmark tidigare definierades som en lokal där fler än 50 personer vistas. Dessa lokaler dimensionerades för en persontäthet på 2 personer/m<sup>2</sup> vilket är ekvivalent med 0,5 m<sup>2</sup>/person (Hedskog, 2000).

**Tabell 9: Maximal persontäthet i en brandcell enligt användarkategori 3 (Erhvervs- og Bolistyrelsen, 2006)**

Användarkategori 3	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	Exempel
Områden med låg personbelastning p.g.a. utställning eller varuutställning etc.	0,3-1,0	Försäljningslokal, utställningar och butik.
Områden med stoluppställningar med eller utan bord.	1,0	Restaurang, samlingslokal, diskotek, sällskapslokal och kyrka.
Områden där många personer samlas stående.	3-5	Dansgolv, områden framför scener, barer och liknande där det inte finns stolar.

### Definition av area för beräkning av persontäthet i Danmark:

Golvarean i tabell 9 definieras som den svenska nettoarean.

### 2.3.3 Storbritannien

Storbritanniens regelverk Building Regulations 2000 (BR) är baserat på funktionskrav och uppdaterades senast 2007 (ODPM, 2007). Regelverket omfattar hela byggprocessen inklusive brandskydd. Brandskyddsdelen är uppdelad i två delar en för bostadshus (Dwellinghouses) och en del för övriga byggnader.

- Approved Document B (Fire safety) – Volume 1: Dwellinghouses
- Approved Document B (Fire safety) – Volume 2: Buildings other than dwellinghouses

Vid enklare dimensioneringar räcker det med att följa riktlinjerna i Approved Document B för att föreskrifternas krav ska vara uppfyllda. Den kan likställas med den svenska förenklade dimensioneringen. Sedan 1985 är det i Storbritannien tillåtet att använda analytisk dimensionering för brandskyddet. Approved Document B anger när det är lämpligt att använda analytisk dimensionering (Jönsson, 2006).

När det gäller vilken variant av dimensionering som krävs i köpcentrum tar kapitel 0.25 i Approved Document B vol. 2 upp problemet med köpcentrum och deras komplexitet vad gäller utrymning. Dimensioneringen av en enskild butik i ett köpcentrum kan göras med hjälp av Approved Document B, men krav ställs på att reglerna måste vara kompatibla med brandstrategin för hela köpcentrumet. Standarden BS 5588-10:1991 ger förslag på hur detta kan göras.

I Storbritannien finns inte någon definition för samlingslokaler som utgår från personantal eller area likt den definitionen som finns i Sverige. Den närmaste definitionen av samlingslokal i svensk bemärkelse kallas för "Assembly and Recreation" men i denna grupp varierar antalet personer i lokalen från några få till flera hundra. Dimensioneringen utgår från vad lokalen ska användas till. I

tabell 10 presenteras några ex. på dimensionerande persontätheter för olika verksamheter. Ett alternativ till dessa siffror är att använda statistik på medelpersontätheten under toppar i handeln (ODPM, 2007).

**Tabell 10: Floor space factors som kan användas vid dimensionering i Storbritanniens (ODPM, 2007)**

<b>Byggnadstyp</b>	<b>Persontäthet (personer/m<sup>2</sup>)</b>
Nöjesarkad, samlingslokal, bar, bingohall, dansgolv och utrymme för konsert	2,0
Bar utan fasta sittplatser	2,0
Läktare för stående	3,3
Museum och konstgalleria	0,2
Studio (TV, radio, film)	0,7
Utställningshall	0,7
Öppen samlingsplats, köytor eller öppna ytor i köpcentrum	1,4
Konferensrum, matsal, restaurang, lounge eller bar	1,0
Ishall	0,5
Butik, stormarknad och varuhus	0,5
Butik med möbler eller stora varor	0,15
Kök eller bibliotek	0,15
Kontor	0,2
Lager	0,03
Garage	Två personer per parkeringsyta

**Definition av area för beräkning av persontäthet i Storbritannien:**

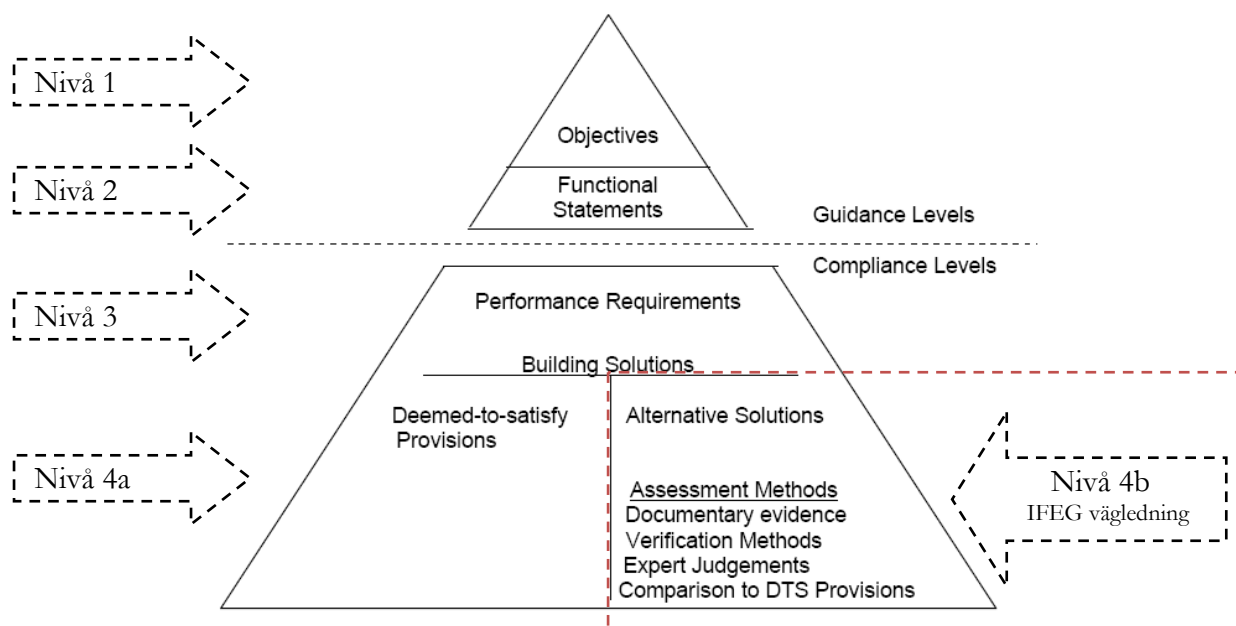
Storbritannien definierar arean som bruttoarea d.v.s. ytan innanför ytterväggar på byggnaden användas vid beräkning och inget avdrag för hallar, trappor, garderober, innerväggar eller liknande göras.

### 2.3.4 Australien

Målet med Australiens byggregler The Building Code of Australia (BCA) (AIB, 2004) är att uppnå en acceptabel säkerhetsstandard mot brand i samhället och att brandskyddet inte ska vara onödigt kostsamt eller komplicerat (ABCB, 2005).

Australien har sedan 1996 en funktionsbaserad lagstiftning och Australien Building Code Board gav då ut Fire Engineering Guidelines. År 2005 gick de tillsammans med Department of Building and Housing (Nya Zeeland), National Research Council (Kanada) samt ICC (USA) in i ett internationellt samarbete för att ta fram ett underlag för hur verifiering av brandsäkerhet kan göras på ett gemensamt sätt. Detta resulterade i International Fire Engineering Guidelines (IFEG) som syftar till att underlätta och ge stöd vid analytisk dimensionering i de olika länderna (ABCB, 2005).

IFEG anger inga speciella krav utan endast att tillräckligt brandskydd för att skydda samhället ska uppnås. När det gäller indelning i olika klasser av lokaler som t.ex. samlingslokaler har de australiensiska byggreglerna gått ifrån detta i och med de nya reglerna sedan 1996. Det finns ingen tydlig klassificering av vilken byggnadstyp en viss verksamhet ska inrymmas i, utan detta regleras av en byggnadsinspektör som avgör vad det är och vilka regler som ska skall tillämpas. Myndighet eller myndighetsperson som har till uppgift att godkänna den föreslagna brandtekniska lösningen enligt BCA och IFEG kallas i Australien och många andra länder "Authority Having Jurisdiction" och har samma funktion som den svenska byggnadsnämnden. De funktionsbaserade kraven sammanfattas av BCA i en pyramid se figur 4 (AIB, 2004).



Figur 4: Hierarki av de funktionsbaserade kraven i BCA (AIB, 2004).

### **Nivå 1 Objectives**

Presenterar kommunens anledningar till att de vill reglera något i ett krav och uttrycks i generella termer. Refererar oftast till behoven att skydda människor och intilliggande byggnader (AIB, 2004).

### **Nivå 2 Functional statements**

Ställer generella krav på hur en byggnad kan uppfylla nivå 1 (AIB, 2004).

### **Nivå 3 Performance requirements**

Specificerar vilka egenskaper byggnadsmaterial och komponenter måste uppfylla. Men även vilka konstruktions metoder som kan användas för att byggnaden ska uppfylla nivå 1 och 2. Dessa krav är kärnan i hela BCA och är den enda delen som är tvingande (AIB, 2004).

### **Nivå 4 Building solutions**

Beskriver hur nivå 3 kan uppfyllas, det finns två möjliga sätt att göra detta och dessa är 4a Deemed-to-satisfy provisions eller 4b Alternative solutions (AIB, 2004).

#### **Nivå 4a Deemed-to-satisfy provisions**

Beskriver och ger ex. på komponenter, design och konstruktionsmetoder som kan användas för att uppfylla kraven i BCA (AIB, 2004).

#### **Nivå 4b Alternative solutions**

Detta ger projektören möjlighet att skapa egna lösningar och det finns inga krav på att en speciell metod, design och konstruktionslösning används. Krav ställs dock på att projektören kan visa för den kontrollerande myndigheten att designen ger relevant skydd enligt nivå 3. Detta kan göras på en mängd olika sätt och de ska valideras genom beräkningar eller tester som visar att nivå 3 kraven uppfylls (AIB, 2004). Här kan IFEG användas som en vägledning och hjälp för brandingenjörer eller någon med liknande kunskaper (ABCB, 2005).

Vid dimensionering av enklare byggnader kan projektören bestämma persontätheten baserat på siffror från BCA som redovisas i tabell 11 nedan (Nivå 4a enligt BCA pyramiden). Om projektören med hjälp av andra metoder kan avgöra hur många personer som kommer vistas i byggnaden kan persontätheterna i tabell 11 frångås, t.ex. genom antal stolar på en läktare, bio eller teater men det kan även bygga på information från ägaren till byggnaden om hur många som maximalt får vistas i en lokal o.s.v. Vid dimensionering av köpcentrum används ett mer omfattande dokument än BCA vanligen kallat Project 6 (Fire Safety in Shopping Centres). Project 6 har andra värden än de i BCA och används ofta vid större projekt eftersom de anses vara mer realistiska för stora köpcentrum (Lindström, 2008) Projekt 6 har gjort en omfattande statistisk studie av persontätheten i ett köpcentrum och tagit fram alternativa värden på persontätheten. I studien antogs att en medelkund spenderade 2 timmar i köpcentrumet. Alternativa värden för persontäthet presenteras i tabell 12.

Tabell 11: Exempel på dimensionerande persontätheter i BCA (AIB, 2004)

Byggnadstyp		Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )
Bar	- stående	2,0
	- annat	1,0
Bibliotek	- Läsytor	0,5
	- Lagringsytor	0,03
Butik	- Bottenvåning där man kommer in direkt från utsidan eller lägre nivåer	0,33
	- Alla andra våningar	0,2
Café		1,0
Dansgolv		2,0
Domstolslokal	- där jurister och domare befinner sig	0,1
	- där åhörare befinner sig	1,0
Fabrik	- maskinverkstad, tillverkning, skärning och anpassning	0,2
	- tillverkning och processer andra än de ovan	0,02
Förskola		0,25
Gymnasium		0,3
Gymnastiksal, inomhusarena		0,1
Hotell, motell, vandrarhem och gästhus		0,07
Kontor		0,1
Konstgalleria, utställningslokal, museum		0,25
Kyrka		1,0
Kök, laboratorium, tvättstuga		0,1
Lager		0,03
Matsal		1,0
Restaurang		1,0
Skola	- klassrum	0,5
	- lokaler med varierande verksamhet	1,0
	- personalrum	0,1
Studentboende, sovsal		0,2
Styrelserum, konferensrum		0,5
Teater		1
Terminalbyggnad		0,5
Åskådarplats	- stående	3,3
	- borttagbara stolar	1
	- fastsatta stolar	Antal platser
	- bänkar	450 mm/person

Tabell 12: Alternativa persontätheter från Project 6 (Eaton, Bennetts, Poh, & Lee, 1998)

Byggnadstyp	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	
	BCA	Project 6
Köpcentrum - Butiker inom köpcentrumet	0,33	0,17
	0,2	0,1

### Definition av area för beräkning av persontäthet i Australien:

Vid dimensionering med värden i tabell 11 skall golvytan innanför ytterväggar på byggnaden räknas och därefter ska de ytor som personer vanligtvis inte uppehåller sig på (hissar, trappor, korridorer eller liknande) eller kan beträda subtraheras (AIB, 2004).

### 2.3.5 Nya Zeeland

De nya zeeländska reglerna för brandskydd förklaras i Compliance Documents for New Zealand Building Code Clauses C1, C2, C3, C4 och ges ut av Department of Building and Housing (2005). Dokument med "Acceptable Solutions" anger riktlinjer för hur brandskyddsteknisk dimensionering kan göras för att uppnå ett acceptabelt brandskydd. Analytisk dimensionering är också tillåten och rekommenderas vid mer komplicerade byggnader.

"Acceptable Solutions" dokumenten fungerar dock som standardregler och är därför ganska detaljerade. I C2 finns två sidor med "Occupant Densities" d.v.s. persontätheter för olika byggnadstyper. Dessa kan användas vid dimensionering och några redovisas i tabell 13 nedan. Innehåller en byggnad flera olika verksamheter ska varje brandcell dimensioneras var för sig med respektive verksamhet. Om en brandcell inom byggnaden innehåller flera typer av verksamheter ska brandcellen dimensioneras utifrån den verksamhet som ger högst persontäthet över hela ytan. Efter kontakt med en verksam brandingenjör i Nya Zeeland har det framgått att många dimensioneringar görs enligt denna standardmetod. Personantalen baseras också i stort sett alltid på de föreslagna "Occupant Densities" vid dimensioneringen, även när de jobbar med simuleringar och specifika "designlösningar" (Lindgren, 2008).

Tabell 13: Rekommenderade persontäthet Nya Zeeland (Department of Building and Housing, 2005)

Byggnadstyp	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	
Arbetsrum	0,2	
Bar	- för stående - sittande	1,0 2,0
Bibliotek	- lagringsytor - alla andra ytor	0,1 0,15
Butiksyta för möbler, golvbeläggning, stora varor och byggnadsvaror		0,1
Förskola		0,25
Dansgolv		1,7
Gym		0,2
Gymnasium		0,35
Flygplats	- baggagehämtning - korridorer, centralhall - incheckning, vänteytor	0,5 0,1 0,7
Klassrum		0,5
Konstgalleria		0,25
Kontor och personalutrymme		0,1
Laboratorium		0,1
Lobby och foajé		1,0
Loung, läsrum, skrivrum		0,5
Museum		0,25
Plats för stående		2,6
Receptionsyta		0,1



Byggnadstyp	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )
Restaurang	0,9
Utrymme med fasta sittplatser	Antal platser
Utrymme med lösa sittplatser	1,3
Utrymme utan sittplatser eller mittgångar	1,0
Utrymme med lösa stolar och bord	0,9
Utställningsyta	0,7
Varuhuslager	0,03
Köpcentrum och spelhall	0,3
Köpcentrumyta för sammankomster	1,0
Snabbköp	0,5 *
Försäljningsyta, bottenvåning och källare	0,4 *
Försäljningsyta, övriga våningar	0,2 *

\* Finns inte kvar i de nya reglerna men fanns i tidigare versioner (Hedskog, 2000).

### **Definition av area för beräkning av persontäthet i Nya Zeeland:**

Vid dimensionering med värden i tabell 13 skall golvytan vara den totala inre ytan i brandcellen inklusive mellanväggar och fast inredning. Ytor som inte ligger inom verksamhetsområdet (utgångar, hissa, toaletter och liknande) ska inte inkluderas vid beräkningen av ytan. Detta för att inte skapa dubletter av personer vid dimensioneringen (Department of Building and Housing, 2005).

### 2.3.6 USA

USA har inga nationella föreskrifter vilket gör att regelverket skiljer sig från många andra länders regelverk. I USA har delstaterna och kommunerna själva rätt att utforma sina egna regler. Detta är dock inte vanligt utan många använder National Fire Protection Association:s (NFPA) standarder. Vid projekteringar av utrymningssäkerhet är NFPA 101 Life Safety Code (NFPA, 2007) den vanligaste standarden som används. En annan organisation som också arbetar med standarder för analytisk dimensionering är International Code Council (ICC). De har också hjälpt till med framtagandet av IFEG som Australien använder idag. IFEG kan även användas vid dimensioneringen i USA. Här studeras dock endast NFPA 101 Life Safety Code. Myndigheten som har till uppgift att godkänna den föreslagna brandtekniska lösningen enligt NFPA och IFEG kallas "Authority Having Jurisdiction" och kan jämföras med den svenska byggnadsnämnden i varje kommun. Det kan också vara staten eller staden och ända ner på personnivå och då oftast brandchefen eller någon annan myndighetsperson som godkänner den föreslagna brandtekniska lösningen.

NFPA 101 är en mycket detaljerad beskrivning av hur brandskyddet ska utformas. Numera kan även analytisk dimensionering (kapitel 5 i NFPA) användas. Den analytiska dimensioneringen skiljer sig dock från de flesta andra länderna eftersom den specificerar vilka scenarier och indata som ska väljas. Dessutom kan vissa detaljkrav aldrig analyseras bort eftersom det står att de gäller oavsett vilka resultat analysen ger. Den kontrollerande myndigheten kan också kräva en tredje parts oberoende utredning av den analytiska dimensioneringen om de anser det vara nödvändigt. Det är dock alltid myndigheten som gör den slutgiltiga bedömningen om tillräcklig säkerhetsnivå uppnåtts.

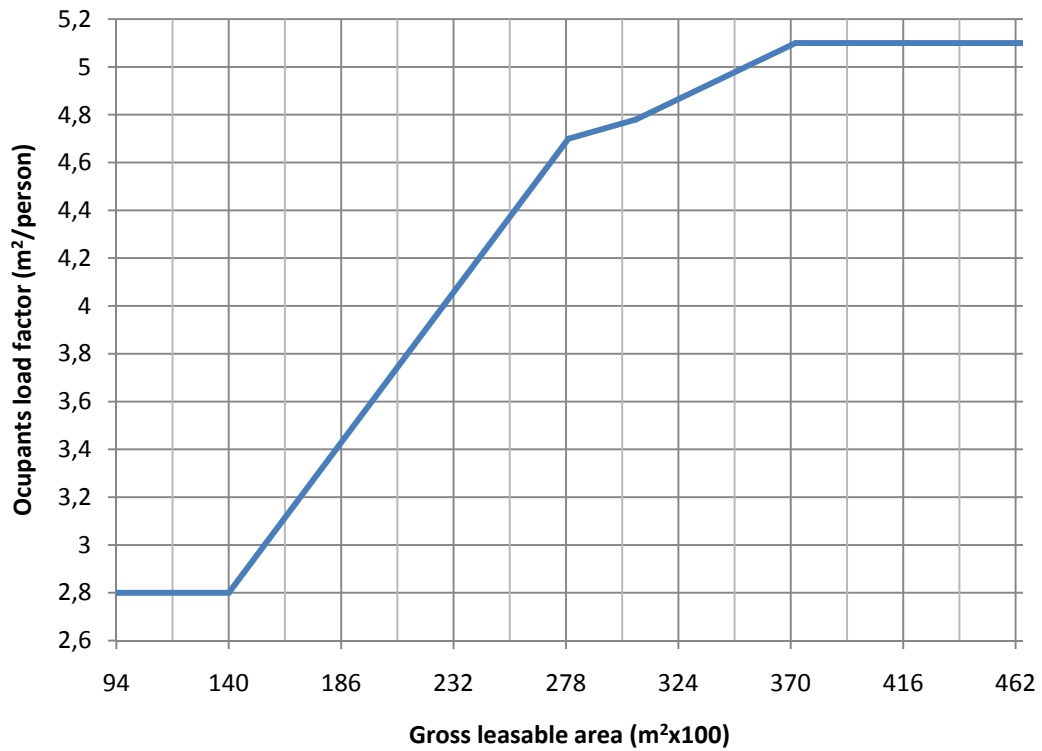
Dimensioneringen ska baseras på det maximala antalet personer som kan uppehålla sig i ett enskilt rum eller på en specifik yta. Om förutsättningen för en lyckad utrymning är beroende av att det maximala antalet beräknade personer inte överskrider på dessa ytor måste organisatoriska åtgärder vidtas för att säkra utrymningsförloppet. Används organisatoriska åtgärder såsom t.ex. tränad personal vid dimensioneringen av utrymningsförloppet måste detta dokumenteras noggrant.

Vid en dimensionering med NFPA 101 används uttrycket "Occupant load factor" vilket motsvarar det svenska uttrycket persontäthet. Maximalt antal personer (occupant load) som får vistas i en byggnad eller byggnadsdel beräknas enligt följande formel:

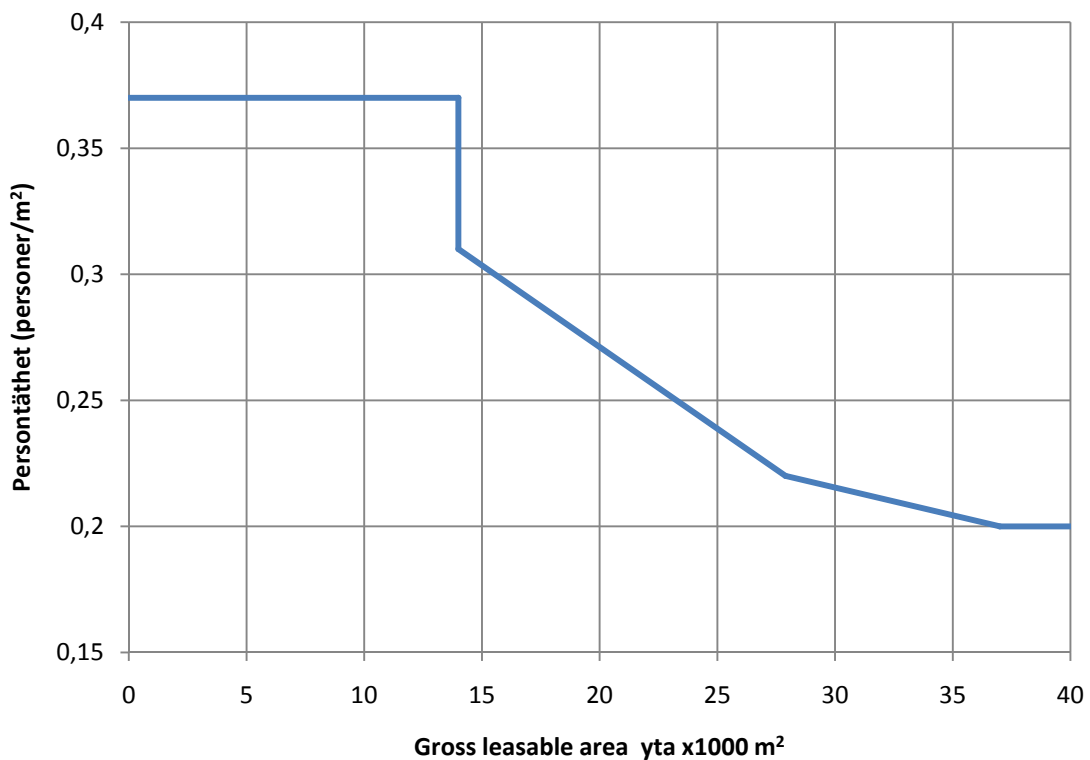
$$\frac{\text{Floor area}}{\text{Occupant load factor}} = \text{Occupant load}$$

Tabellvärden för olika typer av verksamheter "Occupant load factor" finns i NFPA handboken. För köpcentrum finns även diagram, se figur 5. Persontäthet för en affärsverksamhet kan bestämmas genom att titta på den uthyrda arean i diagrammet som presenteras i figur 5 och därefter läsa ut vilken persontäthet som ska användas vid dimensioneringen. Figur 6 anger persontäthet med enheten personer/m<sup>2</sup>.

Alternativt kan tabellerna i NFPA 101 användas för de vanligaste verksamheterna (några persontätheter redovisas i tabell 14). Restauranger eller samlingslokaler i köpcentrum som inte tillhör de uthyrbara delarna av köpcentrumet dimensioneras med hjälp av figur 5. Resterande delar av köpcentrumets ytor behöver inte tilldelas en persontäthet. De delar av ett köpcentrum som används som gångstråk och inte används till försäljning behöver bara tilldelas en persontäthet med hjälp av figur 5 om de ska användas som utrymningsväg.



Figur 5: Köpcentrum Occupant load factor från NFPA 101.



Figur 6: Dimensionerande persontätheter för köpcentrum översatt till svenska från NFPA 101.

Persontätheter i tabell 14 anges med gross floor area om inget annat anges.

Tabell 14: Amerikanska persontätheter i NFPA 101 Life Safety Code

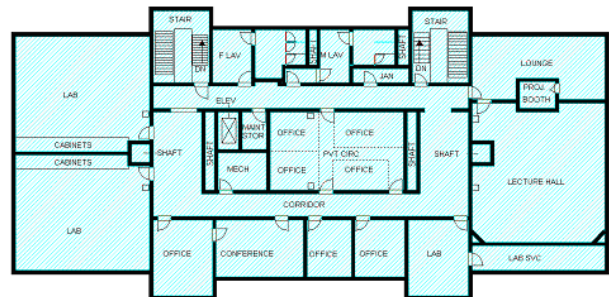
Byggnadstyp	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )
Hög personbelastning (concentrated use), utan fasta sittplatser	1,5*
Mindre hög personbelastning (less concentrated use), utan fasta sittplatser	0,7*
Fasta sittplatser	Dimensioneras efter antalet sittplatser
Bibliotek	0,1
Studierum på bibliotek	0,2*
Träningslokal utan utrustning	0,7
Kasino och liknande spelhall	1,0
Klassrum	0,5
Försäljningsyta i markplan	0,4
Försäljningsyta ovanför markplan	0,2
Affär, laboratorium	0,2*
Säljyta på gatunivå	0,4
Säljyta på våning under marknivå	0,4
Säljyta på våning över marknivå	0,2

\*Net floor area.

### Definitioner av area för beräkning av persontäthet golvytor i NFPA:

#### Gross floor area

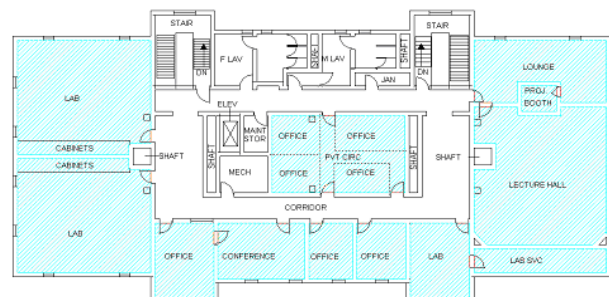
Golvnya innanför ytterväggar på byggnaden och inget avdrag för hallar, trappor, garderober, innerväggar eller liknande får göras.



Figur 7: Gross floor area (IES, 2008).

#### Net floor area

Golvnya innanför ytterväggar på byggnaden med avdrag för hallar, trappor, garderober, innerväggar eller liknande.



Figur 8: Net floor area (IES, 2008).

## **2.4 Människors beteende**

En utrymning av en byggnad görs för att människor inte skall utsättas för fara. Utrymning påbörjas först efter att en eller flera nödsituationer har uppstått. En nödsituation kan utgöras av t.ex. brand, gasutsläpp eller bombhot. I detta arbete kommer utrymning beaktas utifrån att en nödsituation uppkommer p.g.a. brand. Vid byggnation av köpcentrum sker alltid en utrymningsdimensionering vars syfte är att byggnaden skall vara utformad så att säker utrymning kan ske för alla. Människor reagerar olika vid utrymningssituationer. Därför bör hänsyn tas till människors beteende vid utrymning.

Generellt sett kan människors beteende vid en utrymningssituation delas upp i tre stadier; förståelse och tolkning av situation, förberedelse och genomförande (Canter, 1980)). Panik uppstår då människor upplever känslor som oro, ångest och skräck för att inte kunna ta sig ur en nödsituation (Sime, 1990) Om personer utsätter andra för skada p.g.a. sitt agerande kan det betecknas som panik. Panik rapporteras ibland som orsak till att personer omkommer vid bränder men Sime (1990) har studerat fenomenet panik och kunnat konstatera att panik sällan inträffar.

De faktorer som styr människors beteende är typ av verksamhet, byggnadens utformning och individens beteende (Frantzich, 2004).

### **Typ av verksamhet**

När en utrymningssituation uppstår i handelsverksamheter och kunden har börjat handla fortsätter kunden gärna med detta även om larmet har uppmärksammats av kunden. För att avsluta handlandet och påbörja utrymning måste kunden stimuleras i högre grad (Boyce & Shields, 2000). Kunder som är i rörelse d.v.s. inte upptagna med att analysera eventuella varor (står i kö eller liknande) har en kortare besluts- och reaktionstid. Frantzich (2001) har observerat att besluts- och reaktionstiden i medel är 28 sekunder om kunden håller på att handla, 54 sekunder vid restaurangbesök samt 55 sekunder om kunden väntar i kassakön. Det fanns stor spridning mellan resultaten under dessa försök som genomfördes på IKEA med personal och ett talat utrymningsmeddelande (Frantzich, 2001). Handelsverksamheter som har kundvagnar kan orsaka problem vid utrymningssituationer. Om inget meddelande ges om att lämna kundvagnarna tas dessa med till nödutgångar vilket hindrar eller förlänger ett utrymningsförlopp (Carlsson B. , 2007).

### **Byggnadens utformning**

Köpcentrumens utformning med avseende på öppenhet, ljud, ljus, skyltar och larm inverkar på kundernas beteende. Beroende på storlek och kännedom om köpcentrumet som personerna befinner sig i, agerar de olika (Frantzich, 2001). Observationer gjorda av Frantzich (2001) visar att kunderna inte väljer den mest optimala vägen ut utan hellre en välkänd väg, även om den är längre. Tydliggörande av utrymningsvägar behövs för att göra dem mer attraktiva.

### **Individens beteende**

Kunders beteende påverkas av social struktur, motivation och uppmärksamhet. T.ex. följer människor ofta sin sociala struktur som de hade innan nödsituationen inträffade (Canter, 1980). Dessutom handlar inte familjemedlemmar som befinner sig på olika platser i ett köpcentrum vid en nödsituation helt rationellt utan de prioriterar att återförenas innan gemensam utrymning påbörjas istället för att utrymma var och en för sig (Perry, 1989). Köpcentrumets anställda kan genom sin auktoritet och sociala ställning snabbt uppmärksamma kunderna på att utrymning skall påbörjas. Det har visat sig i utrymningsförsök gjorda på Gekås att de flesta kunderna valde att utrymma genom de utrymningsvägar som var bemannade av aktiv personal (Carlsson B. , 2007). Samma sak har även påvisats vid försök på IKEA (Frantzich, 2001).

