

Examensarbete

Våren-Sommaren 2024

Undersökning av lokalanvändning i fastigheter för undervisning



LUNDS
UNIVERSITET

Studenter:

Mattias Ekberg

Oscar Nilsson Modig

Handledare:

Rikard Sundling

Abstract

This research aims to investigate the usage, problems and solutions within management of real estate used for higher education. The study is based on a case study, consisting of interviews, surveys and data analysis of specific buildings. The goal is to create an example of how a framework for exploring the usage and occupancy rates within these types of facilities can be executed. Furthermore, the interviews highlight problems within real estate management that can be generalized for a lot of other building types and operations related to optimization. Akademiska Hus has been providing data on occupancy from three studied buildings and has also been giving guidance throughout the research. By analyzing the data according to utilization rate and calculating examples of key performance indicators, such as space efficiency, a deeper understanding based on measured occupancy of the buildings were achieved. The findings of the workflow measured in these buildings can be used as a framework for other organizations that want to conduct similar studies of buildings and their utilization rates, within or outside the specific field of higher education chosen in this research. The importance of measuring and understanding a building's utilization rate to create an economically, ecologically and socially sustainable usage shows itself in many ways through the process of this work. By adding the information found through the research, specific problems and suggestions for their solutions were found and concluded. Some of the most important conclusions include the importance of understanding different methods of measurement and how boundaries affect the result. Also highlighted is the balancing act between absolute comprehensiveness and the aspect of integrity when measuring the user's habits. Lastly the importance of understanding how the end user of a building perceives it's qualities and how information often overlooked when studying occupancy data can be discerned from the users perspective is stated.

Förord

Detta arbete utfördes som avslutning på en civilingenjörsutbildning i väg- och vattenbyggnad vid Lunds Tekniska Högskola 2024 i samarbete med Akademiska Hus.

Vi vill tacka vår handledare Rikard Sundling, examinator Ulla Janson, vår kontaktperson på Akademiska Hus Peter Karlsson och alla de som ställt upp på intervjuer och enkäter.

Oscar Nilsson Modig & Mattias Ekberg

Lund, juli 2024

Contents

Abstract	2
Förord	3
1. Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	3
1.3 Frågeställning	3
1.4 Avgränsningar	4
2. Metod	5
2.1 Forskningsprinciper	5
2.1.1 Induktiv och deduktiv forskning	5
2.1.2 Kvantitativ och kvalitativt arbete	6
2.1.3 Validitet och reliabilitet	6
2.2 Fallstudie	8
2.2.1 Intervjuer	8
2.2.2 Enkät	10
2.2.3 Mätdatainsamling	11
2.3 Litteraturstudie	12
2.4 Arbetsflöde	13
3. Teori	15
3.1 Hållbarhetsmål	15
3.1.1 Klimatpåverkan bygg- och fastighetssektorn	15
3.1.2 Klimatpåverkan beroende på typ av byggprojekt	16
3.2 Nyttjandegrad	17
3.2.1 Driftdata och mätmetoder	18
3.2.1.1 PIR-sensorer	19
3.2.1.2 WiFi-baserad närvaromätning	19
3.2.1.3 Närvaromätning med kamera	20
3.2.1.4 Närvaromätning med CO ₂	20
3.2.1.5 Time of-Flight sensor	21

3.2.2	Key performance indicators	22
3.3	Undervisningslokaler	22
3.3.1	Lokalbehov	23
3.3.1.1	Resursplanering undervisningslokaler	24
3.3.2	Utformning av lokaler	25
3.3.2.1	Flexibla lokaler	26
3.3.2.2	Digitalisering	27
3.3.3	Arbetsmiljö	28
3.3.3.1	Ljud	28
3.3.3.2	Ljus	28
3.3.3.4	Ergonomi	29
3.3.3.5	Minskad nytta	30
3.4	Fastighetsförvaltning	30
3.4.1	Lokalbokningssystem	30
3.4.2	Distansarbete i kontorsmiljö	31
3.4.3	Digital tvilling	32
3.4.4	Lokaldelning	32
3.5	Myndigheter och juridik	33
3.5.1	Lagen om offentlig upphandling	33
4.	Resultat	35
4.1	Intervjuer	35
4.1.1	Nyttjandegrad	36
4.1.2	Mätmetoder och nyckeltal	38
4.1.3	Optimering	39
4.1.4	Trender och problem	41
4.1.5	Lokalutformning och behov	42
4.1.6	Lokaldelning	45
4.1.7	Lokalbokningsprocessen	47
4.2	Mätdata	48
4.2.1	Fallbeskrivning	48
4.2.2	Data	49
4.2.2.1	Redovisning av ingående ytor	50
4.2.2.2	Uppmätt registrerad närvaro PIR-mätare	52
4.2.2.3	Uppmätt registrerad närvaro ToF-mätare	60
4.2.2.4	Energianvändning undersökta byggnader	60

4.3 Enkät	61
5. <i>Analys</i>	67
5.2.1 Nyttjandegrad	67
5.2.1.1 Effektivt användande av byggnader - yteffektivitet	67
5.2.1.2 Kombination yteffektivitet och uppmätt närvaro	68
5.2.1.3 Nyckeltal vid personräkning	69
5.2.1.4 Energianvändning och yteffektivitet	70
5.2.2 Mätmetoder	71
5.2.3 Upplevd och uppmätt användning	73
5.2.4 Lokalfördelning	76
5.2.5 Boknings- och kommunikationssystem	77
5.2.6 Lokaldelning	78
6. <i>Diskussion</i>	79
6.1 Intervjuer	79
6.2 Analys av mätdata	81
6.2.1 Definition av nyttjande	82
6.3 Enkät	83
7. <i>Slutsatser</i>	85
7.1 Förslag till fortsatta studier inom ämnet	87
8. <i>Referenser</i>	88
9. <i>Bilagor</i>	96
9.1 Intervjufrågor	96
9.1.1 Schemaläggare	96
9.1.2 Företagsledare	97
9.1.3 Fastighetsförvaltare	97

1. Inledning

I följande kapitel förklaras bakomliggande information och problematik som arbetet baseras på. I bakgrunden till arbetet finns aspekter som det aktuella ekonomiska klimatet och hur det påverkar bygg- och fastighetsbranschen. Arbetets fokus ligger på byggnader ämnade för undervisning och att undersöka nyttjandet av dessa. Genom att förstå hur fastigheterna används kan effektivisering ske, vilket är en förutsättning för att nå de klimatmål som satts upp nationellt. En genomgång av de forskningsfrågor och avgränsningar som gjorts för att konkretisera arbetet presenteras även nedan.

1.1 Bakgrund

Med höga räntor, inflation och i förlängning kostnader har byggbranschen de senaste åren sett en minskning av uppstartade byggprojekt av bostäder (Boverket, 2024). Samtidigt väntas läget förändras framöver och prognosen för uppstartade projekt är högre för 2025 än de tidigare två åren, trots att den förväntade bolåneräntan väntas vara ca dubbelt så hög som under 2021. Den kommersiella fastighetssektorn befinner sig i samma läge. Enligt Riksbanken utgör sektorn ca 40% av Sveriges BNP (Riksbanken 2019). Detta medför att små förändringar i ränte- och inflationsläget får stora konsekvenser för landets ekonomi. När det ekonomiska läget nu verkar förbättras och konjunkturen inom byggbranschen tycks vända så kommer detta arbete att undersöka om det verkligen behövs bygga så mycket nytt eller om kapaciteten av användbara ytor redan finns. Samtidigt står fastighets- och byggbranschen årligen för 21,7% av utsläppta koldioxidekvivalenter i Sverige, utan att räkna in importerade byggvaror som utgör ytterligare 15% (Boverket, 2024). Även om de inhemska utsläppen från branschen har minskat stadigt de senaste 20 åren så har de totala utsläppen inte gjort det. För att minska utsläppen och nå upp i det nationella målet om ett nettoneutralt utsläpp 2045 krävs stora förändringar (Naturvårdsverket, 2024).

Behovet av högkvalitativa byggnader ökar hela tiden med modernisering och en växande population i städer. I dag bor ca hälften av världens befolkning i urbana miljöer och siffran väntas år 2050 att ligga runt 70% (FN, 2022). Detta utgör en stor utmaning och en snabb omställning kommer att behöva ske för att nå samhällets ekonomiska, ekologiska och sociala

mål. De senaste årens trend i hur kontor, skolor och liknande kommersiella fastigheter används med en förflyttning mot digitala distanslösningar är en viktig faktor att ta hänsyn till. I USA uppskattades 2020 att ca hälften av alla anställda i någon mån arbetar på distans och trots att pandemin är över tycks trenden hålla i sig (Ozimek, 2020). I Sverige följs samma trend och siffrorna tycks vara ungefär desamma (Kreicbergs & Ohlin, 2024). Behovet av kontorslokaler tycks alltså minska och vilken påverkan det får på samhället är svårt att förutse, även om det går att vara relativt säkra på att det kommer innebära en svår omställning för de fastighetsbolag som idag förvaltar kommersiella fastigheter (Benson, 2021).

Att förstå hur dagens användning av lokaler ser ut samt hur den kan antas förändras i framtiden är centralt för att förvalta byggnader på ett optimalt vis (Larsson, et al., 2011). Om förståelse för hur en byggnad nyttjas finns, kan behovet lättare kartläggas och därmed undvika onödig nybyggnation eller renovering som inte återspeglar det aktuella behovet (ibid). Genom moderna styrsystem i kombination med förståelse kan det också säkerställas att driften av befintliga byggnader genomförs på ett energismart och hållbart sätt (Motuzienė, et al., 2021). Enligt en rapport från Sveriges kommuner och landsting (2017) fanns det fram till 2020 behov av att bygga 600 förskolor samt 350 grundskolor och gymnasieskolor i landet. Detta baserades i en upplevd brist på lokaler, men när mätningar gjordes redan 2010, visade det sig att beläggningen i befintliga klassrum var mellan 35% och 46% (Larsson, et al., 2011). I september 2024 tillkom en ny rapport från SKR där de anger att 1000 förskolor, vilket motsvarar ca 12% av alla förskolor, behöver läggas ned inom tre år (Wickström, 2024). Detta antas också i förlängning innebära att behovet av skolor minskar framöver (ibid).

I detta arbete kommer fokusområdet vara lokaler ämnade för undervisning på eftergymnasial nivå för att analysera nyttjandet av dessa. Denna typ av fastighet är ofta en kombination av undervisningslokaler (med många likheter till grundskola och gymnasium) samt traditionella kontor.

Som ett av Sveriges största kommersiella fastighetsbolag har Akademiska Hus ett stort bestånd av fastigheter av varierande karaktär. Det totala fastighetsvärdet är ca 116 miljarder med en projektportfölj på ytterligare 9,3 miljarder (Akademiska Hus, 2024). Inriktningen på studie- och forskningsmiljöer gör att bolaget skiljer sig från många andra fastighetsbolag och ett stort fokus ligger på innovation och skräddarsydda lösningar för hyresgästerna. Det statliga bolaget har 60% av marknadsandelarna för fastigheter ämnade för eftergymnasial

utbildning och finns i hela landet (ibid). Det arbete som presenteras i denna rapport kommer att genomföras med Akademiska Hus, som bidrar med expertis och tillgång till den stora mängd data som samlas in i fastigheterna. Som en av de största fastighetsförvaltarna i landet har de ett stort ansvar i processen att modernisera sina byggnader och dess hantering. En stor del i detta är att förstå och kartlägga den faktiska användningen av byggnaderna för att i större omfattning kunna basera beslut i mätbara faktorer och inte förlita sig på uppskattningar och generaliseringar.

1.2 Syfte och mål

Detta examensarbete ämnar bidra till en bättre förståelse för användningen av undervisningslokaler ur ett förvaltnings- och användarperspektiv. Genom att analysera aktuell nyttjandegrad i byggnader och undersöka hur väl detta korrelerar med ett optimalt nyttjande skapas en grund för en effektivare resursanvändning. I förlängningen är detta grunden för att på ett hållbart och ansvarsfullt vis förvalta fastigheter. Det skapar också förutsättningarna för en bättre beslutsfattning avseende renoveringar och nybyggnationer som då i mindre omfattning baseras på uppskattningar och generaliseringar. Arbetet ämnar skapa ett exempel för hur en studie kring nyttjandegrad och optimalt nyttjande av ytor kan genomföras med i detta fall lokaltypen undervisningslokaler. Studien försöker också visa hur viktigt det är att tydligt definiera hur avgränsningar och omfattning påverkar den uppmätta nyttjandegraden samt hur resultaten kan presenteras. Avslutningsvis kommer även exempel och förslag på hur lösningar för att förbättra nyttjandet i de aktuella byggnaderna att tas fram.

1.3 Frågeställning

- *Hur ser nyttjandegraden av fastigheter för undervisning ut i praktiken?*
 - *Hur skiljer sig olika mätmetoder?*
 - *Hur skiljer den sig mot upplevd användning?*
 - *Vad säger det oss om optimal fördelning av lokaliteter i undervisningslokaler?*

- *Skulle ett annorlunda utformat bokningssystem ge bättre förutsättningar för lokaloptimering*
- *Varför är det viktigt att förstå hur lokalerna används, för användaren, organisationen och samhället?*

1.4 Avgränsningar

Innan och under arbetets gång har ett antal avgränsningar behövts för att konkretisera arbetets omfattning samt för att anpassa det till den tillgängliga tidsramen. Studien kommer endast att baseras på ytor som används för undervisning eller självstudier. Korridorer, trapphus, ytor för personal och liknande kommer inte att inkluderas. Även ytor för laboration kommer att exkluderas då användningen av dessa kan användas på, i relation till övriga rum, irrationella vis. Exempelvis kan en student eller forskare starta en maskin och sedan återvända timmar, dagar eller veckor senare och att definiera nyttjandet av en sådan lokal blir därför mycket besvärligt och eventuellt irrelevant. Mätdata som studien baseras på är från tidsperioden 2023-09-01 till 2024-05-21. Startdatumet är valt på grund av terminstider samt att renovering i en av byggnaderna som undersöks gör att tidigare mätdata är felaktig eller saknas. Sluttiden valdes då mätdata för arbetet inhämtades för första gången vid detta datum samt att resterande veckor av terminen kan anses avvikande då terminsslut närmar sig.

I flera fall kommer teori baseras på information som egentligen härrör från kontor. Detta då studiemiljöer på eftergymnasial nivå, i många fall, kan liknas vid kontorsmiljöer i flera aspekter.

En anonymisering av lärosäten, byggnader och respondenter har även tillämpats i arbetet av integritetsaspekter.

2. Metod

I detta avsnitt kommer den metod som används och hur den tillämpas i arbetet att gås igenom. En kort översikt av de principer som ligger till grund för ett akademiskt forskningsarbete kommer också att avhandlas. Arbetet har nyttjat intervjuer, enkäter samt mätdataanalys som huvudmetoder i fallstudien.

2.1 Forskningsprinciper

Vid forskningsprojekt och arbeten är det viktigt att välja rätt bland olika val av tillvägagångssätt för att utföra arbetet (Fellows & Liu, 2008). Ett felaktigt tillvägagångssätt eller värdering av information kan resultera i ett mindre komplett och vetenskapligt försvarbart arbete. Ofta kommer tid och resurser att begränsa hur djupgående tillvägagångssätt som kan appliceras inom ett arbete och därför måste avvägningar ofta göras (ibid).

2.1.1 Induktiv och deduktiv forskning

Generellt inom forskning finns det två logiska resonemang att utgå från: induktiv och deduktiva tankesätt (Burney & Saleem, 2008). Burney & Saleem (2008) förklarar de två sätten enligt följande: induktiv förklaras informellt som ”bottom up”, menat att det utgår från observationer och försöker se mönster bland dessa. Utifrån dessa mönster och antaganden kan en hypotes och slutsatser formuleras. Deduktiv förklaras i stället som ”top-down”, där utifrån hypotes görs logiska antaganden baserat på premisser (Burney & Saleem, 2008). Crossman (2019) förklarar deduktiv forskning på ett liknande sätt, där forskaren via deduktiva argument testar en teori med hjälp av empiriska bevis. En induktiv metod hade då varit att i stället samla och analysera data först och sedan förklara dessa med hjälp av en teori (Crossman, 2019).

I arbetet har både induktiv och deduktiv forskning utförts i olika delar. Det är viktigt för arbetets kvalitet att vara medveten om vilka logiska metoder som appliceras och varför. Arbetet i sig har haft en huvuddel induktiv forskning i form av analyser som utgått från mätdata, intervjuer samt enkäter. Den deduktiva delen har framför allt varit i startskede, då

det gjorts logiska antaganden om nyttjandegrad i samband med observerade egenskaper och tomma lokaler i vissa delar av universitetsbyggnader.

2.1.2 Kvantitativ och kvalitativt arbete

Metoderna applicerade i arbeten kan delas upp i två kategorier: kvantitativa och kvalitativa.

Kvantitativa metoder syftar på insamling av mätbara data och att via studerande av denna data komma fram till konkreta resultat. Vidare kan denna data studeras i förhållande till korrelerande information eller framtagna tidigare litteratur på ämnet (Fellows & Liu, 2008).

Med kvalitativa metoder syftas på utforskande av svårkvantifierad information och söker förståelse via människors uppfattning, kunskap, åsikter och erfarenhet inom ämnet eller frågan (Fellows & Liu, 2008). Till skillnad från kvantitativa metoder är kvalitativa generellt sett mer ostrukturerade och oftast av subjektiv form (ibid). Därav kommer denna datainsamling behöva bearbetas och filtreras för att sortera ut eventuell ej sanningsenlig påverkan på arbetet. Kvalitativt arbete är ofta mer tidskrävande via exempelvis analyser och tolkning av intervjuer, enkäter etc. Kvalitativ forskning kräver uppmärksamhet gällande de som kan påverka kvalitativt arbete, både via de som bidrar med data och via tolkning av författare (ibid).