## **2.5 Parametrar som påverkar persontätheten**

En byggnads persontäthet definieras av antalet personer i byggnaden dividerat med nettoarean. Boverket definierar nettoarea som den golvarea som finns i den aktuella publika lokalen efter borträkning av arean för fast inredning eller byggnadsdelar i form av mellanväggar, pelare m.m. Annan inredning som butiksinredning, kassalinjer etc. får inte räknas bort förutom där det särskilt angivits (Boverket, 2007)

Projektören är vanligtvis begränsad av en given golvyta p.g.a. fastighetens area redan är förutbestämd. Med hjälp av persontätheten och nettoarean beräknas det dimensionerade personantalet för byggnaden som ligger som grund för utrymningsdimensionering. Det finns ytterligare faktorer att ta hänsyn till vid dimensionering av antalet personer i lokalerna.

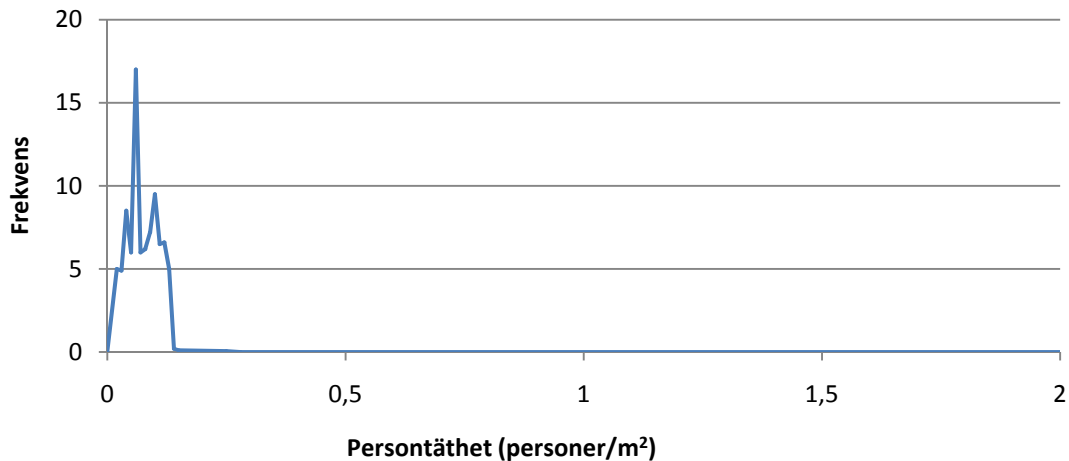
Köpcentrum attraherar kunderna genom att bl.a. erbjuda gratis parkering, många olika affärer, kampanjerbjudanden, realisationer, attraktiv shoppingmiljö, långa öppettider samt ett attraktivt geografiskt läge med bra vägnät (Andersson, Friberg, & Karlsson, 2006). Dessutom nischar sig köpcentrumen idag inom många olika områden t.ex. är Nova Lund nischat mot kläder och heminredning (CFI Group, 2004). Köpcentrumet Heron City i Stockholm har utöver butiker även träningscentrum, biosalonger och lekland för barnen (Heron City, 2008). Förutom de ovan nämnda faktorerna som alla görs i syfte att öka antalet besökare i byggnaden arrangerar ofta centrumledning egna evenemang i samma syfte t.ex. skivsigneringar och uppträdanden. Vid dessa evenemang kommer persontätheten att öka där evenemanget presenteras samt minska inne i butikerna (Pettersson & Åkesson, 2003). Persontätheten varierar också beroende på var i byggnaden de olika avdelningarna är och på vilket våningsplan (Boyce & Shields, 2000). En avgörande faktor för att få bra flöde inne i en butik eller ett köpcentrum är hur varor placeras (Carlsson B. , 2007). Varornas placering kan även påverka en butiks ekonomiska vinst om besökare upplever att butiken är trång. Därför bör butiker undvika att varor tar plats från gångar och öppna ytor även ur ett ekonomiskt perspektiv (Carlsson B. , 2007) Enligt B. Carlsson (2007) är även tiden på året en styrande faktor för vilka olika avdelningar folk väljer att besöka ex. har lek- och presentavdelningen högre persontäthet under julen än under resten av året.

Det finns ett stort intresse av att få ett bra flöde på besökarna inne i byggnaden. Detta för att få kunderna att handla i fler butiker i köpcentrumet, vilket kan uppnås genom en väl genomtänkt hyresmix av butiker. De mest attraktiva hyresgästerna eller butikerna kallas ankarhyresgäster och deras höga besöksfrekvens bidrar till ökad omsättning i köpcentrumen (Berghlund & Mässing, 2007). T.ex. rekommenderas tvåplans köpcentrum i en stad att inhyra konfektionsbutiker i lokaler på andra våningen för att locka dit kunder (Lebeda & Saesan, 2005). En annan metod som kan användas för att öka omsättning och tillströmning av kunder är att butiker med liknande utbud placeras bredvid varandra och bildar s.k. kluster (Carlsson & Engström, 2007). För att få kunder att besöka andra våningsplan än bottenvåningen bör rulltrappor användas istället för trappor p.g.a. att trappor upplevs mer ansträngande av besökare. Rulltrappor är en arkitektonisk faktor som kan styra kunderna att behöva passera flera butiker, om ner- och uppåtgående rulltrappor placeras på olika ställen (Lebeda & Saesan, 2005). Ett annat sätt att påverka och styra besökarna till flera butiker är att anlägga gångstråk i köpcentrumen som styr hur besökarna måste gå. Många butiker har även liknande gångstråk som köpcentrum men dessa är framställda med hjälp av varuställ. Varuplaceringen i butikerna kan styra flödet av besökarna, ex. genom att ställa vardagsvaror längst inne i butik och på det sättet tvinga kunderna att passera genom hela butiken (Carlsson B. , 2007).

## **2.6 Genomförda studier av persontäthet i köpcentrum och varuhus**

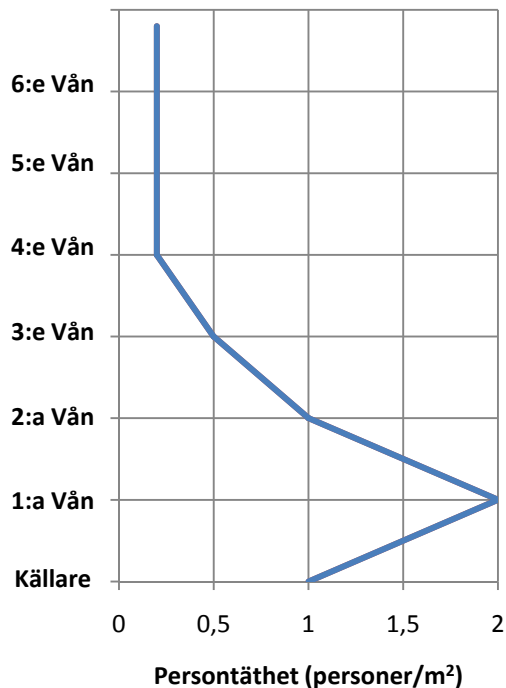
M. Angerd (1999) har i sitt examensarbete ”Är utrymnings-schablonerna vid brandteknisk dimensionering säkra?” redovisat persontäthet för tre köpcentrum och 30 Konsumbutiker.

Statistiken över köpcentrum erhöles från konsultfirman Brandskyddslaget AB och för butikerna från Konsums huvudkontor. Köpcentrumens nettoarea angavs att vara den tillgängliga ytan där besökare fick vistas. Ytan varierade mellan 32 800 m<sup>2</sup>, för det största köpcentrumet, till 300 m<sup>2</sup> för den minsta Konsumbutiken. Utifrån statistiska fördelningar och olika konservativa antaganden redovisades en slutlig fördelning av persontätheten enligt figur 9. Den högsta persontätheten var 0,28 personer/m<sup>2</sup> nettoarea (Angerd, 1999).



Figur 9: Frekvensdiagram över sammanvägd fördelning av persontätheten för tre köpcentrum och 30 konsumbutiker (Angerd, 1999).

Späther och Peissard gjorde 1977 en studie på "varemagasin" med målet att försöka bestämma vilka konstruktionskrav som var nödvändiga för brandskyddet i byggnaden. Med hjälp av de franska byggreglerna från 1977 tog Späther och Peissard fram figur 10 nedan som definierar olika persontätheter för respektive våningsplan. I rapporten finns även diagram för trappors bredd och utgångars bredd som funktion av våningsplan (Späther & Peissard, 1977).



Figur 10: Persontäthet på olika våningsplan (Späther & Peissard, 1977).

## 2.7 Sammanfattning och diskussion av teorin

De olika ländernas regler är på många områden väldigt lika t.ex. har alla länder funktionsbaserade krav och tillåter analytisk dimensionering. Alla har dessutom föreskrifter som beskriver och underlättar förenklad dimensionering. Det finns dock några saker som skiljer länderna åt även om slutresultatet i princip blir detsamma. Norges modell för att dimensionera brandskyddet i en byggnad skiljer sig mest från de studerade länderna i tillvägagångssätt. Systemet bygger till stor del på riskvärderingar av byggnaden, verksamhet och personernas möjlighet att själva sätta sig i säkerhet. Danmark har nu i de senaste reglerna (BR08) gått över till användarkategorier istället för att kategorisera varje enskild verksamhet var för sig. Detta tillvägagångssätt påminner mycket om det norska systemet. I de fyra länderna Australien, Nya Zeeland, Kanada och USA kan dimensioneringen göras med hjälp av IFEG och då framförallt analytisk dimensionering.

För köpcentrum (varuhus) i Sverige kan en byggnad dimensioneras med hjälp av en generell persontäthet på 0,5 personer/m<sup>2</sup>. Projektören kan också dela upp byggnaden i olika våningsplan och dimensionera dessa var för sig och då använda värdet 0,4 personer/m<sup>2</sup> för bottenvåningen och 0,2 personer/m<sup>2</sup> för ovanliggande våningar. Det är oklart var dessa siffror kommer ifrån men de är idag accepterade. Nya Zeeland och USA dimensionerar byggnader med försäljningsytor för 0,4 personer/m<sup>2</sup> för bottenvåningen och 0,2 personer/m<sup>2</sup> för ovanliggande våningar. Nya Zeeland har också ett generellt värde för köpcentrum på 0,3 personer/m<sup>2</sup>. Norge har för säljlokaler och utrymningsvägar dimensionerande värde på 0,5 personer/m<sup>2</sup>. Tabell 15 visar några olika länders persontätheter för lokaler som används till affärsverksamhet och köpcentrum.

Tabell 15: Persontätheter för byggnader där handelsverksamhet bedrivs

Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	Sverige	Norge	Danmark	Storbritannien	Australien	Nya Zeeland	USA
Försäljningsyta i markplan					0,33	0,4	0,4
Försäljningsyta ovanför markplan					0,2	0,2	0,2
Försäljningsyta, källare					0,33	0,4	0,4
Köpcentrum						0,3	
Snabbköp						0,5	
Varuhus	0,5		0,3 - 1,0				
Varuhus – bottenvåning och källare	0,4						
Varuhus - övriga våningar	0,2						
Säljlokal		0,5	0,3 - 1,0				
Avdrag för fast inredning/byggnads del	Ja	Nej	Ja	Nej	Ja	Nej	B Nej N Ja
Area som används	Netto	Brutto	Netto	Brutto	Netto	Brutto	Brutto Netto



Bilaga 6 redovisar en mer omfattande sammanställning av ländernas persontätheter. Värdena i tabell 15 är inte direkt jämförbara p.g.a. att länderna definierar areorna olika. För att förtydliga värdena och jämförbarheten i tabell 15 följer här en sammanfattning över ländernas definitioner av area som tillämpas vid beräkning av persontäthet. Uttrycken nettoarea och bruttoarea som används i de olika länderna definieras på olika sätt trots att samma ord används, t.ex. ska bruttoarean inkludera ytterväggen i vissa länder och i andra länder ska den exkluderas.

#### **Sverige och Danmark:**

Både Sverige och Danmark tillämpar nettoarea vid beräkning av persontäthet. Nettoarean definieras som en lokals golvarea minus area som upptas av fast inredning eller byggnadsdelar i form t.ex. mellanväggar och pelare. Annan inredning som butiksinredning, kassalinjer etc. ska inte räknas bort förutom där det särskilt angivits (Boverket, 2007).

#### **Norge:**

Norge använder bruttoarea vid beräkning av persontäthet. Bruttoarean innefattar byggnadens omslutande byggnadsdelar i golvhöjd. Detta gäller även beklädnad av byggnaden. Byggnadsdelar som bara är till för estetisk utformning skall inte medräknas. Inget avdrag ska göras för inventarier (Standard Norge, 2006).

#### **Storbritannien:**

Storbritannien använder bruttoarea vid definition av persontäthet. Bruttoarean definieras som golvytan innanför ytterväggar på byggnaden och inget avdrag för hallar, trappor, garderober, innerväggar eller liknande ska göras.

#### **Australien:**

Nettoarea används i Australien och definieras som golvytan innanför ytterväggar på byggnaden minus ytor som personer vanligtvis inte uppehåller sig på eller kan beträda (AIB, 2004).

#### **Nya Zeeland:**

Nya Zeeland använder bruttoarea d.v.s. den totala inre golvytan i brandcellen inklusive mellanväggar och fast inredning. Ytor som inte ligger inom verksamhetsområdet ska inte inkluderas vid beräkningen av ytan (Department of Building and Housing, 2005)

#### **USA NFPA:**

USA använder både bruttoarea och nettoarea beroende på vilken byggnadstyp som dimensioneras.

Gross floor area (bruttoarea): Golvyta innanför ytterväggar på byggnaden och inget avdrag för hallar, trappor, garderober, innerväggar eller liknande.

Net floor area (nettoarea): Golvyta innanför ytterväggar på byggnaden med avdrag för hallar, trappor, garderober, innerväggar eller liknande.

Något som kan diskuteras är varför varuhus i Sverige som helhet dimensioneras med 0,5 personer/m<sup>2</sup>. Görs dimensioneringen generellt blir den dimensionerande siffran större än om våningsplanen dimensioneras individuellt. I Nya Zeeland sänks istället värdet till 0,3 personer/m<sup>2</sup> vilket kan antas bli ett medelvärde istället (för byggnader på upp till 4 våningar). Naturligtvis kan detta innebära att bottenvåningen i Nya Zeeland blir underdimensionerad om det faktiska värdet för bottenvåningen är 0,4 personer/m<sup>2</sup> som det individuella våningsvärdet visar. Späther och Peissards (1977) studie på "varemagasin" som redovisas i figur 10 en persontäthet på 2 personer/m<sup>2</sup> för bottenvåning och först på våning fyra blir persontätheten 0,2 personer/m<sup>2</sup>. Denna undersökning är från 1977 och det kan mycket väl vara så att ett rimlig dimensioneringsvärde är 2 personer/m<sup>2</sup>, även om det känns högt med tanke på de värden som

används idag. Det finns dock en viktig sak att ta hänsyn till vid en dimensionering av en byggnad och det är var utrymningsvägarna mynnar ut från de övre våningarna. Om alla utrymningsvägar går igenom underliggande våningar ner till bottenvåningen innan de kommer ut från byggnaden kommer underliggande våningar och bottenvåningens persontäthet att öka under en utrymning. Detta gör att de nedersta våningarnas utrymningsvägar bör lämpligtvis överdimensioneras. Om det verkligen är på detta sätt eller hur stort värdet då bör vara är dock svårt att säga eftersom det inte gjorts några undersökningar inom detta område.

Dagens byggregler kan inte ställa några krav på organisatoriskt brandskydd men det skulle rent tekniskt vara möjligt med analytisk dimensionering om projektören skulle vilja detta. Ett problem med att använda denna metod för att säkerställa en säker utrymning är att det är svårt att validera att det fungerar i en krissituation. Det skulle dock vara möjligt att skriva in i verksamhetens SBA som ska göras enligt LSO. En möjlig kontrollfunktion skulle kunna vara att införa en årlig utrymningsövning tillsammans med t.ex. räddningstjänst, revisionsbyrå eller någon annan utomstående person som kan kontrollera att skyddet fungerar tillfredställande.

Brandteknik är en relativt ny vetenskap och de olika länderna är på många sätt lika och en fråga som bör ställas är hur mycket de olika länderna har påverkats av varandra när det gäller att ta fram dimensionerande persontätheter och hur mycket som bygger på faktiska experiment eller beräkningar i det egna landet. Många gånger kan verksamheter vara direkt jämförbara mellan olika länder och då är det naturligtvis bra att ta till sig de nya rönen från det landet. Det är dock viktigt att vara uppmärksam på de saker som kan vara landsspecifika och i så fall anpassa värdena till det egna landets verklighet. I och för sig använder alla länder idag analytisk dimensionering för komplicerade byggnader vilket gör att detta anpassas efter teknik och beteende hos människorna i det aktuella landet. Generellt bygger förenklad dimensionering på historiskt vedertagna lösningar för brandtekniska problem. Detta gör att metoderna som används i respektive land har testats under många år och vetskapen av att det har fungerat tidigare gör att metoderna kan accepteras idag. Analytisk dimensionering har inte lika lång historia som förenklad dimensionering men anses noggrannare. Det är viktigt att projektören verifierar sitt föreslagna brandskydd så att fullgott skydd mot personskador uppnås.

### 3 Bestämning av persontäthet

Eftersom det inte finns några rekommenderade värden av persontäthet för köpcentrum i Sverige utan endast för varuhus behandlar detta kapitel faktisk persontäthet i köpcentrum. I detta kapitel presenteras först hur insamling av mätdata gått till. Vidare förklaras hur olika system som räknar antalet personer som passerar in i och ut ur en byggnad fungerar samt hur dess data presenteras. Olika bearbetningsmetoder av mätdata studeras innan persontätheten för sju köpcentrum och ett varuhus återges.

#### 3.1 Genomförande

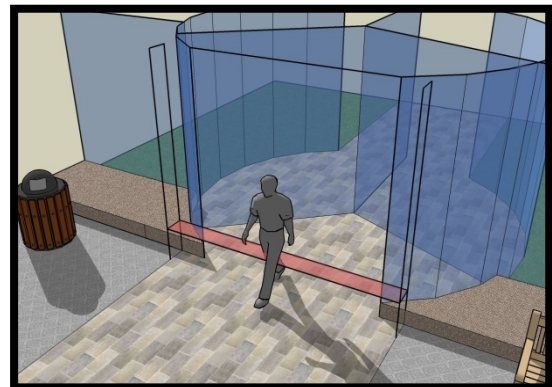
Kontakter upprättades med olika köpcentrum samt företag som är inriktade mot beräkningssystem av antalet besökare. Valet av medverkande köpcentrum gjordes slumpmässigt med minimikravet att deras besöksräkningssystem skulle kunna presentera statistik över antalet besökare som passerat in i och ut ur byggnaden per timme eller antalet besökande som vistas i byggnaden per timme. När summan av antalet inpasserade personer under en dag inte överensstämde med summan av antalet utpasserade personer utarbetades en bearbetningsmetod för att korrigera antalet besökare i byggnaden. Arean som användes för beräkning av persontätheten var köpcentrumens nettoarea för de ytor som kunder har tillträde till.

#### 3.2 Mätmetoder för bestämning av persontäthet

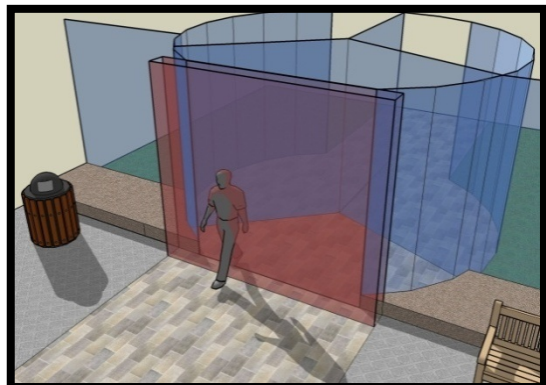
Det finns ett antal olika mätmetoder för att bestämma antalet besökare i en byggnad. En metod är att manuellt stå och räkna antalet kunder som passerar in i och ut ur byggnaden. Det finns även automatiska system som räknar antalet besökare. Alla dessa besöksräkningssystem bygger på olika typer av sensorer som anger när en person passerar. De olika varianterna som finns idag är; fotoceller, värmekameror eller digitala kameror. Hemligheten i dagens system är inte själva sensorerna utan algoritmerna som sedan utför beräkningar av antalet personer.

De äldre systemen räknar personer med hjälp av en horisontellt placerad fotocell, där strålen bryts varje gång en person passerar, se figur 11. Genom att placera fotocellen på en höjd av ca 1,3-1,4m undviks registrering av kundvagnar eller barnvagnar. Detta system kan inte avgöra om en person går in i eller ut ur byggnaden. Dessutom kan systemet inte avgöra om flera personer passerar i bredd. En fördel med systemet är att det är billigt och väl lämpat vid mätning vid smala passager. En generell nackdel med fotoceller är att regelbunden kalibrering krävs p.g.a. att fotocellernas detekteringsförmåga ändras med tiden.

Ett annat fotocellssystem bygger på att fotocellerna sitter tätt monterade på en ramp ovanför passagen och bildar en vertikal fotocellridå som registrerar när en person passerar, se figur 12. Systemet kan detektera om flera personer passerar i bredd. Fotocellerna justeras så att de inte registrerar föremål som är



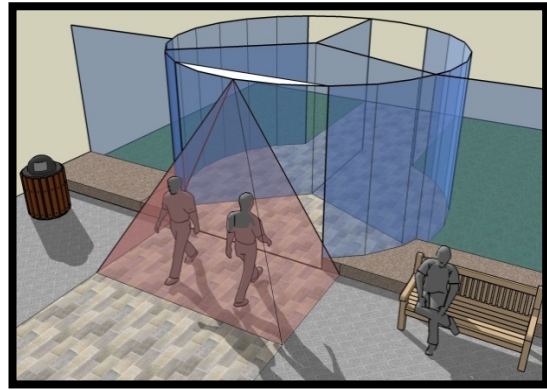
Figur 11: Fotocells system bestående av en fotocell.



Figur 12: Fotocells system bestående av flera fotoceller så en ridå skapas.

lägre än 1,3-1,4m. En variant av detta system bygger på att två fotocellsridåer är placerade efter varandra. Genom att fotocellerna påverkas i en viss ordning kan systemet avgöra åt vilket håll personen går.

Mer avancerade system använder värmekameror eller rörelsedetektorer som övervakar ett specifikt område, t.ex. området direkt efter ingången, se figur 13. Med hjälp av avancerad databehandling kan rörelseriktning detekteras. Detta medför att även om endast en passage används för in- och utpassering ges mer korrekta värden av antalet besökare som gått in respektive ut. Grundprincipen för mätsystem med värmekamera är att detektera temperaturskillnaden mellan människors kroppstemperatur och omgivningstemperaturen. När omgivningstemperaturen varierar t.ex. vid solinstrålning eller öppning av dörrar främst vintertid är det svårare för systemet att urskilja personers rörelseriktning.



Figur 13: Avancerat system där värmekamera eller rörelse detektor används för att detektera in- och utpasserande människor.

Nu har även teknik för kognitivt seende utvecklats för personräkning. Kamerorna innehåller mjukvara som kan beräkna antalet personer som de ser samt personernas placering. Algoritmerna för bildbearbetning utvecklas kontinuerligt men det är svårt att urskilja personer från exempelvis skuggor eller vissa bakgrunder. Data skickas sedan via ett trådlöst nätverk till en databas där den lagras (cognimatics.com, 2007).

Besöksräknarsystem används främst för att öka kunskapsnivå om den egna butiken, och därmed förbättra affärsverksamheten. Det blir också allt vanligare att många system används för att mäta ”conversion rate” där antalet besökare kontinuerligt jämförs med antalet betalande kunder (cognimatics.com, 2007).

### 3.2.1 Bearbetningsmetod av mätdata och beräkning av persontäthet

De olika mätsystemen sparar data på olika format. Mätsystemen presenterar data antingen som antal personer i byggnaden för varje timme eller antal personer som gått in respektive gått ut ur byggnaden för varje timme. För att kunna jämföra datamängden har den data som anger in- och utpasserande personer per timme behandlats enligt nedanstående procedur för att beräkna antal personer inne i byggnaden.

Mätsystemet sparar mätvärden för antal in- och utpasserande personer en gång per timma. Dessa mätvärden lagras i vektorerna  $In$  och  $Ut$  som definieras enligt följande:

$$In = [In_1, In_2, \dots, In_n]$$

$$Ut = [Ut_1, Ut_2, \dots, Ut_n]$$

1. För att åstadkomma överensstämmelse mellan totala antalet in- och utpasserande en hel dag korrigeras antalet in- och utpasserande personer per timme. Detta görs genom att först jämföra summan av antalet in- och utpasserande per dag. Den summan av in- eller utpasserande per dag som är störst används för korrigeringen, vilket är ett konservativt beräkningssätt eftersom antalet in- eller utpasserande personer ökar. Korrigeringen

genomförs på följande sätt; om summan in per dag är större än summan ut per dag, multipliceras utpasserande per timma med kvoten (summan in per dag/summan ut per dag). Om däremot summan ut per dag är större än summan in per dag, multipliceras inpasserande per timma med kvoten (summan ut per dag/summan in per dag). Nedan följer beräkningsprocedur för vektorerna  $In_{kor}$  och  $Ut_{kor}$  som innehåller korrigerad mätdata.

$$In_{tot} = \sum_{i=1}^n In_i = In_1 + In_2 + \dots + In_n$$

$$Ut_{tot} = \sum_{i=1}^n Ut_i = Ut_1 + Ut_2 + \dots + Ut_n$$

$$In_{kor} = [In_{kor,1}, In_{kor,2}, \dots, In_{kor,n}]$$

$$Ut_{kor} = [Ut_{kor,1}, Ut_{kor,2}, \dots, Ut_{kor,n}]$$

Om  $In_{tot} < Ut_{tot}$  gäller:

$$In_{kor,i} = \frac{Ut_{tot}}{In_{tot}} In_i \text{ och } Ut_{kor,i} = Ut_i$$

Om  $In_{tot} \geq Ut_{tot}$  gäller:

$$Ut_{kor,i} = \frac{In_{tot}}{Ut_{tot}} Ut_i \text{ och } In_{kor,i} = In_i$$

2. Vid beräkning av antalet personer i byggnaden per timme antas att alla personer passerar in och ut vid exakt samma klockslag som de är uppmätta vid. Komponenterna i vektorn *Personer* representerar antal personer i byggnaden mellan två klockslag.

$$Personer = [Personer_1, Personer_2, \dots, Personer_{n-1}]$$

där komponenterna definieras enligt följande:

$$Personer_j = \sum_{i=1}^{j+1} In_{kor,i} - \sum_{i=1}^j Ut_{kor,i}$$

3. Beräkning av persontäthet görs för varje timma genom att antalet personer i byggnaden divideras med byggnadens nettoarea.

$$Persontäthet = [Persontäthet_1, Persontäthet_2, \dots, Persontäthet_{n-1}]$$

där komponenterna definieras enligt följande:

$$Persontäthet_j = \frac{Personer_j}{Nettoarea}$$

### 3.2.1.1 Exempel på bearbetning av mätdata

I detta avsnitt följer ett ex. på bearbetning av mätdata enligt beräkningsproceduren som presenterats i kapitel 3.2.1. De tre första kolumner i tabell 16 återger ett ex. på hur mätdata över en dag från ett köpcentrum skulle kunna se ut. De två sista kolumnerna innehåller korrigerade mätdata vars beräkningsprocedur presenteras nedan.

Tabell 16: Exempel på behandling av mätdata

Klockslag	In (personer)	Ut (personer)	In korrigerade (personer)	Ut korrigerade (personer)
09:00	0	0	0	0
10:00	520	369	576	369
11:00	1631	1049	1806	1049
12:00	1924	1621	2130	1621
13:00	1945	2099	2154	2099
14:00	1854	2151	2053	2151
15:00	1695	2303	1877	2303
16:00	1008	2206	1116	2206
17:00	401	511	444	511
18:00	319	293	353	293
19:00	319	320	353	320
20:00	250	239	277	239
21:00	177	174	196	174
22:00	0	0	0	0
<b>Summa: (personer/dag)</b>	12043	13335	13335	13335

1. Vektorerna  $In$  och  $Ut$  definieras enligt följande:

$$In = [0, 520, 1631, 1924, 1945, 1854, 1695, 1008, 401, 319, 319, 250, 177, 0]$$

$$Ut = [0, 369, 1049, 1621, 2099, 2151, 2303, 2206, 511, 293, 320, 239, 174, 0]$$

Totala antalet inpasserande personer per dag,  $In_{tot}$  och totala antalet utpasserande personer per dag,  $Ut_{tot}$  beräknas enligt nedan:

$$In_{tot} = \sum_{i=1}^n In_i = 0 + 520 + 1631 + \dots + 0 = 12043$$

$$Ut_{tot} = \sum_{i=1}^n Ut_i = 0 + 369 + 1049 + \dots + 0 = 13335$$

Summan av inpasserande per dag (12043 personer/dag) är mindre än summan av utpasserande per dag (13335 personer/dag). För korrigerings av antalet inpasserade per timme multiplicerades  $In$  vektorn med kvoten (13335/12043), vilket återges i vektorn  $In_{kor}$ .  $Ut$  vektorn och  $Ut_{kor}$  vektorn är identiska i detta ex. De korrigerade värdena återges även i tabell 16.

$In_{tot} < Ut_{tot}$  gäller:

$$In_{kor,i} = \frac{13335}{12043} In_i \text{ och } Ut_{kor,i} = Ut_i$$

$$In_{kor} = [0, 576, 1806, 2130, 2154, 2053, 1877, 1116, 444, 353, 353, 277, 196, 0]$$

$$Ut_{kor} = [0, 369, 1049, 1621, 2099, 2151, 2303, 2206, 511, 293, 320, 239, 174, 0]$$

2. Antal personer i byggnaden presenteras i tabell 17 och beräknas enligt nedan:

$$Personer = [Personer_1, Personer_2, \dots, Personer_{n-1}]$$

$$Personer_j = \sum_{i=1}^{j+1} In_{kor,i} - \sum_{i=1}^j Ut_{kor,i}$$

$$Personer_1 = In_{kor}(1) + In_{kor}(2) - Ut_{kor}(1) = 0 + 576 - 0 = 576$$

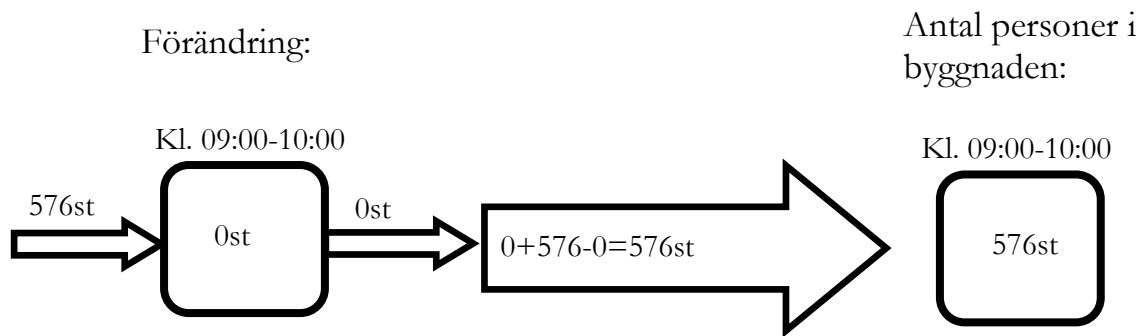
$$Personer_2 = (In_{kor}(1) + In_{kor}(2) + In_{kor}(3)) - (Ut_{kor}(1) + Ut_{kor}(2))$$

$$= (0 + 576 + 1806) - (0 + 369) = 2013 \text{ o.s.v.}$$

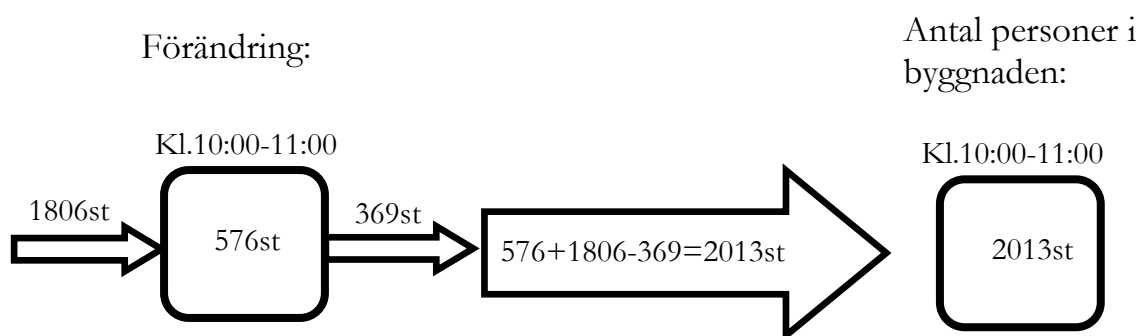
$$Personer = [576, 2013, 3094, 3627, 3581, 3307, 2120, 358, 200, 260, 217, 174, 0]$$

Beräkningarna presenteras även grafisk i figur 14 och figur 15. Kl. 09:00 så finns det inga personer i byggnaden. Kl. 10:00 har mätsystemet uppmätt att 576 personer har passerat in i byggnaden. Följaktligen befinner sig 576 personer i byggnaden från kl. 09:00-10:00. Systemet har även registrerat att 369 personer har passerat ut. Dessa personer kommer dock inte att få minska antalet i byggnaden förrän under nästa timma. Anledningen till detta är att det inte finns någon information om när personerna passerat ut under den gångna timmen. Genom att låta personerna passera ut först nästkommande timma erhålls en konservativ beräkningsmetod där personantalet i byggnaden överskattas. Det är inte korrekt att anta att antalet personer i byggnaden är  $576 - 369 = 207$  st. p.g.a. inga uppgifter finns om när personerna passerade in eller ut under timmen. Detta skulle kunna motsvara ytterligheten att kl. 09:00 passerar 576 personer in och kl. 09:01 passerar 369 personer ut eller den andra ytterligheten att 576 personer passerar in kl. 09:00 och 369 personer passerar ut kl. 09:59. Den första ytterligheten innebär att endast 207 personer vistas i byggnaden under den första timmen. Den andra ytterligheten innebär att det vistas 576 personer i byggnaden under nästan hela den första timmen, vilket ligger i linje med beräkningarna. Antalet personer i byggnaden mellan kl. 09:00-10:00 beräknas därför som  $0 + 576 - 0 = 576$  personer.

Under den andra öppettimmen 10:00-11:00 kommer de personer som registrerats som utpasserade kl. 10:00 (369 st.) att subtraheras från de personer som finns i byggnaden (576 st.) mellan kl. 09:00-10:00 samt addera de som uppmäts som inpasserade kl. 11:00 (1806 st.). Detta innebär således att det mellan kl. 10:00-11:00 vistas  $576 + 1806 - 369 = 2013$  personer.



Figur 14: Beräkning av antalet personer i byggnaden mellan kl. 09:00-10:00.



Figur 15: Beräkning av antalet personer i byggnaden mellan kl. 10:00-11:00.

3. Persontätheten presenteras i tabell 17 och beräknas enligt följande:  
Nettoarean i exemplet är 15000 m<sup>2</sup>.

$$\text{Persontäthet} = [\text{Persontäthet}_1, \text{Persontäthet}_2, \dots, \text{Persontäthet}_{n-1}]$$

$$\text{Persontäthet}_j = \frac{\text{Personer}_j}{\text{Nettoarea}}$$

$$\text{Persontäthet}_1 = \frac{576}{15000} = 0,038 \text{ o.s.v.}$$

$$\begin{aligned} &\text{Persontäthet} \\ &= [0,038, 0,134, 0,206, 0,242, 0,239, 0,22, 0,141, 0,024, 0,013, 0,017, 0,014, 0,012, 0] \end{aligned}$$



Tabell 17: Exempel på beräkning av persontäthet (nettoarean för byggnaden är 15000 m<sup>2</sup>)

Öppettider	Antal personer i byggnaden	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )
09:00-10:00	576	0,038
10:00-11:00	2013	0,134
11:00-12:00	3094	0,206
12:00-13:00	3627	0,242
13:00-14:00	3581	0,239
14:00-15:00	3307	0,220
15:00-16:00	2120	0,141
16:00-17:00	358	0,024
17:00-18:00	200	0,013
18:00-19:00	260	0,017
19:00-20:00	217	0,014
20:00-21:00	174	0,012
21:00-22:00	0	0,000

### 3.2.2 Alternativ bearbetningsmetod av mätdata och beräkning av persontäthet

Mätsystem som enbart visar data över antalet inpasserande personer kräver information om hur länge personerna vistas i byggnaden för att kunna fastställa persontätheten. Enkätundersökningar som gjorts av Mocsáry och Wallin (2006) visar att i medel vistas en besökare cirka två timmar i ett köpcentrum, se tabell 18. Enkätundersökningen omfattade 164 respondenter varav 103 från Kista Galleria och 61 från Täby Centrum.

Tabell 18: Besökstid vid två köpcentrum (Mocsáry & Wallin, 2006)

Antal: 164 st.	≤30 min	31-120 min	≥121 min	Bortfall	Medelvärde (timmar)	Standard avvikelse
<b>Kista</b>	8,7 %	62,1%	29,1%	0,1 %	2,2	0,58
<b>Täby</b>	11,5 %	72,1%	14,8%	1,6 %	2,03	0,51
<b>Totalt</b>	9,8 %	65,9 %	23,8%	0,6 %	2,14	0,56

Tabell 19 visar en liknande studie för besökstiden vid Center Syd. 48,3% av 91 respondenter svarade att det hade vistas i köpcentrumet mellan 45-120 minuter (Pettersson & Åkesson, 2003).

Tabell 19: Besökstid vid ett köpcentrum (Pettersson & Åkesson, 2003)

Antal: 91 st.	≤45 min	46-120 min	≥121 min	Bortfall
<b>Center Syd</b>	17,2 %	48,3%	32,3 %	2,2 %

Om antagandet görs att en besökare vistas i köpcentrumet två timmar kan antal in- och utpasserande personer beskrivas av följande vektorer:

$$In = [In_1, In_2, \dots, In_{n-2}, In_{n-1}, In_n]$$

$$Ut = [0, 0, In_1, In_2, \dots, In_{n-3} + In_{n-2}, In_{n-1} + In_n, ]$$

Detta innebär att de tre första komponenterna blir  $Ut_1=0$ ,  $Ut_2=0$ ,  $Ut_3=In_1$  och de tre sista komponenterna blir  $Ut_{n-2}=In_{n-4}$ ,  $Ut_{n-1}=In_{n-3}+In_{n-2}$ , och  $Ut_n=In_{n-2}+In_{n-1}+In_n$ .

Antalet personer i byggnaden kan sedan beräknas på liknande sätt som i 3.2.1. Observera att ingen korrigering av mätvärden krävs p.g.a. summan av antalet in- och utpasserande personer är samma. Komponenterna i vektorn *Personer* representerar antal personer i byggnaden mellan två klockslag.

$$Personer = [Personer_1, Personer_2, \dots, Personer_{n-1}]$$

där komponenterna definieras enligt följande:

$$Personer_j = \sum_{i=1}^{j+1} In_i - \sum_{i=1}^j Ut_i$$

Persontäthet beräknas enligt följande:

$$Persontäthet = [Persontäthet_1, Persontäthet_2, \dots, Persontäthet_{n-1}]$$

där komponenterna definieras enligt följande:

$$Persontäthet_j = \frac{Personer_j}{Nettoarea}$$

### 3.3 Persontäthet i köpcentrum

Nedan kommer information och statistik redovisas för sju köpcentrum samt varuhuset Gekås. Varuhuset Gekås är medtaget i detta arbete p.g.a. att de har många besökare i sitt varuhus samt en noggrann kontroll av antalet personer i byggnaden.

För respektive köpcentrum samt Gekås återges först generell information tillsammans med en principiellöversiktlig layout över köpcentrumet. Därefter redovisas vilka handelskategorier köpcentrumen är inriktade mot.

#### Kategorierna är definierade enligt följande:

Mat	Kaffe, godis, bröd, kiosk (mindre nischade butiker med livsmedel)
Livsmedel	Matbutiker (ICA, Konsum, Willys, Hemköp eller liknande)
Restaurang	Restauranger, konditori, café, snabbmat
Kläder	Kläder, skor, väskor, handskar
Sport	Sportbutiker (Intersport, Team Sportia, Stadium eller liknande)
Hobby	Spel, musik, foto, leksaker
Teknik	Clas Ohlson, Kjell & Company, Teknikmagasinet eller liknande verksamhet
Hälsa	Hälsoprodukter (Apoteket, hälsokost, hudvård, frisör)
Presenter	Böcker, smycken, presenter, blommor

Statistiken för respektive köpcentrum är bearbetad och redovisas i tre olika diagram; ett frekvensdiagram, ett diagram som återger den maximala persontätheten varje öppettid under mätperioden och ett diagram med maximal samt medel av persontätheten för varje veckodag.

### 3.3.1 Köpcentrum 1

<b>Area:</b>	16000 m <sup>2</sup>
<b>Våningar:</b>	2 st.
<b>Butiker:</b>	78 st.
<b>Antal ingångar:</b>	4 st.
<b>Antal dagar:</b>	365 st.

#### Fakta om köpcentrumet:

Detta köpcentrum är centralt beläget i en stadskärna. Det finns bra utbyggd lokaltrafik till köpcentrumet. Köpcentrumet har egna parkeringar för biltrafikanter. Merparten av kunderna promenerar till centret.

#### Kategorier:

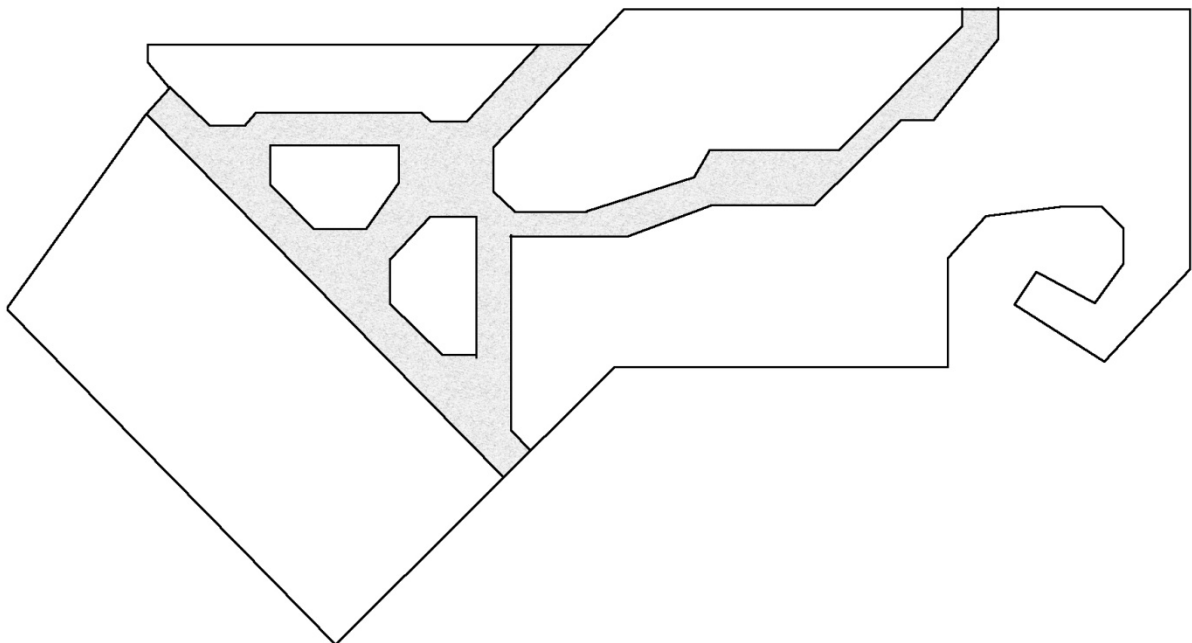
Mat, livsmedel, restaurang, kläder, sport, hobby, teknik, hälsa och presenter.

#### Anmärkningar:

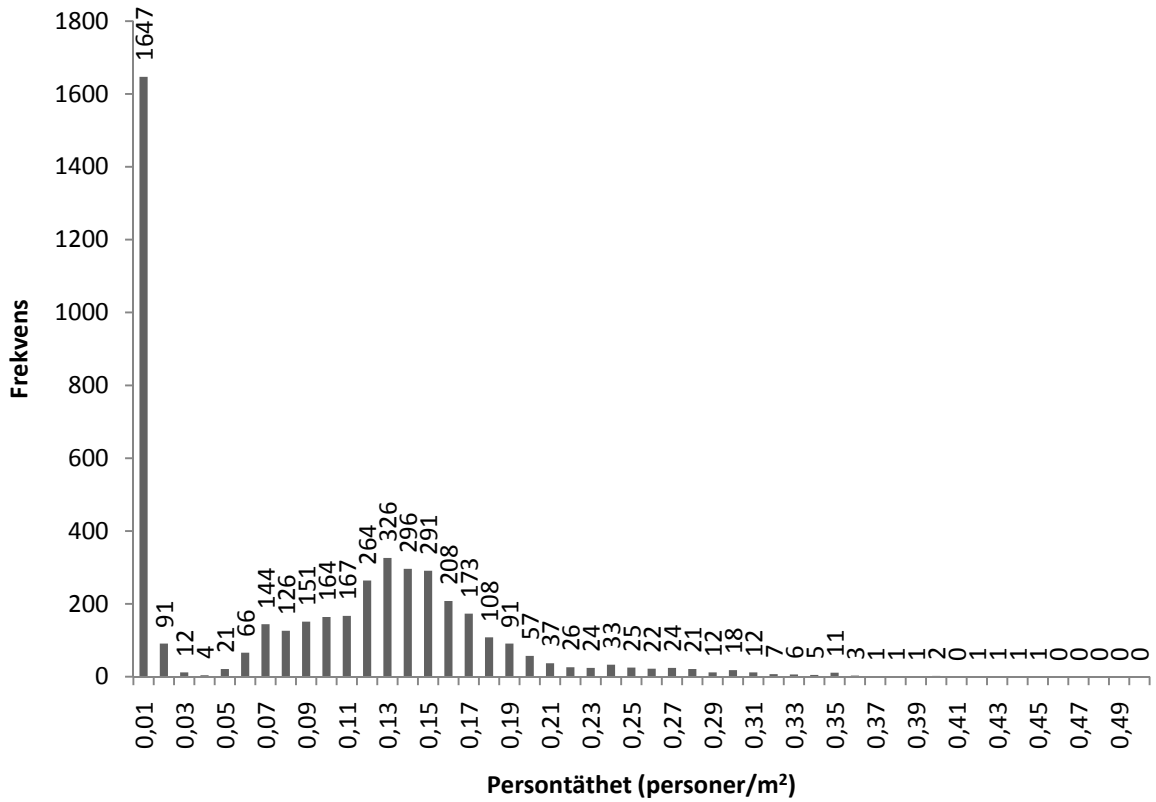
Köpcentrumets kundräkningssystem återger antal personer i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades genom att ta antalet personer i byggnaden dividerat med arean. Det maximala värdet för persontätheten var 0,45 personer/m<sup>2</sup>.

#### Planskiss:

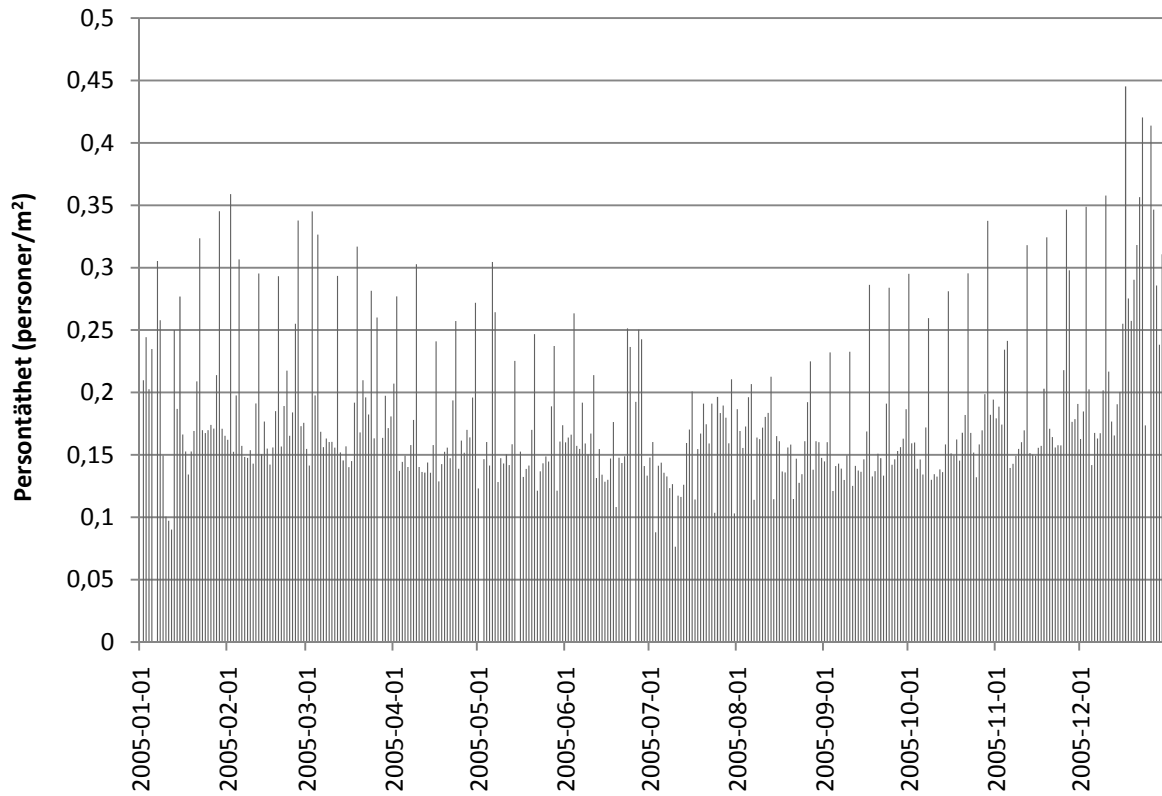
Figur 16 visar entrévåningen. Andra våningen ser ut på liknande sätt. Entréer finns vid alla grå ytor som sammanfaller med ytterväggarna. Gångstråk är markerade med grått.



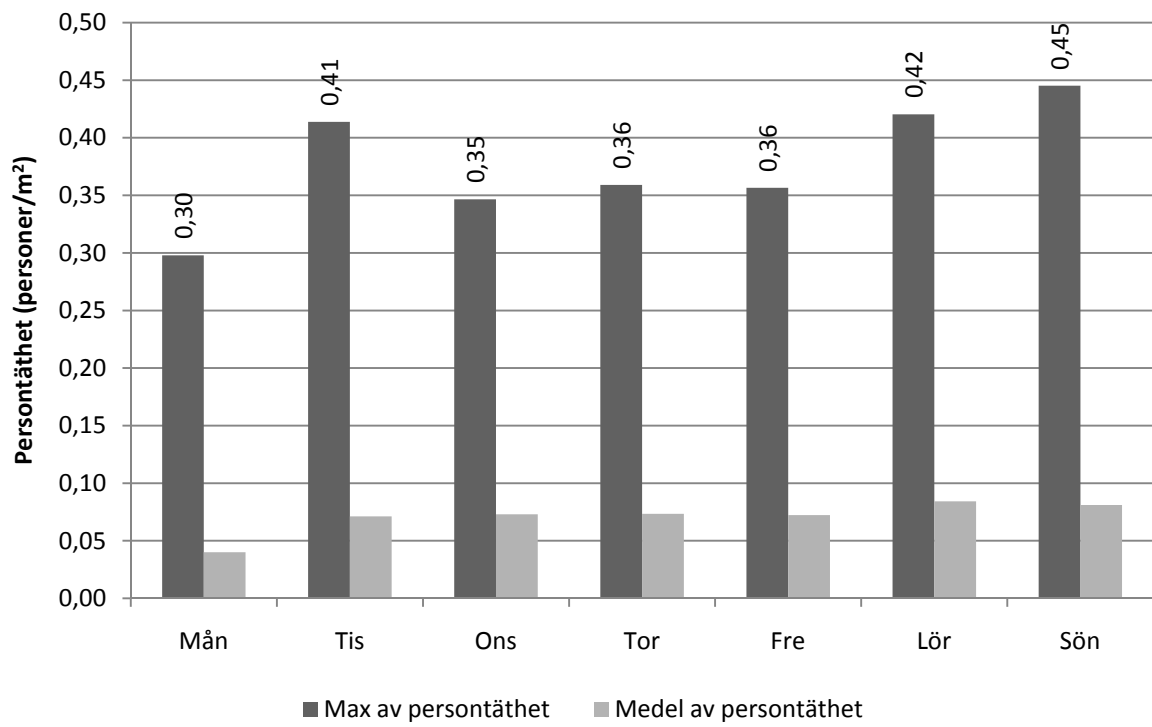
Figur 16: Principskiss över Köpcentrum 1, visar entréplan med gångstråk.



Figur 17: Frekvensdiagram för Köpcentrum 1.



Figur 18: Max persontätet per dag för Köpcentrum 1.



Figur 19: Max- och medelpersontäthet för Köpcentrum 1 för samtliga veckodagar.

### 3.3.2 Köpcentrum 2

<b>Area:</b>	16890 m <sup>2</sup>
<b>Våningar:</b>	3 st.
<b>Butiker:</b>	53 st.
<b>Antal ingångar:</b>	4 st.
<b>Antal dagar:</b>	435 st.

#### Fakta om köpcentrumet:

Detta köpcentrum är centralt beläget i en stadskärna. Det finns god tillgång till lokaltrafik runt köpcentrumet och kunderna är främst gående centrumbesökare. Köpcentrumet har två parkeringsdäck belägna under byggnaden.

#### Kategorier:

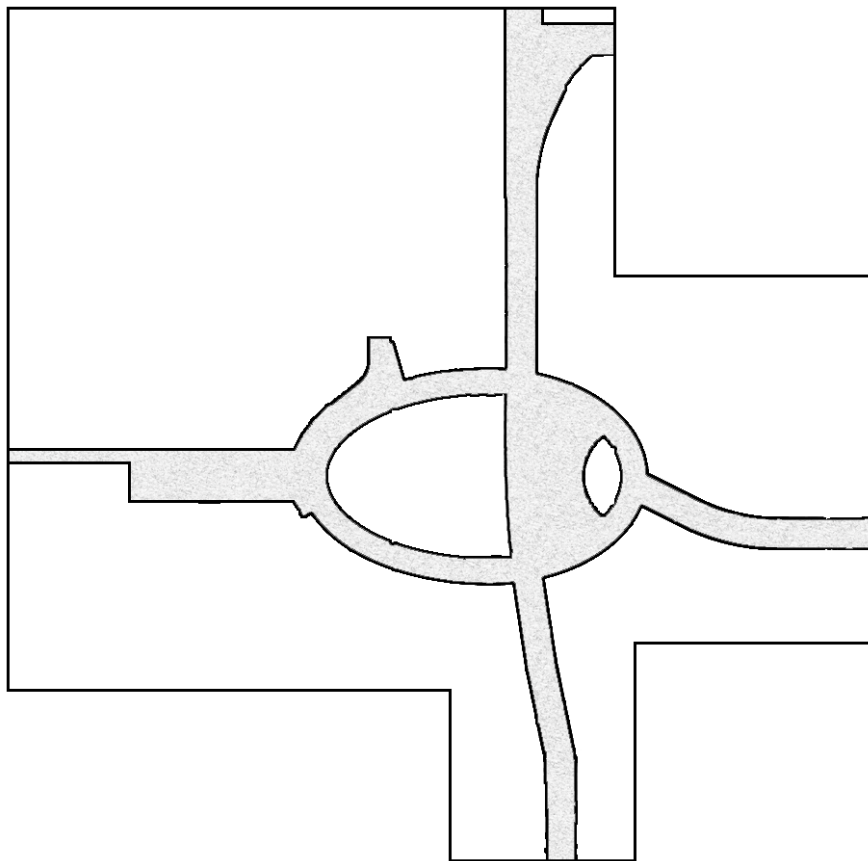
Mat, livsmedel, restaurang, kläder, sport, hobby, teknik, hälsa och presenter.

#### Anmärkningar:

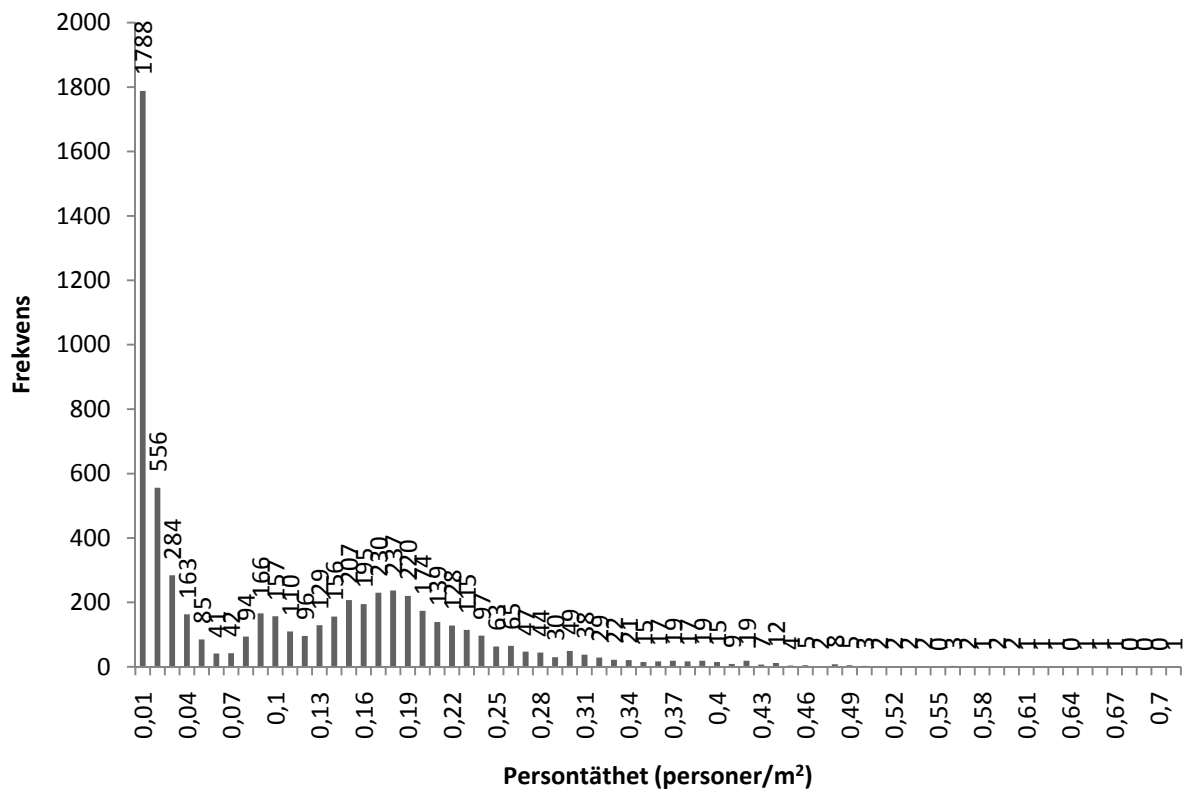
Köpcentrumets kundräkningssystem återger antal personer som passerat in respektive ut i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades enligt avsnitt 3.2.1. Maxvärdet för persontätheten var 0,7 personer/m<sup>2</sup>.

#### Planskiss:

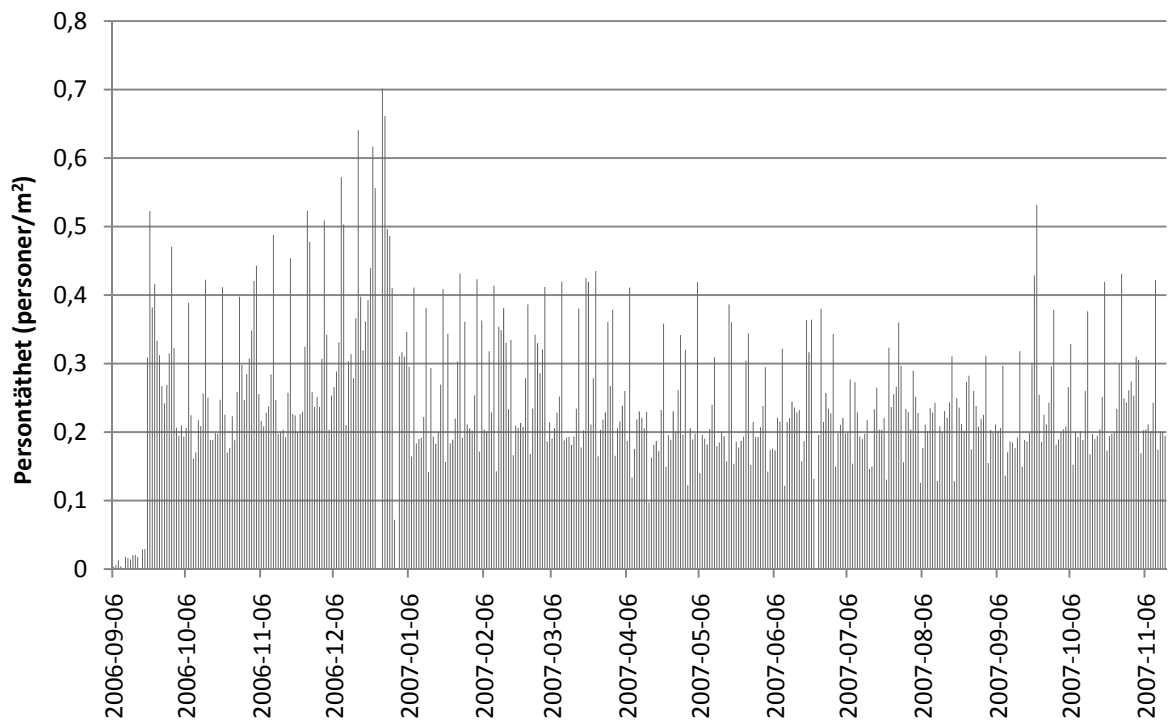
Figur 20 visar entrévåningen. Andra våningen ser ut på liknande sätt. Våning 3 och 4 är betydligt mindre i storlek. Gångstråk markeras med grått, entréer finns i alla riktningar samt till parkeringsdäck under mark.