Arbetet har till stor del bestått av kvalitativt arbete genom att i litteraturstudier, intervjuer samt enkäter tolka svar och resultat. Det har även innefattat en kvantitativ aspekt i form av sammanställning av den mätdata given från byggnader och lokaler. Dessa metoder har sedan använts i samband med varandra för att dra slutsatser och diskutera hur nyttjandegrad och användande av lokaler ser ut.

2.1.3 Validitet och reliabilitet

Shuttleworth (2008) menar att validitet mäter ifall resultat från forskning är verklighetstroga, samt ifall de valda metoderna för arbetet mäter vad som är avsett. Detta stärks av Drost (2011) som beskriver att validitet undersöker huruvida en viss metod är betydelsefull för arbetet i helhet. För att uppnå god validitet bör det genomföras en analys av urvalsgrupper samt randomisering av dessa, gärna med kontrollgrupper (Shuttleworth, 2008). Vidare delar Shuttleworth (2008) upp validitet i extern och intern validitet. Extern validitet

kontrollerar det framtagna resultatet och analyserar huruvida det finns andra utomstående anledningar till att det blivit som det blivit. Intern validitet syftar på metoden av arbetet och dess struktur (Shuttleworth, 2008). Det är viktigt att mäta det som är relevant för att reflektera verkligheten, även om denna relevans ej går att fullständigt säkerställa (Drost, 2011).

Reliabilitet ämnar visa att resultat ska reflektera mer än en engångsföreteelse. Resultatet ska vara reproducerbart och konsekvent (Shuttleworth, 2008). Vidare förklarar Shuttleworth (2008) att andra forskare ska kunna genomföra samma experiment med samma parametrar och då få fram samma resultat vilket styrks av Drost (2011), som menar att reliabilitet handlar om i vilken utsträckning mätningar är reproducerbara. Samma resultat ska kunna tas fram av olika personer vid olika tillfällen, med egen ekvivalent utrustning och under skilda förhållanden utan att resultatet ändras (Drost, 2011). Alla experiment som inkluderar människors omdöme kommer vara problematiskt ur reliabilitetssynpunkt (Shuttleworth, 2008). Enligt Shuttleworth (2008) kan människors omdöme variera kraftigt och samma person kan ha varierande åsikter baserat på dag och humör. På grund av detta är dessa typer av experiment naturligt svåra sett från reliabilitet, de är dessutom svåra att reproducera med samma resultat.

I detta arbete har validitet och reliabilitet haft i åtanke vid en del punkter. Den primära validerbara punkten är resultat från mätdata. Här har det gjorts försök till verifiering av validitet via valda urvalsgrupper samt val av undersökta objekt. Filtrering av salar och val av avgränsningar har även gjorts för att öka validitet. Utöver detta har reliabilitet eftersträvat via att definiera mätpunkter och systemgränser och att på detta sätt kunna återskapa metoden vid senare undersökningar.

Reliabiliteten av de åsiktsbaserade metoderna i form av enkät och intervju är som nämnt svåra att verifiera. Validiteten går däremot att överväga i form av urvalsgrupper för både enkät och intervju. Genom intervjuer har arbetet försökt nå information från olika synsätt till ämnet från respondenter med erfarenhet inom yrken kopplade till lokaloptimering. I intervjuerna har urvalsgruppen utgjorts av människor som har en anknytning till objekten som undersöks i dataanalysen.

2.2 Fallstudie

En fallstudie används för att på djupet analysera ett objekt eller fenomen (Höst, et al., 2006). Informationen som inhämtas kan ge en uttömmande bild av helheten men även fokuseras på de delar som anses relevanta för studien. Samtidigt är det viktigt att förstå att resultaten inte nödvändigtvis är generella och kan appliceras på andra fall (Hansson & Sundström, 2020). Vad som ska studeras väljs ut och sedan genomförs ofta intervjuer, observationer och arkiv/dataanalyser för att studera både de kvalitativa och kvantitativa egenskaper som det observerade objektet eller fenomenet besitter (Höst, et al., 2006). Vilken typ av informationsinsamling som ska användas beror på studiens karaktär och ofta görs en kombination av ovan nämnda undermetoder. Avvägningar görs med hänsyn till ekonomi och tidsramar (Fellows & Liu, 2008).

En fallstudie är passande för denna studie då de objekt som undersöks ska genomgå grundligt men inte kan anses direkt generaliserbara för andra liknande objekt. I detta arbete har totalt fem respondenter intervjuats för att få förståelse och perspektiv på de avgörande aspekter som påverkar eller påverkas av ämnet. Enkäter har nyttjats för att kartlägga upplevelsen av byggnader ur brukarens perspektiv samt att förstå varför byggnaden upplevs på det viset. Tre byggnader, vid två olika lärosäten, har utgjort basen för en mätdataanalys.

2.2.1 Intervjuer

För att genomföra en intervju som uppnår de resultat som önskas bör en lämplig strukturnivå upprättas. En strukturerad intervju baseras helt på en förbestämd frågelista och liknar en enkät, en halvstrukturerad intervju baseras på förbestämda frågor men lämnar utrymme för anpassning och vidare frågor och formuleringar och vid en öppen intervju låter man i huvudsak den intervjuade styra innehållet (Lantz, 1993). Strukturnivå tillämpas för att ge goda förutsättningar för en lyckad informationsinsamling och säkerställa att undersökningen håller sig till ämnet. Intervjun bör dokumenteras på ett vis som gör att man kan citera/transkribera den i sin helhet, förslagsvis genom inspelning (ibid). Vid förberedelser inför en intervju finns ett antal steg som bör följas: Först bör en strukturnivå väljas baserat på den intervjuande och den intervjuades expertis inom området, informationstypen (om den är främst kvalitativ eller kvantitativ) och den intervjuades personliga koppling till ämnet (Kallio, et al., 2016). En bakgrundsstudie på ämnet bör genomföras så att den intervjuande personen har grundläggande förståelse för ämnet och slutligen formuleras frågorna. Vid omfattande

intervjustudier bör även testning av intervjun genomföras innan den faktiska studien genomförs (ibid).

Intervjuer har använts som en kvalitativ kartläggning av olika aspekter som ansetts relevanta under fallstudien. Det har bidragit till att skapa en uppfattning om hur de personer som jobbar med schemaläggning, förvaltning av lokaler, analys av mätdata samt en företagsledare och föreläsare som arbetar med frågor kring nyttjandegrad. Valet av personer att intervjua gjordes delvis i planeringsfasen för arbetet och vissa tillkom under arbetets gång då behov av ytterligare infallsvinklar identifierades. Urvalet av intervjuade personer och roller har ämnat ge en tillförsel av kompetens inom kritiska områden av arbetet och skapa en god bild av flera infallsvinklar då de arbetar med olika delar av det undersökta ämnet. Samtliga av intervjuerna har bidragit med tillförsel av värdefull information och samtidigt varit vägledande i arbetsgången. Intervjuerna har varit av halvstrukturerad form med förberedda frågeunderlag, anpassade för respektive respondent med möjlighet för följdfrågor och egna ämnesval av de intervjuade. Vid vissa tillfällen kan intervjuerna mer liknas vid samtal där det gemensamt sågs till att respondenternas expertis och kunskap framkom och i viss mån lämnade de planerade frågorna för att senare återvända när ett ämne uttömts. Vid samtalen med datorhanteringschefen var upplägget i många avseenden mer en handledning i att tolka mätdata och de system som tillhandahållits, som varvades med frågor på de ämnen som övriga respondenter intervjuats om. I tabell 1 nedan, sammanställs information om de enskilda intervjuerna.

Tabell 1: Sammanställning av intervjuer

Roll	Beskrivning	Tidsåtgång (min)	Datum
Schemaläggare 1	Schemaläggare vid Lärosäte 1	45	2024-06-03
Schemaläggare 2	Schemaläggare vid Lärosäte 1	45	2024-06-03
Fastighetsförvaltare	Fastighetsförvaltare på Akademiska Hus som hyr ut lokaler till båda de undersökta lärosätena, baserad och ansvarig vid Lärosäte 1	30	2024-06-19
Chef för datahantering	Chef för datahanteringsavdelning på Akademiska Hus	45+30	2024-05-13 och 2024-06-04
Företagsledare	Driver uthyrningsföretag, ett företag som förmedlar tjänst för uthyrning av verksamhetslokaler i andra hand	30	2024-06-17

2.2.2 Enkät

Enkäter används för att systematiskt insamla data från en specifik urvalsgrupp och upprätta statistik utifrån resultatet (Schuman, et al., 1998). Det är sällan genomförbart eller önskvärt att låta hela den undersökta populationen utgöra respondentgruppen då det blir ett för omfattande eller resurskrävande arbete. I stället nyttjas en urvalsgrupp vars representation av hela populationen sedan kan uppskattas med statistiska beräkningar (Fellows & Liu, 2008). Ofta får storleken på gruppen baseras i vad som är ekonomiskt genomförbart och fungerar med aktuella tidsramar. Omfattningen på enkätens utformning i form av antal frågor och dess utformning är avgörande för att undersöka det önskade ämnet eller fenomenet (Schuman, et al., 1998). För enkla eller få frågor medför en risk att inte uppnå det önskade vetenskapliga värdet, samtidigt som en för invecklad frågeställning riskerar att minska responsen om inte tillräckliga incitament för att svara instiftats (ibid).

För att undersöka användares upplevelse av lokalanvändningen har korta enkäter nyttjats i arbetet. Enkäter har använts för att få elevers åsikt kring upplevt nyttjande, kopplade beteenden samt vilka faktorer som påverkar preferenser kopplat till studieplatser. Vid utformning av enkäten lades stor vikt vid att göra den enkel att besvara för att, med den begränsade tidsramen, insamla så många svar som rimligen möjligt. Populationen av studenter som studerar i dessa byggnader är stor och den andel som nås av studien är förhållandevis låg och får anses utgöra ett stickprov. Därför ansågs det i detta fall viktigt för studiens validitet och reliabilitet att resultatet blir tydligt även vid ett lägre antal respondenter. Om svarsstatistiken varit spridd hade dessa frågor eventuellt inte kunnat användas för slutsatser då det inte med säkerhet kan garanteras att resultatet återspeglar populationens åsikter. Det är studenter i de två husen vid Lärosäte 1 som utgjort målgrupp vid studien där två separata enkäter nyttjats för att vid analys kunna särskilja de enskilda grupperna. Enkäten har bidragit med kompletterande uppgifter i fallstudien som inte är mätbara via teknisk utrustning och möjliggör jämförelse mellan mätta och upplevda faktorer.

2.2.3 Mätdatainsamling

Datainsamling eller arkivanalys innebär en genomgång av databaser, arkiv eller andra samlingspunkter för dokumentation (Höst, et al., 2006). Informationen är inte ursprungligen framtagen för den aktuella studiens ändamål men kan användas under en fallstudie. Metodiken för analys av kvantitativa data från datainsamling liknar mycket den vid en kartläggning. Det innebär att man via ett urval samlar in data för att exempelvis kartlägga användning av en produkt eller tjänst (ibid). En av svagheter hos kvantitativa metoder som mätdatainsamling är att inte undersöka perspektiv av rörda individer kopplade till det undersökta objektet (Creswell, 2005).

Med hjälp av Akademiska Hus databaser har data innehållande närvarostatistik från de olika byggnaderna sammanställts och tolkats. Här har även information om byggnader i form av ritningar, storlek på salar och hur många personer olika salar är dimensionerade för samlats in. Den insamlade data som är tillgänglig har varierat beroende på fastighet och lärosäte. Av denna anledning har det ansetts viktigt att välja ut tre objekt med varierande egenskaper för en mer omfattande undersökning samt för jämförelse mellan dem. De tre undersökta byggnaderna är fördelade på två lärosäten vilket, utöver den varierande mätutrustningen, gör att lokala förutsättningar och användande kan analyseras. Information om fastigheterna som

saknats i databaser har i vissa fall kompletterats med observationer på plats, via kontakt med fastighetsförvaltare eller annan person med teknisk kompetens rörande fastigheten.

2.3 Litteraturstudie

För att uppnå en grundkunskap inom de områden som arbetet innefattar görs en litteraturstudie inför arbetet. Syftet är att säkerställa att vidare kunskap och resultat kan uppnås och för att undvika att besvara redan besvarade frågor eller att begå liknande misstag som gjorts i liknande studier (Höst, et al., 2006). Genom att redovisa relevanta delar av litteraturstudien i arbetet blir det även lättare för läsare att följa och förstå innehållet. Det ger också goda förutsättningar för granskare att värdera grunden som arbetet utformats ifrån samt förenklar vidare forskning (ibid).

Att värdera en källas trovärdighet är avgörande för en lyckad litteraturstudie och vidare arbete. Genom att granska avsändarens trovärdighet, syfte med informationen och huruvida den blivit granskad eller erkänd av andra källor kan man undersöka och värdera en informationskällas vetenskapliga tyngd (ibid).

Under arbetets uppstartsfas lästes flera artiklar, websidor, rapporter och tidigare examensarbeten för att skapa en teoretisk grund. Under arbetets gång har sedan ytterligare informationskällor letats upp och studerats för att tillgodose kunskap inom de områden som identifierats som viktiga för arbetets fortskridande. Vissa inslag i den teoretiska grunden i rapporten har också införts endast för att säkerställa tydlighet för läsaren.

Digitala hjälpmedel har använts för källhantering. Sökmotorer som Google Scholar, Google standardsökmotor samt LUBsearch (Lunds universitets databas) har nyttjats för att hitta informationskällor. AI (Chat GPT) har använts för att hitta relevanta källor till arbetet och för att snabbt undersöka om sökta ämnen behandlas i dessa. Genom att använda sökord likt de listade under stycket har källor på relevanta ämnen hittats för att undvika att tid läggs på läsning som inte driver arbetet framåt. Hjälpmedlet har inte nyttjats för textskrivning eller för att direkt sammanfatta information från källan, enbart för lokalisering.

Exempel på sökord: *Nyttjandegrad, Nyttjandegrad undervisningslokaler, PIR-sensorer, Lokalutformning, Occupancy detection, Klimatpåverkan byggbranschen, Arbetsmiljö,*

2.4 Arbetsflöde

Förstudie:

Förstudien skapar en överblick över arbetet och försöker kartlägga syfte, mål och de problem som arbetet försöker lösa. Här har ett måldokument tagits fram för att försöka konkretisera dessa punkter. En översiktlig informationssökning skedde även i detta stadiet för att säkerställa att arbetet har tillräcklig vetenskaplig grund. Konsultationer med kunniga personer inom ämnet hölls även för att skapa en grundförståelse.

Litteraturstudie:

Litteraturstudie sker inledningsvis i arbetet för att skapa en grund för resten av arbetet. I början kommer denna del bli relativt allmän för att sedan kompletteras med mer ingående och specialiserad information. Det planeras redan tidigt att iterativt arbete med litteraturstudie för att täcka missad teoretisk grund för arbetet.

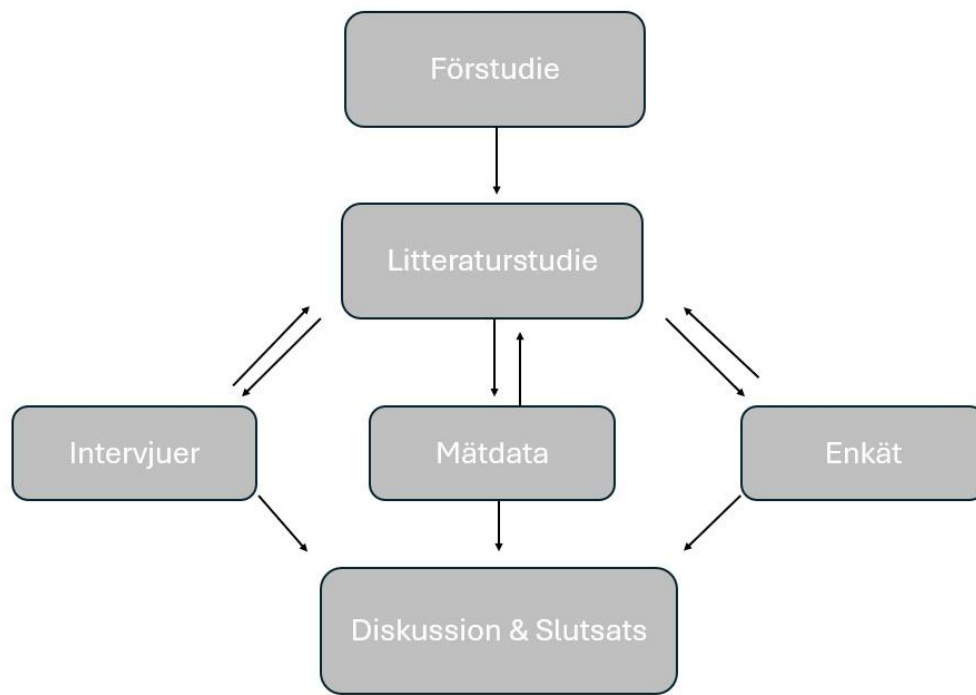
Intervjuer, Mätdata, Enkät:

Även dessa tre delar utförs iterativt med litteraturstudien genom att ämnen som uppkommer studeras efter hand. Arbetet kommer utgå från den skapade vetenskapliga grunden i teorin samt de initiala frågor som togs fram under förstudien. Här tas format för enkät samt frågor för de olika intervjuerna fram och genomförs. Behandling av mätdata utförs och relevant insamlad information analyseras och presenteras.

Diskussion & Slutsats:

Här har information från litteraturstudie, intervjuer, insamling av mätdata och enkät knutits samman. Vidare försöker frågeställningar besvaras samt slutsatser dras utifrån resultatet i kombination med information från litteraturstudie. Tankar och diskussion kring arbetet presenteras i denna del av arbetsgången.

Arbetsflödet visualiseras enligt Figur 1.