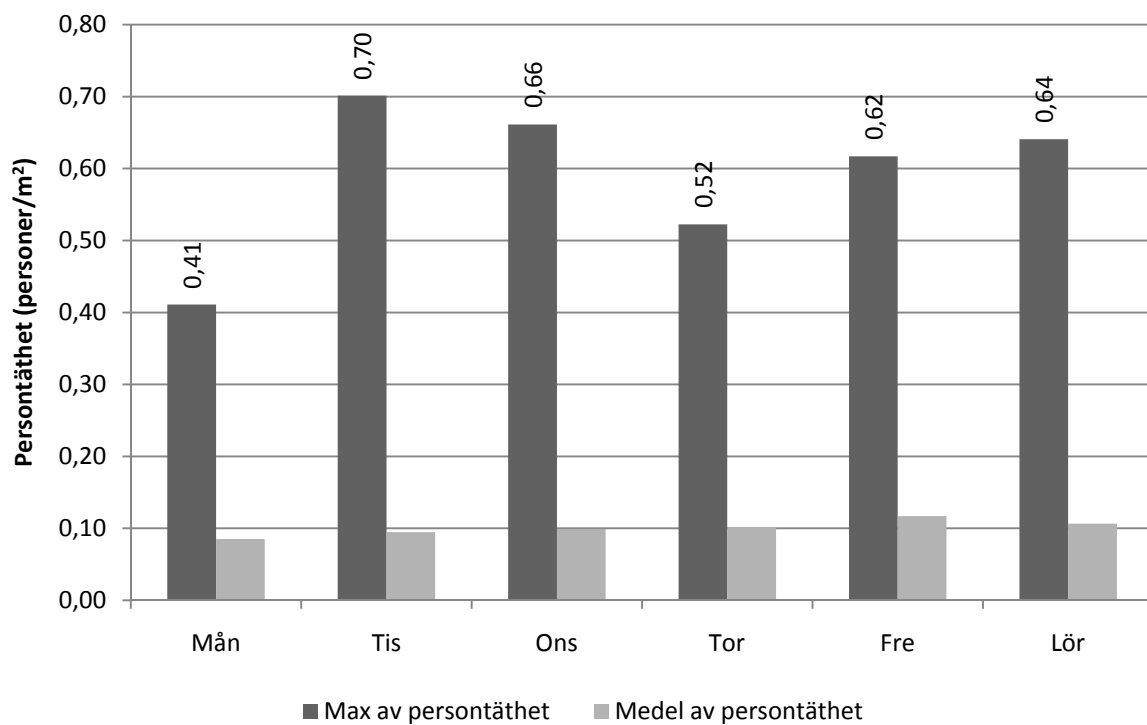
Figur 20: Principskiss över Köpcentrum 2, visar entrévåning med gångstråk.



Figur 21: Frekvensdiagram för Köpcentrum 2.



Figur 22: Max persontätet per dag för Köpcentrum 2.



Figur 23: Max- och medelpersontäthet för Köpcentrum 2 för samtliga öppettidagar. Köpcentrumet är stängt på söndagar.



### 3.3.3 Köpcentrum 3

<b>Area:</b>	39516 m <sup>2</sup>
<b>Våningar:</b>	3 st.
<b>Butiker:</b>	80 st.
<b>Antal ingångar:</b>	3 st. på första plan
<b>Antal dagar:</b>	822 st.

#### Fakta om köpcentrumet:

Detta köpcentrum ligger i utkanten av en tätort tillsammans med flera butiker i ett butiksområde. Det finns goda kollektiva kommunikationsmöjligheter till köpcentrumet. Köpcentrumet har egna parkeringar för biltrafikanter och de flesta kunderna kommer med bil.

#### Kategorier:

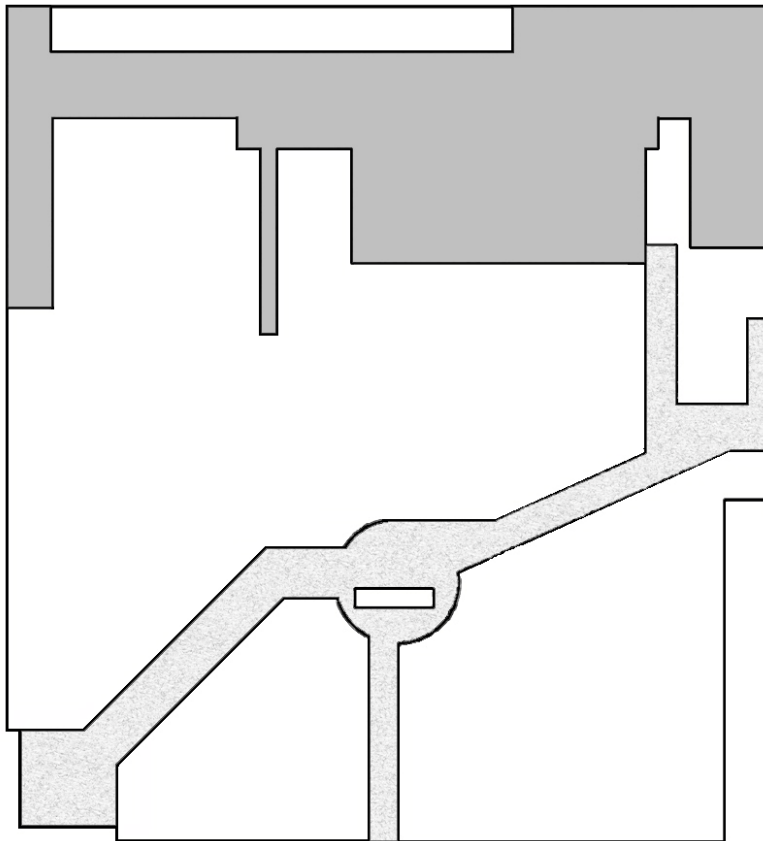
Mat, livsmedel, restaurang, kläder, sport, hobby, teknik, hälsa och presenter.

#### Anmärkningar:

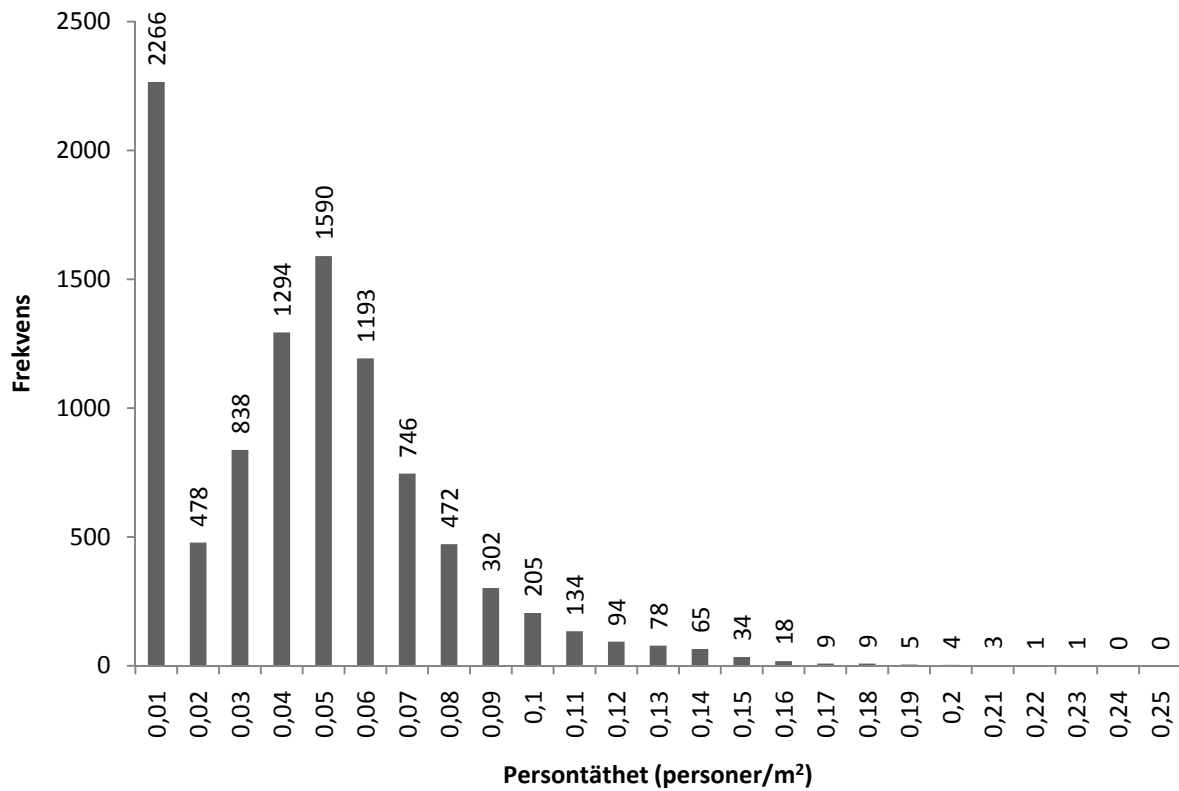
Köpcentrumets kundräkningssystem återger antal personer som passerat in respektive ut i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades enligt avsnitt 3.2.1. Maxvärdet för persontätheten var 0,23 personer/m<sup>2</sup>.

#### Planskiss:

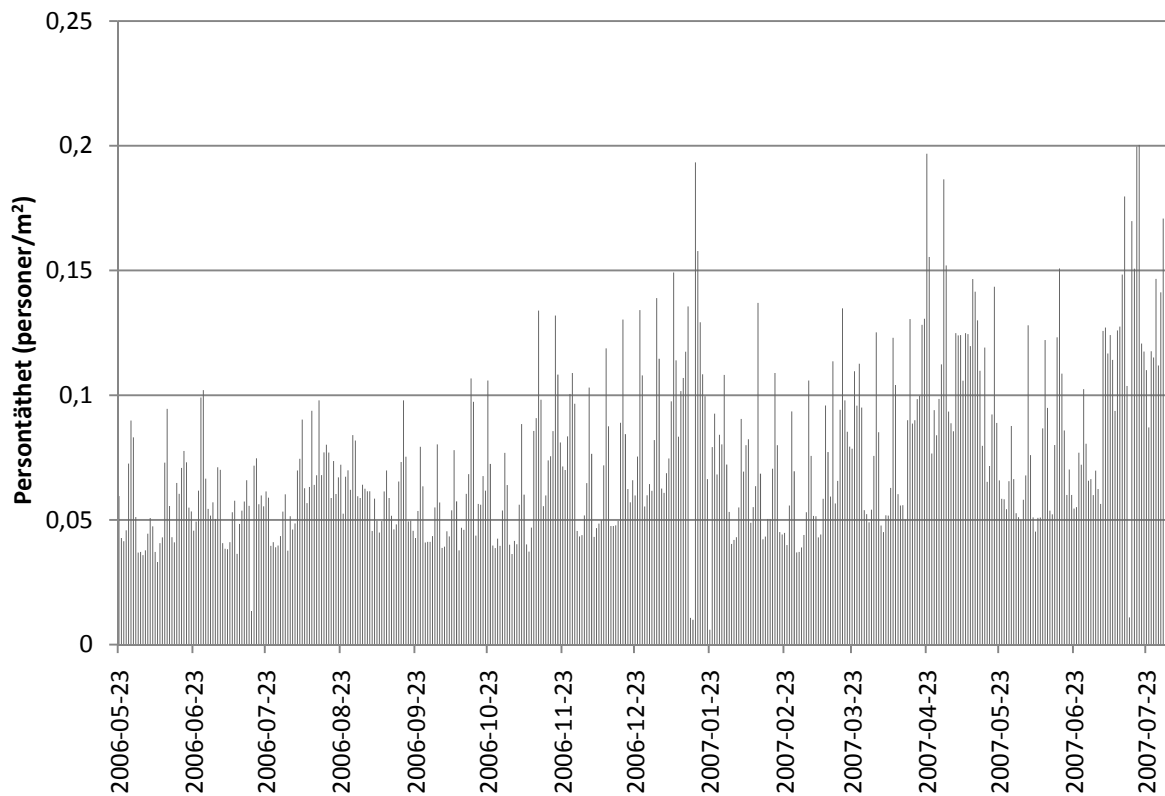
Figur 24 visar entrévåningen, de övriga planen ser ut på ett liknande sätt. Gångstråk markeras med ljusgrått och lagerytor med mörkgrått. Entréer finns vid alla gråa ytor som sammanfaller med ytterväggarna.



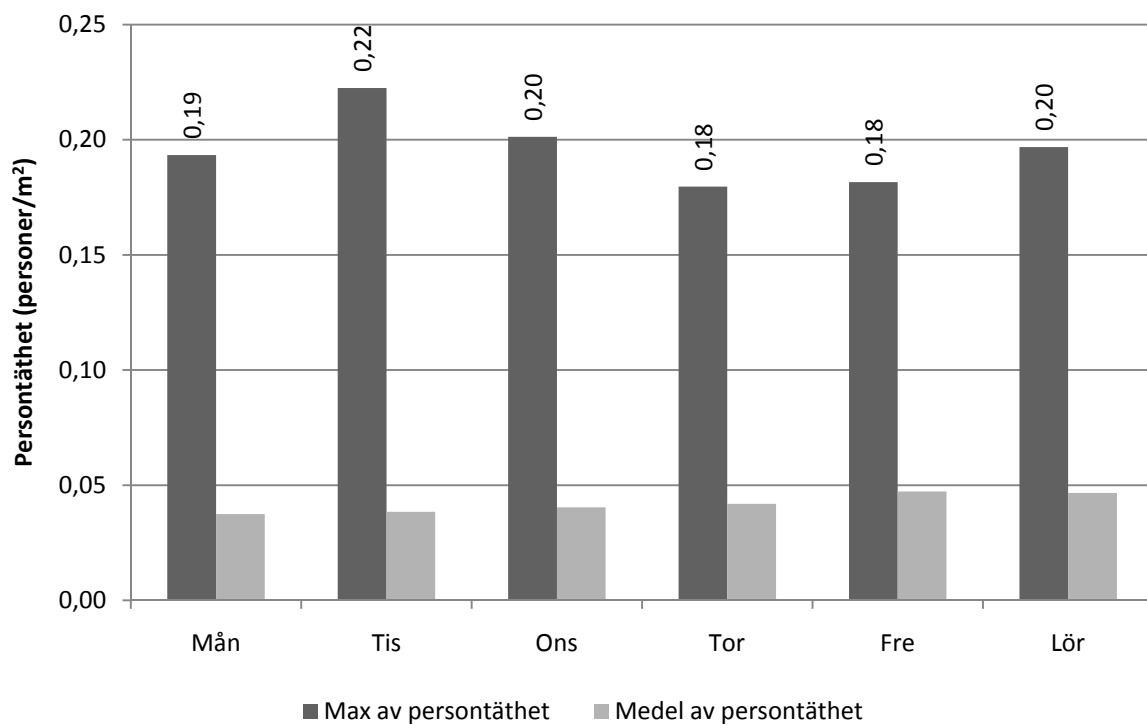
Figur 24: Principskiss över Köpcentrum 3, visar entréplan med gångstråk och lagerytor.



Figur 25: Frekvensdiagram för Köpcentrum 3.



Figur 26: Max persontätet per dag för Köpcentrum 3.



Figur 27: Max- och medelpersontäthet för Köpcentrum 3 för samtliga öppettid dagar. Köpcentrumet är stängt på söndagar.

### 3.3.4 Köpcentrum 4

<b>Area:</b>	22500 m <sup>2</sup>
<b>Våningar:</b>	2 st.
<b>Butiker:</b>	85 st.
<b>Antal ingångar:</b>	4 st.
<b>Antal dagar:</b>	730 st.

#### Fakta om köpcentrumet:

Detta köpcentrum ligger i utkanten av en tätort tillsammans med flera butiker i ett butiksområde. Flera större städer ligger inom 5 mils radie. Det finns bra tillgång till lokaltrafik från dessa städer till butiksområdet. Köpcentrumet har egna parkeringar för biltrafikanter och de flesta kunderna kommer med bil.

#### Kategorier:

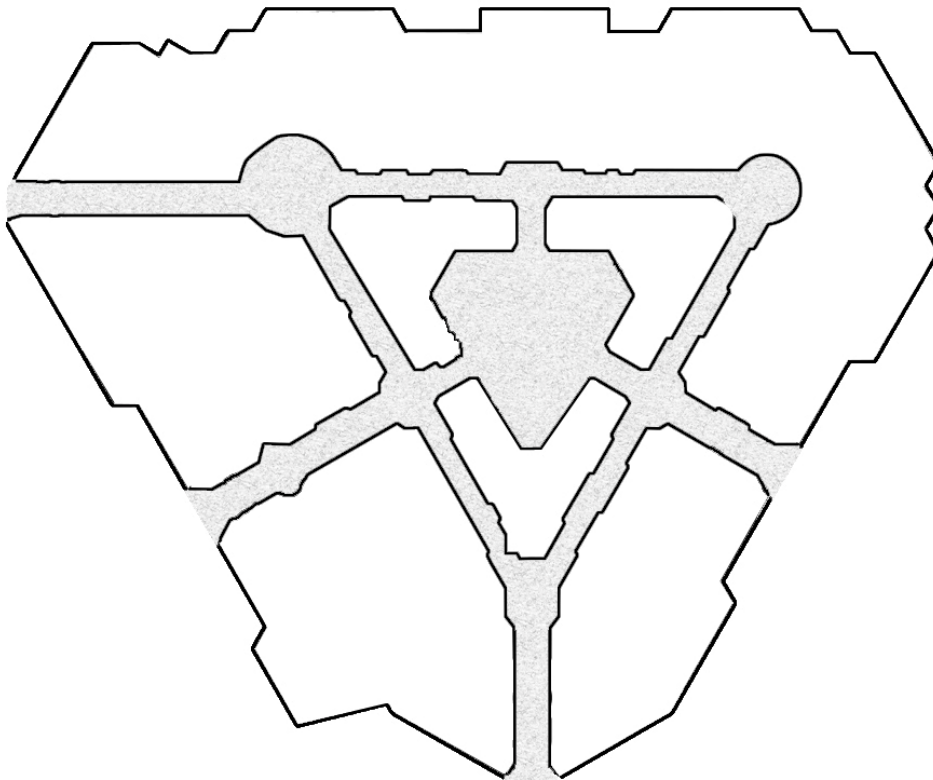
Mat, livsmedel, restaurang, kläder, sport, hobby, teknik, hälsa och presenter.

#### Anmärkningar:

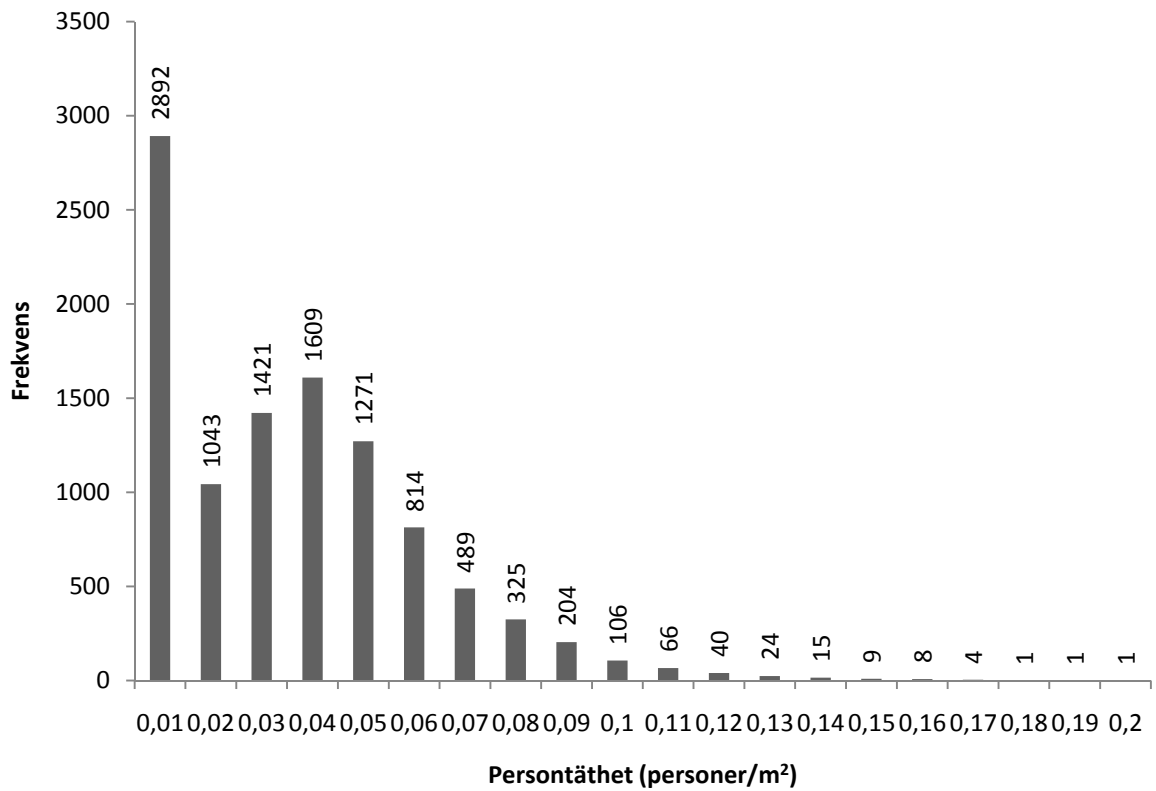
Köpcentrumets kundräkningssystem återger antal personer i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades genom att ta antalet personer i byggnaden dividerat med arean. Maxvärdet för persontätheten var 0,19 personer/m<sup>2</sup>.

#### Planskiss:

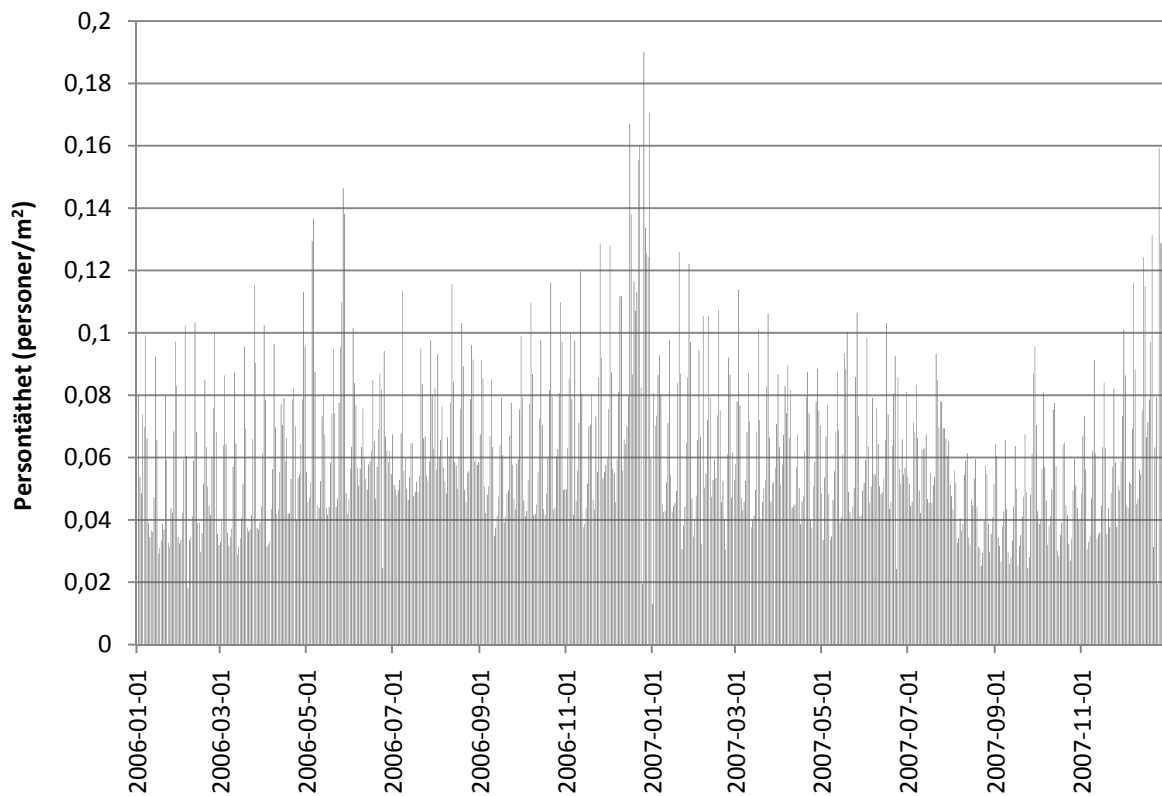
Figur 28 visar entréväningen, våning två ser ut på ett liknande sätt. Gångstråk markeras med grått. Entréer finns vid alla gråa ytor som sammanfaller med ytterväggarna.



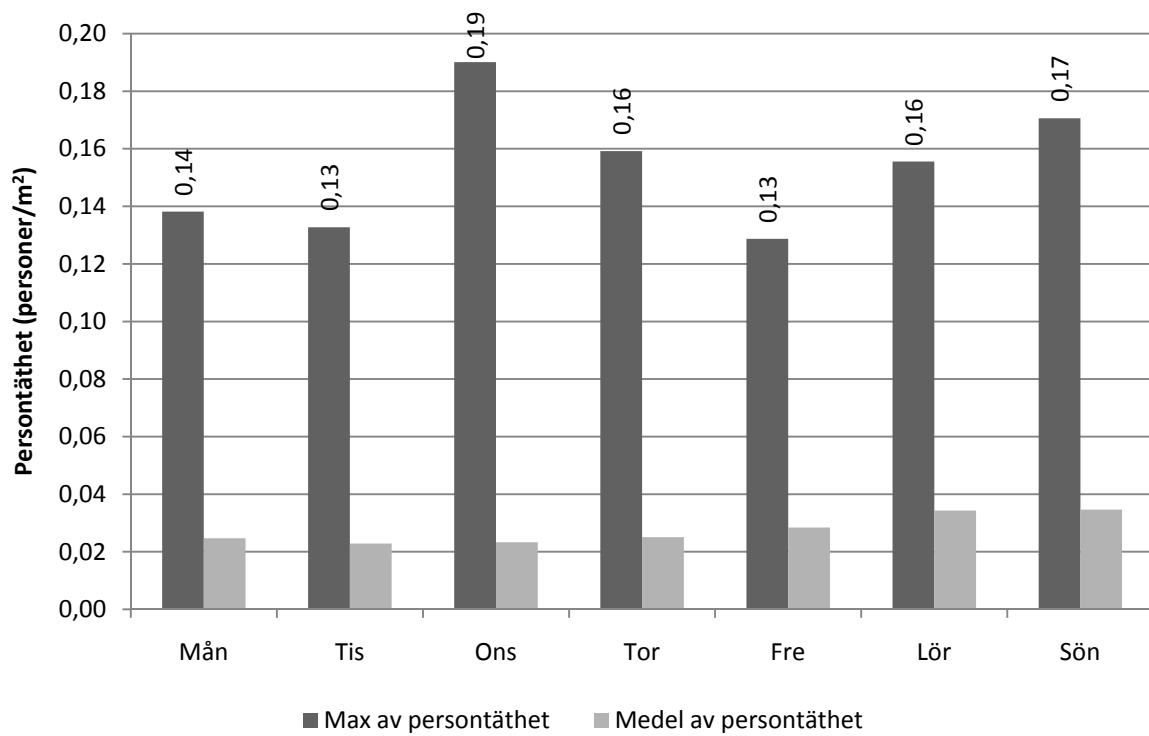
Figur 28: Principskiss över Köpcentrum 4, visar entréplan med gångstråk.



Figur 29: Frekvensdiagram för Köpcentrum 4.



Figur 30: Max persontäthet per dag för Köpcentrum 4.



Figur 31: Max- och medelpersontäthet för Köpcentrum 4 för samtliga veckodagar.

### 3.3.5 Köpcentrum 5

Area:	5501 m <sup>2</sup>
Våningar:	2 st.
Butiker:	20 st.
Antal ingångar:	2 st.
Antal dagar:	234 st.

#### Fakta om köpcentrumet:

Detta köpcentrum är ett centralt beläget köpcentrum i en stadskärna. Det finns god tillgång till lokaltrafik runt köpcentrumet och kunderna är främst gående centrumbesökare. Köpcentrumet har eget parkeringsgarage för biltrafikanter och en del kunder kommer denna väg.

#### Kategorier:

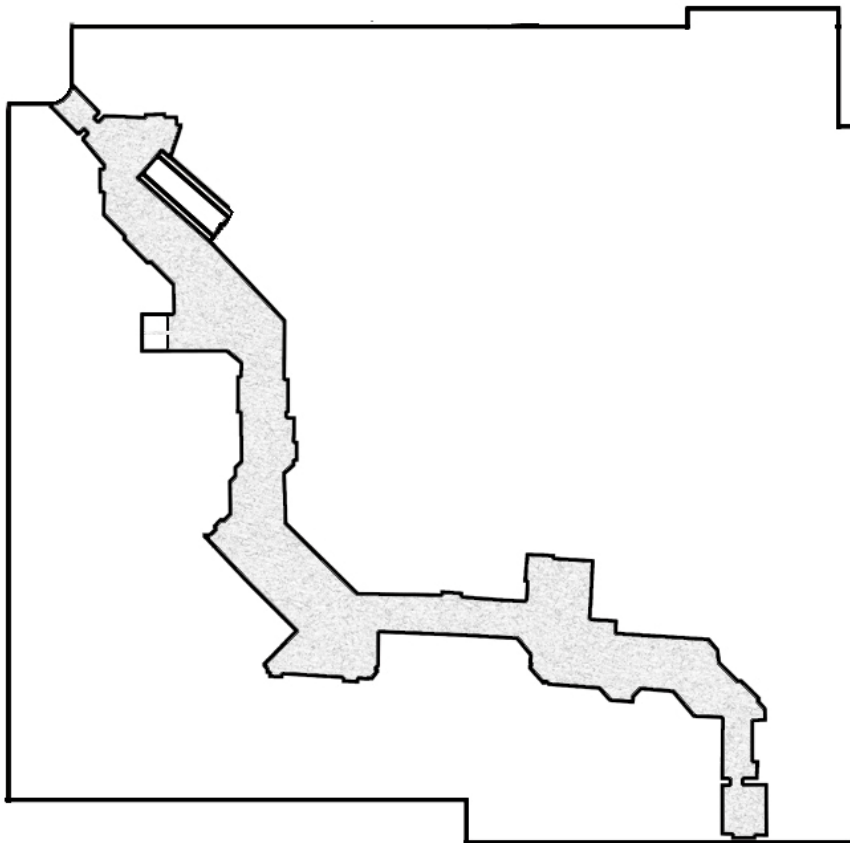
Mat, restaurang, kläder, sport, hobby, teknik, hälsa och presenter.

#### Anmärkningar:

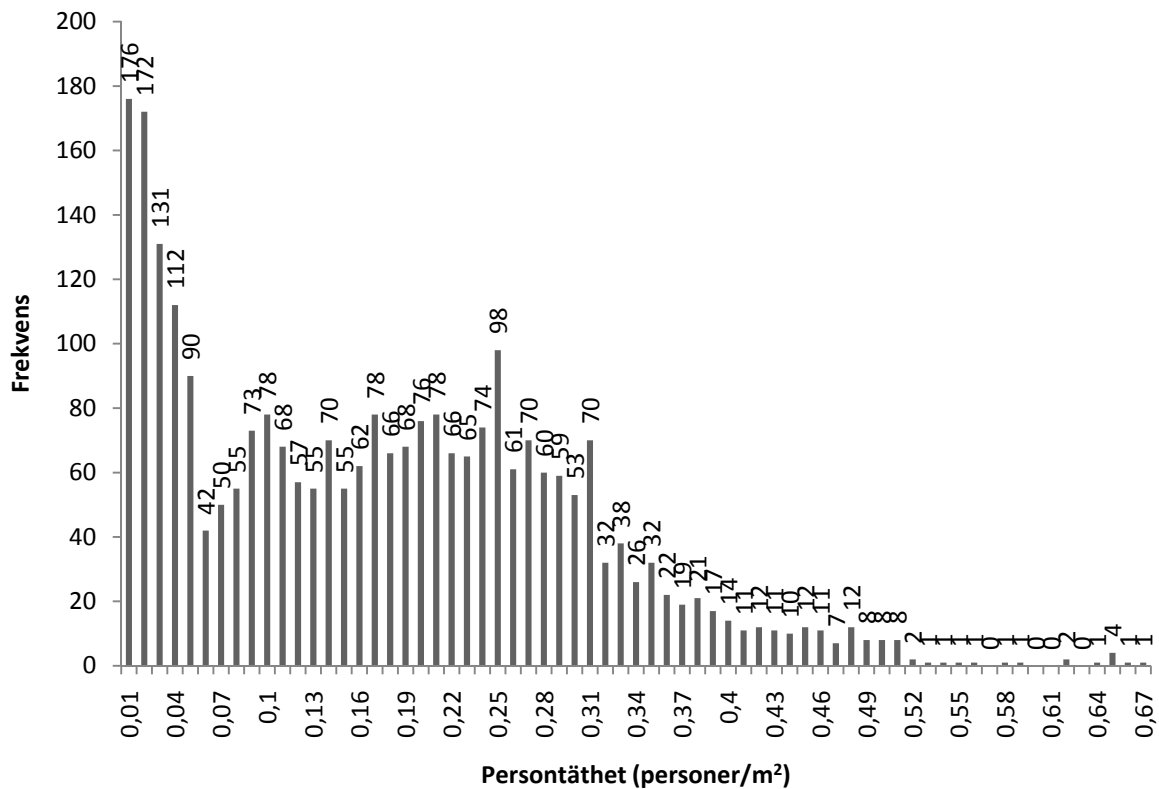
Köpcentrumets kundräkningssystem återger antal personer som passerat in respektive ut i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades enligt avsnitt 3.2.1. Maxvärdet för persontätheten var 0,67 personer/m<sup>2</sup>.