Figur 1: Visualisering av flödesschema, där intervjuer, mätdata samt enkät utgör fallstudien

3. Teori

I detta avsnitt presenteras information som inhämtats vid inledande litteraturstudie och vid kompletterande studier som utförts efter hand. Genom att värdera information från dessa olika källor skapas en koppling mellan arbetet och tidigare studier på relevanta ämnen. Det ger en grundläggande förståelse för den teori och de koncept som ligger till grund för arbetet. Inledningsvis görs en grundläggande genomgång av branschens klimatpåverkan för att ge kontext till arbetets relevans inom effektivisering. Därefter behandlas de tekniska aspekterna för att ge förståelse för de resultat och analyser som senare görs främst i hanteringen av mätdata. Vidare görs en genomgång med koppling till de typer av lokaler som undersöks i studien. Avslutningsvis behandlas de avsnitt som är relevanta för att förstå analysen och de slutsatser kring förbättringsförslag som tas fram.

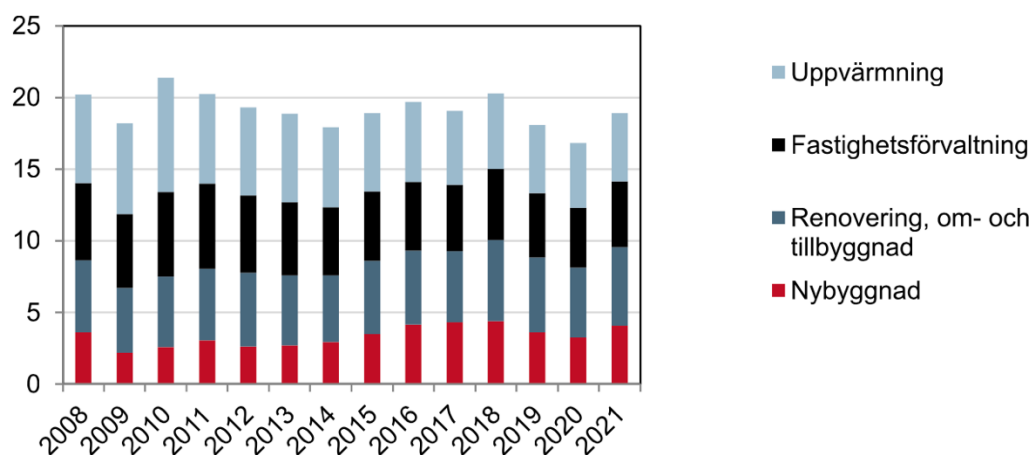
3.1 Hållbarhetsmål

Sedan FN 2015 antog sin Agenda 2030, med 17 huvudmål för ekologisk, social och ekonomisk hållbarhet, har dessa varit globalt vägledande för länder och företag i deras arbete (FN, 2024). Huvudmålen delas sedan in i 169 delmål och mer än 230 indikatorer som ska visa hur utvecklingen ser ut. En tillämpning av dessa mål ligger ofta som grund för en organisations hållbarhetsarbete.

3.1.1 Klimatpåverkan bygg- och fastighetssektorn

Både i Sverige och globalt så står bygg- och fastighetssektorn för en betydande del av utsläpp och energibehov. När man analyserar den svenska byggsektorn var de inhemska utsläppen 2021 ca 11,1 miljoner ton koldioxidekvivalenter. Indirekta utsläpp från varor producerade utomlands ytterligare ca 7,8 miljoner ton (Boverket, 2024). De inhemska 11,1 miljoner ton motsvarar cirka 22% av landets totala koldioxidekvivalenter och dessa totalt 18,9 miljoner ton utgör 37%. Utöver detta går ca 40% av vår totala energianvändning till att driva landets byggnader (Naturvårdsverket, 2023). Eftersom behovet av funktionella fastigheter är stort så krävs förbättring på flera punkter inom branschen. De stora fokusområdena i dagsläget är energi och uppvärmning samt materialval. Det finns även flera andra aspekter som transporter, avfallshantering samt bättre analys av byggbehov (ibid).

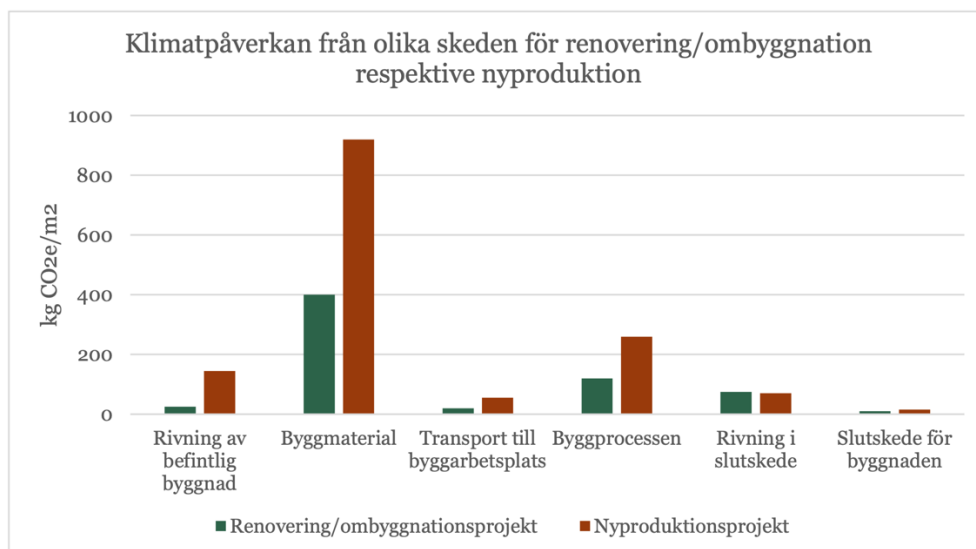
Det tydliggörs dock av data som Boverket samlar in (Figur 2) att utsläppen från branschen inte tycks minska.



Figur 2: Tusental ton CO₂e, fördelat på branschens delar, Boverket/SCB

3.1.2 Klimatpåverkan beroende på typ av byggprojekt

Akademiska hus har sina egna hållbarhetsförordningar och mål där huvudmålet är att man ska vara klimatneutrala 2035 (Akademiska Hus, 2023). Här tillämpas en fyrstegsprincip där man kategoriserar beslut kring förändring i fastighetsbeståndet utefter deras potentiella klimatpåverkan. Det första steget är att förändra användningen av fastigheten eller lokalen för att nå de nya behoven, det andra steget är att göra mindre anpassningar, det tredje att renovera eller bygga om och det sista är att bygga nytt (ibid). Målet är därmed mer ambitiöst än Sveriges nationella mål att ha ett nettoneutralt utsläpp år 2045 (Naturvårdsverket, 2024). Vid byggprojekt är det stora skillnader i klimatpåverkan beroende på om det är nybyggnation eller renovering och detta beror främst på utsläppen från tillverkningen av det material som används i större mängd (Marique & Rossi, 2018). Vid uppskattningar utförda i en studie vid KTH för Boverket uppskattas att utsläppet av koldioxidekvivalenter vid nybyggnad är 300–450 CO₂e/m² BTA för flerbostadshus och 300–400 CO₂e/m² BTA för kontor (Malmqvist, et al., 2021). I Figur 3 redovisas skillnaderna mellan nybyggnation och renovering/ombyggnation i samtliga skeden för flerbostadshus där tre europeiska referenspunkter från Belgien, Portugal och Sverige har använts.



Figur 3: Klimatpåverkan beroende på projektform. Källa: Marique & Rossi, 2018, via Sveriges Kommuner och Regioner.

Det finns samtidigt fler aspekter att ta hänsyn till i den totala klimatpåverkan av en byggnad. Nybyggda, moderna fastigheter har ofta en mycket högre energieffektivitet under drift och för att uppnå den effektiviteten i en äldre byggnad, om det ens är möjligt, kan i vissa fall kräva mer omfattande renoveringar än det genomsnitt som presenteras i Figur 3 (Thrysin, et al., 2022).

3.2 Nyttjandegrad

Nyttjandegrad för byggnader är en av de mest relevanta faktorerna som påverkar energieffektivitet och hållbarhet då resurser slösas om personer inte nyttjar fastigheten. Kartläggning av antal brukare har både i utformningsfas samt i brukarfas potential att förbättra både energianvändning och hållbarhet (Motuzienė, et al., 2022). Information om brukarvanor ger möjlighet till bättre utformning av värmesystem, ventilation samt kylning till byggnader (ibid).

Utformning och styrning av dessa system bidrar då till energieffektivitet, både via tidigare nämnd utformning samt via styrning av system, där exempelvis temperatur kan sänkas eller ventilation justeras (Larsson, et al., 2011). Effektivitet kan också skapas med hjälp av bokningsstrategier som med hänsyn till närvarodata underlättar planering för svängningar i användning av lokaler. I samband med uthyrningsstrategier och planering kan då också städning och service bokas in på icke använd tid. Vidare kan data angående närvaro och

nyttjandegrad användas vid framtida utformning av liknande lokaler eller vid ombyggnader (ibid).

Energieffektivitet för byggnader mäts via enheten kWh/m². Även då detta nyckeltal är ett bra sätt att se energieffektiviteten för en byggnadsutformning samt installationer på en teknisk nivå så saknar det enligt Houvila et al (2017) nyans. Nyckeltalet påvisar hur energin i byggnaden faktiskt används och vilken nytta den skapar, det är inte säkert att en teknisk effektiv byggnad har god effektivitet per person som nyttjar byggnaden. En byggnad med goda värden på kWh/m² kan visas mindre hållbara ifall byggnaden är dåligt ytoptimerad (m²/person), har korta nyttjandetider per tidsenhet, eller helt enkelt har lågt antal personer i förhållande till dimensionering. Det faktiska nyttjandet är beroende på yteffektivitet i form av hur många m² som är dimensionerade per person, samt hur stor del av tiden dessa personer nyttjar kvadratmeterna. Detta nyttjande är i sin tur påverkat av hur stor del av dygnet byggnaden är operativ (Houvila, et al., 2017).

En enhet som Dooley (2011) föreslår för att göra energianvändning mer representativ är Wh/m²h. Här delas den årliga energianvändningen per kvadratmeter med antalet persontimmar. Persontimmar representerar antalet timmar som personer spenderat i byggnaden under hela årets gång. Detta kommer ta hänsyn till hur stor del av dygnet byggnaden används parallellt med antalet personer och därför ge en mer sanningsenlig bedömning av en byggnads energianvändning (Dooley, 2011).

De olika mätenheterna kan enligt Houvila et al (2017) förkortas till SEC (specific energy consumption, kWh/m²), SEC_O (där SEC är justerad efter användningen av byggnaden) samt EIU (energy intensity of usage) där energianvändningen är per person. Det finns även förslag till en variation av SEC_O, SEC_{IO} där SEC är justerad av utnyttjade timmar. Försök till definition av en enhet för effektiv användning av utrymme har gjorts i form av (EEIREAL, OOC), som använder sig av ett energieffektivitetsindex per standard användare genom att dela byggnadens energianvändning med ett medelantal av användare för byggnaden (Houvila, et al., 2017).

3.2.1 Driftdata och mätmetoder

Närvaroregistrering via sensorer är ett sätt att mäta nyttjandegrad på en tidsbaserad skala (Larsson, et al., 2011). Med detta menas timmar per dygn lokalen i fråga används. För att få noggrannare mätningar av personnärvaro kan systemet kompletteras med luftkvalitetsgivare

som mäter exempelvis koldioxidhalt. På detta sätt kan en uppskattning av om det är många eller få personer i lokalen göras (ibid).

3.2.1.1 PIR-sensorer

Så kallade "passive infrared sensors" är sensorer som reagerar vid rörelse (Andrews, et al., 2020). De fungerar via två eller ibland fyra pyroelektriska parallellkopplade komponenter som mäter infraröd strålning. När någon av delarna mäter högre strålning än resterande ger den utslag för närvaro. Detta sker då när människor rör sig inom sensorernas synfält (ibid).

PIR-sensorer menar Andrews et al (2020) kan vara ett attraktivt alternativ för mätning av närvaro. Framför allt är det ett relativt billigt alternativ, speciellt i jämförelse med vissa andra mer noggranna metoder. Sensorerna är även en mindre inkräktande metod i förhållande till närvaromätning via kameror (ibid). Dock kommer det billiga och icke inkräktande alternativet av PIR-sensor med eventuella nackdelar i form av noggrannhet av data. Sensorerna har en risk att ge "false negatives" vilket innebär att de registrerar att ingen är i rummet om för lite rörelse detekteras, trots att personer är närvarande. Detta kan i sin tur ge felaktiga data på närvaro i rummet över tid (Andrews, et al., 2020).

En enstaka PIR-sensor i en sal mäter enbart om det finns närvaro eller inte på ett binärt sätt, vilket innebär att sensorn enbart ger en positiv eller negativ signal beroende på om det finns närvaro på en mätplats (Hitiyise, et al., 2016). Hitiyise et al (2016) förklarar att det finns utforskade fall som visar på att en korrekt uppsättning av flera PIR-sensorer per rum kan ge möjlighet att mäta antal personer per rum eller byggnad. Detta utforskade fall gjordes via två PIR-sensorer samt en simpel styrenhet per dörr. Trots att denna lösning kräver fler uppställningar i rum med flera ingångar visade det sig vara en relativt billig och effektiv lösning. En nackdel samt risk för felmarginal är vid breda dörrar där flera personer kan gå in igenom öppningen samtidigt och på så sätt ge en felräkning (Hitiyise, et al., 2016).

3.2.1.2 WiFi-baserad närvaromätning

Närvaro i byggnader kan mätas via nätverk i en byggnad i samband med användares smartphones. På grund av detta har denna mätmetod en fördel i förhållande till andra mätmetoder då det inte behövs ytterligare kostsamma installationer, utan nyttjar redan existerande infrastruktur vilket minskar kostnad och underhåll (Balaji, et al., 2013).

Nackdelar med denna metod knyter samman med tidigare nämnda fördelar. Metoden antar och kräver att användare av byggnaden har en trådlös enhet i form av telefon eller liknande för att kunna mäta närvaron (Hitiyise, et al., 2016). På grund av detta kommer det finnas en felmarginal via personer som inte bär en uppkopplad enhet eller har enheten avstängd eller på flygplansläge. Utöver detta kräver vissa WiFi-baserade mätmetoder en app för att med noggrannhet mäta närvaro. Detta utgör ännu en felkälla bland de som inte installerar appen. Ännu en felkälla kan komma från energihantering hos smartphones som temporärt stänger av WiFi anslutning för att spara energi (Hitiyise, et al., 2016).

3.2.1.3 Närvaromätning med kamera

En noggrann lösning till närvaromätning är att nyttja övervakningskameror (CCTV). Detta kan vara en effektiv metod i byggnader där kameror redan är installerade av säkerhetsskäl (Hu, et al., 2022).

Svårigheter med närvaromätning via kamera är relaterat till föremål som blockerar sikten från kamerans vy. Detta kan delvis kringgåas via att spåra rörelser men är komplext och innefattar att spåra många rörliga objekt samtidigt (Hitiyise, et al., 2016). Kameror kan också bli störda av information i bakgrunden av det som försöker fångas. Försök har gjorts för att motverka störning, detta med programmerad mönsterigenkänning och genom att ta bort den icke relevanta bakgrundsinformation. Problem kan dock uppstå här ifall personer sitter stilla för länge (Hu, et al., 2022). Vidare kan dessa teknologier även ses som inkräktande för de arbetande då det indirekt kommer ske ständig övervakning. Denna metod kräver också stor beräkningskraft för att hantera data skapad från dessa bilder (Andrews, et al., 2020). Hu et al (2022) menar att lösningen är en kostnadseffektiv lösning för byggnader med redan installerade CCTV. Andra källor anser dock en kamerabaserad närvaromätning vara ett dyrare alternativ (Rueda, et al., 2020).

3.2.1.4 Närvaromätning med CO₂

Ventilationssystem är utformade enligt tre huvudkategorier, CAV (constant air volume), VAV (variable air volume flow) och DCV (demand controlled volume flow) (Abel & Elmroth, 2017). DCV-system kan vara styrda automatiskt med hjälp av indata från antingen rumstemperatur, CO₂ eller en kombination av båda (ibid).

Via uträkning av genomsnittlig CO₂-produktion för en människa i samband med mätningar på CO₂-koncentrationen i uteluften samt luftflöde från systemet kan antalet människor i en lokal räknas ut (Johansson & Bagge, 2011). Denna mätmetod har en del svårigheter och antaganden. CO₂ beror på aktivitet och storlek på individer och är därför ett antaget medelvärde. Vidare är byggnader inte helt täta och läcker därmed luft som kommer ha påverkan på mätningar. Även här går det att göra generaliserade antaganden om läckage. Ifall brukare öppnar fönster eller andra öppningar utanför det mätta systemet kommer detta ha påverkan på CO₂-halten och därmed ge eventuella fel antaganden om antal personer. Produktion från exempelvis växter, ljud eller eventuella husdjur måste också tas hänsyn till (Johansson & Bagge, 2011). Liknande slutsatser har dragits av Franco, et al (2019) där det går att se en tydlig relation mellan närvarotrender och CO₂-koncentration, men att svårigheter med mätningen existerar. Utöver de tidigare nämnda svårigheterna med att hålla ett stängt system tar de vidare upp att beroende på volymen på rummet och luftspridningen inom rummet kommer detta påverka hur snabbt mätdata blir trovärdig. Denna fördröjning av närvaro och respons i CO₂-nivåer är ytterligare en svårighet. Slutsatsen dragen är att denna indikator är bäst använd i helt stängda system och är utanför detta svår att nyttja (Franco, et al., 2009). Motuzienè et al (2021) menar dock på att inom mätning av nyttjandegrad och närvaro är det framför allt två metoder som visats ge mest verklighetstroga resultat, där dessa är CO₂ koncentration och PIR-data, vilket skiljer sig från andra källor.

3.2.1.5 Time of-Flight sensor

Time-of-flight sensorer fungerar genom att via utskickade signaler mäta tiden det tar för signalen att reflektera tillbaka till sändaren. Både ljud och ljus kan användas i metoden, där ljus är att föredra på grund av signalens hastighet, vilket möjliggör en högre frekvens av mätningar (Ruffo, et al., 2014). Fördelar med mättekniken innefattar att de är kompakta och lätta sensorer med hög noggrannhet som har möjlighet att integrera flera sensorer. Nackdelar med metoden är att effektiviteten kan påverkas av ljus från solen utomhus, samt att reflektiva ytor kan påverka räckvidden (Kousmanen, et al., 2020). Ruffo et al (2014) menar dock att vid användning av infrarött ljus kan störning från naturligt ljus minskas. Tekniken går att använda vid personräkning genom att med en mängd av dessa ljusmätningar kartlägga ett rum och personerna i det. Detta kommer vara ett integritetssäkert alternativ då det inte är en faktisk kamerabild i fråga utan enbart en mätning av distans (Terabee, u.å.).

3.2.2 Key performance indicators

För att en organisation ska kunna mäta prestationen av sina ingående delar används ofta metoden och terminologin Key Performance Indicators (KPI) (Ishaq Bhatti, et al., 2013). Metoden innebär att man bryter ner organisationens framgångsfaktorer i flera mindre, mätbara delar som sedan kan analyseras i sin helhet eller för sig för att undersöka organisationens effektivitet. Vad som kan eller bör mätas som en KPI varierar stort beroende på organisation men det finns vissa indelningar som ofta används. En typisk och enkel indelning är finansiella och icke-finansiella KPI:er (White, 1996). De icke-finansiella mätpunkterna som White (1996) nämner innefattas av underkategorierna kvalitet, tid, leveranssäkerhet och flexibilitet. Andra författare har andra kategoriseringar och exempelvis kan KPI:er hämtas ur ämnen som kundnöjdhet, säkerhet, miljö och sociala förutsättningar (Sinclair & Zairi, 1995). Vilka KPI:er som är relevanta för ett företags prestationsmätning är individuellt och även om det finns metoder för att ta fram passande mätpunkter så finns det inget universellt system som passar alla. Vad som kan bevisas är att företag och organisationer som använder KPI:er ser en betydande förbättring av sin prestation jämfört mot vad de hade innan implementeringen och i relation till företag som inte använder metoden (Ishaq Bhatti, et al., 2013).

3.3 Undervisningslokaler

Enligt en rapport från Sveriges kommuner och landsting 2017 fanns det fram till 2020 behov av att bygga 600 förskolor och 350 grundskolor och gymnasieskolor i landet (Sveriges kommuner och landsting, 2017). Detta berodde på en brist på lokaler som 85% av kommunerna upplevde. Undersökningar av en grundskola 2010 visar dock att beläggningen i de två klassrum som mättes var 35% respektive 46% under en vecka. Även ett grupprum testades och där uppmättes 17% beläggning (Larsson, et al., 2011). I september 2024 tillkom en ny rapport från SKR där de anger att 1000 förskolor, vilket motsvarar ca 12% av alla förskolor, istället behöver läggas ned inom tre år (Wickström, 2024). Detta antas också i förlängning innebära att behovet av skolor minskar framöver (ibid).

Kostnader för lokaler är den näst största utgiftsposten för grundskole- (ca 18%) och gymnasieelever (ca 14,7%) efter själva undervisningskostnaden. Att öka nyttjandegraden i skolbyggnader är därför en viktig aspekt för att frigöra pengar till nyckelverksamheten och

förbättra skolan (Skolverket, 2017). Franco et al (2009) menar på att lokaler för eftergymnasial utbildning är intressanta då de ofta är bestående av många olika typer av byggnader med olika användningsområden. Inom samma byggnad med samma klimatskal kan det finnas en mängd olika funktioner i form av kontor, klassrum, laborationssalar, bibliotek och öppna ytor. Dessa kommer skilja sig stort i energibehov och nyttjandegrad i personantal, vilket därmed gör de svåra att analysera ur energiperspektiv. De bör därför ej analyseras enbart från energianvändning, utan i förhållande till nyttjande (Franco, et al., 2009). Det finns studier på skillnader i dessa byggnader. Exempelvis pekade Altan (2010) ut att det i Storbritannien finns bristande metodik för att bestämma energieffektivitet samt tvetydiga energikrav. Därav bör mer studier inom ämnet på en byggnadsnivå utföras (Altan, 2010).

3.3.1 Lokalbehov

Att utforma lokaler ämnade för undervisning har vissa utmaningar oavsett vilken utbildningsnivå som bedrivs. I tidig grundskola finns problemet med en stor variation i elevantal mellan årskullar (Sveriges kommuner och landsting, 2013). Att bygga flexibla skolor där man enkelt kan justera verksamheten och dess storlek blir därför en viktig aspekt i effektiviseringen. På högre utbildningsnivå jämnar åldersgrupperna generellt ut sig då större områden täcks och på universitetsnivå görs intag både nationellt och internationellt. Detta gör att det förväntade antalet studenter blir lättare att förutse och det blir i stället andra aspekter som blir viktiga i utformningen av lokalerna (ibid). På universiteten bedrivs en mycket bred typ av verksamhet där behoven är allt ifrån vanliga klassrum, mindre och större grupprum, självstudieplatser, utomhusmiljöer, lab-miljöer mm. Behov av specialiserade lokaler kan finnas under kortare eller längre perioder för ett särskilt forskningsprojekt medan andra behov är mer konstanta (Akademiska Hus, 2024). Vid utformning av kontor används ofta generaliseringar av hur många kvadratmeter per person som är optimalt (Usher, 2018). För ett standardkontor brukar spannet vara mellan 8 och 12 kvadratmeter och för Co-working (se avsnitt 3.4.4) runt 6 kvadratmeter. Generellt brukar också ytor på 15 kvadratmeter eller mer per person anses ha negativ inverkan på sociala aspekter och interaktioner (ibid). Noterbart är att arean beräknas på hela kontorets yta, inklusive korridorer, fikarum osv. och inte per enskild arbetsplats.

3.3.1.1 Resursplanering undervisningslokaler

Lokalbehov för kommuner och statliga verksamheter varierar ständigt, speciellt utsatt för denna variation är just skollokaler. Behovsanpassning av dessa lokaler är av stor vikt för att undvika kostnader och energanvändning i form av tomma lokaler (Dunkars, 2008).

Lokalresursplanering för dessa statliga/kommunala byggnader avhjälpas detta problem i form av att se till att verksamheter har lokaler anpassade till ändamål och behov av brukare. Det innefattar även att förvaltning av byggnaden utförs på ett rationellt sätt samt att myndighetskrav uppfylls (ibid).

Vidare beskrivs i tidigare studier en modell för hur lokalresursplanering kan läggas upp. Modellen rekommenderas att anpassas till individuell kommun då olika kommuner skiljer sig mycket i både utformning och storlek. Modellen är uppdelad i fyra faser: nulägesbeskrivning, behovsbedömning, lokalförsörjningsplan samt uppföljning (Dunkars, 2008):

- Nulägesbeskrivning: Här samlas information angående lokaler och beståndet av dessa. Den innehåller uppgifter och värderingar för lokalerna såsom lokalkostnad, kapacitet, tekniska status, användarnas uppfattning om lokalen samt andra faktorer. Det är nödvändigt att kommunens olika förvaltningar enas om hur framtagning ska ske samt korrekthet av nulägesbeskrivningen för att denna skall kunna användas vid senare skeden.
- Behovsbedömning: Även i detta moment är det viktigt att skapa samsyn om hur behovsbedömning tas fram på rätt sätt och att olika parter följer detta tillvägagångssätt. Bedömningen tas lämpligen fram av de som brukar lokalerna. Här kan även göras prognoser för framtiden med olika tidsintervall baserat på förväntad befolkningsutveckling (3-års, 5-års, 10-års etc.).
- Lokalförsörjningsplan / åtgärdsförslag: Utifrån insamlad informationen skapas åtgärdsförslag för kommunens olika lokaler. Vidare samlas dessa åtgärdsförslag tillsammans med nulägesbeskrivning och behovsbedömning i en lokalförsörjningsplan. Denna kan i sin tur användas som underlag vid budgetarbete.

- Uppföljning: Här utvärderas och görs uppföljning på årets lokalresursplanering för potentiella brister och förbättringar till senare planeringar.

I en rapport från Sveriges Kommuner och Regioner 2021, läggs även till ett extra steg i denna modell för ”Utforskning av möjliga lösningar”, som adderas mellan stegen för behovsbedömning och lokalförsörjningsplan. Syftet är att man här ska undersöka de valmöjligheter som finns för att fylla det identifierade behovet så som geografisk placering och huruvida man kan hyra lokaler eller behöver bygga nya (Ashrafi & Längberg, 2021).

Vid en undersökning utförd 2023 där samtliga av Sveriges 290 kommuner tillfrågades om de har en lokalförsörjningsplan svarade 15 av 60 att de saknar en aktuell sådan eller aldrig har haft någon (Kronow & Forsbrand, 2023). I undersökningen saknas svar från övriga 230 kommuner.

3.3.2 Utformning av lokaler

En stor utveckling har skett de senaste åren där undervisningslokaler, som sett relativt små förändringar de senaste 100 åren, börjat förändras snabbt. Det är både flexibla lokaler som kan användas till flera ändamål och nya typer av specialiserade lokaler med särskilda användningsområden som populariserats (Akademiska Hus, 2024). Dessa specialiserade lokaler har ofta gemensamt att de ska öka interaktionen mellan studenter och lärare eller på något vis inkorporera ny pedagogisk teknik. Inom Akademiska Hus fastighetsbestånd vid svenska lärosäten finns ett flertal exempel och rapporter som visar hur en gemensam behovsutredning inför om- eller nybyggnad mellan lärosätet och fastighetsägaren leder till en modern och effektiv utformning (ibid). Även om lärosätena har olika specifika behov och utgångslägen så finns flera gemensamma nämnare när det kommer till vilken typ av lokaler som efterfrågas: Moderniserade seminarie- eller övningsrum där man sitter i grupper med hjälpmedel som whiteboards och skärmar och läraren sedan kan röra sig mellan grupperna och förmedla information via tekniken. Det efterfrågas också ofta varianter av ”gradängsalar” där eleverna sitter i grupper vid bord som placeras på olika nivåer för att ge god sikt mot en lärare längst ned (ibid). Det sista övergripande temat är efterfrågan på flexibla lokaler. Det är ett brett begrepp men handlar om salar som på något vis kan anpassas efter storlek på grupper eller undervisningstyp (Leijon & Tieva, 2021).

3.3.2.1 Flexibla lokaler

Att utforma lokaler och byggnader på ett vis som möjliggör lång- eller kortsiktig förändring brukar samlas under begreppet flexibla lokaler (Ryd, 2008). Ur det långsiktiga perspektivet handlar det ofta om att arkitektoniskt utforma byggnader på ett sätt som gör att ombyggnationer och anpassningar kan undvikas eller hållas på en enkel nivå. Detta långsiktiga perspektiv är primärt en fråga för fastighetsägaren. Här kan även installationstekniska aspekter inkluderas då det ligger i fastighetsägarens intresse att ha en byggnad där el, ventilation, data med mera enkelt kan justeras vid anpassningar (Sveriges kommuner och landsting, 2013). Det kortsiktiga perspektivet är det som oftast syftas på vid användning av begreppet flexibla lokaler. Här innefattar lösningarna oftast anpassningar som kan göras av hyresgästen eller av verksamheten som befinner sig i lokalerna på daglig basis. Det kan vara mycket enkla förändringar som anpassningsbar möblering eller skjutbara väggar. Det finns exempel från Umeå universitet där man byggt vanliga klassrum på ett vis så att undervisningsformen kan justeras under en lektions gång (Akademiska Hus, 2015). Möbler och avskärmningar på hjul i kombination med projektorer och skärmar gör att man nästan omedelbart kan skifta från helklass till grupparbete. Här rapporteras att både lärare och studenter uppskattar miljön samt att tidsförluster vid lokalbyte minskar. Den här typen av moderna undervisningslokaler uppmuntrar även till nya pedagogiska metoder som annars lätt åsidosätts för att följa de metoder som traditionellt använts (ibid).

Ibland använts även termen ”generella lokaler”, vilket i grunden är samma princip (Larsson, et al., 2011). Denna terminologi används dock snarare i ett planeringsskede där man utarbetar vad de relaterade verksamheternas behov och krav på lokalen kan tänkas vara. KTH applicerar detta koncept delvis inom sitt internprissättningssystem, där en av klasserna är generella lokaler som kan nyttjas av olika parter utan större anpassning (ibid).

ALC, active learning classrooms är ett försök till ett nytt perspektiv på design av lärandemiljöer med ursprung i Korea (Park & Choi, 2014). Denna typ av lärosal har via enkäter visat utjämnad attityden till inläring mellan studenter av olika betygsgrad. Park & Choi (2014) kom fram till två primära rekommendationer i samband med analys av denna sal-typ i förhållande till den klassiska lärosalen:

- Universitet och andra institutioner för högre utbildning bör lägga större vikt och uppmärksamhet på inlärningspåverkan av utformning av klassrum och läromiljöer.

- I samband med implementering av ALC-salar måste föreläsare anpassa sin undervisning till dessa. För att få maximal användning från dessa salar behöver nya utlärningsmetodiker läras ut och nyttjas.

Park & Choi (2014) avslutar med två rekommendationer om fortsatt forskning inom ämnet för att få bättre förståelse av inverkan samt hur det faktiskt påverkar betyg och vad föreläsare tycker om den nya inlärningsmetoden.

3.3.2.2 Digitalisering

Digitalisering av skolan och undervisning har utvecklats kontinuerligt med bredare tillgång till fysisk utrustning och mjukvara för både lärare och elever. Både pedagogiska hjälpmedel i klassrummen och digitala plattformar har utvecklats och är idag en stor del av både grundskolan och eftergymnasial utbildning (Skolverket, 2018). Att med hjälp av tekniska hjälpmedel bedriva undervisning på distans delas upp i två typer: distansundervisning som inte behöver ske i realtid samt fjärrundervisning som sker i realtid (Skolverket, 2024). Covid-19-pandemin tvingade undervisningsformer att snabbt anpassas för distans- och fjärrundervisning och har sedan förändrat hur digitala hjälpmedel används i skolan. Till följd av pandemin har forskare i pedagogik undersökt de fördelar och nackdelar som distansundervisningen medfört (ibid). Flexibiliteten lyfts fram som en stor fördel men även problemen med att den mänskliga kontakten minskar samt att gränsen mellan hem och arbete riskerar att suddas ut nämns (Ekberg, et al., 2023). Den traditionella utbildningsmodellen baseras på att lärare först undervisar elever med genomgångar som sedan följs upp av fördjupning och hemarbete på egen hand. Det ”vända klassrummet” är en pedagogisk modell som lanserades 2007 och bygger på att elever på egen hand går igenom grunderna och sedan tillsammans i klassrum utför fördjupning i lärarledda moment (Sams & Bergmann, 2012). Syftet är att använda den gemensamma tiden och utrustning på ett effektivare vis, vilket även leder till ett förändrat behov av undervisningslokaler och utrustning. Detta är en metod som visar goda resultat i skolan då den passar bra i kombination med distans- och fjärrundervisning samt moderna digitala plattformar (ibid).

3.3.3 Arbetsmiljö

Utformning av kontor är ofta i form av stora byggnader där tillgång till acceptabla nivåer dagsljus kan bli ett problem längre in i byggnaden (Boverket, 2021). Dagsljuset kommer även vara beroende på fönsterplacering, vilket på kontor ofta är en tät placering längs fasader. På grund av detta är det svårare att bygga nya innerväggar i anslutning till fasaden och längre in i huskroppen då dagsljus behöver ha i åtanke. Byggnaderna nyttjar ofta den centrala delen av byggnaden till ett fåtal hissar och trapphus, detta medför att det blir både dyrt och svårt att göra stora förändringar i planlösning ifall hissar och trapphus påverkas. Om dessa delar eller stommen i helhet inte behöver beröras vid ombyggnad är planlösningsändringar relativt billiga (ibid).

3.3.3.1 Ljud

All form av oönskat ljud definieras av Arbetsmiljöverket (2023) som buller. Höga nivåer av buller kan ge permanenta skador på hörsel, men även innefatta psykologiska effekter så som stress eller trötthet. Buller innefattar dock inte bara skadligt högt ljud, utan även störande ljud. Störande ljud och dålig akustik har visat kunna ge upphov till koncentrationssvårigheter i arbete. Vidare kan hög ljudnivå leda till att behöva höja rösten för att kunna bli hörd, vilket i sin tur både anstränger stämbanden samtidigt som det leder till ännu högre ljudnivå (ibid).

På kontor är människor den primära källan till ljud. Att tydligt höra andra konversationer uppfattas som det större problemet i frågan om buller (Arbetsmiljöverket, 2023). Detta kan motverkas via god planering av ytan baserat på bland annat arbetet som ska utföras, rummets utformning och akustik, inredning för att motverka ljud och att ha tillgång till tysta rum. Ventilationssystem, skrivare, faxar och liknande apparater bör också planeras för genom att placeras på rätt ställe med tillräcklig ljudabsorption (ibid).

3.3.3.2 Ljus

Belysning på arbetsplats samt en god ljusmiljö är en nyckelfaktor för att kunna genomföra arbetsuppgifter på ett bra sätt (Arbetsmiljöverket, 2024). Med detta medför att belysningens utformning är anpassad för de arbetsuppgifter som ska genomföras på sagd arbetsplats men ska även kunna anpassas till individ. Anpassningsbar ljusstyrka och orientering är fördelaktigt, speciellt vid varierande arbetsuppgifter. Dåligt planerad belysning kan ge

upphov till en del olika besvär. Detta kan ske både i form av för lite ljus vilket i sin tur kräver ansträngning för att kunna se det som krävs för arbetsuppgiften men även i form av för stark eller bländande belysning. Flimmer bör också beaktas för en god arbetsmiljö (Arbetsmiljöverket, 2024).