#### Planskiss:

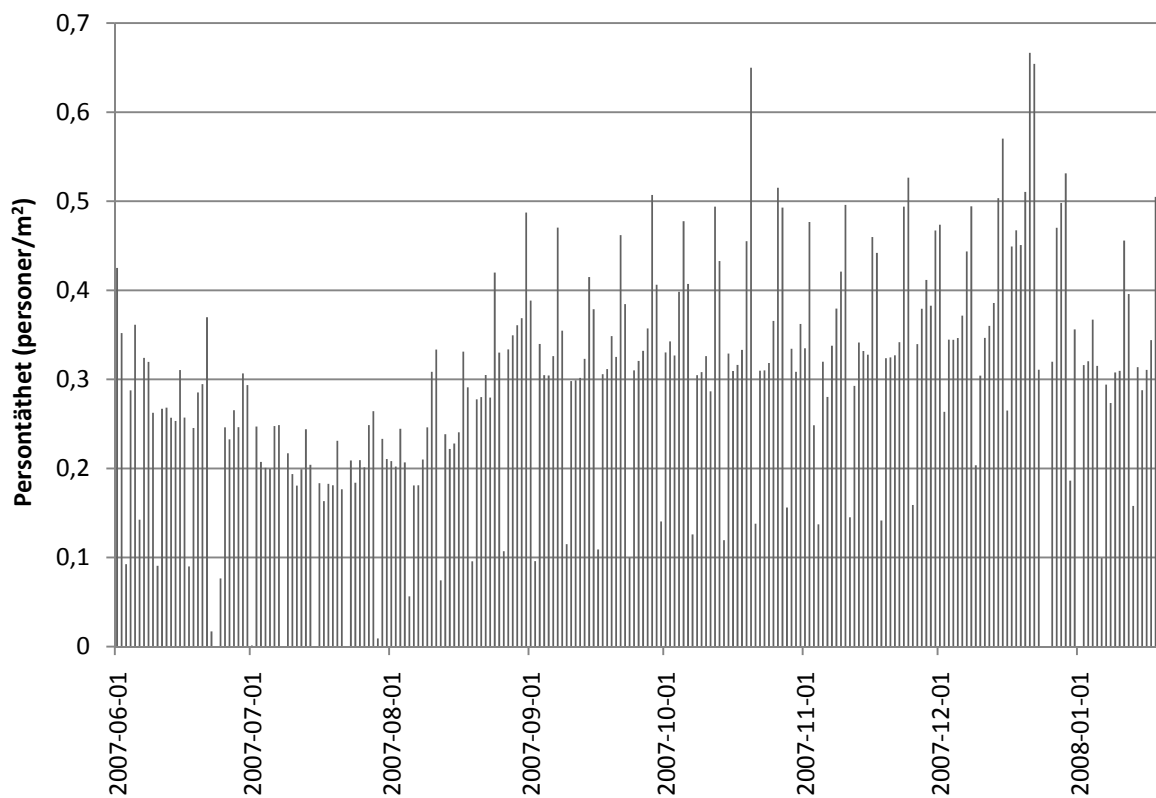
Figur 32 visar entrévåningen, våning två ser ut på liknande sätt. Gångstråk markeras med grått. Entréer finns vid alla gråa ytor som sammanfaller med ytterväggarna. En del butiker har endast egna ingångar och där med ingen ingång via gångstråket i köpcentrumet.



Figur 32: Principskiss över Köpcentrum 5, visar entréplan med gångstråk.

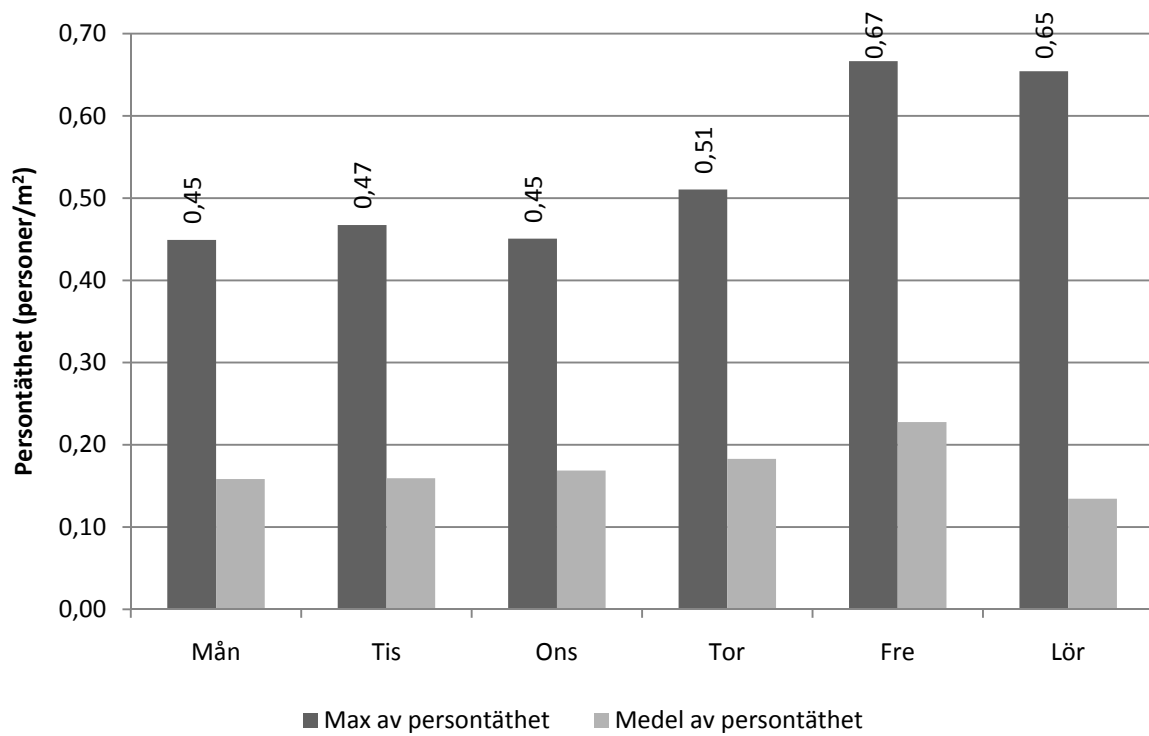


Figur 33: Frekvensdiagram för Köpcentrum 5.



Figur 34: Max persontätet per dag för Köpcentrum 5.





Figur 35: Max- och medelpersontäthet för Köpcentrum 5 för samtliga öppettidagar. Köpcentrumet är stängt på söndagar.

### 3.3.6 Köpcentrum 6

<b>Area:</b>	20700 m <sup>2</sup>
<b>Våningar:</b>	1st.
<b>Butiker:</b>	52 st.
<b>Antal ingångar:</b>	2 st.
<b>Antal dagar:</b>	365 st.

#### Fakta om köpcentrumet:

Detta köpcentrum ligger i utkanten av en tätort. Köpcentrumet har många parkeringar för biltrafikanter och majoriteten av kunderna kommer i bil. Det går även att ta sig till köpcentrumet med lokaltrafik.

#### Kategorier:

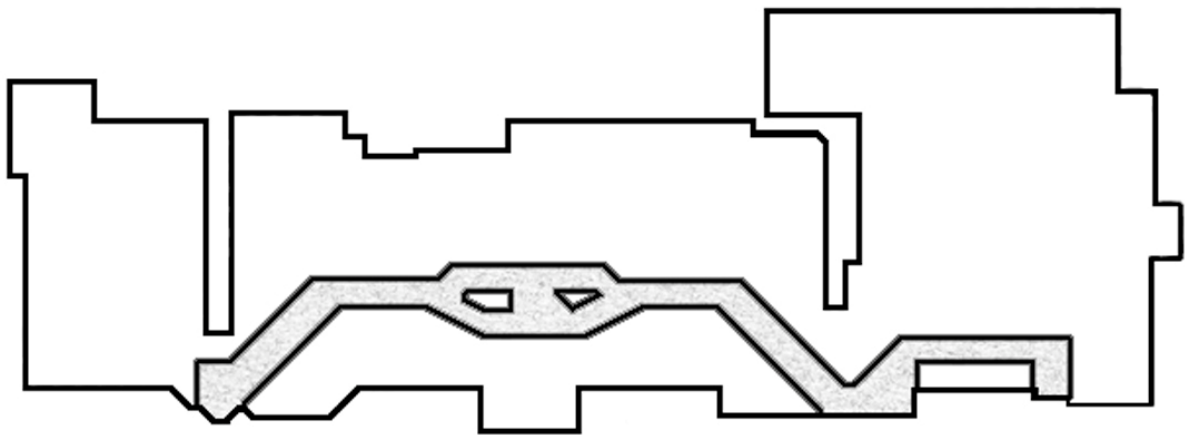
Mat, livsmedel, restaurang, kläder, sport, hobby, teknik, hälsa och presenter.

#### Anmärkningar:

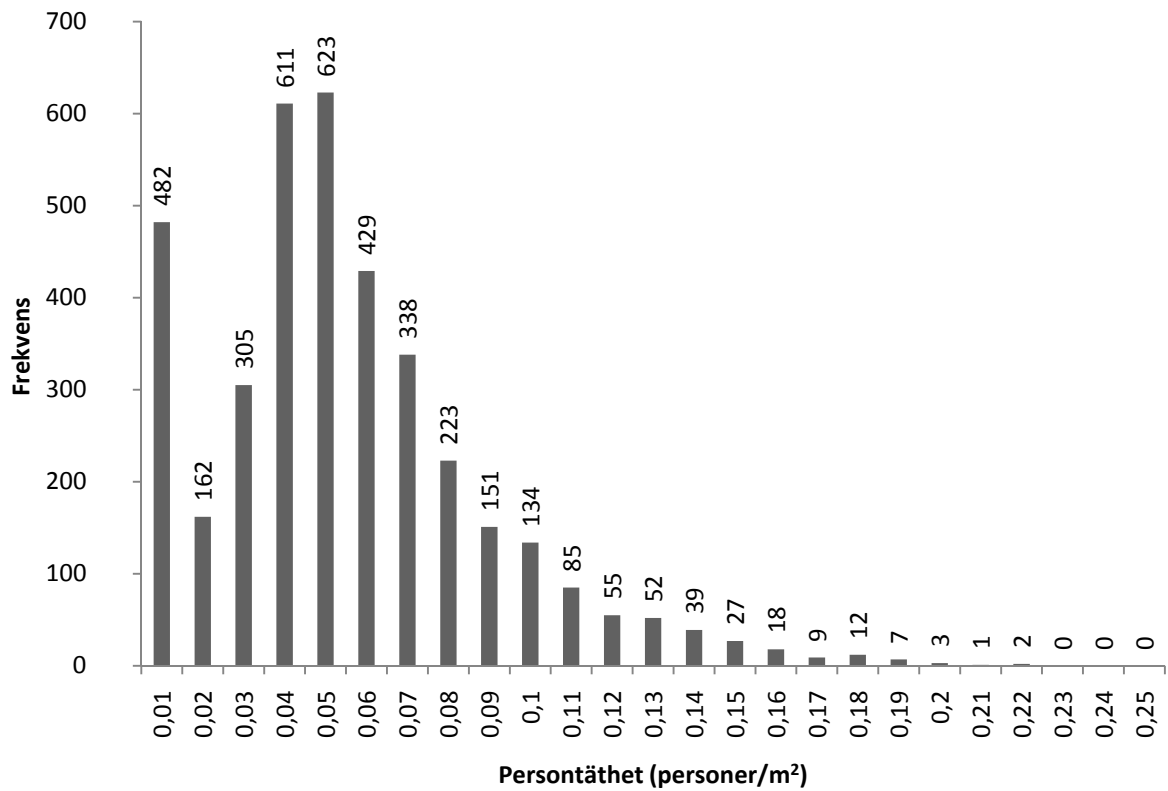
Köpcentrumets kundräkningssystem återger antal personer i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades genom att ta antalet personer i byggnaden dividerat med arean. Maxvärdet för persontätheten var 0,21 personer/m<sup>2</sup>.

#### Planskiss:

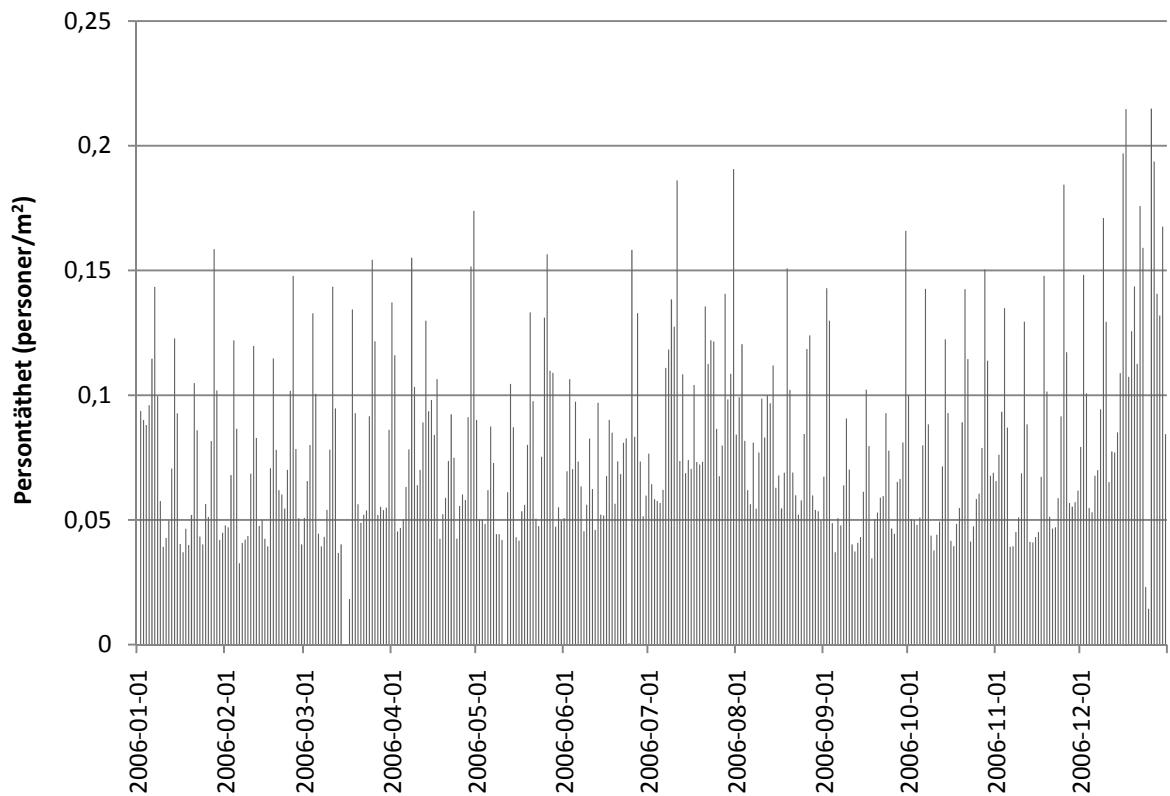
Figur 36 visar köpcentrum 6 och gångstråk markeras med grått. Entréer finns vid alla gråa ytor som sammanfaller med ytterväggarna.



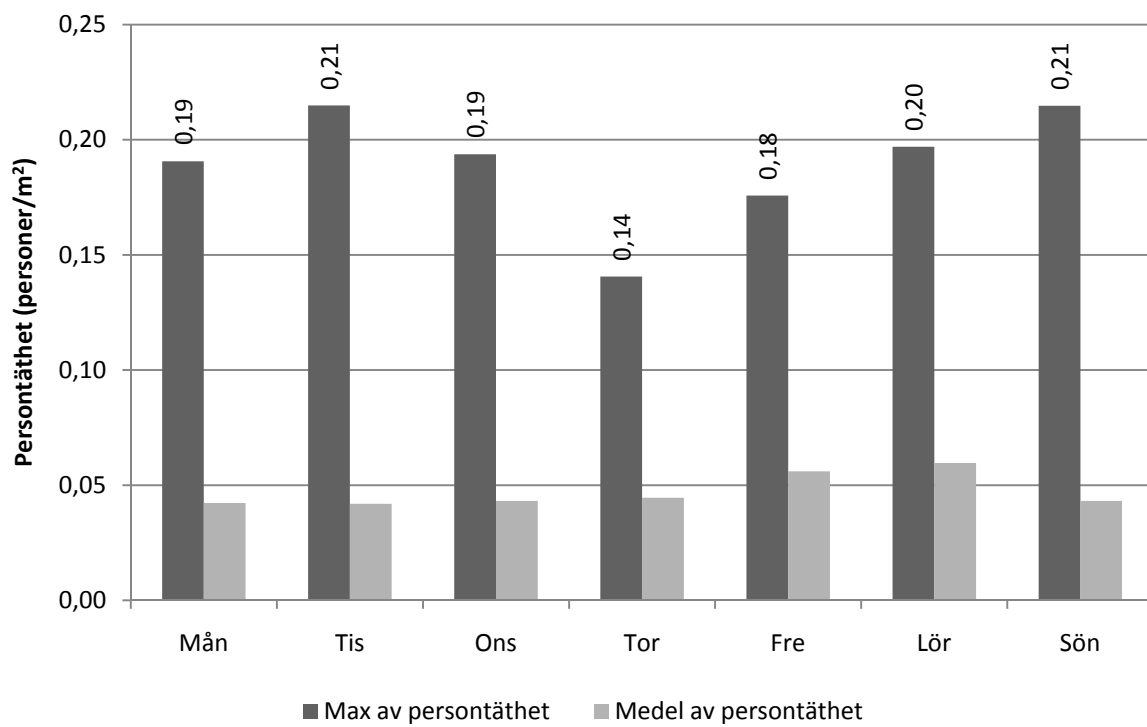
Figur 36: Principskiss över Köpcentrum 6, visar entréplan med gångstråk.



Figur 37: Frekvensdiagram för Köpcentrum 6.



Figur 38: Max persontäthet per dag för Köpcentrum 6.



Figur 39: Max- och medelpersontäthet för Köpcentrum 6 för samtliga veckodagar.

### 3.3.7 Köpcentrum 7

<b>Area:</b>	15000 m <sup>2</sup>
<b>Våningar:</b>	2 st.
<b>Butiker:</b>	17 st.
<b>Antal ingångar:</b>	3 st.
<b>Antal dagar:</b>	365 st.

#### Fakta om köpcentrumet:

Detta köpcentrum ligger i utkanten av eller utanför en tätort. Köpcentrumet har många parkeringar för biltrafikanter och majoriteten av kunderna kommer i bil. Går även att ta sig till köpcentrumet med lokaltrafik.

#### Exempel på butiker:

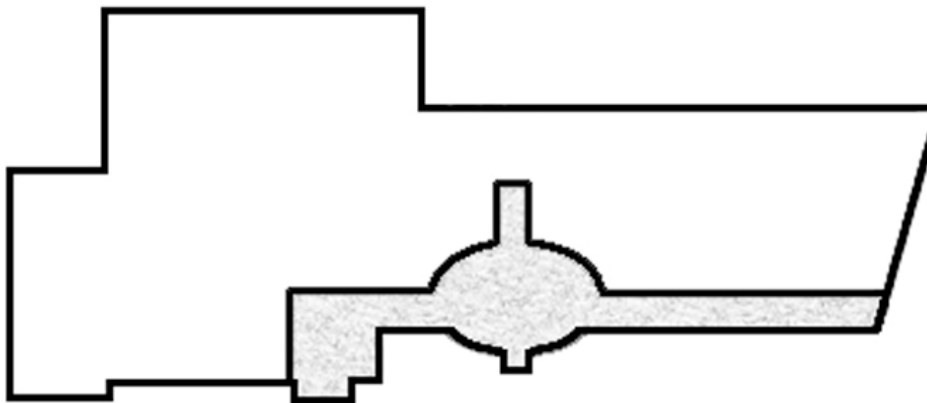
Restaurang, kläder, sport, hobby, teknik och presenter.

#### Anmärkningar:

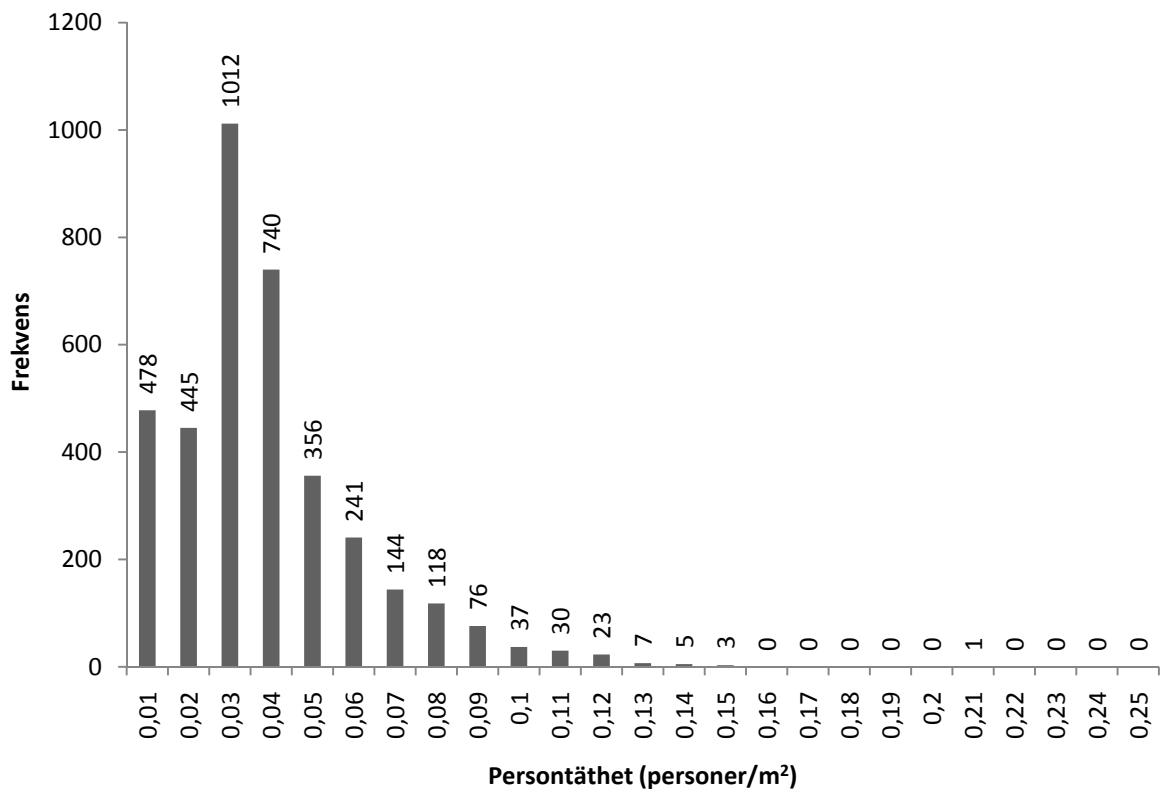
Köpcentrumets kundräkningssystem återger antal personer i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades genom att ta antalet personer i byggnaden dividerat med arean. Maxvärdet för persontätheten var 0,2 personer/m<sup>2</sup>.

#### Planskiss:

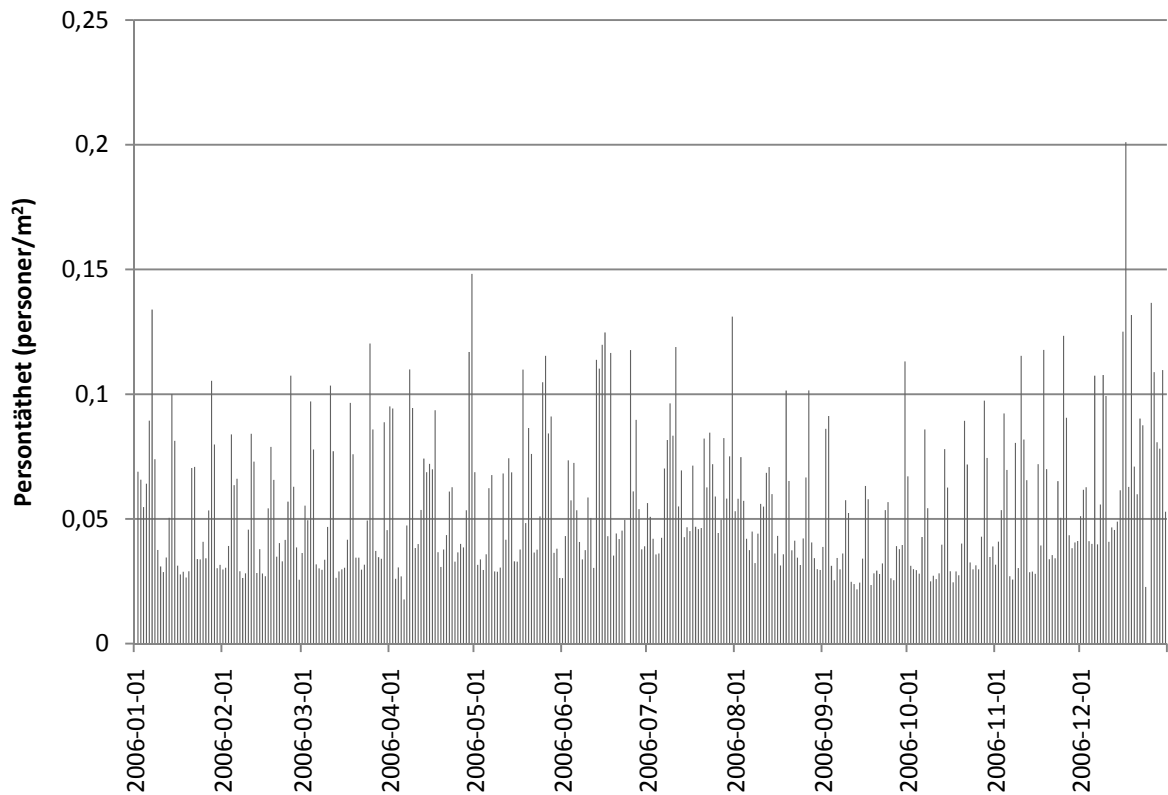
Figur 40 visar endast entrévåningen, det andra planet ser ut på liknande sätt, men är något mindre till yta. Gångstråk markeras med grått. Entréer finns vid alla gråa ytor som sammanfaller med ytterväggarna.



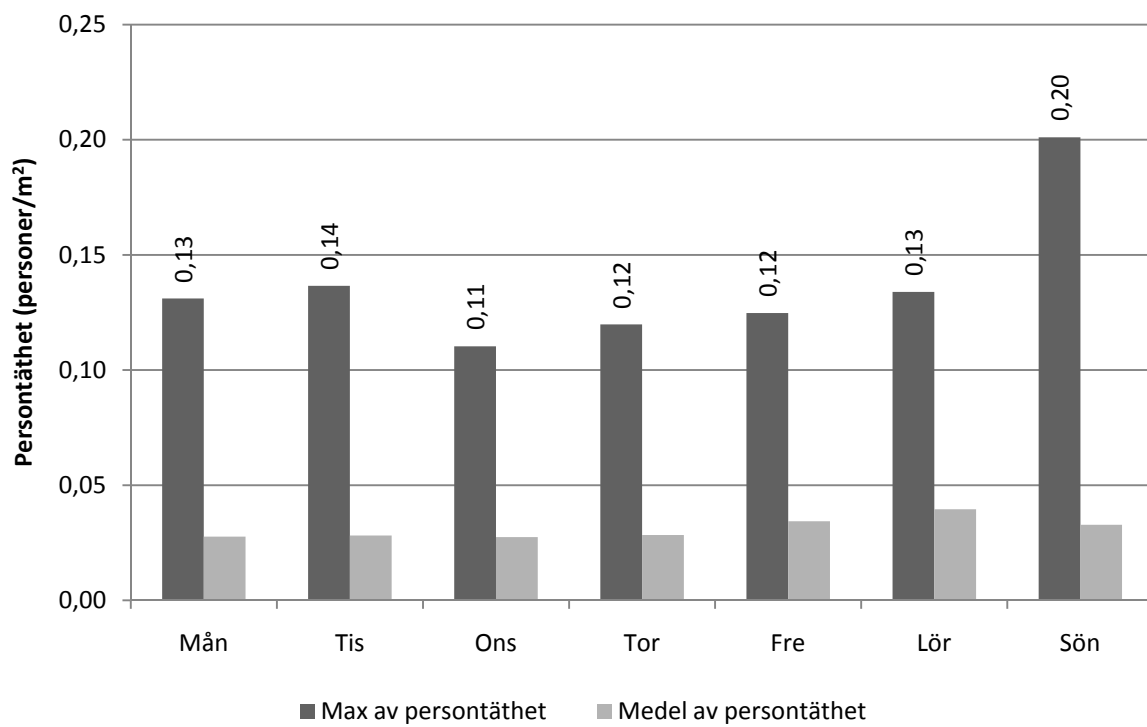
Figur 40: Principskiss över Köpcentrum 7, visar entréplan med gångstråk.



Figur 41: Frekvensdiagram för Köpcentrum 7.



Figur 42: Max persontäthet per dag för Köpcentrum 7.



Figur 43: Max- och medelpersontäthet för Köpcentrum 7 för samtliga veckodagar.

### 3.3.8 Varuhuset Gekås

<b>Area:</b>	17000 m <sup>2</sup>
<b>Våningar:</b>	2 st.
<b>Butiker:</b>	1 st.
<b>Antal ingångar:</b>	2 st.
<b>Antal dagar:</b>	300 st.