Dagsljus är också en viktig faktor för ljus i byggnader. Utöver det ljus som bidrar till visuella fördelar genom tillräckligt ljus som inte är bländande, har dagsljus även fördelar som ej är synrelaterade (Mardaljevic, et al., 2011). Det är välgrundat att dagsljus har stor påverkan på kroppen, speciellt för att hålla en god sömnrhythm, men det finns även länkar till hälsa och produktivitet. Utöver detta finns det subjektiva fördelar i form av att en stor majoritet föredrar att arbeta på platser med tillgång till dagsljus (ibid). Vidare bidrar väl planerat insläpp av dagsljus till mindre energianvändning i form av belysning. Här är planeringen av insläppet i form av fönster viktigt då det ska bidra med tillräcklig andel naturligt dagsljus utan att blända (Arbetsmiljöverket, 2024).

3.3.3.3 Estetik:

Element som växtlighet, naturligt ljus, konst och tilltalande arkitektur har en stor inverkan på användaren av en arbetsplats (Bjerke, et al., 2007). Goda estetiska förutsättningar ökar både välbefinnandet och produktiviteten genom att ge en starkare upplevelse av koppling till sin arbetsplats. Det har också visat sig att företag med tilltalande kontor har haft det enklare att få sina anställda att återvända till arbetsplatsen efter pandemin (Georgina & Anh, 2023). Några ytterligare aspekter som anses viktiga är att minska känslan av att känna sig instängd samt generell upplevd trygghet.

3.3.3.4 Ergonomi

Att utforma arbetsplatser på ett vis som minskar risken för kort- och långsiktiga skador på kroppen är en viktig faktor för en god arbetsmiljö. Det är ett brett ämne och den del av ergonomin som oftast avses är belastningsergonomi (Arbetsmiljöverket, 2022). Här avses skador som påverkar muskler, skelett, senor, ledband, brosk och nerver och orsaker kan vara arbetsställning, tunga lyft, repetitivt arbete, felaktig utrustning eller att på annat vis överbelasta kroppsdelar plötsligt eller över tid. I kontorsmiljö dit även studiemiljöer kan

liknas rör det främst låga belastningar och repetitivt utförande över längre tid, orsakade av felaktig eller felaktigt använd utrustning (ibid).

Möbler och annan utrustning som används vid arbete bör vara anpassningsbara för att uppfylla just de ergonomiska egenskaper som användaren behöver. Det viktigaste är att man kan variera sin position och justera stolar, bord och annan teknisk utrustning efter sina personliga förutsättningar (Arbetsmiljöforum, 2024). Det är en fördel om man har tillgång till arbetsplatser både för sittande och stående arbete, exempelvis genom höj- och sänkbara skrivbord. Variation av position är viktigare än att hitta en ergonomiskt optimal, statisk position. Om arbetsplatsen även inkluderar datorskärm är det viktigt att ha korrekt höjd och avstånd till skärmen (ibid).

3.3.3.5 Minskad nytta

Platser i allmänhet anses vara överbefolkat ifall de medel som är tillgängliga inte klarar av att stödja de som befinner sig på platsen (Premium Researchers, 2022). I fall av skola kan dessa medel vara i form av utrustning så som toaletter, sittplatser till lunch eller dimensionerade luftflöden till ventilation. Utöver detta kan trängsel i klassrum påverka inlärning negativt (ibid).

3.4 Fastighetsförvaltning

3.4.1 Lokalbokningssystem

Det finns en stor mängd leverantörer på marknaden som levererar olika typer av system för lokalbokning med varierande komplexitet. I grunden är det relativt enkla system där man registrerar tillgängliga rum och sedan låter användare boka dessa utefter uppsatta regler och scheman (Accurent, 2024). Leverantörerna erbjuder sedan varierande tillägg till grundprodukten och de flesta moderna systemen erbjuder tydliga användarverktyg, kan uppdateras i realtid, kan integreras med mailsystem och ger möjlighet för ytterligare säkerhet (ibid). På Lunds universitet används en variant av systemet TimeEdit (Lunds Universitet, 2024). Det är ett system där lärare och annan universitetspersonal kan boka rum för undervisning och möten. Studenter kan hitta sina kursscheman, lokaler för tentor osv, samt boka ett begränsat urval av grupprum. Systemet är helt digitalt, inpassering hanteras separat och används av flera lärosäten (ibid).

3.4.2 Distansarbete i kontorsmiljö

Även om arbete från distans/hemifrån varit möjligt och har tillämpats tidigare så expanderade konceptet med distansarbete dramatiskt under covid-pandemin 2019–2021. I USA uppskattades år 2020 att ca hälften av alla anställda i någon mån arbetar på distans (Ozimek, 2020). I Sverige skedde liknande förändringar även om en trend efter pandemin var att företag i varierande mån ville få tillbaka anställda till kontoret (Asatiani & Nordsröm, 2023). Fördelarna med distansarbete verkar vara flera och motsäga många av de förutfattade åsikter som finns. Forskningen visar på att flexibilitet och eget bestämmande över sin arbetstid verkar öka produktiviteten, trots vad som ofta upplevs (ibid).

Samtidigt finns det flera aspekter där distansarbete har en negativ inverkan på de anställda och företaget. Bristen på fysiska, sociala möten påverkar både människan psykiskt och minskar möjligheten för spontant samarbete på arbetsplatsen (Espersson, et al., 2023). Bristen på dessa spontana möten gör även att anställda pratar med färre kollegor utanför sin närmsta krets vilket ytterligare begränsar möjligheten för samarbete. I ovan nämnda studie från 2023 anger också flera av de intervjuade att även bland de personer man träffar via digitalt arbete så försvinner viktiga aspekter som kroppsspråk och känsla av gemenskap. En annan aspekt som negativt påverkar anställda är att gränsen mellan arbete och privatliv riskerar att suddas ut vilket kan leda till stress och ohälsosamma beteenden (Asatiani & Nordsröm, 2023). Andra problem kopplat till arbetsmiljö kan också bli svårare att kontrollera så som ergonomiska faktorer.

Det utökade distansarbetet får även effekter för samhället och fastighetsbranschen. En förändring som upptäckts både i USA och Sverige är att det genomsnittliga avståndet mellan människors hem och arbetsplats ökar (Kreicbergs & Ohlin, 2024). Detta medför en del effekter på arbets- och bostadsmarknaden som att löner och bostadspriser som tidigare varit högre i storstadsregioner, jämnar ut sig över landet. En person som jobbar på distans har ingen anledning att acceptera varierande lön baserat på var arbetsplatsen är lokaliserad. Det gör också att arbetsgivare kan anställa från en större marknad av arbetskraft (ibid). På samma vis uppstår problem för fastighetsägare i storstadsregioner när efterfrågan på dessa dyrare bostäder och kommersiella fastigheter minskar (Benson, 2021). I förlängningen kan dessa problem påverka ett helt lands ekonomi då fastighetsbolagen utgör en stor del av börsvärde och fonder (ibid).

3.4.3 Digital tvilling

Att på olika sätt skapa digitala system som förser förvaltare och användare med information om ett fysiskt objekt blir mer och mer relevant i fastighetsbranschen (Mahajan, 2023).

Termen "digital tvilling" används ofta idag men har en bred definition. Syftet är dock ofta att i någon omfattning ge en digital överblick över en fysisk tillgång. Moderna fastigheter utrustas med kontinuerligt mer avancerad teknik och man pratar ibland om smarta fastigheter (ibid). I framkant för arbetet med digitala tvillingar är i nuläget andra branscher. Exempelvis tillverkare inom transportsektorn där man tar fram digitala versioner av sina bilar, flygplan osv för en enklare utveckling och tillverkning (Deloitte, 2020). Med växande datorkraft och bättre internetanslutningar väntas intresset och behovet öka i flera sektorer. Det kan vara en viktig del i omställningen mot en mer hållbar fastighetsförvaltning att ge en samlad plattform med information i realtid över våra smarta byggnader. Några ytterligare fördelar för digitala tvillingar inom fastighetsförvaltning är att man lättare kan förutse och planera sitt underhåll när samtliga system samlas. Samtidigt uppstår nya problem som cybersäkerhet och integritetsfrågor. Det är också ett stort kliv att ta då det i dagsläget ofta används flera olika mjukvaror för samma fastighet och att kombinera system och datatyper är ett omfattande arbete (ibid). Akademiska Hus har startat arbetet med digitala tvillingar, där man med hjälp av 3D-scanning skapar kopior av befintliga fastigheter. Sensorsystem inkorporeras sedan i dessa för att ge en tydligare bild av byggnaden och dess nyttjande (Akademiska Hus, 2023). Det anses vara ett viktigt steg mot en bättre och mer hållbar förvaltning även om man fortfarande, i grunden, är beroende av äldre system. I takt med att tekniken utvecklas så förutspås dessa tvillingar att vara framtidens centrala förvaltningsverktyg.

3.4.4 Lokaldelning

Att dela lokaler kan göras på flera vis och ett koncept med ökad popularitet de senaste åren är "co-working" (Uda, 2013). Då delar flera företag eller andra verksamheter en gemensam byggnad eller yta utan att delas upp i separata kontor. Det är en lösning som oftast används av mindre bolag och startups som inte har behovet eller de ekonomiska förutsättningarna för att äga eller hyra en egen lokal (ibid). Det finns exempel på när detta tillämpats i en campusmiljö, bland annat "A Working Lab" vid Chalmers, Göteborg (A Working Lab, 2023). Det är en byggnad som inhyser bland annat Akademiska hus huvudkontor i direkt anslutning till byggnader för undervisning och studier och där de nedre våningsplanerna upplåts

som en co-working-yta. Studenter, forskare och företag kan för en månadskostnad få tillgång till den typ av lokaler som motsvarar aktuellt behov med skräddarsydda lösningar (ibid).

Det finns också aspekter att ta hänsyn till i utformningen av en studiemiljö som förbättrar möjligheterna att använda lokalerna till annan verksamhet (Stahle, 1999). Detta kan innefatta att möblera med utrustning som kan användas till fler ändamål och användare än de elever som primärt nyttjar utrustningen. Det är främst applicerbart i skolmiljöer för yngre elever där man då bör undvika bord och stolar som avviker från standardmått för att möjliggöra alternativ verksamhet efter ordinarie skoltider (ibid).

3.5 Myndigheter och juridik

3.5.1 Lagen om offentlig upphandling

När en myndighet eller ett statligt/kommunalt bolag i Sverige vill köpa en tjänst, vara eller en kombination av dessa, så måste det utföras enligt lagen om offentlig upphandling (LOU).

Detta är ett regelverk som baseras på direktiv från EU och vars mål är att uppnå objektivitet och öppenhet (Konkurrensverket, 2023). De principer som regelverket baseras på är följande, med exempel:

- Icke-diskriminering - Krav får inte ställas som gör att endast svenska företag kan tilldelas uppgiften.
- Likabehandling - Alla aktörer ska få samma information vid samma tidpunkter.
- Transparens - Det ska vara tydligt för alla anbudsgivare hur upphandlingen ser ut och hur kontrakt kommer att utformas.
- Proportionalitetsprincipen - De krav som ställs i upphandlingen ska vara proportionella mot den vara/tjänst som upphandlas.

Det finns undantag då dessa aktörer inte behöver följa LOU och ett av dessa är relevant för bygg- och fastighetsbranschen då undantaget gäller vid hyra och köp av fastigheter (Konkurrensverket, 2023). Offentlig upphandling behöver heller inte ske om den totala summan av upphandlingen understiger gränsen för direktupphandling (Konkurrensverket, 2024). Summan uppdateras vart annat år och 2024 är den 700 000 kr för varor, tjänster och byggtreprenader. Syftet med LOU är att använda skattepengar på ett rättvist och effektivt

sätt. Man ger anbudsgivare lika villkor och det enskilda anbud som bäst uppfyller kraven som ställs, ska tilldelas jobbet.

4. Resultat

Baserat på den teoretiska grund som sammanställts hitintills fortsätter arbetet med fallstudien. Detta för att vidare skapa möjlighet att besvara de frågor som arbetets forskning utgår ifrån. I följande kapitel redovisas de resultat som erhållits i fallstudien och inleds med sammanställning av information som erhållits genom intervjuer. Därefter följer resultatet av insamling av mätdata med förklaringar av hur den genomförts. Avslutande presenteras resultatet från enkäterna.

4.1 Intervjuer

Tillvägagångssättet för intervjuerna har beskrivits i avsnitt 2.2.1 och en sammanställning av intervjuerna presenteras nedan i Tabell 2. Informationen som insamlats genom intervjuerna presenteras nedan under respektive ämne.

Frågorna som ställts redovisas i appendix under 9.1. Frågor till chef för datahantering saknas då de ställdes löpande under diskussion och var därför inte förskrivna.

Tabell 2: Sammanställning av intervjuer

Beteckning	Roll	Beskrivning	Tidsåtgång (min)	Datum
SL1	Schemaläggare 1	Schemaläggare vid Lärosäte 1	45	2024-06-03
SL2	Schemaläggare 2	Schemaläggare vid Lärosäte 1	45	2024-06-03
FF	Fastighetsförvaltare	Fastighetsförvaltare på Akademiska Hus som hyr ut lokaler till båda de undersökta lärosätena, baserad och ansvarig vid Lärosäte 1	30	2024-06-19
FL	Företagsledare	Driver uthyrningsföretag, ett företag som förmedlar tjänst för uthyrning av	30	2024-06-17

		verksamhetslokaler i andra hand		
CD	Chef för datahantering	Chef för datahanteringsavdelning på Akademiska Hus	45+30	2024-05-13 och 2024-06-04

Schemaläggarna har i detta arbete skapat en insynsvinkel från arbetande vid lärosätet med koppling till nyttjandegrad. De bidrar med erfarenhet i form av hur lokalbokning ser ut och appliceras i verkligheten. De kan också förklara hur informationsflödet och aktuellt bokningssystem fungerar.

Fastighetsförvaltaren ger ett förvaltningsperspektiv till lokaltypen som undersöks. Det gör att information om fastigheterna, dess drift och utveckling kan undersökas närmare. Då personen jobbar för fastighetsägaren som hyr ut lokaler till Lärosäte 1 kan också unika förutsättningar kopplas till övriga resultat.

Företagsledaren ger insikt i hur missad potential identifieras och möjliga lösningar för framtiden. Personen har även professionell erfarenhet inom ämnet nyttjandegrad och hur det kan definieras och kommuniceras.

Chefen för datahantering har framför allt gett handledning angående mätdata och framtagning av dessa. Personen har även gett insikt om ämnet i helhet och hur olika mätmetoder fungerar och appliceras. Även kunskap om hur modern teknik kan användas för att kommunicera information i framtiden besitts av respondenten.

4.1.1 Nyttjandegrad

”Att mäta är att veta”

- FF.

Det första huvudämnet som intervjuerna resulterat i är nyttjandegrad. Vid frågan om optimal nyttjandegrad ser schemaläggare 1 (SL1) på det från två olika perspektiv. Först finns det pedagogiska perspektivet för lärare och studenter. Här framgår värdet av tillgång till många

lokaler att välja på för olika typer av undervisning och det kan göras ändringar på kort tid vid sjukdom eller liknande. Arbetsprocessen vid schemaläggning blir även enklare med fler tillgängliga lokaltider. Förlängningen av detta är att de kan tilldela salar som användarna föredrar, samt lägga undervisningen på en önskvärd tid mellan kl. 10–15. SL1 ser detta som positivt då både studenter och lärare är piggare i detta inlärningsfönster och att det därför kan förbättra de pedagogiska förutsättningarna. Det andra perspektivet är det ekonomiskt försvarbara via en högre nyttjandegrad. SL1 menar att den optimala nyttjandegraden hittas någonstans mellan dessa två perspektiv. Det behövs flexibilitet bland lokalerna för att kunna anpassas till oförutsägbara händelser samt ha en god undervisning, men det ska fortfarande vara hållbart och ekonomiskt försvarbart. När färre lokaler nyttjas blir det även ett mindre behov av underhåll i form av städning och liknande. Enligt SL1 befinner sig den här analyserade fakulteten i ett bra läge för tillfället, där det lutar åt det pedagogiska perspektivet med möjlighet att skapa goda scheman för både lärare och studenter. Med detta sagt finns det rum att optimera lite på sina ställen. Ett exempel som visar på detta är att det finns lärare som har möjlighet att boka samma sal vid samma tid varje vecka. Det är inte alla universitet/fakulteter som har denna möjlighet.

Företagsledaren (FL) menar på att 100% nyttjandegrad aldrig kommer vara praktiskt tillämpbart. Företaget har visionen att försöka sätta någon typ av rimlig nivå. Det finns faktorer som slitage, trängsel, brandskyddsföreskrifter, ventilation osv. De utgår ofta från brandföreskrifter för att få en uppskattning om potentialen och maxantalet. En grov uppskattning skulle vara att det är optimal användning kring 80% av maxkapaciteten. I intervjun med fastighetsförvaltaren (FF) påstås det att lärosätet som han hyr ut fastigheter till som helhet ligger över medel i nyttjandegrad i förhållande till resten av Sverige. Även då campus ligger i övre halvan finns det enligt FF rum för förbättring. Detta är sett över en helhet, individuella rum eller föreläsningssalar kan alltid sticka ut som trånga eller ineffektiva. FF tror att optimal nyttjandegrad kan ligga någonstans runt 70%, där det anses effektivt men ändå undviker schemakrockar och för svår planering och denna åsikt delas av chefen för datahantering (CD). Man behöver de sista procenten som buffert för ett välfungerande användande. CD adderar även aspekten att målet inte är att få in så många människor som möjligt, utan att nyttja ytan effektivt och förstå vad det är som skapar värde för användaren.

4.1.2 Mätmetoder och nyckeltal

FF menar på att mätning av data i samband med nyttjandegrad är viktigt. Ett exempel angående omställning till aktivitetsbaserade salar gavs, där man i samband med detta mätte hur och vilka ytor som nyttjas, ifall de bokade rummen används eller om de lämnats bokade trots att de inte används. Vidare nämner FF rimligheten med personmätningar, även om ett konferensrum används hela dagen av tre personer, kan det vara dimensionerat för sex personer och därför används bara hälften av platserna. Det gäller att hitta en rimlighet här då man inte alltid kan fylla ut ett rum till max för att det ska räknas som nyttjat. Tekniken finns och data kan tas fram för att räkna på detta, men integritetsfrågan är avgörande för framstegen.