#### Fakta om Gekås:

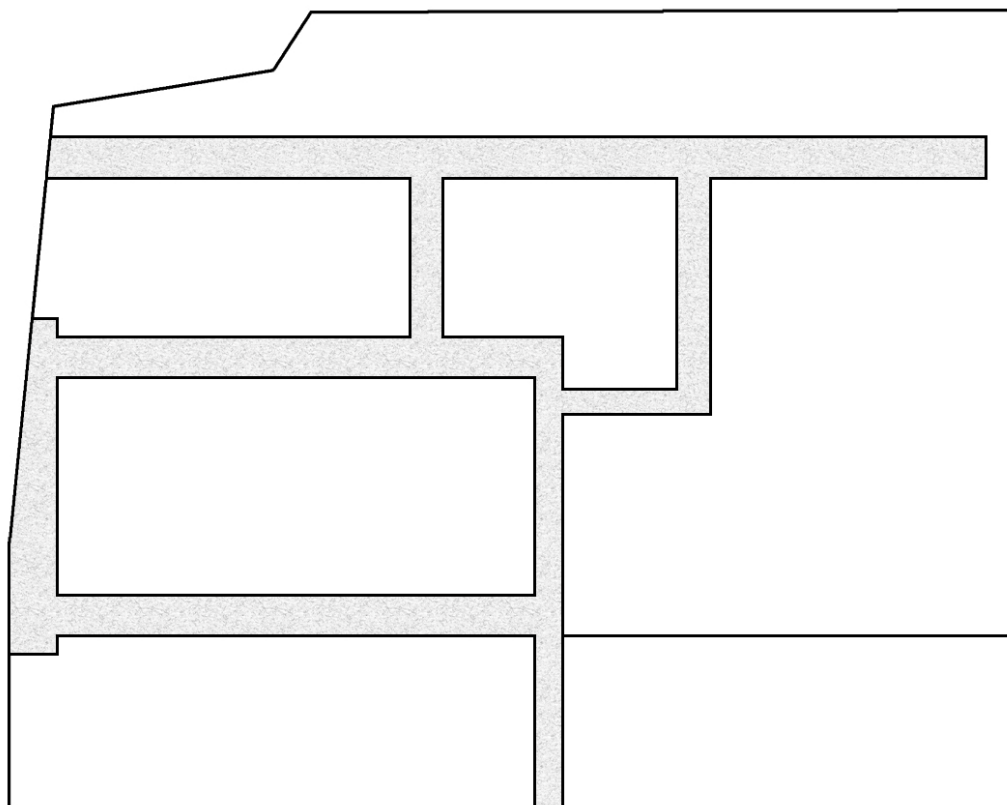
Gekås ligger tillsammans med flera andra mindre butiker i ett butiksområde i utkanten av Ullared. Alla butiker på området har en gemensam parkering för biltrafikanter och majoriteten av kunderna kommer med bil eller buss.

#### Anmärkningar:

Varuhusets kundräkningssystem återger antal personer som passerat in respektive ut i byggnaden per timme. Persontätheten beräknades enligt avsnitt 3.2.1. Maxvärdet för persontätheten var 0,42 personer/m<sup>2</sup>. Gekås har momentan kontroll på hur många besökare som finns i byggnaden och vakter som har till uppgift att stänga entréerna när maximalt antal personer som får vistas i byggnaden har uppnåtts. Gekås har också en väl fungerande organisation för att utrymma byggnaden vid ett tillbud (Carlsson B. , 2007).

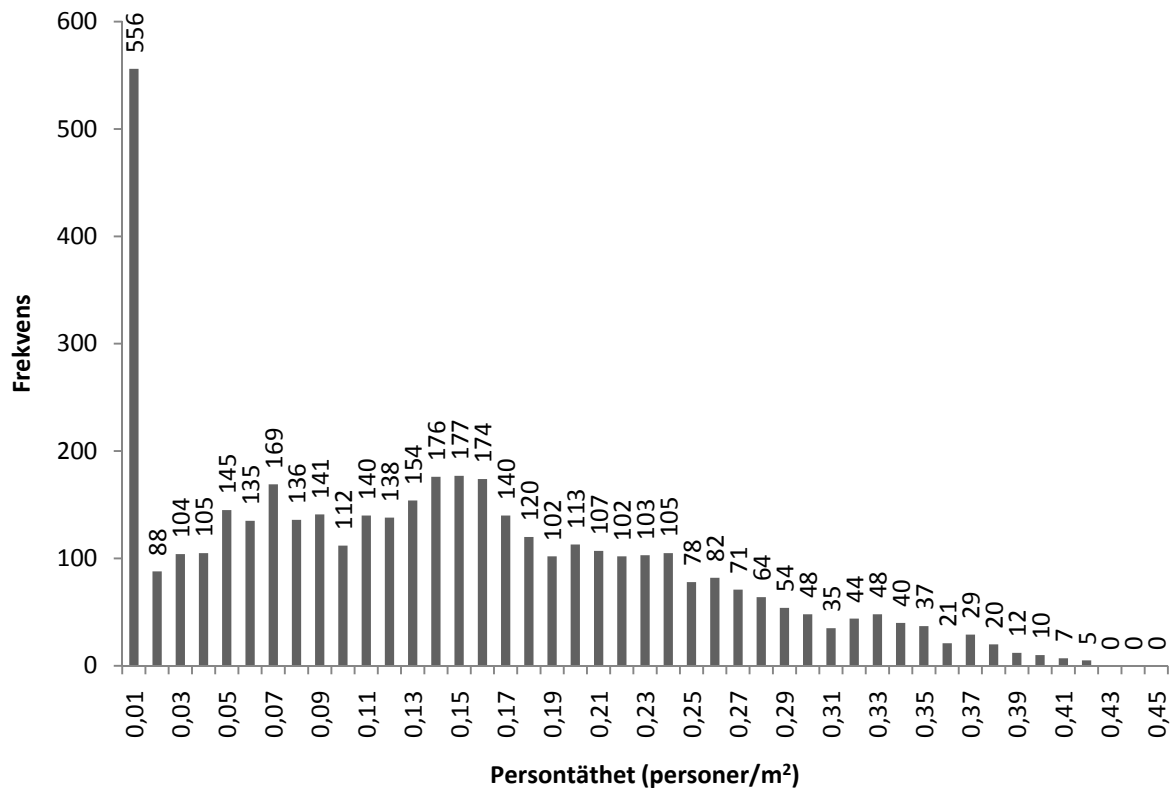
#### Planskiss:

Figur 44 visar entrévåningen, till detta finns en mindre källarvåning med försäljning. Gångstråk markeras med grått. Entréer finns på vänster sida där de gråa ytorna sammanfaller med ytterväggarna.

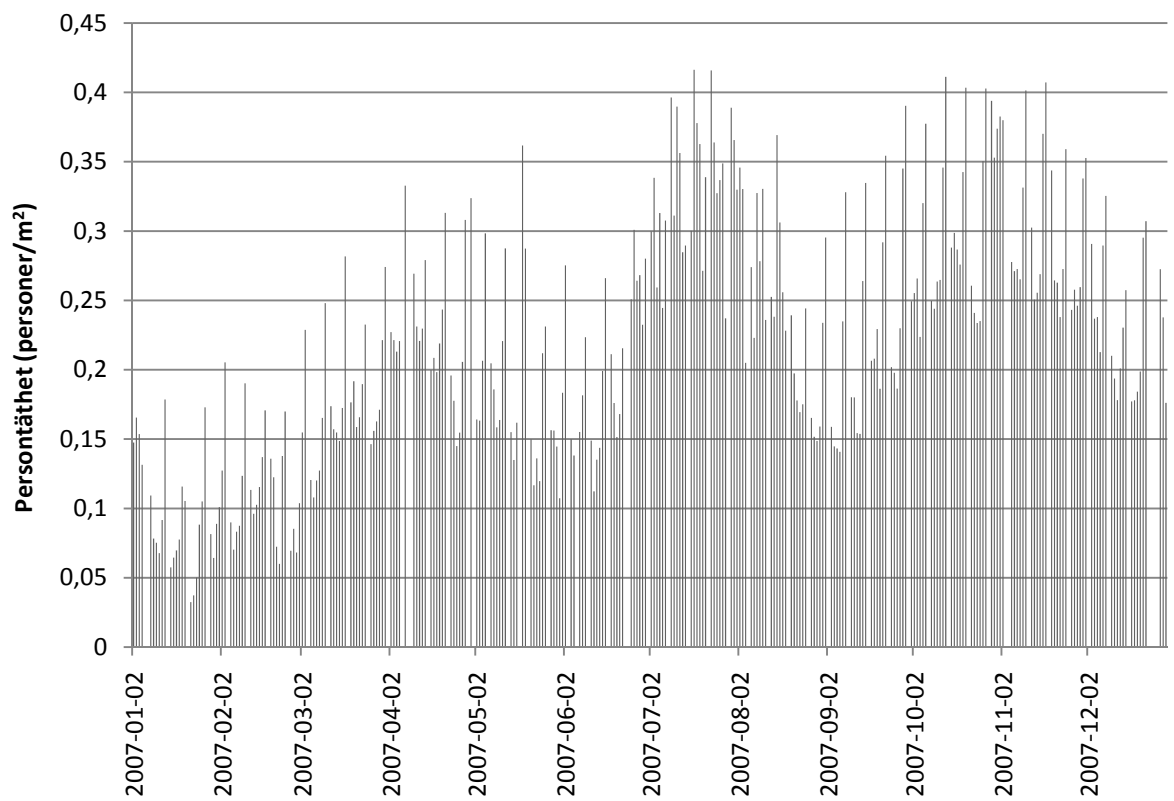


Figur 44: Principskiss över Gekås, visar entréplan med gångstråk.

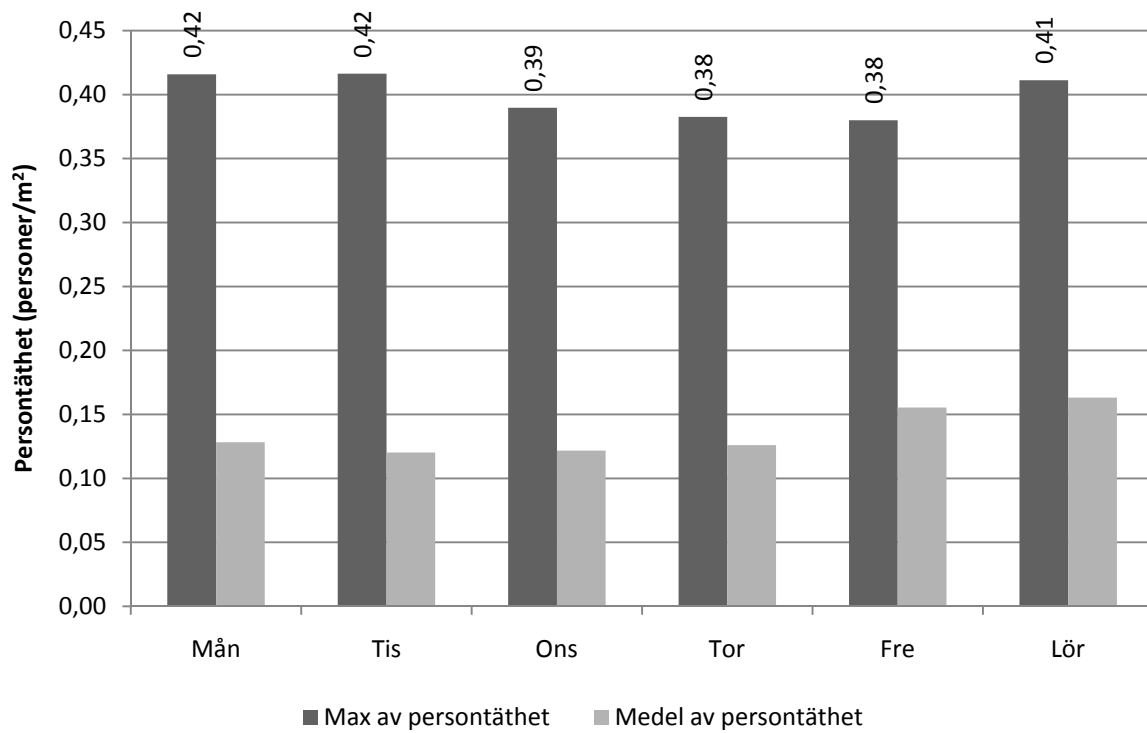




Figur 45: Frekvensdiagram för Gekås.



Figur 46: Max persontätet per dag för Gekås.

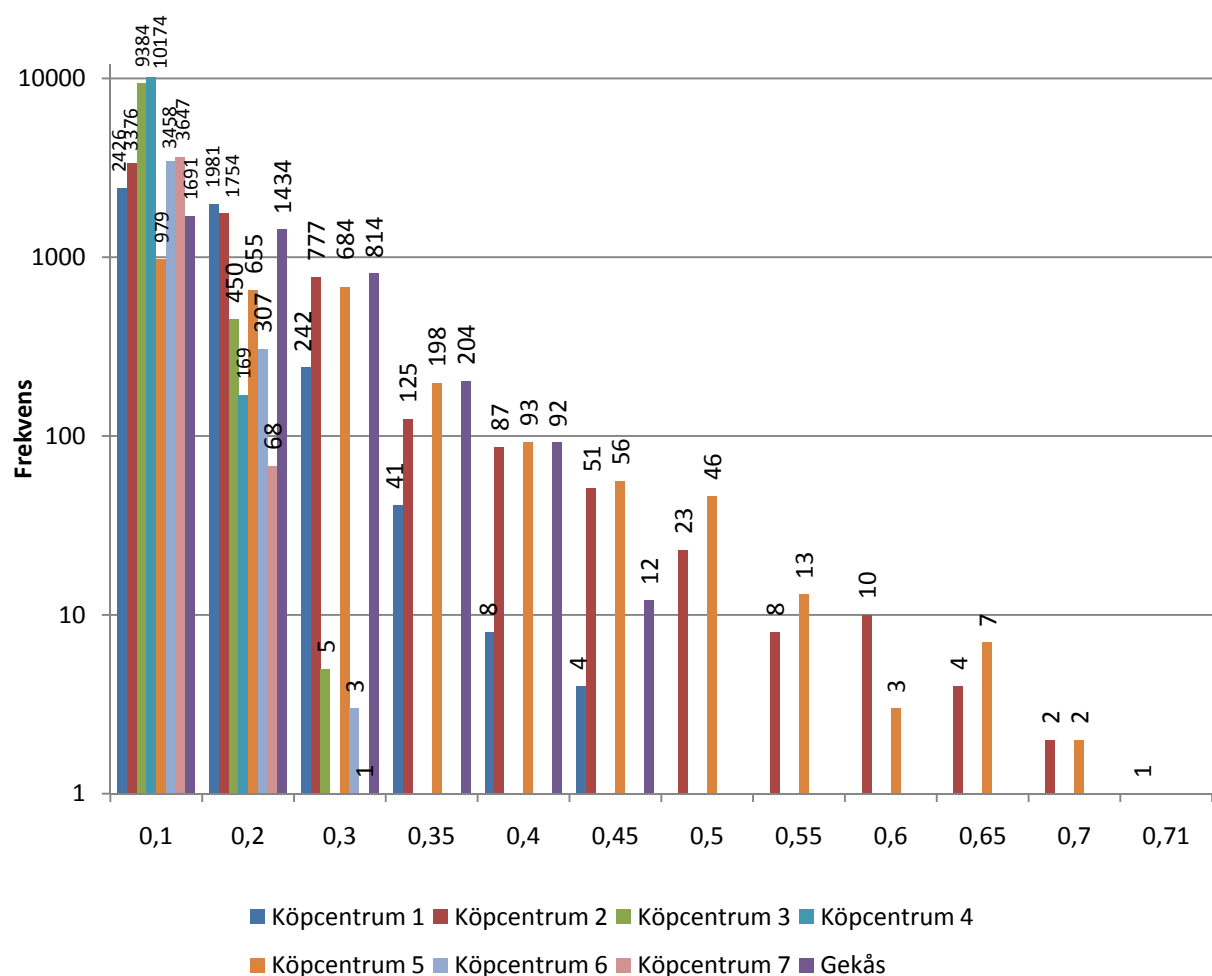


Figur 47: Max- och medelpersontäthet för Gekås, för alla öppettidagar. Gekås är stängt på söndagar.

## 4 Diskussion

Underlaget i detta arbete är inte tillräckligt för att statistiskt säkerställa den rådande persontätheten i köpcentrum. Bristen i underlaget uppstår eftersom det endast är sju av ca 360 idag existerande köpcentrum i Sverige som bidragit med statistik till detta examensarbete. Det är därför svårt att ge ett konkret och entydigt förslag på hur det idag rekommenderade persontäthetsvärdet för köpcentrum byggnader skulle kunna ändras. Däremot kan detta arbete visa några tydliga tendenser på parametrar som kan påverka persontätheten och på så vis agera vägledning vid dimensionering. Detta arbete skapar också en grund för vidare forskning inom ämnet.

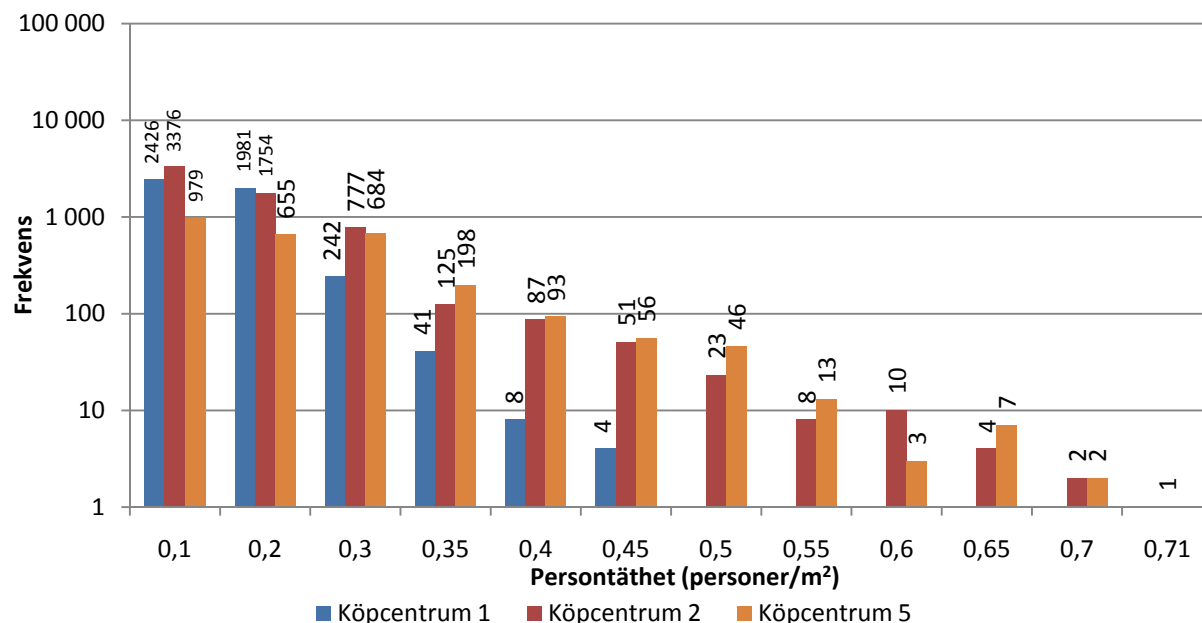
Frekvensdiagrammet nedan presenterar persontätheten för samtliga köpcentrum och Gekås, se figur 48. Diagrammet visar tydligt att persontätheter över dagens generella dimensioneringsvärde, 0,5 personer/m<sup>2</sup> förekommer relativt sällan. Endast 0,3 % av samtliga 41 322 registrerade mätvärden överstiger detta värde.



Figur 48: Frekvensdiagram över samtliga köpcentrum.

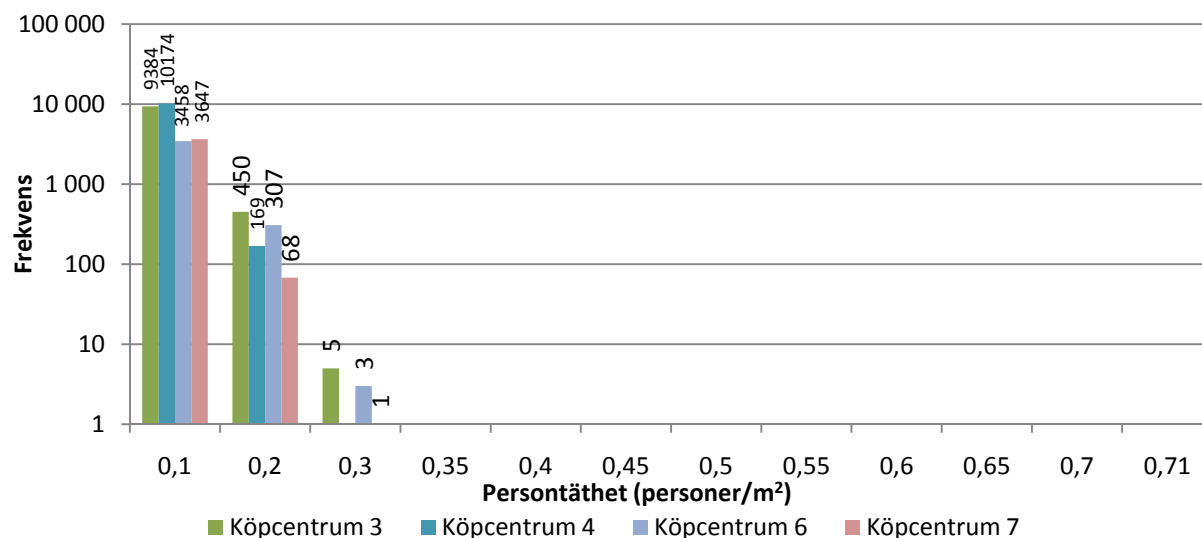
Ur diagrammet går det att urskilja två grupper, en grupp som karaktäriseras av en lägre persontäthet samt en grupp som har en högre persontäthet. Frekvensdiagrammet i figur 49 återger gruppen med den högre persontätheten. Den gemensamma nämnaren för dessa tre köpcentrum är att samtliga är belägna centralt i en stadskärna. Persontätheter högre än 0,5 personer/m<sup>2</sup> uppnås för dessa tre endast 119 gånger av totalt 8 954 gånger d.v.s. 1,3 % av alla gånger. Studeras de högsta värdena närmare inses att flertalet inträffar i anslutning till högtider

eller helger, se bilaga 5. Detta innebär att dessa byggnader kan få problem att genomföra en fullskalig utrymning innan kritiska förhållanden uppnås.



Figur 49: Frekvensdiagram över centralt belägna köpcentrum i stadskärnan.

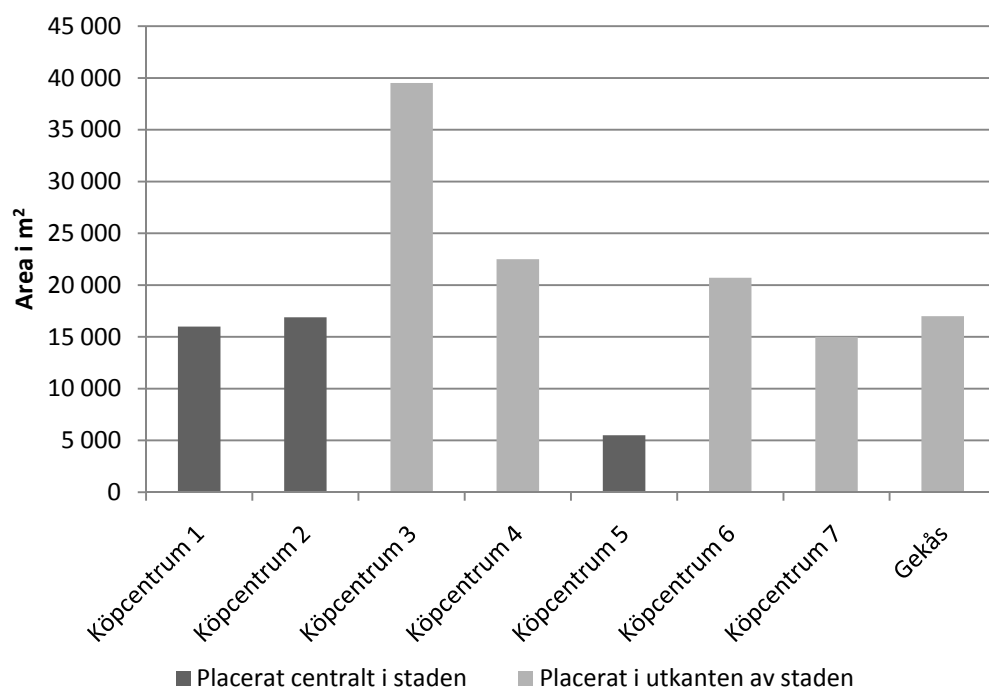
Den andra gruppen, med betydligt lägre persontätheter åskådliggörs i figur 50 och den gemensamma nämnaren för dessa köpcentrum är att samtliga finns belägna i utkanten av eller utanför en tätort. Persontäthet högre än 0,2 personer/m<sup>2</sup> uppnås för dessa fyra köpcentrum bara nio gånger av totalt 27 666 gånger d.v.s. 0,03 % av alla gånger.



Figur 50: Frekvensdiagram över köpcentrum placerade i utkanten av eller utanför tätorten.

Ingen analys har genomförts av vilken persontäthet respektive köpcentrum använt vid brandteknisk dimensionering. Det är dock inte troligt att de köpcentrum som överskrider 0,5 personer/m<sup>2</sup> är dimensionerade för en högre persontäthet än detta. Jämförs det deltagande köpcentrum publika areor är de centrum belägna köpcentrumen de minsta, se figur 51. Köpcentrum 3 och 5 visar på att det förekommer stora variationer mellan areorna beroende på

vard köpcentrumen är geografiskt placerade. Mellan de andra köpcentrum finns det ingen markant skillnad i storlek.



Figur 51: Placering av köpcentrum och deras areor i jämförelse.

Tabell 20 visar varje köpcentrums högst uppmätta persontäthet, area och placering. Studeras tabellen inses att köpcentrumets placering inverkar mer på persontätheten än dess area. Trots detta går det inte att bortse från att arean påverkar persontätheten eftersom den är en naturlig del i definitionen av persontäthet.

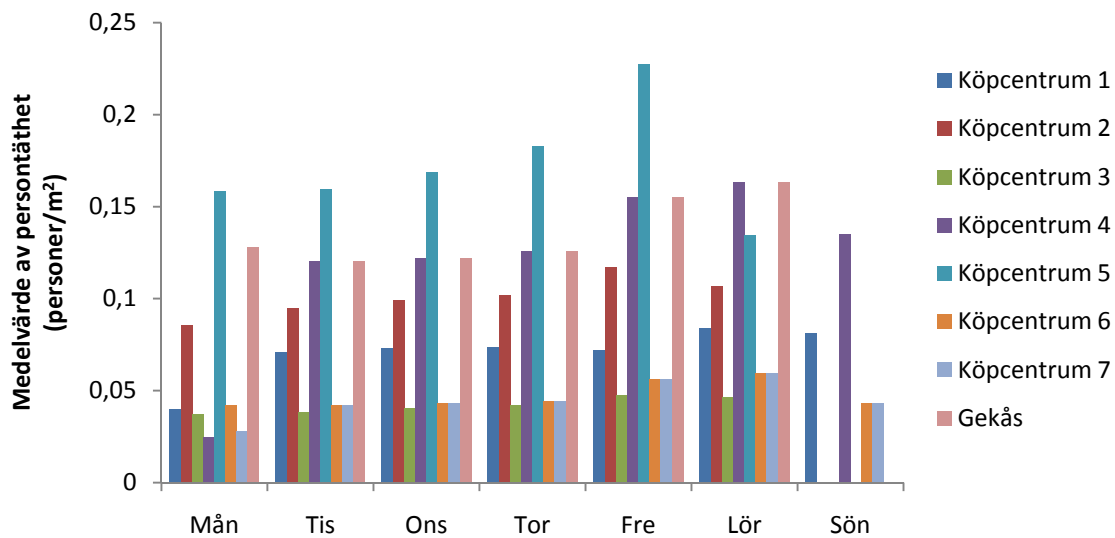
Tabell 20: Area, högsta uppmätta persontäthet och placering för alla köpcentrum och Gekås

	Högsta uppmätta persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	Area (m <sup>2</sup> )	Placering
Köpcentrum 1	0,45	16000	Centralt
Köpcentrum 2	0,7	16890	Centralt
Köpcentrum 3	0,22	39516	Utkant
Köpcentrum 4	0,19	22500	Utkant
Köpcentrum 5	0,67	5501	Centralt
Köpcentrum 6	0,21	20700	Utkant
Köpcentrum 7	0,2	15000	Utkant
Gekås	0,42	17000	Utkant

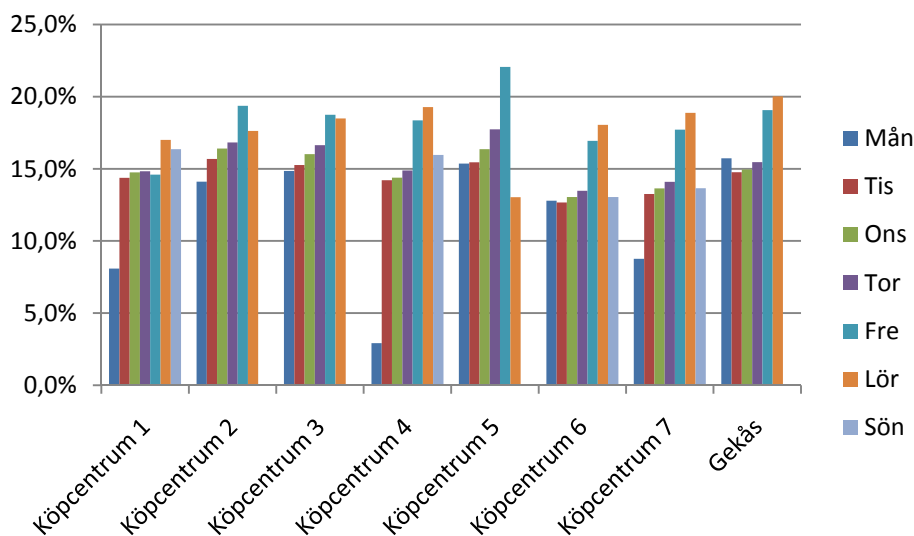
En aspekt som är viktig att påpeka här är att alla deltagande köpcentrum i denna rapport ligger i närheten av större städer med minst 80 000 invånare. I mindre städer som inte har andra kundupptagningsområden än sin egen stad kan helt andra situationer som påverka persontätheten uppstå, dessa måste då tas med i beräkningen vid en dimensionering. Det kan t.ex. vara det enda stället i staden som invånarna kan handla på oavsett var det ligger i staden.

Studeras medelpersontätheten för respektive veckodag inses att fredag och lördag har en högre persontäthet än övriga veckodagar, se figur 52. Detta åskådliggörs tydligare i figur 53 som visar

persontätheten normerad mot summan av medelpersontätheten för respektive köpcentrum. Ur detta diagram går det även att utläsa att måndagarna för köpcentrum 1, 4 och 7 har låga persontäthetsvärden jämfört med övriga veckodagar.



Figur 52: Medelvärde av persontäthet för respektive köpcentrum och veckodag.



Figur 53: Medelvärde av beräknad persontäthet för respektive veckodag och köpcentrum.

Samtliga diagram ovan visar att persontätheten normalt ligger långt under den idag styrande nivån. Frågan som kan ställas är om en byggnad ska överdimensioneras bara för dessa relativt få tillfällen eller om det går att dimensionera byggnaden för ett mindre antal personer och istället sätta in andra åtgärder under tillfällen med hög persontäthet. Detta borde vara möjligt, vilket också Gekås visat genom sitt system med en bra momentan kontroll av personantalet i byggnaden. När maximalt antal personer som får vistas i byggnaden har uppnåtts stängs entréerna av vakterna som ständigt övervakar detta.

Med dagens statistik och beräkningssystem borde köpcentrum med ett väl fungerande systematiskt brandskyddsarbete (SBA) kunna förstärka sin brandskyddsorganisation under dagar med hög persontäthet. Alla butiker och köpcentrum anpassar redan idag personalantalet utefter

förväntat antal besökare och högtider. Det borde därför inte heller vara svårt att förstärka brandskyddsorganisationen vid dessa enstaka tillfällen. Köpcentrum kan på detta sätt få momentan kontroll över när maximalt tillåtet antalet personer i byggnaden uppnås och därmed stänga entréerna när det blir fullt. Dessutom bör ett större antal välutbildade personer kunna hjälpa till med att sänka utrymningstiderna genom att aktivt delta och visa besökarna vilka vägar de ska utrymma genom.