FF pekar ut att mätning av byggnader är väldigt varierande. Vissa lokaler är lätta att mäta, vissa är i princip omöjliga att mäta. Exemplet om labb-salar ges. Hur mäter vi dem? Om utrustning i ett labb startas av en forskare på morgonen, sedan inte rörs förrän eftermiddag/kväll, hur är nyttjandegraden på en sådan lokal? Lokalen har använts och nyttjats via maskiner under dagen trots att ingen närvarat, hur mäter man detta på ett rättvist sätt? För att mäta detta kommer det krävas överlåtelse av ansvar till användaren själv för att ange hur rummet används. Utöver detta är dessa lokaler generellt dyra och blir därför en viktig mät punkt. Att låta de stå tomma och inaktiva vore ”kapitalförstöring”.

Även metoden vid mätning av nyttjandegrad är enligt SL1 viktig. Vid jämförelse av data så ska mätpunkterna reflektera samma saker och vid beräkning av nyttjandegrad upplever SL1 att det inte finns ett standardiserat sätt att redovisa nyckeltal. Exempelvis när ett annat lärosäte mäter, inkluderar de kanske inte lunchpausen medan en annan mätning gör det. Då är dessa mätvärden inte direkt jämförbara och måste justeras för att kunna värderas. Vidare är även hur nyttjandegrad inom en specifik sal mäts intressant. Även FL rör ämnet beräkning och avgränsningar för nyttjandegrad. Statistik från deras hemsida är baserad på öppettider över ett helt år. Här nämns även att hänsyn till nattetid och liknande kan användas som avgränsning. SL1 pratar om ett tidigare projekt där nyttjandegraden för en specifik sal var väldigt bra, men vid närmre observation kunde det ses att trots hög närvaro användes exempelvis 200-personerssalar av 60 personer. Är nyttjandegraden då bra för denna sal eftersom den ”nyttjades” i princip hela dagen?

Närvaromätning via koldioxid tycker FF att man ska undvika då det lätt blir felaktiga data. CD håller med och menar på att närvaromätning med CO₂ är inte helt tillförlitligt. Systemet

som mäts måste vara isolerat för god personräkning. Dörrar, fönster och andra påverkande faktorer kommer behövas ha i åtanke. Det tar även tid för systemet att stabilisera sig så att det visar korrekt personantal.

CD berättar om ett sätt att motverka felaktig information från PIR-sensorer kan vara att ha dubbla sensorer. En av sensorerna aktiveras på ordinarie vis då en person går in i rummet, då denna sensor visar att där varit närvaro över en längre period så aktiveras en annan sensor som känner av värme, inte bara rörelse. På så sätt motverkas "false negatives" ifall personer sitter still under en längre tid. Detta kan framför allt vara nödvändigt i mindre rum då det i större lärosalar är så mycket folk som rör sig att det inte är ett problem.

FL berättar om att under det senaste året har de lagt arbete i att leta bland forskningsartiklar och liknande för att ta fram en KPI-lista med nyttjandegrad och användningsperspektiv i åtanke. Målet är KPI:er som visar hur den faktiska användningen av lokaler ser ut. Vidare har de bedrivit test och haft referensgrupper med fastighetsbolag, värderare, banker och liknande för att lista ut vilka KPI:er som faktiskt ska mätas. Vilken data ska samlas in och hur konverteras den till viktiga och relevanta KPI:er? Hitintills har de kommit fram till nyttjandegrad/beläggningsgrad, kilowattimmar per person och utsläpp från drift per person. Däremot har de inte fastställt helt vilka datapunkter som behövs samlas in för att mäta dessa KPI:er. Det är enligt CD också en viktig fråga hur man som fastighetsbolag presenterar data för sina kunder. Visualiseringar och interaktiva modeller kan användas för att ge både hyresgästens organisation och dess brukare en bättre uppfattning om hur de använder byggnader. Här kan även moderna verktyg för lokalbokning integreras för att öka nyttjandegrad och förenkla letandet efter passande arbetsplatser. I dag kan ett problem i fastigheterna vara att det finns lediga rum men att dessa inte upptäcks av brukare som befinner sig i byggnaden.

4.1.3 Optimering

Nästa huvudämne som intervjuerna kretsat kring är optimering i olika former och dess påverkan. FL ger exempel från ett av landets större lärosäten där rektorn i ett pressmeddelande skriver att resurseffektiviseringsarbete drivet av staten som ägare leder till att universiteten just nu "gnager på sitt eget ben". Det tar både tid resurser att omstrukturera utifrån en lokals förutsättningar, särskilt om brukare vant sig vid att ha 20 kvm per person och nu ska skäras ner till 10 kvm per person. FL menar att det finns två sidor av myntet, ett

resurseffektiviseringsarbete är ofrånkomligt både ur lokalkostnadsperspektiv och verksamhetsperspektiv. Det behöver alltså ske på ett schysst sätt där det sociala perspektivet hålls i åtanke.

Vid intervjun med FL framgår att det är svårt att bestämma exakt hur mycket tjänsten som företaget erbjuder förbättrar nyttjandegraden hos sina kunder. Det är individuellt mellan fall men FL har exempel på lokaler som hyrs ut flera kvällar i veckan över flera års tid. Det är dock intressant och potentiellt hjälpsamt menar FL, att mäta de så kallade tidsvakanserna och belägningsgrad för att räkna ut hur stor skillnad en uthyrning i andrahand kan göra för byggnadens ekonomiska och ekologiska hållbarhet.

SL1 refererar till en erfaren kollega som menar på att nyttjandegraden inte undersöks speciellt mycket inom den tekniska fakulteten. Vissa andra fakulteter på universitetet har betydligt mer koll på hur det påverkar ekonomin och så vidare. Schemaläggare 2 (SL2) tillägger att institutioner som betalar hyra, i dagsläget får hålla koll själv på hur stora lokaler samt hur mycket undervisning de behöver. CD belyser hur lätt det är att fokusera på fel delar vid optimering. Att lägga stort fokus på att öka nyttjandet några procent i en byggnadsdel när en annan står mer eller mindre oanvänd blir en felaktig prioritering som lätt sker om man inte ser till helheten. Detta blir också tydligt när enorma resurser läggs på att optimera energianvändning via avancerade styrsystem i nyttjade byggnader, samtidigt som mycket mer energi slösas på oanvända lokaler.

Det skiljer sig dock mellan olika fakulteter vid lärosätet, då vissa har mer/mindre lokaler i sina byggnader. Det kan också vara så att olika institutioner behöver dela på yta i samma byggnad, vilket leder till högre beläggning. Vissa behöver nyttja hela dagen för att kunna fylla sitt behov (kl. 8-18). SL2 menar på att detta kan bero på typen av byggnad de olika institutioner utövar sin undervisning i. Vissa har haft stora äldre byggnader där det finns plats att växa, medan andra inte haft den möjligheten.

SL2 tror inte att tanken med utformningen av campus är att all undervisning för en viss inriktning ska ske i ett enskilt hus, utan tror tanken är att studenter ska få se många delar av campus och att det är därför campus är så pass samlat. Att förlägga all undervisning i samma hus är inget som schemaläggarna eftersträvar, utan det beror på preferenser hos kursansvariga eller liknande. En vidare punkt som CD påpekar är att olika utbildningar inom samma universitet har väldigt olika scheman och förlagda intensiva perioder. Detta möjliggör en effektivitetsökning via att beblanda program i samma byggnad. CD menar också att det ofta

finns mycket lediga grupprum och studieplatser inom campus men att de ibland kan vara svåra för studenter att hitta. Här hade det hjälpt med någon form av digitalt hjälpmedel som visar denna information, på så sätt kan studenter nyttja grupprum flera byggnader bort utan att behöva spendera tid på att leta. Utöver detta ges exempel om att om en specifik inriktning vid ett universitet kunde tänka sig börja ha en del av sin föreläsning i andra byggnader uppskattades det att kunna frigöra runt 20 % kapacitet.

4.1.4 Trender och problem

Nästa huvudämne är de trender och problem som de intervjuade identifierar inom lokaloptimering, bokning och kommunikation. Problem med att storleken på gruppen inte motsvarar storleken på en hörsal kan enligt SL1 bero på problem med lärosätets kursanmälningssystem. Det är för studenter fritt att anmäla sig på i princip hur många kurser som helst och sedan efter kursstart avgöra vilka kurser man tänker närvara på. Detta försvårar processen och om 100 är anmälda och enbart 20 närvarar kan det vara för sent att byta sal och kursen har tilldelats en överdimensionerad lokal. SL2 menar också att detta är svårt för schemaläggare att hålla koll på, vissa kurser med 600–700 registrerade klarar sig med en sal för 200 personer. Det händer att lärare bokar om till mindre sal när behovet klarlagts, men det är inte så vanligt.

Användningen av salar uppfattas inte ha förändrats i större omfattning efter covidperioder av SL1 eller FF. Hybridsalar med utrustning för digital undervisning har adderats, vilket ses som positivt på grund av flexibilitet och då något fler onlineföreläsningar genomförs. Personalen har även möjlighet att jobba 40 % hemifrån men ser annars inga stora förändringar. FL menar att jobb hemifrån som resultat från pandemin och covid är en bra sak. En majoritet av de som kan distansarbeta har sett en hel del fördelar med det. För den enskilda individen är det en bra sak. Även för organisationerna menar FL att det är en bra sak med möjlighet till arbete hemifrån.

Vid mätning på kontorslandskap anser FF att mätning via PIR, eller ”etta – nolla” är otillräckligt. Vid denna typ av mätning vet man inte om det är en eller tio personer som sitter och arbetar. Konsulter under FFs företag arbetar för tillfället med smarta lösningar för personräkning för bättre datainsamling. Samtidigt kan personräkning anses integritetskränkande, så detta måste beaktas. Även i de fall då det inte är kamerabaserade räkningsmetoder kan det ändå anses integritetskränkande, inte minst då mätning i kontor kan

visa vilka som närvarar eller inte över tidsperioder. GDPR blir också relevant i denna diskussion. På grund av detta bör fokus enligt FF ligga på att mäta konferensrum där det inte kan knytas till mätning på individnivå. Med detta sagt menar FF att det hade ur ett ekonomiskt och ekologiskt perspektiv gjort stor nytta att mäta kontorsytor, då här finns mycket potential att nyttja.

För att lokaler ska användas hållbart menar FF att det är förnuftigt att inte bara bygga för att kunden vill, utan ställa frågor för att säkerställa att behovet är reellt. Exempelvis kan det finnas en vakant byggnad som fyller kundens alla behov eller med små ändringar kan anpassas för att fylla behoven och då blir ett bättre alternativt än att bygga nytt. Här är det i stället en ständig kamp mellan kommersiella fastighetsägare för att utveckla hus för att få projektvinster och hyra ut nya lokaler. Fokus hade i stället kunnat läggas på att förädla de befintliga husen och på så sätt slippa bygga nytt. Just nu är trenden för universitet att hellre lämna lokaler än att senare växa in i dem påpekar FF.

FF ser deras arbete med Digital Buildings som att ge kunden ett verktyg för att bättre förstå sina byggnader. Fastighetsägaren har inget speciellt självändamål i att veta hur verksamheten använder lokalerna, utan det är för att kunden ska kunna använda sina lokaler smartare och effektivare. FF fortsätter med att förklara att detta är en speciell tjänst som fastighetsägare att utföra detta arbete, med tanke på att detta i sin tur kan leda till att kunden nyttjar verktyget och kan hitta effektiviseringsmöjligheter, vilket leder till att de kan minska hur många kvadratmeter de hyr.

4.1.5 Lokalutformning och behov

Nästa huvudämne är respondenternas syn på utformningen av undervisningslokaler och behovet av dessa. SL1 menar på att fakulteten har en stor mängd större salar. Samtidigt finns ett stort behov av dessa under de tidiga årskurserna då kurserna har större studentgrupper, ibland med behov av salar för 200 personer. När de sedan avancerar mot senare årskurser skiftar behovet mot mindre salar.

CD pekar ut en möjlighet med de absolut största salarna inom ett universitet. Ofta kan det vara så att dessa används under ett fåtal tillfällen under året och därför har dålig nyttjandegrad i helhet. Det poängteras att maxanvändning och maxkapacitet är viktiga parametrar då de behövs under vissa perioder, och är därför dimensionerande för universitet i

helhet. CD menar att med hjälp av ett bokningsverktyg och flexibla avtal hade dessa salar kunnat brytas ut ur den vanliga hyran. Då hade salen i stället kunnat hyras per timme och att fastighetsförvaltaren kan nyttja salen till annat resterande år. På detta sätt finns det potential att öka nyttjandegrad och är ekonomiskt fördelaktigt för universitetet. Ett annat alternativ är att frigöra dessa lokaler från universitetet och att i stället hyra stora lokaler på närliggande företagsbyggnader eller liknande större föreläsningslokaler. Det kommer bli en relativt dyr engångskostnad när salarna faktiskt behövs men kommer i flera fall bli mycket billigare över tid om nyttjandegraden är låg.

Vid frågan om vilka salar som fakulteten har brist på ur ett schemaläggningsperspektiv svarar SL1 att just lite större, platta och möblerbara salar vore ett bra tillägg. Det finns för tillfället i ett hus två salar för 40 personer som är platta, möblerbara och går att slå ihop till en 80-sal, fler av den här typen av flexibla salas vore bra. Det finns många övningsalar i storleken 24–36, men få runt 60. Vidare har större datorsalar (30–60) varit populärt och potentiellt behövs fler av. Med detta sagt menar SL1 att den allmänna efterfrågan på datorsalar är på väg ner, med tanke på att väldigt många använder egen dator och kan sitta i en vanlig övningsal. Slutligen anser både SL1 och SL2 att föreläsningssalar runt 100–160 underlättar deras arbete då det ofta är den dimensionerande största storleken på studentgrupper.

I frågan om schemaläggarna anser om det finns problematik med lokalmixen i form av för få grupprum till undervisningen svarar SL1 att det finns relativt lite grupprum och studieplatser kontra undervisning. Dock har fakulteten mycket undervisning per dag och studenterna har relativt fulla dagar. Egenstudier och grupprum blir mer relevant desto mer fri studietid som ingår i utbildningen.

Då fastigheterna som FF ansvarar för är arkitektoniskt skyddade finns även en aspekt av begränsade möjligheter till förändring. FF menar att detta kan göra det svårare att finna den optimala vägen för att göra lokalfördelningen perfekt. Ofta får man begränsa sig till mindre ändringar som att göra om små utrymmen, sittgrupper, telefonkuber eller liknande.

FF upplever att universitetet vill minska sitt bestånd av laborationsytor. Det gäller främst lokalerna som är labb och kontor i mix och inte de som används för undervisning. I offentlig sektor är det dock ofta långa avtal så det är inga snabba svängar. Då en ny stadsdel i nära anslutning till lärosätets lokaler byggdes trodde man att behovet var större än det faktiskt var. Hyror och index har även haft sin påverkan.

Flexibla lokaler ses som positivt och FF tror att det är dit utvecklingen rör sig. Universitetet har för mycket traditionella, sluttande föreläsningssalar och verksamheten efterfrågar platta lokaler med lite mer teknik och liknande som benämns "active learning classrooms" (ALC). SL1 upplever att användningen inte har förändrats speciellt mycket i samband med pandemin. Något fler föreläsningar online men inga större förändringar. Hybridsalar med utrustning för digital inspelning av har även introducerats vilket anses bra och förbättrar flexibilitet kring föreläsningsform. SL2 menar att det är nog många som förstått alternativet med online, men få som föredrar det. SL1 tycker det är väldigt intressant för framtiden i samband med onlineundervisning då detta är väldigt relevant för de som hanterar lokalbokning, effektivitet och nyttjande av byggnader samtidigt som man vill ha ett levande campus. SL2 fortsätter med en teori om att trenden med att grupprum är mer eftertraktade kan vara relaterat till ett annat arbetssätt efter covid, det kan även bero på trender och skillnader mellan generationer.

Som tidigare nämnt anser SL2 att institutionerna har ett ansvar att hålla koll så att de använder rätt lokal. Vissa föreläsare veckor ibland boka lokaler baserat på preferens, i stället för behov och detta är svårt att kontrollera som schemaläggare. Vidare kan det vara en bekvämlighet att vara i ett specifikt hus. Då kan det vara att en för stor sal i "rätt hus" bokas för att slippa boka om eller flytta.

SL1 är positivt inställd till flexibla lösningar i lokaler och anser att detta är vägen framåt. Både i form av att kunna dela av en yta eller att förstora den. Exempelvis har Hus A grupprum med 24 platser och att kunna dela upp dessa i 4 x 6 platser vore användbart. FF menar att de gärna sponsrar med möbler och liknande som stödjer visionen av aktivitetsbaserade lokaler eller storrums kontor/landskap. Men det är då viktigt att verksamheten och fastighetsbolaget har en gemensam vision då nyttan lätt försvinner om man inte tänker i samma banor.

FL lägger stor vikt i att identifiera bra ytor, alltså ytor som redan används effektivt. Dessa ska försöka efterliknas ifall behovet finns, men framför allt ska förändring av redan existerande bra ytor undvikas. Information om hur ytor används och vilka som används på ett bra eller dåligt sätt skulle kunna göra en hyresgäst Anpassning lättare eller helt enkelt hjälpa till att använda ytor på rätt sätt. FL fortsätter med att poängtera att det viktiga är att inte göra ändringar baserat på antaganden, vilket man gör mycket idag. Då finns det risk för onödiga eller negativa renoveringar/ändringar som är både kostsamma och ej hållbara ur flera

perspektiv. Sensorer, självskattningsformulär och samarbete med fastighetsbolag hade kunnat hjälpa med denna information och data om användning av lokaler. Här spelar även vikten av god användning och definiering av KPI för byggnader in. FL fortsätter att poängtera att det hade varit intressant med en undersökning av hur många renoveringar som görs i onödan och baserade på felaktiga antaganden.