Ett stort problem med dagens verksamheter är att de flesta verksamhetsutövare har väldigt dålig kontroll över hur många personer som faktiskt befinner sig i lokalen. Det är en sak att dimensionera byggnaden för en viss persontäthet beroende på den verksamhet som ska bedrivas i lokalerna och en annan att kontrollera att det verkligen är rätt antal personer i byggnaden varje dag under hela året. Konflikter kan uppstå när verksamhetsutövaren vill ha in så mycket folk som möjligt i lokalen. Dessa problem kan dock lätt avhjälpas genom att köpcentrumledningen aktivt arbetar med SBA.

Det finns även andra anledningar än brandtekniska att eftersträva en lägre persontäthet i byggnaden. Det har visat sig att människor inte spenderar lika mycket pengar då det är trångt i butiker, med anledning av detta bör därför också köpcentrum sträva efter att inte få alltför hög persontäthet (Carlsson B. , 2007).

#### **4.1 Validitet och reliabilitet**

Kvaliteten på den insamlade data kan bedömas utifrån två begrepp, validitet och reliabilitet. Begreppet validitet står för huruvida mätmetoderna verkligen mäter den data som är avsedd att mätas (Ejvegård, 2003). Validiteten för mätmetoder för bestämning av persontätheter är bristande p.g.a. att inte alla ingångar till byggnaderna har mätts. Personalingångar har i de flesta köpcentrumen inte någon mätutrustning. Mätutrustningar som inte tar hänsyn till kundvagnar kan ex. mäta dessa som människor vilket innebär en minskning validiteten. Dock betyder detta att metoden som används är konservativ och ger högre beräknade persontätheterna än de verkliga.

Med reliabilitet avses tillförlitligheten av ett mätinstrument och användbarheten av en måttenhet (Ejvegård, 2003). Datainsamlingen har begränsats till att enbart använda den befintliga mätutrustning som finns installerad i köpcentrumen. Detta innebär att de olika systemen kan ha olika mätfel vid mätningen av antalet in- och utpasserande personer.

Den största avvikelsen mellan in- och utpasserande är 60 %. Generellt visar mätdata att mätsystemen uppmäter fler utpasserande än inpasserande personer. Medelavvikelsen av in- och utpasserande är 26 %. Detta har kompenseras i beräkningarna av persontäthet på ett konservativt sätt, genom att alltid öka antalet personer inne i byggnaden. För att åstadkomma en högre reliabilitet av den uppmätta persontätheten är det önskvärt att samplingsfrekvensen av in- och utpasserande ökas. De mätdata som används är grundade på en samplingsfrekvens av en mätning per timma om denna frekvens skulle ökas t.ex. till fyra gånger per timma skulle en noggrannare beräkning kunna genomföras av persontätheten med hjälp av beräkningsmetoden beskriven i avsnitt 3.2.1. I ex. i tabell 16 återges för de korrigerade mätvärdena vid klockan nio att noll personer har passerat in respektive ut samt vid klockan tio har 576 respektive 369 personer passerat in respektive ut. Enligt den beskrivna beräkningsmetoden ger det 576 personer i byggnaden under den första öppettimmen. Antag nu istället att mätvärden sparas med 15 minuters mellanrum enligt tabell 21 nedan.

Tabell 21: Exempel på mätvärden

Klockslag	In	Ut
09:00	0	0
09:15	100	20
09:30	144	80
09:45	80	70
10:00	252	199
<b>Summa:</b>	576	369

Om samma beräkningsmetod för beräkning av persontäthet tillämpas på dessa värden så erhålls en högre upplösning av persontätheten under den första öppettimmen. Persontäthet som uppmäts för den första öppettimmen var 0,038 personer/m<sup>2</sup> baserat på en mätning per timma vilket kan jämföras med 0,027 personer/m<sup>2</sup> som är den högsta beräknade persontätheten baserad på fyra mätningar per timma, se tabell 22. Detta visar att det råder en lägre persontäthet i köpcentrumet.

Tabell 22: Exempel på beräkning av persontäthet

Klockslag	Antal personer i byggnaden	Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )
09:00-09:15	100	0,007
09:15-09:30	224	0,015
09:30-09:45	224	0,015
09:45-10.00	406	0,027

Det optimala är naturligtvis att beräkningssystemet använder realtidsdata d.v.s. persontätheten beräknas varje gång någon passerar in eller ut genom entréerna. Tyvärr är systemen behäftade med mätfel vilket innebär att ett antal algoritmer måste finnas för att säkerställa att en korrekt siffra av persontätheten presenteras.



## 5 Slutsats

Rekommendationer vid brandteknisk dimensionering av köpcentrum:

1. Persontätheten är högre för köpcentrum som är placerade i städers centrum jämfört med köpcentrum placerade vid utkanten.
2. De högre persontätheterna inträffar i anslutning till helger.
3. Köpcentrum bör anskaffa bättre momentan kontroll av persontätheten och införa ett system för att förbättra brandskyddet under perioder när de har ett högt antal besökare.

Det finns ett starkt samband mellan persontäthet och köpcentrumens geografiska placering. Detta beror oftast på vilken möjlighet kunderna har att ta sig till köpcentrumen. Generellt sett så krävs det bil för att på ett enkelt och effektivt sätt besöka ett köpcentrum beläget i utkanten av eller utanför en tätort. Centralt belägna centrum är mer inriktade mot icke bilburna kunder.

Insamlade data tyder på att köpcentrum i utkanten av eller utanför tätorten har en persontäthet närmare 0,2 personer/m<sup>2</sup>. Detta innebär att dessa kanske inte ska dimensioneras med den idag gällande siffran 0,5 personer/m<sup>2</sup>. Det behövs dock mer insamlad data för att validera detta. För centralt belägna köpcentrum i stadskärnan tyder insamlad data på att de dimensioneras korrekt eller t.o.m. underdimensioneras om värdet på 0,5 personer/m<sup>2</sup> används. Rekommenderade värdet 0.5 personer/m<sup>2</sup> överskrids endast ett fåtal gånger.

Den maximala persontätheten uppträder ofta i anslutning till helger eller speciella säljkampanjer.



## 6 Fortsatt forskning

För att kunna säkerställa presenterade slutsatser behövs ett större statistiskt underlag. Tyngdpunkten bör läggas på den geografiska placeringen av köpcentrumet. Studien bör koncentreras till köpcentrum belägna i utkanten av städer eftersom de troligtvis överdimensioneras då persontätheten 0,5 personer/m<sup>2</sup> för varuhus används.

Forskning bör göras på ett specifikt köpcentrum och dess butiker för att se hur persontätheten varierar mellan olika butiker samt hur antalet personer varierar mellan de olika våningsplanen inom ett köpcentrum.

Eftersom det i detta arbete har visat sig att den geografiska placeringen av verksamheten kan spela roll bör en undersökning göras av hur andra verksamheters persontätheter varierar beroende på läge.

Parkeringsplatsers betydelse för persontätheten bör undersökas. Detta för att se om parkeringsplatser är en begränsande faktor för antalet besökande i ett köpcentrum.

Forskning bör göras för att se om den faktiska persontätheten ökar på underliggande våningar under ett utrymningsförlopp. Detta skulle kunna innebära att en byggnads utrymningsvägar blir underdimensionerade vid det tillfälle det som bäst behövs.

För att få en bättre bild av vilka skillnader och likheter som finns mellan olika länders brandtekniska dimensioneringar bör en specifik byggnad "placeras" i några olika länder och sedan dimensioneras enligt det specifika landets regler. Genom detta kan en bättre jämförelse mellan de olika ländernas dimensionerande siffror göras. Detta för att se om en projektör kan använda de persontäthets-siffrorna som används i andra länder.

Mätsystemens noggrannhet bör undersökas för att se hur detta påverkar statistikresultatet i systemen. Dessutom har mättekniken för att beräkna antalet människor momentant gått framåt under de senaste åren och undersökningar bör göras för att se hur dessa system kan hjälpa köpcentrum att få en bättre och momentan bild av hur många människor som befinner sig i byggnaden. På det sättet kan det egna brandskyddet förbättras med extra brandtekniska åtgärder när personantalet överstiger det dimensionerade antalet personer.

### ***Exempel på utveckling som gjorts inom mättekniken***

Persontäthetsberäkning:

Idag finns det möjlighet att beräkna antalet personer utifrån kamera bilder.

<http://www.nyteknik.se/art/50942> 2007-06-07

<http://www.cognimatics.com/press070530SE.php> 2007-06-11

Ica har system där de räknar och analyserar kunder.

<http://www.cognimatics.com/press070205.php> 2007-06-11



## 7 Referenser

- ABCB. (2005). *International Fire Engineering Guidelines Edition*. State and Territories of Australia, Canberra; Australian Governmen, Australian Building Codes Board (ABCB).
- AIB. (2004). *BCA - Building Code of Australia*. Hämtat från AIB Building Codes Development: <http://www.aib.org.au/buildingcodes/bca.htm> den 19 05 2008
- Andersson, H., Friberg, V., & Karlsson, L. (2006). *Detaljhandeln i Jönköping - Konkurrens inom och mellan städer*. Jönköping: Internationella Handelhögskolan.
- Angerd, M. (1999). *Är utrymningschablonerna vid brandteknisk dimensionering säkra?* Lund: Brandteknik, Lunds Tekniska Högskola.
- Berglund, H., & Mässon, F. (2007). *Analys av varumottagningen och den interna logistikens effekter i Atollen*. Jönköping: Industriell organisation och ekonomi Tekniska Högskolan Högskolan i Jönköping.
- Bolistyrelsen, E. o. (den 01 02 2008). *Byggningsreglement 2008*. Hämtat från BR08: <http://www.ebst.dk/br08.dk/BR07/0/54/0> den 18 05 2008
- Boverket. (den 15 06 2007). <http://www.boverket.se>. Hämtat från Bygg- och förvaltningsenheten: <http://www.boverket.se/templates/Page.aspx?id=1789&epslanguage=SV> den 09 05 2008
- Boverket. (2006a). *Regelsamling för byggande - Boverkets byggregler, BBR, BFS 1993:57 med ändringar t.o.m. 2006:22*. Karlskrona, Sverige: Boverket.
- Boverket. (2006b). *Utrymningsdimensionering*. Karlskrona: Boverket.
- Boyce, K., & Shields, T. (2000). A study of evacuation from large retail stores. *Fire Safety Journal* 35 , 25-49.
- Brandskyddshandboken. (2005). *Rapport 3134*. Brandteknik. Lund: Lunds tekniska högskola.
- Canter, D. (1980). *Fires and Human Behaviour*. London: David Fulton Publishers.
- Carlsson, B. (den 09 11 2007). Säkerhetschef. (T. Erdsjö, & C. Lindberg, Intervjuare)
- Carlsson, S., & Engström, G. (2007). *Den externa handeln i Norrköping*. Linköping: Institutionen för ekonomisk och industriell utveckling Linköpings Universitet.
- CFI Group. (den 4 december 2004). Nischat köpcentrum - en väg emot nöjda kunder. *CFI News* . Stockholm: CFI Group .
- Department of Building and Housing. (2005). *Compliance Documents for New Zealand Building Code Clauses C1, C2, C3, C4, Fire Safety*. Wellington: Department of Building and Housing.
- DN. (den 21 11 2006). *Dagens Nyheter Ekonomi*. Hämtat från DN.se: <http://www.dn.se/DNet/jsp/polopoly.jsp?d=678&a=590740&rss=1401> den 03 07 2008
- Eaton, C., Bennetts, I. D., Poh, K. W., & Lee, A. C. (1998). *Fire safety in shopping centers - Project 6*. BCA.
- Ejvegård, R. (2003). *Vetenskaplig metod*. Lund: Studentlitteratur.

- Erhvervs- og Bolistyrelsen. (2006). *Eksempelsamling om brandsikring af byggeri*. Köpenhamn: Erhvervs- og Bolistyrelsen.
- Eriksson, L. T., & Wiedersheim-Paul, F. (1997). *Att utreda, forska och rapportera* (5:e uppl.). Malmö: Liber Ekonomi.
- Frantzich, H. (2001). *Tid för utrymning vid brand*. Karlstad: Räddningsverket.
- Frantzich, H. (2004). *Utrymning och människors beteende*. Lunds Tekniska Högskola, Lund, Skåne län, Sverige.
- Försvarsdepartementet. (den 20 11 2003). *Lag (2003:778) om skydd mot olyckor*. Hämtat från Notisum.se: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/20030778.HTM> den 11 05 2008
- Gullstrand, J. (den 15 11 2004). *SRV*. Hämtat från [http://www.raddningsverket.se/templates/SRV\\_Page\\_\\_\\_\\_13466.aspx](http://www.raddningsverket.se/templates/SRV_Page____13466.aspx) den 11 05 2008
- Hedskog, B. (2000). *Brand på Herkulesgatan i Göteborg, Ö län, den 29–30 oktober 1998, Supplement 3*. Stockholm: Statens haverikommission.
- Heron City. (2008). *Heron City Stockholm*. Hämtat från <http://www.heroncity.se/> den 5 januari 2008
- Holme, I. M., & Solvang, B. K. (1997). *Forskningsmetodik om kvalitativa och kvantitativa metoder* (2:a uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- IES. (den 18 05 2008). *National Center for Education Statistics*. Hämtat från <http://nces.ed.gov/pubs2006/ficm/content.asp?ContentType=Section&chapter=3&section=2&subsection=1> den 18 05 2008
- Jacobsen, D. I. (2002). *Vad, hur och varför? -Om metodval i företagsekonomi och andra samhällsvetenskapliga ämnen*. Lund: Studentlitteratur.
- Jönsson, R. m. (2006). *Förstudie Revidering Boverkets byggregler kapitel 5 brandskydd*. Karlskrona: Bengt Dahlgren AB och Boverket.
- Kommunal- og regionaldepartementet. (den 26 01 2007). *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK), FOR 1997-01-22 nr 33.*. Hämtat från Lovdata: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-19970122-0033.html> den 31 03 2008
- Lebeda, D., & Saesan, P. (2005). *Fastighetsägarnas strategier för köpcentrum – En komparativ studie av två köpcentrum*. Malmö: Malmö Högskola Institutionen för Teknik och Samhälle Fastighetsvetenskap.
- Levein, M. (2000). *Utvärdering av datorbaserade utrymningsmodeller*. Lund: Brandteknik, Lunds tekniska högskola.
- Lindgren, K. (den 20 03 2008). Brandingenjörstudent. (T. Erdsjö, Intervjuare)
- Lindström, T. (den 20 05 2008). Brandingenjörstudent . (T. Erdsjö, Intervjuare)
- Merriam, S. B. (1994). *Fallstudien som forskningsmetod*. Lund: Studentlitteratur.

- Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet. (den 01 07 1995). *Lag (1994:847) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m.* Hämtat från Notisum.se: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19940847.htm> den 30 06 2008
- Miljödepartementet. (den 01 07 1995). *Förordning (1994:1215) om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk, m.m.* Hämtat från Notisum.se: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19941215.HTM> den 21 05 2008
- Miljödepartementet. (den 01 07 1999). *Förordning (1999:371) om kontroll av hissar och vissa andra motordrivna anordningar i byggnadsverk.* Hämtat från Notisum.se: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19990371.htm> den 30 06 2008
- Miljödepartementet. (den 01 07 1987). *Plan- och bygglag (1987:10).* Hämtat från Notisum.se: <http://www.notisum.se/rnp/sls/lag/19870010.htm> den 30 06 2008
- Miljøverndepartementet. (den 01 07 1986). *Plan- og bygningsloven - plbl.* Hämtat från lovdata.no: <http://www.lovdata.no/all/nl-19850614-077.html> den 30 06 2008
- Mocsáry, A., & Wallin, M. (2006). *Köpcentrum, en plats för upplevelser? - en kvantitativ studie om upplevelsedimensionens påverkan på besöks- och köpbeteende.* Stockholm: Nordiska detaljhandelslinjen, Företagsekonomiska institutionen, Sockholms Universitet.
- NFPA. (den 01 06 2007). *Online Access to NFPA 101®: Life Safety Code®, 2006 Edition.* Hämtat från NFPA.org: [http://www.nfpa.org/freecodes/free\\_access\\_agreement.asp?id=10106&cookie\\_test=1](http://www.nfpa.org/freecodes/free_access_agreement.asp?id=10106&cookie_test=1) den 02 05 2008
- Nilsson, K. (den 14 juni 2007). *E24.* Hämtat från [http://www.e24.se/branscher/konsumentvaror/artikel\\_43123.e24](http://www.e24.se/branscher/konsumentvaror/artikel_43123.e24) den 25 augusti 2007
- ODPM. (2007). *Building Regulations 2000 Approved Document B-vol. 2 Fire Safety 2:nd edition.* London: National Building Specification (NBS).
- Perry, R. W. (1989). Taxonomy and model building for emergency warning response. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters Vol 7 No 3* , 305-327.
- Pettersson, J., & Åkesson, L. (2003). *Underhållande upplevelser på köpcentra och dess effekter på besöksfrekvens försäljning, kundkaraktär och image.* Lund: Ekonomi Högskolan Lunds Universitet.
- Räddningsverket. (den 28 07 2008). *ida.se.* Hämtat från IDA-Portalen: <http://ida.srv.se/port61/main/p/a0201?nc=bdeb777d> den 28 07 2007
- Sime, J. (1990). The concept of panic. i D. Canter, *Fires and human behaviour* (ss. 63-82). London: David Fulton Publishers.
- Späther, & Peissard. (1977). Evakuering av byggnader. *Mot Brann nr 4* , ss. 20-23.
- Standard Norge. (den 25 01 2006). *Høring av forslag til standard fra Standard Norge.* Hämtat från [www.standard.no](http://www.standard.no): [www.standard.no/pronorm-3/data/f/0/11/55/0\\_2401\\_0/NS\\_3940\\_V\\_10\\_rettelser.pdf](http://www.standard.no/pronorm-3/data/f/0/11/55/0_2401_0/NS_3940_V_10_rettelser.pdf) den 18 05 2008

Statens bygningstekniske ETAT. (den 01 03 2007). *Veiledning til teknisk forskrift til plan- og bygningsloven, 4. utgave*. Hämtat från Statens bygningstekniske ETAT:  
<http://www.be.no/beweb/regler/veil/tekveil07/TekVeil07-072.pdf> den 31 03 2008

Statens räddningsverk. (den 6 02 2004). SRVFS 2004:3 Statens räddningsverks allmänna råd och kommentarer om systematiskt brandskyddsarbete. Karlstad.



# Bilaga 1 Fackuttryck

---

Nedan listas fackuttryck som används i rapporten.

## *Brandcell*

BBR:s § 5:232 behandlar definitionen av brandcell, med brandcell avses en avgränsad del av en byggnad inom vilken en brand under en föreskriven minsta tid kan utvecklas utan att sprida sig till andra delar av byggnaden. Brandcellen skall vara avgränsad från byggnaden i övrigt, genom omslutande väggar och bjälklag eller på annat sätt, så att utrymning av byggnaden tryggas och så att personer i intilliggande brandceller eller byggnader skyddas under föreskriven tid. I brandcellens omslutande konstruktioner får ingå byggnadsdelar med mindre brandmotstånd än vad som svarar mot föreskriven tid, om en brand kan hindras sprida sig i anslutning till dessa byggnadsdelar genom t.ex. räddningstjänstens ingripande (Boverket, 2006a).

## *Deterministisk analys*

Scenarioanalys, analysen ska definiera ett antal scenarier som byggnaden skall klara utan att skador på människor uppstår.

## *Utrymningsväg*

En utrymningsväg skall vara en utgång direkt till gata eller motsvarande eller en utgång till terrass, gårdsplan e.d. från vilken gata eller motsvarande lätt kan nås. En utrymningsväg kan även vara ett utrymme i en byggnad som leder från en brandcell till en sådan utgång (BBR 5:233).

## *Nettoarea*

Med nettoarea i utrymningsberäkningar kan man räkna med den golvarea som finns i den aktuella publika lokalen efter man räknat bort arean för fast inredning eller byggnadsdelar i form av mellanväggar, pelare m.m. Annan inredning som butiksinredning, kassalinjer etc. kan inte räknas bort förutom där så särskilt angivits (Boverket, 2007).

## *Nödutgång*

Utrymningsväg som normalt inte används för passage kallas nödutgång (Brandskyddshandboken, 2005).

## *Kritiska förhållanden vid utrymning*

Vid dimensionering av utrymningssäkerheten får förhållandena i byggnaden inte bli sådana att gränsvärden för kritiska förhållanden överskrids under den tid som behövs för utrymning (BBR 5:361).

## *Kommentar:*

För att uppskatta denna tid används parametrarna temperatur (högst 80 °C), siktbarhet (brandgasnivå på lägst  $1,6 + (0,1 \times H)$  meter, H=rumshöjden) och värmestrålning (maximal strålning på 2,5 kW/m<sup>2</sup>) (BFS 2005:17).

### *Gånghastighet*

Den hastighet som personer förflyttar sig med under utrymningsförloppet. Normal gånghastighet är omkring 1,3 m/s men den kan sjunka ner mot 0,3 för långsamma eller handikappade personer och den kan naturligtvis även vara noll för personer som måste ha hjälp för att ta sig ut (Brandskyddshandboken, 2005).

### *Gångavstånd till en utrymningsväg*

Gångavståndet inom en brandcell till närmaste utrymningsväg skall inte vara längre än att brandcellen kan utrymmas innan kritiska förhållanden uppstår (BBR 5:331).

### *Passagemått*

Utrymningsvägar skall utformas med sådan rymlighet och framkomlighet att de kan betjäna det antal personer de är avsedda för. Bredden bör inte understiga 0,9 meter och om brandcellen är avsedd för mer än 150 personer bör bredden inte understiga 1,2 meter (BBR 5:341).

### *Personflöde genom dörr*

Beskriver antalet personer som kan passera genom en dörr per tidsenhet och beror på passagemåttet. Personflödet beror på den aktuella gånghastigheten och persontätheten i byggnaden (Brandskyddshandboken, 2005).

### *Probabilistisk analys*

Risikanalys, uttrycker risken för personskador.

### *Systematiskt brandskyddsarbete (SBA)*

Alla verksamheter ska arbeta systematiskt med sitt brandskydd oavsett verksamhet, storlek och risk. Att arbeta systematiskt innebär att metodiskt gå igenom behovet av brandskydd, se till att det fungerar och att alla i organisationen har den kunskap och materiel som är nödvändig för ett gott brandskydd. De flesta bör också dokumentera sitt brandskyddsarbete. För många byggnader och anläggningar gäller också att en skriftlig redogörelse för brandskyddet ska lämnas till kommunen. Dokumentation är en förutsättning för att kunna göra detta. Ägare till byggnader och anläggningar där riskerna för eller konsekvenserna av brand är stora ska lämna en skriftlig redogörelse för brandskyddet. Är du nyttjanderättshavare (t.ex. hyresgäst) ska du lämna uppgifter till ägaren av byggnaden eller anläggningen som lämnar dem vidare till kommunen.

Följande typer av objekt och verksamheter ska enligt Statens räddningsverks föreskrift SRVFS 2003: 10 lämna in en skriftlig redogörelse till kommunen:

- *Vård, omsorg och kriminalvård m.m.*
- *Förskoleverksamhet, skolverksamhet eller skolbarnomsorg*
- *Hotell och andra tillfälliga boenden*
- *Samlingslokaler m.m.*
- *Industrier*
- *Byggnader eller anläggningar med stora kulturbeskyddade värden*
- *Byggnad eller anläggning vars utformning innebär stor risk för allvarliga skador vid brand*

# Bilaga 2 Enkät svar från brandskyddskonsulter

---

## 1. Personlig information

1.1 Namn: Peter Nilsson

1.2 Företag: Briab– Brand & Riskingenjörerna AB

1.3 Yrke: Brandingenjör/Civilingenjör i riskhantering

1.4 Erfarenhet: Ca 2 år

## 2. Persontäthet

2.1 Hur bestämmer ni persontätheten idag vid om- och nybyggnation av en butik och/eller köpcentrum?(Har ni fler metoder beskriv gärna alla, säkerhetsfaktorer, hänsyn till antal våningar, antal utgångar etc.)

Ibland enligt schablon, t.ex. enligt utrymningsdimensionering, brandskyddshandboken, NFPA etc. men oftast enligt analytiska beräkningar/simuleringar av utrymning kontra brandgasfyllnad.

I vissa fall är det inte persontätheten som bestäms utan tvärtom: Personantalet är redan mer eller mindre bestämt men det beräkningarna ska mynna ut i är vilka skyddsåtgärder som krävs för att den önskade persontätheten/personantalet skall kunna godtas.

Någon gång har mätningar på plats utförts med liknande referensobjekt.

2.2 Vilka parametrar tar ni hänsyn till som påverkar persontätheten? (Preciserar parametrarna.)

Vid analytisk dimensionering simuleras förloppet så verklighetstroget som möjligt och dörrbredder, utrymningsvägars placering, gångavstånd och övriga geometrier ritas upp och tas hänsyn till så gott som möjligt.

Eventuella aktiva system såsom tillgång till utrymningslarm, sprinkler, brandgasventilation, etc.

Verksamhet i lokalerna.

Lös inredning såsom möblering.

2.3 Vad är du intresserad av att veta när du ska bestämma persontätheten? (Finns det något som skulle kunna underlätta ditt vardagliga arbete?)

Jag skulle vilja ha mkt mer statistik än vad jag har hittat. T.ex. mätningar från olika varuhus/butiker vid olika tidpunkter.

2.4 Hur hade du önskat att persontätheten presenterades? (En enkel siffra då som ex. max persontäthet som uppnåtts för köpcentrum eller frekvenser, annat?)

Det bästa som jag ser det skulle var mätningar över olika verksamheter, tidpunkter (både dygnsvis och variation över året). Det är alltid bra om resultaten inte är diskreta utan istället beskrivs i form att fördelningar så man kan se hur ofta personantalen överstiger en viss gräns t.ex.

## 3. Övrigt

Övriga synpunkter och åsikter om persontäthet?

Jag önskar mer aktuella mätresultat. Det är ofta i förväg svårt att bedöma hur många personer som kan tänkas besöka den planerade verksamheten.

## 1. Personlig information

1.1 Namn: Peter Nilsson

1.2 Företag: Briab– Brand & Riskingenjörerna AB

1.3 Yrke: Brandingenjör/Civilingenjör i riskhantering

1.4 Erfarenhet: Ca 2 år

## 2. Persontäthet

2.1 Hur bestämmer ni persontätheten idag vid om- och nybyggnation av en butik och/eller köpcentrum?(Har ni fler metoder beskriv gärna alla, säkerhetsfaktorer, hänsyn till antal våningar, antal utgångar etc.)

Ibland enligt schablon, t.ex. enligt utrymningsdimensionering, brandskyddshandboken, NFPA etc. men oftast enligt analytiska beräkningar/simuleringar av utrymning kontra brandgasfyllnad.

I vissa fall är det inte persontätheten som bestäms utan tvärtom: Personantalet är redan mer eller mindre bestämt men det beräkningarna ska mynna ut i är vilka skyddsåtgärder som krävs för att den önskade persontätheten/personantalet skall kunna godtas.

Någon gång har mätningar på plats utförts med liknande referensobjekt.

2.2 Vilka parametrar tar ni hänsyn till som påverkar persontätheten? (Preciserar parametrarna.)

Vid analytisk dimensionering simuleras förloppet så verklighetstroget som möjligt och dörrbredder, utrymningsvägars placering, gångavstånd och övriga geometrier ritas upp och tas hänsyn till så gott som möjligt.

Eventuella aktiva system såsom tillgång till utrymningslarm, sprinkler, brandgasventilation, etc.

Verksamhet i lokalerna.

Lös inredning såsom möblering.

2.3 Vad är du intresserad av att veta när du ska bestämma persontätheten? (Finns det något som skulle kunna underlätta ditt vardagliga arbete?)

Jag skulle vilja ha mkt mer statistik än vad jag har hittat. T.ex. mätningar från olika varuhus/butiker vid olika tidpunkter.

2.4 Hur hade du önskat att persontätheten presenterades? (En enkel siffra då som ex. max persontäthet som uppnåtts för köpcentrum eller frekvenser, annat?)

Det bästa som jag ser det skulle var mätningar över olika verksamheter, tidpunkter (både dygnsvis och variation över året). Det är alltid bra om resultaten inte är diskreta utan istället beskrivs i form att fördelningar så man kan se hur ofta personantalen överstiger en viss gräns t.ex.

## 3. Övrigt

Övriga synpunkter och åsikter om persontäthet?

Jag önskar mer aktuella mätresultat. Det är ofta i förväg svårt att bedöma hur många personer som kan tänkas besöka den planerade verksamheten.

## 1. Personlig information

- 1.1 Namn: Magnus Hedén  
1.2 Företag: Brandgruppen AB  
1.3 Yrke: Brandingenjör LTH  
1.4 Erfarenhet: 1,5 år

## 2. Persontäthet

2.1 Hur bestämmer ni persontätheten idag vid om- och nybyggnation av en butik och/eller köpcentrum?(Har ni fler metoder beskriv gärna alla, säkerhetsfaktorer, hänsyn till antal våningar, antal utgångar etc.)

Normalt enligt schablon praxis. D.v.s. 0,5 personer/kvm. (Alternativt 0,4/0,2 personer/kvm.)

2.2 Vilka parametrar tar ni hänsyn till som påverkar persontätheten? (Preciserar parametrarna.)

I viss mån: Typ av verksamhet (jmf kläder/nischbutik) Verksamhetens läge (jmf city/förort)  
Fastighetsägarens önskemål (utöver minantal enligt schablon)

2.3 Vad är du intresserad av att veta när du ska bestämma persontätheten? (Finns det något som skulle kunna underlätta ditt vardagliga arbete?)

Tvingande dimensioneringskriterier skulle minska godtyckligheten och avvikelser mellan olika konsulter. Nya och bättre underbyggda schablon siffror vore önskvärt.

2.4 Hur hade du önskat att persontätheten presenterades? (En enkel siffra då som ex. max persontäthet som uppnåtts för köpcentrum eller frekvenser, annat?)

Som en enkel siffra personer/kvm (där ytan relateras till något för byggbranschen etablerat ytmått)

## 1. Personlig information

1.1 Namn: Fredrik Hiort

1.2 Företag: Briab

1.3 Yrke: Brandingenjör

1.4 Erfarenhet: 18 år

## 2. Persontäthet

2.1 Hur bestämmer ni persontätheten idag vid om- och nybyggnation av en butik och/eller köpcentrum?(Har ni fler metoder beskriv gärna alla, säkerhetsfaktorer, hänsyn till antal våningar, antal utgångar etc.)

Vi använder oss av ett antal olika metoder som vi sammanväger till ett rimligt personantal. Det personantal som blir dimensionerande kontrollerar vi sedan genom känslighetsanalyser med olika personantal.

- Statistik från butiken/butikstypen.
- Underlag från tidigare dimensioneringar.
- Rapporten "utrymningsdimensionering"
- NFPA

2.2 Vilka parametrar tar ni hänsyn till som påverkar persontätheten? (Preciserar parametrarna.)

Typ av verksamhet. Lokalens/lokalernas geometri.

2.3 Vad är du intresserad av att veta när du ska bestämma persontätheten? (Finns det något som skulle kunna underlätta ditt vardagliga arbete?)

Säkrare statistik på personantal i olika verksamheter. I dag blir det normalt "på tok för mycket" människor i dimensioneringen.