Vid frågan hur om företaget nyttjar data för att anpassa lösningar till klienter svarade FL att företaget använder för tillfället endast utbud/efterfrågan till sin modell. Dock hade det även kunnat vara en fördel att ha bättre koll på scheman och med hjälp av AI, potentiellt göra bättre matchningar.

4.1.6 Lokaldelning

Under detta ämne presenteras de intervjuades syn på lokaldelning och uthyrning i andrahand. SL1 är väldigt positiv till uthyrning av oanvända lokaler men det görs inte speciellt mycket i dagsläget. Schemaläggare tar hand om alla lokalbokningar, inte bara de ämnade för undervisning, så det kommer med dagens struktur att vara deras arbetsområde. Det är dock studentsektioner som idag bokar lunchföreläsningar från företag och organisationer som hålls för studenter och sedan debiterar schemaläggarna sektionen för lokalkostnaden.

Pengarna som lärosätet hade fått tillbaka genom uthyrning är också en stor fördel. SL1 anser samtidigt att uthyrning efter kontorstimmar också skapar frågor kring bemanning. För tillfället menar SL1 att det framför allt har varit några få situationer där företag hyr in sig i grupprum för att hålla intervjuer med studenter. SL2 ger förslag från tidigare arbetsplats där detta nyttjades mer och var ett bra system både för nyttjandegrad och ekonomi. SL2 fortsätter med att poängtera att det i dagsläget är viktigt att denna verksamhet har någon koppling till skolan där lokalerna hyrs ut, detta på grund av föreskrifter från lärosätets ledning.

FL är väldigt intresserad av att inkludera fler skolor och universitet i uthyrning via sitt företag men menar på att det är svårt. Man måste få tag på husprefekter och andra ansvariga för byggnader och när det gäller universitet kan det bli invecklat. När det kommer till skolor har företaget haft en del friskolor som vill nyttja vakanser, men inte kommunala skolor. FL förklarar vidare att en potentiell anledning till detta kan vara att det är svårt att motivera kommuner då pengarna inte tillfaller de som gör jobbet för uthyrningen. Potentiella intäkter via uthyrda vakanser går direkt till utbildningsförvaltningen, vilket betyder att det krävs mer

tid, kostnad och energi för en specifik skola eller lärosäte för att hyra ut vakanser utan att själva se någon direkt uppsida med detta. FL tycker detta är synd för skolor och universitet hade kunnat konkurrera med många kommersiella fastigheter, det hade även agerat som en god intäkt för kommunen. FL pratar också om att det ofta går långsamt i offentlig sektor och att de långa ledtiderna bidrar till mindre intresse för både uthyrningsföretag och företag som letar platser.

FL ser utbud och efterfrågan av uthyrningsmarknaden som ständigt föränderlig. För tillfället är det ganska många som vill hyra ut sina lokaler. Företagets problematik menar FL framför allt är att nå ut till nya kunder. Vid sökning online kommer man in på de större uthyrningsföretagen som inte är inriktade på uthyrning i andrahand. När kunden väl klickat in på en hemsida kollar de sällan vidare på andra alternativ. FL ser just denna kommunikation och att nå ut till kunder om andrahandsuthyrning som ett viktigt jobb.

FL har inom företaget för tillfället inga aktörer som går under LOU som kunder. FL menar att detta inte är på grund av att företagets val, de vill sälja till kommun, men det tar stopp någonstans. Detta har varit ett bekymmer för företaget då de känner att det finns en möjlighet både för kommuner och för företaget. Plattformen finns redan för kommunerna att nyttja, i stället för att de skulle börja bygga upp ett eget system för eventuell uthyrning.

Vid fråga om skillnad i att förvalta undervisningslokaler i förhållande till andra lokaler menade FF att det inte är lokaltypen undervisningslokaler som gör att det sticker ut, utan det är kunden. Just att det är statligt/kommunalt, gör att beslut är ofta långsammare på gott och ont. FF skulle gissa att om det vore en privat aktör som bedrev verksamheten hade det skiljt sig mindre från vanliga fastigheter.

Störst behov/efterfrågan av lokaler från företagets perspektiv menar FL är arbetsplatser och enskilda rum, just när det kommer till kontorsplatser. Folk vill sitta i lugn och ro. Belägningsgraden på vissa kontor och co-working-ytor är samtidigt katastrofalt låg enligt FL.

Även FF ser positivt på att hyra ut undervisningslokaler i andra hand till företag. Dock så kommer det med vissa svårigheter då han anser att universitetet som idag hyr fastigheterna har svårt att skapa affärsmöjligheten på egen hand. FF nämner också att det i närheten av universitetet redan finns attraktiva lokaler för företag, vilket kan göra det svårt att hitta efterfrågan i det lokala fallet. Detta är något som även SL2 nämner. Vidare frågades FF om sin syn på att hyra ut delar av byggnader som inte nyttjas av lärosäten till företag. FF tyckte

detta lät superintressant och något att kolla på i framtiden. Husen är dock byggda för en verksamhet, så det kommer komma med en del svårigheter. Husen kommer behöva anpassas för denna typ av mix och gränser behöver dras. Alla hus är mest troligt inte lämpade för detta.

Att dela idéer med likasinnade är dock en fördel för företag enligt FF. Forskning som rör ett företag kommer vara attraktivt att vara i närheten av. Framtida arbetskraft och samarbeten med studenter är också en fördel. FF fortsätter att det ligger lite på universitetet att uppvakta näringslivet. Där är en del stora företag i närheten som säkert hade varit intresserade av att ha någon enhet i vissa hus för att möta arbetskraft och idéer i tidigt skede.

4.1.7 Lokalbokningsprocessen

I detta lite mindre omfattande ämne diskuterar främst schemaläggarna lokalbokningsprocessen. SL1 beskriver att deras målbild är att alla ska följa den schemalägningsprocess som finns i dagsläget. I början av processen sätts datum då underlag från lärare ska in men det blir alltid en del flyttande efter dessa deadlines. Detta kan både bero på slarv och ändringar i kurserna, sjukdomar, fler eller färre studenter, salar som inte går att använda etcetera. SL2 poängterar att även då nästa termins schema är preliminärt färdigt så är där vissa kurser som inte har utsatt kursansvariga än och att det är dessa typer av saker som tvingar fram ändringar. Huvudperioder för schemaläggning till höstens termin sker januari-maj och under hösten augusti-oktober läggs schemat till våren.

SL1 tycker att lokalbokningssystemet som används är effektivt. Det finns dock brist på andra konkurrerande program med samma funktioner. Det är ett bra program när man väl lär sig hantera det, med en del förbättringsmöjligheter menar SL1. I ett upphandlingstillfälle kollades på ett annat system, det visade sig dock inte vara i närheten av befintligt system i sin funktionalitet. SL1 spekulerar att det kanske inte kommer vara i framkant inom automatik via AI och liknande, men som det ser ut för tillfället med kopieringar, massbokningar osv fungerar programmet bra. SL2 tillägger att programmet är bra på att visa krokar i scheman i realtid vilket är väldigt användbart. Det finns även massvis med information i programmet som är användbart när man schemalägger i stället för att behöva använda tidigare, fysiska hjälpmedel eller leta på hemsidor för samma information.

Prissättningen på lokaler varierar beroende på fakultet. Husen som studeras i fallstudien är enligt SL2 baserade på en mall som sätter olika priser beroende på lokaltyp och dess storlek.

Vidare förklarar SL1 att de andra fakulteterna debiterar på olika sätt. Det kan innebära prissättning baserat på exempelvis kvm, utrustning eller liknande faktorer.

Varken SL1 eller SL2 ser någon större drivkraft för grupprum bokningsbara av studenter men ser inte några större hinder till förslaget. SL2 menade på att dennes erfarenhet av konceptet var positivt men att det kräver en del jobb. Ett digitalt system kan vara effektivt men kräver övervakning. Detta styrks av CD som nämnt vikten av tydliga digitala system där användaren enkelt hittar lediga arbetsplatser och inbyggda funktioner för att säkerställa att bokade platser faktiskt används via incheckningssystem.

4.2 Mätdata

I detta avsnitt presenteras och behandlas de relevanta resultat som erhållits via behandling av mätdata från de undersökta byggnaderna. Det är via denna undersökning som en bild av det faktiska nyttjandet av lokalerna kan skapas.

4.2.1 Fallbeskrivning

Hus A är en fastighet ämnad för undervisning och forskning vid en teknisk högskola. Det byggdes på 1960-talet och byggnaden har mellan 2019 och 2023 genomgått en omfattande renovering. Fastigheten består av en huvudbyggnad för undervisning och kontor och har sedan tre sammankopplade byggnadsdelar för laboration och forskning. Huvudbyggnaden är 6 våningar (med delvis nyttjad källare inkluderad) och de översta två våningarna är dedikerade endast till anställda vid universitetet. Undervisningslokaler inkluderar större föreläsningssalar (ca 50- 230 platser per sal), lärosalar (ca 10-40 platser), datorsalar (ca 30 platser per sal), laborationssalar (ca 25 platser) samt grupprum (ca 4-30 platser). I samband med renoveringen tillkom även två nya typer av ALC-salar med ca 85 platser/st. Trots renovering har fastigheten behållit sin ursprungliga estetik på utsidan i form av tegelfasad med jämna rader av fönster. Även i entrén har huset behållit mycket av sitt ursprungliga arkitektoniska uttryck. En av anledningarna till detta är att byggnaden är arkitektoniskt skyddad.

Hus B är snarlikt Hus A med liknande verksamhet, dock utan laborationssalar. Byggnaden är också byggd på 1960-talet och har sedan dess enbart genomgått mindre anpassningar. Byggnaden består också av 6 våningar med samma fördelning mellan våningarna.

Undervisningslokalerna i den här byggnaden är föreläsningssalar (ca 150 platser), lärosalar (ca 25-50 platser), datorsalar (ca 10-30 platser) samt några få konferensrum. Detta hus saknar till skillnad från Hus A grupprum och består huvudsakligen av övningssalar. Huset är med sin avsaknad av flyglar av mindre storlek än hus A. Ytterfasad består av tegel och jämna rader av fönster och har i stort inte ändrats sedan fastigheten byggdes. Entré och interiör har också ytskikt av tegel, precis som Hus A ingår detta i del av kulturskydd. Interiören ger med sin huvudsakliga originalutformning känslan av en äldre byggnad med bevarade klassiska inslag.

Hus X, vid separat lärosäte från övriga objekt, är i praktiken två sammanhängande byggnader som kombineras i beräkningarna för att nå ett tillfredställande urval av lokaler. I byggnaderna bedrivs liknande verksamhet som den i övriga undersökta objekt med fokus på matematisk och teknisk undervisning och forskning. De båda huskropparna byggdes på 1990-talet och har fasader av tegel. De har genomgått mindre anpassningar och moderniseringar men är båda huvudsakligen i ursprungligt utförande.

4.2.2 Data

För att mäta närvaron i de fastigheter som undersökts har mätpunkter valts ut i de rum som innefattats av studien. Rummen har sedan kategoriserats i rumstyper enligt Tabell 3. Perioden som undersöks är 2023-09-01 till 2024-05-21, klockan 8:00 till 17:00 med undantag för helger. De rum vid Lärosäte 2 som studeras presenteras också i Tabell 3 under ”Hus X”. Dessa rum är utvalda då samtliga har utrustning för personräkning. Som nämnt i avgränsningar kommer enbart mätdata från undervisningslokaler, samt andelar kommer vara i relation till undervisningsytor. Laborationssalar, korridorer och bi-tytor samt kontor kommer ej inkluderas i mätdata eller beräkningar.

Tabell 3: Antal mätpunkter och gruppindelning

Rumstyp	Antal hus A	Antal hus B	Antal hus X
Studieytor	5	5	0
Hörsal	3	0	1
Lärosal	8	13	16
Datorsal	8	3	6
Grupprum	23	0	4

4.2.2.1 Redovisning av ingående ytor

I Hus A och B finns det även rum som används för undervisning/självstudier som inte inkluderats i beräkningarna. Exkludering kan grundas i att mätdata för ytorna inte är kontinuerlig eller helt saknas. Dessa rum summeras och redovisas i Tabell 4 respektive Tabell 5, tillsammans med procentsatser som visar på hur stor andel av byggnadens totala area och total mängd arbetsplatser som blivit exkluderade.

Tabell 4: Summering av studie- eller undervisningslokaler som exkluderats, Hus A

Rumstyp	Antal platser	Area	Exkluderad andel av total area	Exkluderad andel av totala platser
Totalt	627	760	24%	34%
Studieytor	60	118	12%	14%
Hörsal	524	551	73%	75%
Lärosal	37	77	13%	13%
Datorsal	-	-	-	-
Grupprum	6	14	4%	4%

Tabell 5: Summering av studie- eller undervisningslokaler som exkluderats, Hus B

Rumstyp	Antal platser	Area	Exkluderad andel av total area	Exkluderad andel av totala platser
Totalt	704	1020	42%	55%
Studieytor	140	374	47%	61%
Hörsal	444	399	100%	100%
Lärosal	30	75	8%	7%
Datorsal	90	172	50%	50%
Grupprum	-	-	-	-

Alla de rum och ytor som återstår i Hus A och Hus B presenteras nedan i Tabell 6 och Tabell 7, med fördelning av area och studieplatser per rumstyp. De inkluderade ytorna utgör för Hus A 76% av den totala arean och 66% av de totala studieplatserna. För Hus B är det 58% respektive 45%. Vidare kommer endast de inkluderade ytorna att användas i beräkningar.

Tabell 6: Sammanställning av inkluderade rum och ytor, Hus A

Rumstyp	Area summa	Area andel av inkluderade ytor	Studieplatser summa	Studieplatser andel av inkluderade ytor
Studieytor	880	37%	370	31%
Hörsal	200	8%	177	15%
Lärosal	530	22%	248	21%
Datorsal	436	18%	264	22%
Grupprum	337	14%	146	12%

Tabell 7: Sammanställning av inkluderade rum och ytor, Hus B

Rumstyp	Area Summa	Area andel av inkluderade ytor	Studieplatser summa	Studieplatser andel av inkluderade ytor
Studieytor	421	30%	89	16%
Hörsal	-	-	-	
Lärosal	821	58%	390	69%
Datorsal	171	12%	90	16%
Grupprum	-	-		

I Hus X har endast rum med personräkning inkluderats och utav dessa har två rum uteslutits då mätdata antogs vara felaktig (i två datorsalar hade kontinuerligt negativt antal personer registrerats). I

Tabell 8 redovisas omfattningen av de inkluderade rummen.

Tabell 8: Sammanställning av inkluderade rum och ytor, Hus X

Rumstyp	Area Summa	Area andel av inkluderade ytor	Studieplatser summa	Studieplatser andel av inkluderade ytor
Studieytor	-	-	-	-
Hörsal	163	9%	137	15%
Lärosal	1098	61%	586	65%

Datorsal	401	22%	107	12%
Grupprum	152	8%	68	8%

4.2.2.2 Uppmätt registrerad närvaro PIR-mätare

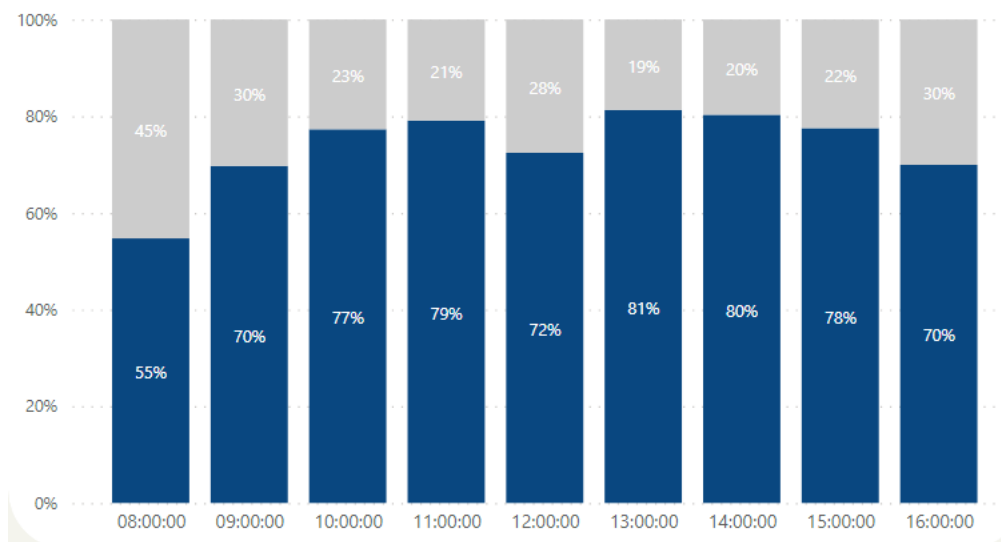
I Tabell 9 redovisas den genomsnittliga, registrerade närvaron som PIR-mätare registrerat i husen mellan 8:00 och 17:00, mån-fre, 2023-09-01 till 2024-05-21. Varje timme delas in i 6 tiominutersperioder och för att en timme ska räknas som aktiv krävs att närvaro registrerats under minst 4 av dessa 6 perioder för att minska felaktiga mätresultat. Detta är alltså närvaro som inte är reglerad för antal personer utan anger endast att minst en person varit i rummet.