2.4 Hur hade du önskat att persontätheten presenterades? (En enkel siffra då som ex. max persontäthet som uppnåtts för köpcentrum eller frekvenser, annat?)

Fördelning för olika typer av verksamheter.

## 3. Övrigt

Övriga synpunkter och åsikter om persontäthet?

Nej, jag tror det är en bra början

## 1. Personlig information

1.1 Namn: Johannes Näslund

1.2 Företag: Niscayah FöreBygget Brandskydd

1.3 Yrke: Brandingenjör LTH/ Civilingenjör Riskhantering

1.4 Erfarenhet: Har jobbat vid sidan av studierna i ca 2 år och på heltid i ca 2 månader

## 2. Persontäthet

2.1 Hur bestämmer ni persontätheten idag vid om- och nybyggnation av en butik och/eller köpcentrum?(Har ni fler metoder beskriv gärna alla, säkerhetsfaktorer, hänsyn till antal våningar, antal utgångar etc.)

Skall börja med att säga att Niscayah FöreBygget brandskydd har en begränsat erfarenhet av projektering av just köpcentrum då de flesta tidigare projekt har handlat om enskilda butiker.

Framförallt sker det genom en dialog med kunden, hur många anser kund rimligt, vilka önskemål har kund och utifrån det gör vi en bedömning som framförallt baseras på tillgången på utrymningsvägar, lokalen utformning gällande överblickbarhet m.m. I viss utsträckning använder vi oss att de riktlinjer som finns gällande antal personer per kvadratmeter dock använder vi dem som riktlinjer och alltså inte som ett dimensioneringskrav (skall sägas att jag aldrig har överstigit dessa riktvärden då kund i de allra flesta fall inte har för avsikt att ta in mer än detta antal p.g.a. komfort m.m.).

2.2 Vilka parametrar tar ni hänsyn till som påverkar persontätheten? (Preciserar parametrarna.)

Varierar p.g.a. vilket objekt som projekteras. För om tillgången till utrymningsvägar, bredd utformning m.m. så görs självklart en bedömning av verksamhetens typ, tillgång till automatiska brand- och/eller utrymningslarm om det utgör samlingslokal, vilken typ av kunder som anses kunna befinna sig i lokalen (ex. högt antal barn), tillgången till parkeringsplatser etc.

2.3 Vad är du intresserad av att veta när du ska bestämma persontätheten? (Finns det något som skulle kunna underlätta ditt vardagliga arbete?)

Då jag, som tidigare sagt, har liten erfarenhet av projektering av köpcentrum har jag inte upplevt att bestämmandet av persontäthet innebär något större problem då man tillsammans med kund i de allra flesta fall gemensamt kan komma fram till en rimligt personantal som innebär att det projekterade skyddet läggs på en sådan nivå som med god marginal överrens stämmer dem det verkliga antalet personer som sedan befinner sig i lokalen.

2.4 Hur hade du önskat att persontätheten presenterades? (En enkel siffra då som ex. max persontäthet som uppnåtts för köpcentrum eller frekvenser, annat?)

Tycker att de rekommendationen som finns gällande personantalet fungerar tillfredställande då man använder det som ett riktvärde för att sedan väga in de aktuella förhållandena i lokalen/lokalerna skapar och kundens egna ambition gällande ett fungerande brandskydd.

## 3. Övrigt

3. Övriga synpunkter och åsikter om persontäthet?

Då Niscayah FöreBygget brandskydd har stött på problem gällande persontäthet har det framförallt handlat om projektering av verksamhet som klassas som pub/nattklubb.





## Bilaga 3 Intervju med Boris Carlsson, Gekås

---

Denna bilaga är en utskrift från en ljudinspelning av en intervju med Boris Carlsson som är säkerhetschef på Gekås i Ullared. Inspelningen gjordes vid ett besök i Gekås lokaler den 9 november 2007. Texterna sammanfattar det viktigaste i samtalet och språket kan därför vara i talform. Rubrikerna/frågorna ovanför varje text försöker visa på huvudfrågan eller det samtalet handlar om under den delen.

Texten har kontrollerats och godkänts av Boris.

---

### **Allmänt om Gekås och hur personalen ska handla vid brand**

Larm går till personal för att först kontrolleras först därefter går det till räddningstjänst och ut i högtalarna. Personalen ska kolla av ytan för sin avdelning. Om man tittar på t.ex. damkonfektion så är den störst till ytan men de är desto fler som jobbar där jämfört med t.ex. kosmetika som är mycket mindre. Det följer dock antal anställda som jobbar inom varje område så varje person har ungefär lika stor yta att ansvara för.

Vid brandlarm i butiksdelen startar automatiskt en bandspelare som går ut med ett förvarningslarm. Meddelandet lyder:

*”Meddelande till personalen. Förvarning, personal med särskilda uppgifter gå till anvisade platser”!  
”Jag upprepar. Meddelande till personalen. Förvarning” o.s.v.*

Meddelandet upprepas tre gånger varefter radion kopplas in som vanligt. Anledningen till detta är att personalen skall förvarnas så att de får ett försprång gentemot kunderna så att man intar sina positioner t.ex. vid nödutgångar. Vid detta larm förbereds endast en utrymning. Nödutgångar öppnas inte i detta läge. Följs detta larm av ett utrymningslarm påbörjar man utrymning av kunder och personal. Meddelandet lyder:

*”Viktigt meddelande – viktigt meddelande - Vi har ett brandtillbud inom företaget och brandchefen har beordrat utrymning! Alla kunder skall därför omedelbart lämna varubuset genom närmaste utgång. Om ni har kundvagnar placera dem så att de inte hindrar utrymningen! Gå närmaste väg ut! Följ personalens anvisningar. Fortsätt ut i det fria och var vänlig blockera ej utgångarna!” - ”Jag upprepar: Viktigt meddelande” o.s.v.*

Detta utrymningsmeddelande repeteras oavbrutet tills butiken är tom på kunder. För personalen gäller att efter utrymningen gå till återsamlingsplatsen.

Personalen vidtar också om möjligt åtgärder vid brand enligt **Rädda – Larma – Släck.**

### **Hur blir belastningen när det är mycket personer i butiken?**

Om vi tar in 4000 personer så är det oerhört olika belastning på olika butiksytor beroende på vilken tid på året det är och vad alla bestämmer sig för att göra. Nu närmar vi oss jul och då vill man gå till lek och present och det som är julklappsavdelningar man vill åka ner i källaren nedre plan men på den här stora ytan så säg att vi tar in 500 i källaren och 3500 i övriga butiken.

Skulle för många bestämma sig för att vi ska bort till en viss hörna i butiken då blir det oerhört koncentrerat där beroende på vad du har för varor där.

### **Hur gör man för att undvika detta? Går det och tänker ni som butik på det?**

Tillslut så märker kunderna detta själva och det blir ingen köplust när det är för trångt så det gagnar inte butiken att alla vill till samma ställe och sen har vi åtgärder som vi måste tänka på för att kundflödena ska fungera. Dels har man kundvagnstorg där man kan ställa ifrån sig sin kundvagn och man har börjat med shoppingbaggar som man går med på axeln istället för att gå med vagnen hela tiden.

Till detta så kommer det att inredningen tar stor plats och sen kan man se stor skillnad över året på hur många vagnar man har per familj. Nu har alla varsin vagn medans på sommaren så har man en vagn per familj, vi har 5000 vagnar och vi gick upp 32 liter i volymen och slår man det på 5000 vagnar så stjälar det många kvadratmeter. Frågan är om man ska se vagnar som inredning eller inte? De är i varje fall i vägen under en utrymning.

För att lösa detta har man byggt stora ”leder” runt butiken som gör att personer och kundvagnarna har lättare att ta sig fram detta måste också fungera på avdelningarna och man måste ha någon slags huvudgata. Det går inte bara att tro att man kan trycka in hur mycket varor som helst på en yta.

Rent allmänt för alla butiker och sett över hela året så måste man samarbeta över gränserna även om många har svårt för att vara så flexibla. Tar man t.ex. leksaksavdelningen nu inför jul så kan den vara 10 ggr så stor mot vad den är i april månad och då är det på bekostnad av andra avdelningar som den har fått större kvadratmeter och byggts ut för att den har så mycket större försäljning inför jul på våren kanske det är grillar, hobby eller något annat som får större yta. Och då ska de som är ansvariga för den försäljningen trycka in så mycket man bara kan där och det blir då på bekostnad av gångar och fria ytor. Men det har visat sig att man förlorar på att göra det eftersom det blir trångt och kunderna överger området vilket minskar försäljningen.

### **Finns det något system för hur man vill att kunden ska röra sig i butiken?**

Många butiker har typ en ”löparbana” som leder runt butiken och många använder räkningssystem i butiken för att se hur kunden går runt. Gekås har en huvudgata och sedan en massa tvärgator. Många vill ju helst att man ska gå i en slinga så man passerar alla varor och det som man alltid ska köpa ska stå längst in i butiken. T.ex. mjölken ska ju vara långt in i butiken så du måste gå förbi allt och sen tillbaks till kassorna. Riktigt så är det inte hos oss för vi kan ju se oss som mycket under ett tak och olika avdelningar har olika säsonger så det är mer som ett stort varuhus eller en galleria med många olika butiker under samma tak även om vi inte har några väggar emellan.

Här är det lite mer beroende av vad kunden bestämt sig för att komma hit och göra, nu på hösten är det många som kommit hit för att köpa kläder och närmare jul har många kommit för att köpa sina julklappar o.s.v. så är det över hela året.

### **Finns det specifika stråk som man inte får blockera**

Ja det har vi och det måste vi ha koll på, det är huvudgatorna och sidogatorna som går mot utrymningsvägarna. Här är det raka gångar som ska sluta vid en dörr och sen sitter det väldigt tätt med dörrar mot vad vi hade behövt. Det märkte vi den dagen vi körde en stor utrymningsövning skarpt (Fullskalig utrymning av Gekås varuhus i Ullared 2006-06-18, Katja Månsson och Marie Lundqvist LTH). Det är ju vi som bemannar alla positioner vid nödutgångarna i samband med förvarning, på så vis vet vi att alla dörrar blir öppnade. Sen blev det väldigt få i vissa dörrar p.g.a. att det inte kom igång utan beteendet från kunderna var att där verkar många gå så jag går där också. Vilket var lite olyckligt för det hade gått ännu snabbare om alla gått den närmsta vägen och alla hade fördelat sig på alla dörrar. Men det är ju inte så lätt att styra från butiken dock var det så att de i personalen som var mest aktiva fick mest kunder till ”sin” utgång. Så en av slutsatserna var att alla i personalen kan och bör vara mer aktiva för att få igång utrymningen.

Stod man sen i kassan och hade lämnat ifrån sig sina pengar och varorna var dina så vill man absolut ha med sig sina varor först innan man utrymde. Detta eftersom man inte uppfattade hotet så allvarligt att man skulle lämna sina varor och springa därifrån. Hade man sett lågor och uppfattat rök så hade man kanske lämnat varorna. Men folk verkade resonera så att om det var långt inne i butiken så hade man tid på sig att packa varorna och utrymma innan det blev farligt.

### **Fastnar folk i olika punkter i butiken?**

Ganska vanligt i klassiska avdelningar dit alla ska eller vid t.ex. evenemang som skivsigneringar eller liknande men då försöker man hitta en bra plats som alla kan komma till från alla håll till den ytan och sen får det ge sig lite själv. Ju längre fram man kommer desto tätare blir det men då kan folk själva välja vad de klarar och sen bakåt kan man sprida sig cirkulärt runt hela ytan. Det är mest vid liknande tillfällen som det blir dessa punkter med hög persontäthet.

### **Påverkar kundvagnar någonting hur människor rör sig?**

Det ska mycket till för att en person ska släppa sin vagn men vid utrymningsövningen gick det ut meddelande om att man skulle lämna sin vagn och då gjorde kunderna det också. Men samtidigt om det är en vanlig dag så uppmanar vi de att de ska hålla uppsikt på sin vagn sin väska och sin plånbok och de vet att det här är min vagn och även om de inte har värdesaker i vagnen så förväxlas det vagnar och det blir totalt kaos och man får reda ut vem som har vilken vagn och det kan ju stå en massa vagnar på ett vagntorg och kunden tar fel och märker det först en halvtimme senare och då är skadan redan skedd. Men sen tror jag att det beror mycket på hur man blir varse en fara t.ex. om det finns en öppen låga eller rök som är styrande för om man lämnar vagnen eller inte. Och uppfattningen är ju att det är bättre med ett talat meddelande för att hjälpa kunderna att fatta snabbare beslut om vad de ska göra. Gekås har haft talat meddelande i ca 20 år.

### **Största problemen med att få ett bra utrymningsflöde?**

Det finns en del och just här för oss så är det suterräng vilket gör att det finns trappor på en massa ställen och det gör att det tar längre tid. Och våra utbildningslokaler ligger i källaren vilket gör att man ska upp en våning för trappor men det gäller mest personal och inte kunder. Naturligtvis kommer folk som går genom ingången och utgången direkt ut på asfaltsplanen och den slukar en massa folk. Problemet är om folk tar med sig sin kundvagn, det fungerar vid de stora dörrarna på framsidan men kommer man till sidodörrarna så kommer man ju till trappor och är då måste man lämna sin vagn. Problemet är ju om många hamnar i den situationen och alla släpper sin vagn i närheten av den dörren då blir den ju blockerad eller i varje fall väldigt svårframkomlig. Dessa dörrar är ju inte heller handikappanpassade (och det finns inga krav på det heller) så då får man hjälpa den personen ner för trapporna av kund eller personal.

Familjen har också stor betydelse vid en utrymning och just hos oss så delar familjerna ofta upp sig och tittar på olika saker och man kommer överens om att träffas på en plats vid en viss tid. Händer det någonting vill man ju ha tag i sin familj innan man går ut och det är stor risk att man kommer leta efter sin familj innan man vill utrymma.



## Bilaga 4 Intervju med Antero

---

Denna bilaga är en utskrift från ett möte/samtal med Antero Rådebratt som är VD på Antso AB. Samtalet ägde rum i Lund den 2 november 2007. Texterna sammanfattar det viktigaste från samtalet och språket kan därför vara i talform. Rubrikerna/frågorna ovanför varje text försöker visa på huvudfrågan eller det samtalet handlar om under den delen.

Texten har kontrollerats och godkänts av Antero.

---

Antso AB har olika system för att räkna personer butiker och köpcentrum men även andra system bl.a. ett som räknar personer på alla gator utomhus från triangeln till stationen i Malmö.

Bl.a. har Antso AB system på ett köpcentrum i Nordstan, Göteborg. Det är ett centralt beläggat köpcentrum som även fungerar som en knutpunkt mellan Spårvagnar, Bussar samt Tåg. Ur synpunkten persontäthet är normalt anläggningen att betraktas som en flödespunkt med hög andel pendlare. Nordstan har cirka 33 miljoner besökare om året och de är aldrig så mycket besökare som under högtider. Ett problem med att enbart förlita sig på besöksstatistik och inte ta hänsyn till persontäthet är de stora differenserna av persontäthet mellan vardagar och helger/högtider. Under helger samt högtider ökar persontätheten kraftigt i Nordstan medan totala besöksantalet för en dag kan ligga still eller bara öka något. Anledningen är att pendlarna är ersatta av besökare. Besökare stannar i anläggningen under en längre period för shopping och bidrar därför till en ökad persontäthet med andra besökare som fyller på efter hand persontäthets toppen ligger på en helg vid 14-15 tiden medan det på en vardag ligger mellan 16-18. Andra problem som uppkommer är att Nordstan och andra stora köpcentrum förändras hela tiden och de byggs väldigt ofta. Det gör att det finns stora osäkerheter i siffrorna eftersom systemet stängs ner i vissa sektioner under byggtiden.

Statistiken ni har tillgång till från alla är från en gammal teknik och det är byggda på de allra äldsta programvarorna. Antero AB har precis i dagarna släppt en ny release på deras program och denna håller nu på och utvärderas och detta kommer att förbättra deras mätnoggrannhet. Det alla besöksräknarföretag har haft problem med är att man börjar räkna och jämför in och ut och ibland kan man då ha differenser på 85 procent i systemet. Har man detta i systemet kan man då efter tio timmar dvs. en hel dag ha 15 000 personer kvar i byggnaden om man ska tro system vilket då blir ett gigantiskt stort problem. Ett problem kan också vara om två personer går bredvid varandra och systemet räknar de som en istället för två. De är ett problem som många säger sig ha men tester Antero har gjort med sitt system visar att det fungerar även då i varje fall för deras system. Det finns också andra problem med att räkna personer i en butik t.ex. har man haft problem med en butiks siffror som blev väldigt höga trots att de inte hade så mycket personer i butik. Problemen visade sig vara att köpcentrumet hade en entré som gick igenom butiken det vill säga alla som skulle in till köpcentrum gick igenom den entrén och passerade då besöksräknarsystemet och detta gjorde att siffrorna blev på tok för höga för just den butiken. En lösning på detta problem är att jämföra system är inslagna kvitton i kassaapparaten.

### **Allmän information om beräkningssystem (gäller alla och inte något speciell tillverkare)**

De flesta system fungerar idag så att man har sensorer som känner av en yta och sedan sänds den data till en dator som beräknar algoritmer och känner utav vilket håll en besökare går åt. Det gamla systemen var uppbyggda med fotoceller från sidan och det fungerade inte helt bra. Efter det började man använda fotoceller i en ramp från taket riktade mot golvet över hela entrén. Sen ville man veta hur många som gick i och ut istället för att bara dela antalet personer med två. Man installerade då två fotocellsrader och satte en tid mellan dessa två detta gör att den ena fotocellen

klickade innan den andra och man kunde se i vilken ordning fotocellerna bröts. På detta sätt kunde man se vilket håll personer var på väg mot. Båda de här systemen kopplades sedan till en PLC som genomförde beräkningarna. De nya systemen sveper en yta ett antal tusen gånger per sekund. Alla system fungerar på detta sätt oavsett om de använder laser eller värmekameror. Det här gör att systemet bygger upp ett rörelsemönster på personer och man kan då bestämma vilket håll det går åt. Det innebär också att det inte spelar någon roll om personer stannar och pratar mitt på den här hitta personen räknas först när han lämnat ytan. Det här gör också att det är svårt att räkna personer eftersom det kan gå åt alla olika håll. Det är betydligt mycket lättare att räkna t.ex. bilar eftersom det bara åker åt ett håll. Man kan även använda vanliga CCD övervakningskameror som räknare. I detta system skickas bilderna direkt in i en dator för analys av rörelsemönster. Det finns också system där bildanalysen görs direkt i sensorn t.ex. arbetar Antso AB's nya räknare så.

### **Kontroll av system och säkerhet vid beräkningar**

När vi på Antso AB kontrollräknar våra system ställer vi oss och räknar med manuella räknare. Värdena jämförs sedan med statistiken som räknaren sparar. Vi på Antso AB misstänkte att en mänsklig kontrollräkning kunde få en felmarginal som t.o.m. kan överstiger den statistik som räknaren lämnar, p.g.a. av att en person har svårt att koncentrera sig på flera objekt samtidigt. I tester har mänskliga hjärnan visat sig ha överraskande lätt för att filtrera bort objekt t.o.m. personer som går precis framför. För att utvärdera säkerheten i vår egen manuella kontrollräkning samt av ren nyfikenhet, har vi vid några tillfällen varit två personer som räknat manuellt. Resultatet var som väntat, den uppnådda räkningen skiljer sig i regel mellan de personer som kontrollräknar, mest skiljer det sig i en entré med mycket trafik, allt beroende på att man tappar koncentrationen. Slutsatsen är att våra räknare är mer konsekventa än vi människor och helt enkelt ger ett bättre statistiskt underlag. Har man snurrdörrar placerar man räknarna efter dörrarna för att beräkna personer där. Man anpassar oftast tekniken efter lokalerna och hittar den bästa lösningen för just den lokalen. Det är inte tekniken som är problemet det viktigaste i systemet är mjukvaran som räknar personer. När Antso AB har gjort jämförelser med sitt system emot andra konkurrenter har vi fått resultat där Antso AB system räknat mellan 0,68 % till max 4,3 % fel, motsvarande konkurrenter i samma entré räknade då mellan 17 % och 38 % fel. Vi testade under både lätta och svåra förhållanden med höga flöden av människor, framförallt brister systemen vid höga flöden av personer. Sammanfattningsvis tror vi på Antso AB att det är okunskap och slarv vid installation som gör att systemen räknar fel redan kort efter en nyinstallation. En mer gedigen efterkontroll av slutkund behövs i branschen eftersom egen kontrollen verkar svikta!

## Bilaga 5 Högsta persontätheterna

Nedan redovisas en sammanställning av samtliga sju köpcentrum och Gekås 20 högsta persontätheter samt datum då de inträffade. Persontäthet anges i enheten personer/m<sup>2</sup>.

Nr	Köpcentrum 1			Köpcentrum 2			Köpcentrum 3			Köpcentrum 4		
	Datum	Dag	Person täthet	Datum	Dag	Person täthet	Datum	Dag	Person täthet	Datum	Dag	Person täthet
1	05-12-17	Lör	0,445	06-12-26	Tis	0,701	06-12-26	Tis	0,232	06-12-26	Tis	0,190
2	05-12-23	Fre	0,420	06-12-27	Ons	0,661	06-12-27	Ons	0,201	06-12-30	Lör	0,171
3	05-12-26	Mån	0,414	06-12-16	Lör	0,641	06-06-28	Ons	0,200	06-12-16	Lör	0,167
4	05-02-02	Ons	0,359	06-12-22	Fre	0,617	06-06-27	Tis	0,200	06-12-23	Lör	0,160
5	05-12-10	Lör	0,358	06-12-09	Lör	0,572	06-04-01	Lör	0,197	07-12-26	Ons	0,159
6	05-12-22	Tor	0,357	06-12-23	Lör	0,556	05-12-26	Mån	0,193	06-12-22	Fre	0,156
7	05-12-03	Lör	0,349	07-09-22	Lör	0,532	06-04-08	Lör	0,187	07-12-29	Lör	0,148
8	05-11-26	Lör	0,347	06-11-25	Lör	0,523	06-07-10	Mån	0,186	06-05-27	Lör	0,146
9	05-12-27	Tis	0,347	06-09-21	Tor	0,522	06-12-22	Fre	0,182	06-05-28	Sön	0,138
10	05-01-29	Lör	0,345	06-12-02	Lör	0,509	06-08-01	Tis	0,180	06-12-17	Sön	0,138
11	05-03-03	Tor	0,345	06-12-10	Sön	0,503	06-06-22	Tor	0,180	06-05-06	Lör	0,137
12	05-02-26	Lör	0,338	06-12-28	Tor	0,496	06-07-20	Tor	0,179	06-12-27	Ons	0,134
13	05-10-29	Lör	0,338	06-11-11	Lör	0,488	06-07-29	Lör	0,178	07-12-31	Mån	0,133
14	05-03-05	Lör	0,326	06-12-29	Fre	0,486	06-07-28	Fre	0,176	07-12-21	Fre	0,131
15	05-11-19	Lör	0,324	06-11-26	Sön	0,478	06-07-08	Lör	0,171	06-05-05	Fre	0,129
16	05-01-22	Lör	0,324	06-09-30	Lör	0,471	06-12-16	Lör	0,170	07-12-28	Fre	0,129
17	05-12-21	Ons	0,318	06-11-18	Lör	0,454	06-06-25	Sön	0,170	07-12-27	Tor	0,129
18	05-11-12	Lör	0,318	06-11-04	Lör	0,443	06-11-25	Lör	0,162	06-11-25	Lör	0,129
19	05-03-19	Lör	0,317	06-12-21	Tor	0,439	06-08-02	Ons	0,162	06-12-02	Lör	0,128
20	05-12-30	Fre	0,311	07-03-24	Lör	0,435	06-07-27	Tor	0,161	07-01-20	Lör	0,126

Nr	Köpcentrum 5			Köpcentrum 6			Köpcentrum 7			Gekås		
	Datum	Dag	Person täthet	Datum	Dag	Person Täthet	Datum	Dag	Person täthet	Datum	Dag	Person täthet
1	07-12-21	Fre	0,667	06-12-26	Tis	0,215	06-12-17	Sön	0,201	07-07-17	Tis	0,416
2	07-12-22	Lör	0,654	06-12-17	Sön	0,215	06-04-30	Sön	0,148	07-07-23	Mån	0,416
3	07-10-20	Lör	0,650	06-12-16	Lör	0,197	06-12-26	Tis	0,137	07-10-13	Lör	0,411
4	07-12-15	Lör	0,570	06-12-27	Ons	0,194	06-01-07	Lör	0,134	07-11-17	Lör	0,407
5	07-12-29	Lör	0,531	06-07-31	Mån	0,191	06-12-19	Tis	0,132	07-10-20	Lör	0,403
6	07-11-24	Lör	0,526	06-07-11	Tis	0,186	06-07-31	Mån	0,131	07-10-27	Lör	0,403
7	07-10-26	Fre	0,515	06-11-25	Lör	0,184	06-12-16	Lör	0,125	07-11-10	Lör	0,401
8	07-12-20	Tor	0,510	06-12-22	Fre	0,176	06-06-16	Fre	0,125	07-07-09	Mån	0,396
9	07-09-28	Fre	0,507	06-04-30	Sön	0,174	06-11-25	Lör	0,123	07-10-29	Mån	0,394
10	08-01-18	Fre	0,505	06-12-09	Lör	0,171	06-03-25	Lör	0,120	07-09-29	Lör	0,390
11	07-12-14	Fre	0,503	06-12-30	Lör	0,168	06-06-15	Tor	0,120	07-07-11	Ons	0,390
12	07-12-28	Fre	0,498	06-09-30	Lör	0,166	06-07-11	Tis	0,119	07-07-30	Mån	0,389
13	07-11-10	Lör	0,496	06-12-23	Lör	0,159	06-11-18	Lör	0,118	07-11-01	Tor	0,383
14	07-12-08	Lör	0,494	06-01-28	Lör	0,159	06-06-25	Sön	0,118	07-11-02	Fre	0,380
15	07-10-12	Fre	0,494	06-06-25	Sön	0,158	06-04-29	Lör	0,117	07-07-18	Ons	0,378
16	07-11-23	Fre	0,494	06-05-26	Fre	0,157	06-06-18	Sön	0,117	07-10-06	Lör	0,117
17	07-10-27	Lör	0,493	06-04-08	Lör	0,155	06-05-26	Fre	0,115	07-10-31	Ons	0,115
18	07-08-31	Fre	0,487	06-03-25	Lör	0,154	06-11-10	Fre	0,115	07-11-16	Fre	0,115
19	07-10-05	Fre	0,478	06-04-29	Lör	0,152	06-06-13	Tis	0,114	07-08-15	Ons	0,114
20	07-11-02	Fre	0,477	06-08-19	Lör	0,151	06-09-30	Lör	0,113	07-07-31	Tis	0,113



## Bilaga 6 Persontätheter i olika länder

Denna sammanställning är gjord utifrån de olika ländernas olika definitioner av persontäthet som används vid dimensionering.

Det kan inte garanteras att definitionen som regelförfattarna använder för en viss verksamhetstyp avser samma typ av byggnad som andra länders regelförfattare använder sig av, även om det är troligt att de är jämförbara ska denna lista användas med stor försiktighet.

Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	Sverige	Norge	Danmark	Storbritannien	Australien	Nya Zeeland	USA
Affär							0,2
Arbetsrum						0,2	
Bar, generell			3,0 - 5,0	3,3			
Bar, för stående				2	2	2	
Bar, sitttor					1	1	
Bibliotek	0,2						0,1
Bibliotek, läsyta					0,5	0,15	
Bibliotek, lagringsyta					0,03	0,1	
Bibliotek, studierum							0,2
Bingohall				2			
Café					0,33		
Butik, ej entrenivå					0,2		
Butiksyta för möbler, golvbeläggning, stora varor, byggnadsvaror						0,1	
Café					1		
Förskola					0,25	0,25	
Dansgolv	2,5		3,0 - 5,0	2	2	1,7	
Diskotek			1				
Domstolslokal - där åhörare befinner sig					1		
Domstolslokala - där jurister och domare befinner sig					0,1		
Fabrik - maskinverkstad, tillverkning, skärning och anpassning					0,2		
Fabrik - tillverkning och processer andra än de ovan					0,02		

Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	Sverige	Norge	Danmark	Storbritannien	Australien	Nya Zeeland	USA
Flygplats, baggagehämtning						0,5	
Flygplats, korridor, centralhall						0,1	
Flygplats, incheckning, vänteytor						0,7	
Fritids		0,2					
Församlingslokal utan fasta sittplatser		1,7					
Försäljningsyta i markplan						0,4	0,4
Försäljningsyta, ovanför markplan						0,2	0,2
Försäljningsyta, källare						0,4	
Gym						0,2	
Gymnasium					0,3	0,35	
Gymnastiksal, inomhusarena					0,1		
Hotell					0,07		
Hög personbelastning (concentrated use), utan fasta sittplatser							1,5
Individuella sittplatser				2,0 - 2,5	Antal platser		Antal platser
Kasino och liknande spelhall							1
Klassrum					0,5	0,5	0,5
Konferensrum	0,7				0,5		
Konstgalleria, utställningslokal				0,2	0,25	0,25	
Kontor och personalutrymme	0,1	0,1			0,1	0,1	
Kyrka			1		2		
Köpcentrum						0,3	
Laboratorium					0,1	0,1	0,2
Lobby och foajé						1	
Lounge, läsrum, skrivrum						0,5	
Läktare för stående				3,3	3,3		

Persontäthet (personer/m <sup>2</sup> )	Sverige	Norge	Danmark	Storbritannien	Australien	Nya Zeeland	USA
Matsal		0,7			1		
Middagsrum					2		
Mindre hög personbelastning - (less concentrated use), utan fasta sittplatser							0,7
Monteringsyta						1	
Museum				0,2	0,25	0,25	
Nöjesarkad				2		0,3	
Plats för stående					3,3	2,6	
Pub	3		1				
Receptionsyta						0,1	
Restaurang	1		1	0,7 - 0,9	1	0,9	
Samlingslokal, glest utan fasta sittplatser	0,7		1				
Samlingslokal				2			
Sittplatser på bänkar (om antal bänkar och bänkarnas längd är känd bör 450 mm/person användas)				3,3	450 mm/person		
Skola - klassrum		0,5			0,5		
Skola - lokaler med varierande verksamhet		0,5			1		
Skola – personalutrymme					0,1		
Snabbköp						0,5	
Studio (TV, radio, film)				0,7			
Säljlokal		0,5	0,3 - 1,0				
Säljyta på gatunivå					0,33		0,4
Säljyta på våning under marknivå					0,33		0,4
Säljyta på våning över marknivå					0,2		0,2
Sällskapslokal			1				

Persontäthet, personer/m <sup>2</sup>	Sverige	Norge	Danmark	Storbritannien	Australien	Nya Zeeland	USA
Teater och liknande - för stående och sittande	2,5				3,3		
Teater och liknande - med sittplatser (antal sittplatser eller)	1,7				1		
Terminalbyggnad					0,5		
Träningslokal utan utrustning							0,7
Tvättstuga					0,1		
Utrymme med fasta sittplatser					Antal platser	Antal platser	
Utrymme med lösa sittplatser					1	1,3	
Utrymme för konserter				2	Antal platser		
Utrymme med lösa stolar och bord						0,9	
Utrymme utan sittplatser eller mittgångar						1	
Utställningsyta				0,7		0,7	
Varuhus	0,5		0,3 - 1,0				
Varuhus - Bottenvåning och källare	0,4						
Varuhus - Övriga våningar	0,2						
Varuhuslager						0,03	
Väntutrymme till samlingslokal	3,5						