Tabell 9: Registrerad närvaro per hus och grupp, hela perioden

Rumstyp	Registrerad närvaro, Hus A	Registrerad närvaro, Hus B	Registrerad närvaro, Hus X
Alla	74%	58%	45%
Studieytor	83 %	69%	-
Hörsal	21 %	-	45%
Lärosal	52, %	54 %	42%
Datorsal	77 %	59 %	57%
Grupprum	85 %	-	40%

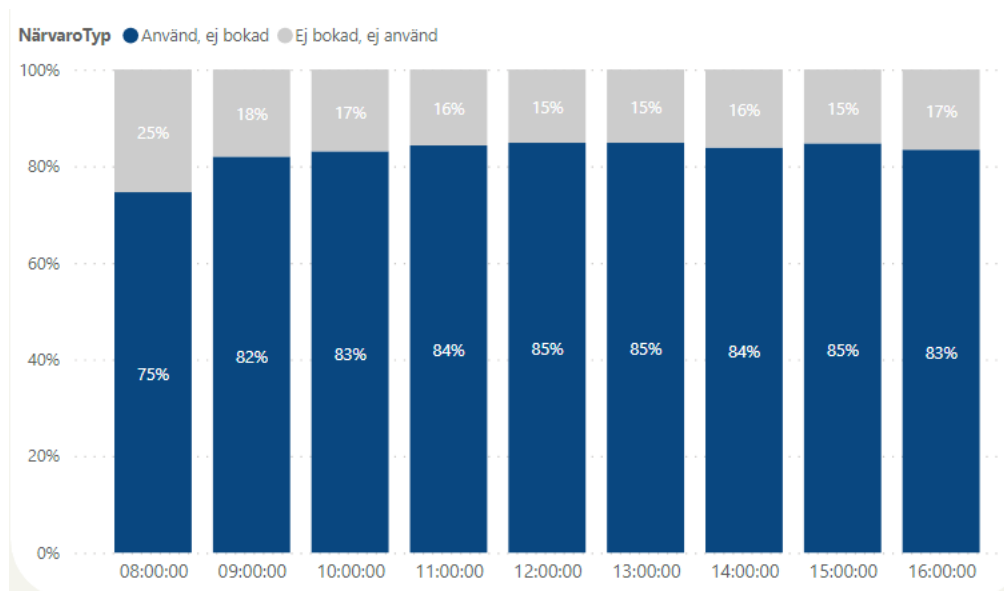
Nedan i Figur 4 till Figur 14 redovisas den med PIR-sensorer uppmätta närvaron för respektive rumstyp över en genomsnittlig dag. Här kan användandet av lokalerna utläsas i tidssteg av hela timmar. Det ger en djupare förståelse för hur beläggningen utvecklas över en arbetsdag och tydliggör vilka lokaltyper som tycks ha en över- eller underkapacitet. Även om tidsintervallet är begränsat till kontorstider kan även antaganden om hur nyttjandet ser ut utanför dessa tider göras då vissa lokaltyper har högt användande även i intervallets utkanter. För Hus X finns endast en sammanställning för samtliga rumstyper kombinerat.

Det första diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i alla rumstyper för hus A (Figur 4). Diagrammet visar att ju närmre lunch desto högre närvarograd, ca 80%, med något lägre kl 9-10 och kl 16 (70%) och allra lägst kl 8 med 55% närvarograd.



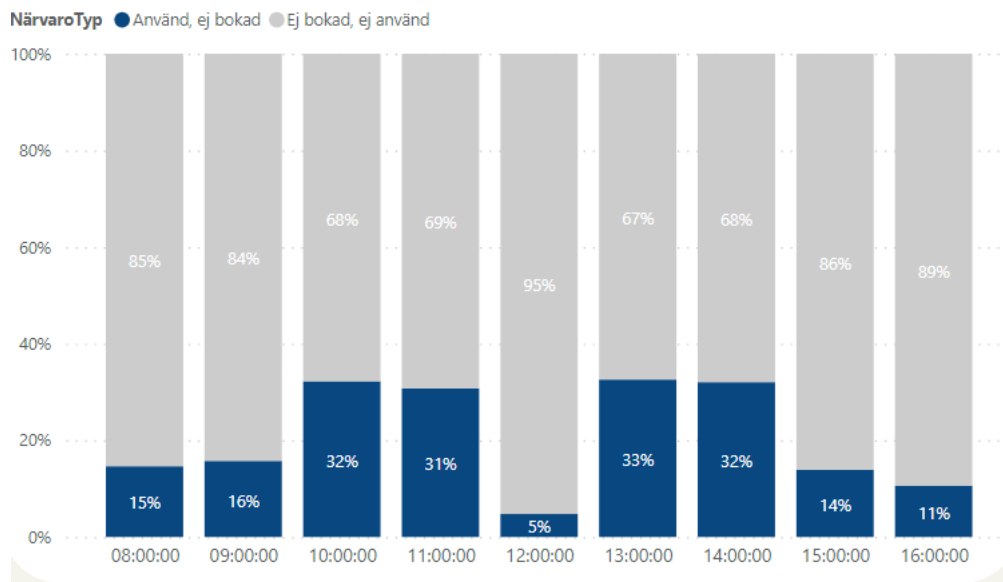
Figur 4: Genomsnittlig närvaro, alla rumstyper, Hus A

Det andra diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro för studieytor för hus A (Figur 5). Diagrammet visar en relativt jämn användning under hela dagen, med något lägre i början av dagen mellan kl 8-9 (75%).



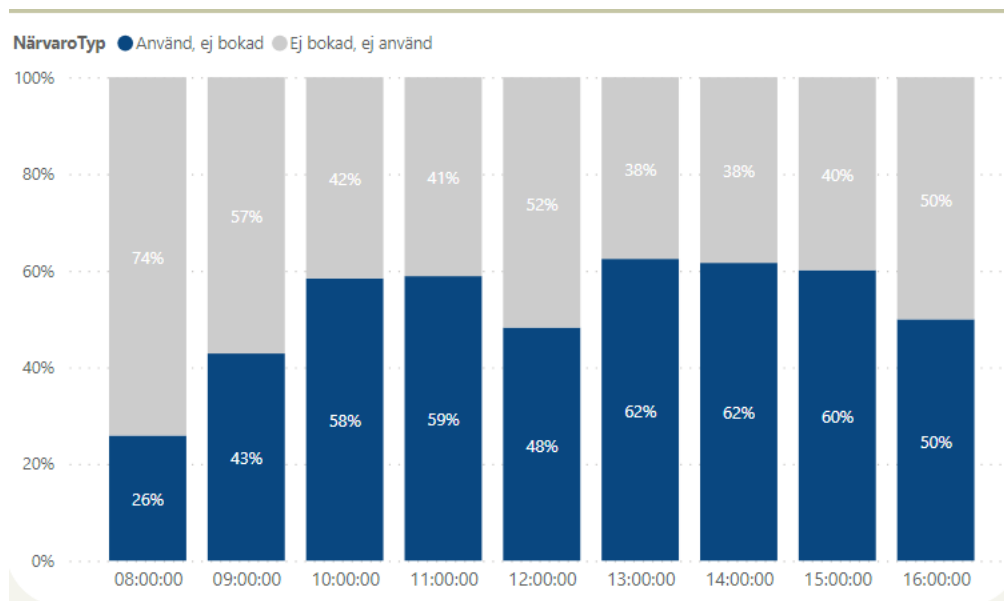
Figur 5: Studieytor, Hus A

Det tredje diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i hörsalar för hus A (Figur 6). Diagrammet visar väldigt låg närvaro i början och slutet av arbetsdagen, ca 15% kl 8-10 och ca 12-13% kl 15-17. Allra lägst är det över lunch med 5% närvaro mellan kl 12-13.



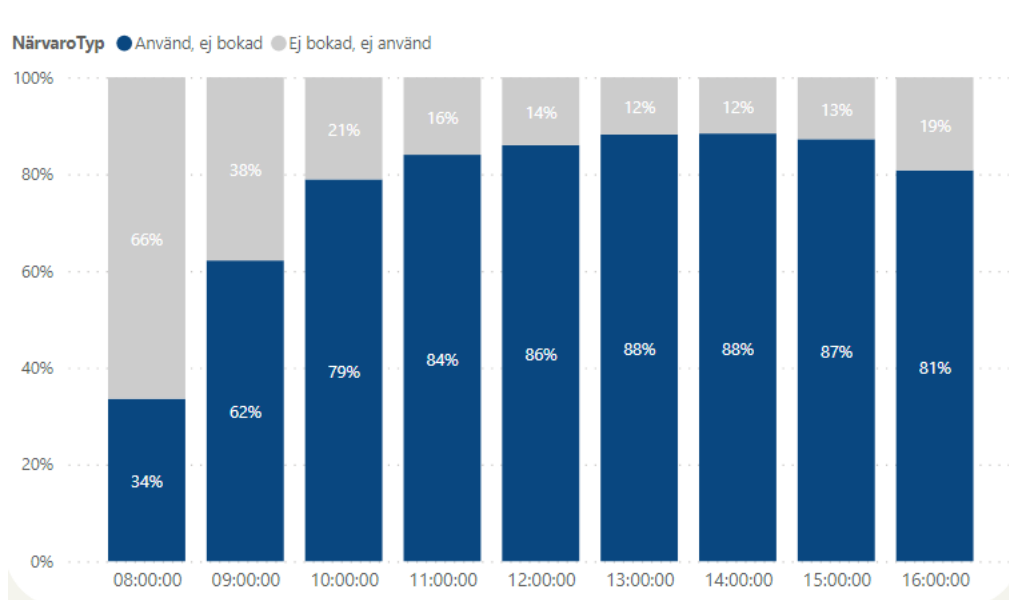
Figur 6: Hörsalar, Hus A

Det fjärde diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i lärosalar för hus A (Figur 7). Diagrammet visar låg närvaro på morgonen kl 8-9 (26%), där högst närvaro är mellan kl 10-15 (ca 60%) med undantag för lunchen.



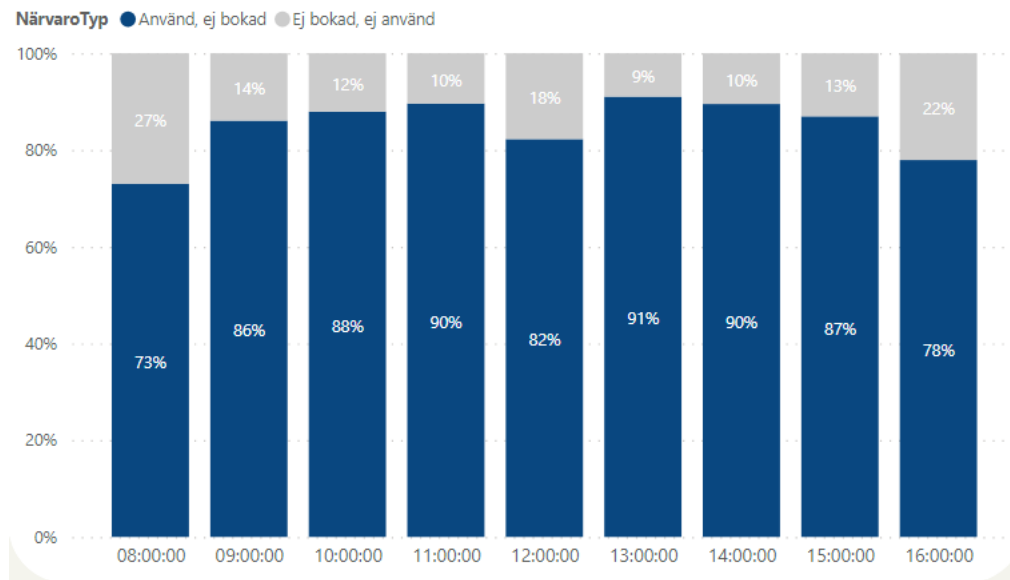
Figur 7: Lärosalar, Hus A

Det femte diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i datorsalar för hus A (Figur 8). Diagrammet visar låg närvaro på morgonen kl 8-9 (34%), under förmiddagen sker en upptrappning av närvaro och mellan kl 10-17 är närvaron jämnt hög (ca 86%).



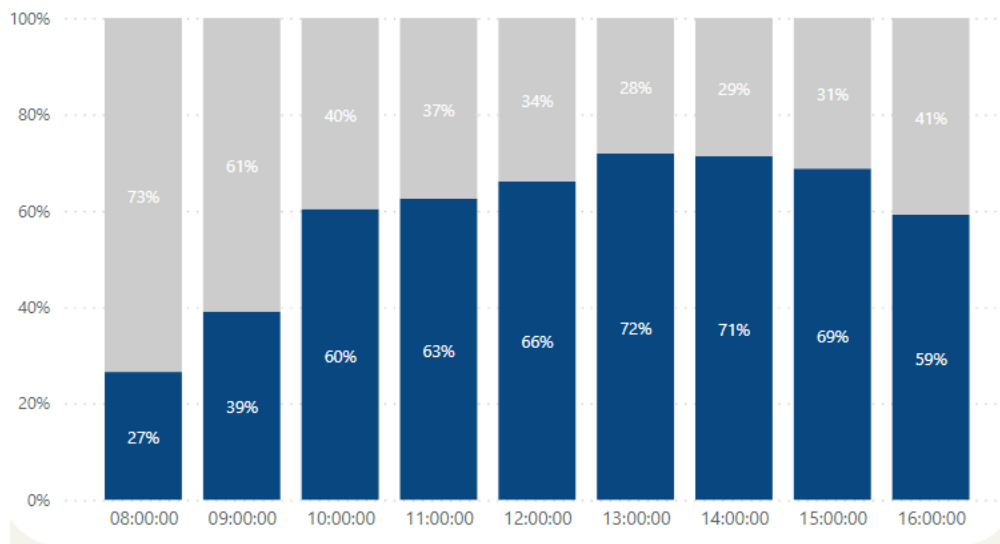
Figur 8: Datorsalar, Hus A

Det sjätte diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i grupprum för hus A (Figur 9). Diagrammet visar generellt en hög närvaro under hela dagen, med något lägre på morgonen, lunchen och i slutet av dagen.



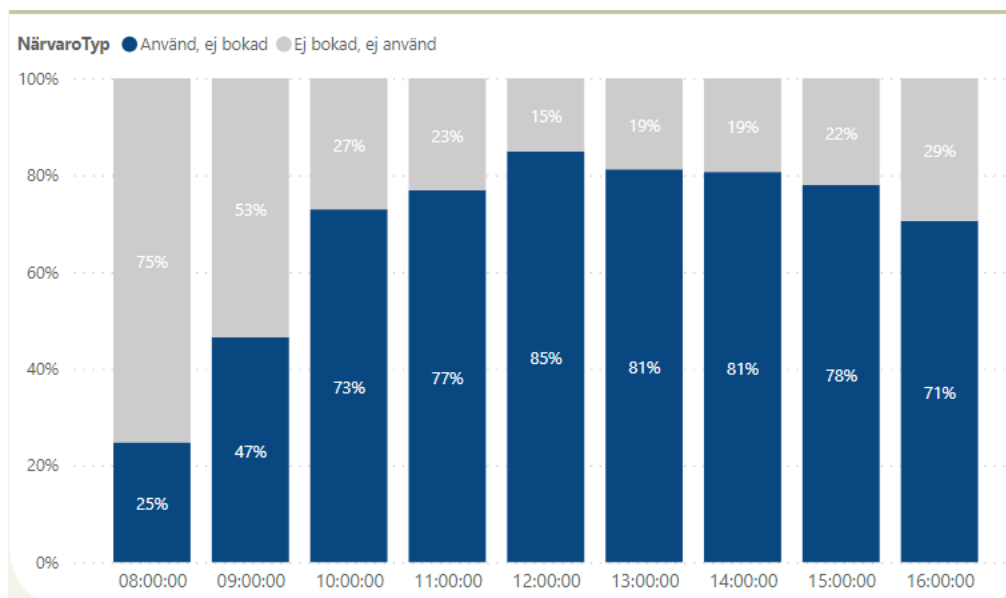
Figur 9: Grupprum, Hus A

Det sjunde diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i alla rumstyper för hus B (Figur 10). Diagrammet visar låg närvaro på morgonen kl 8-9 (27%) med en stadig ökning under dagen, som sedan trappas av något på eftermiddagen.



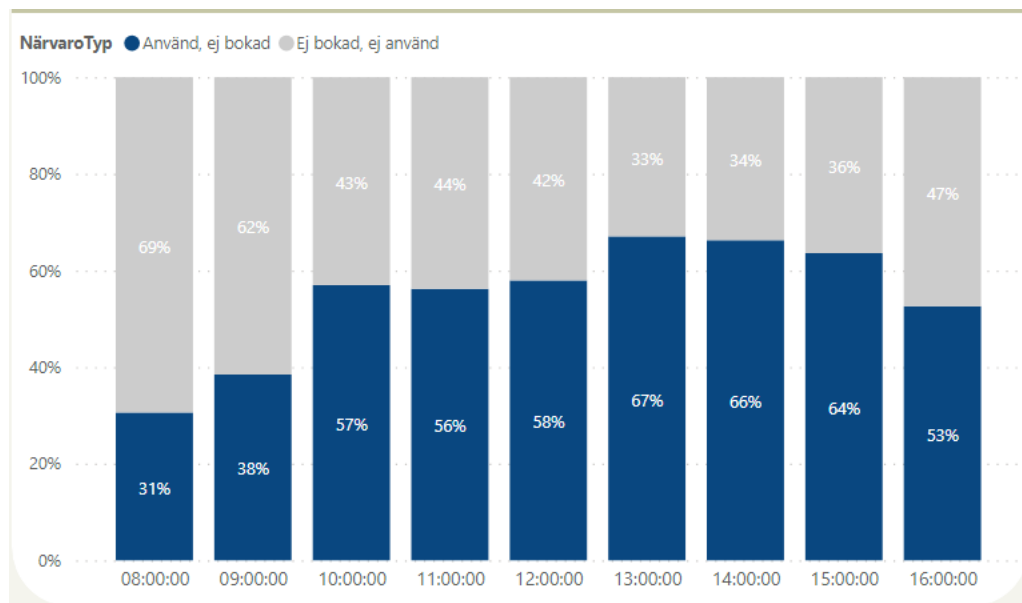
Figur 10: Genomsnittlig närvaro, alla rumstyper, Hus B

Det åttonde diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro för studieytor för hus B (Figur 11). Diagrammet visar låg närvaro på morgonen kl 8-9 (25%) med en stadig ökning under dagen, högst vid lunch kl 12-13 (85%) med en liten minskning under eftermiddagen.



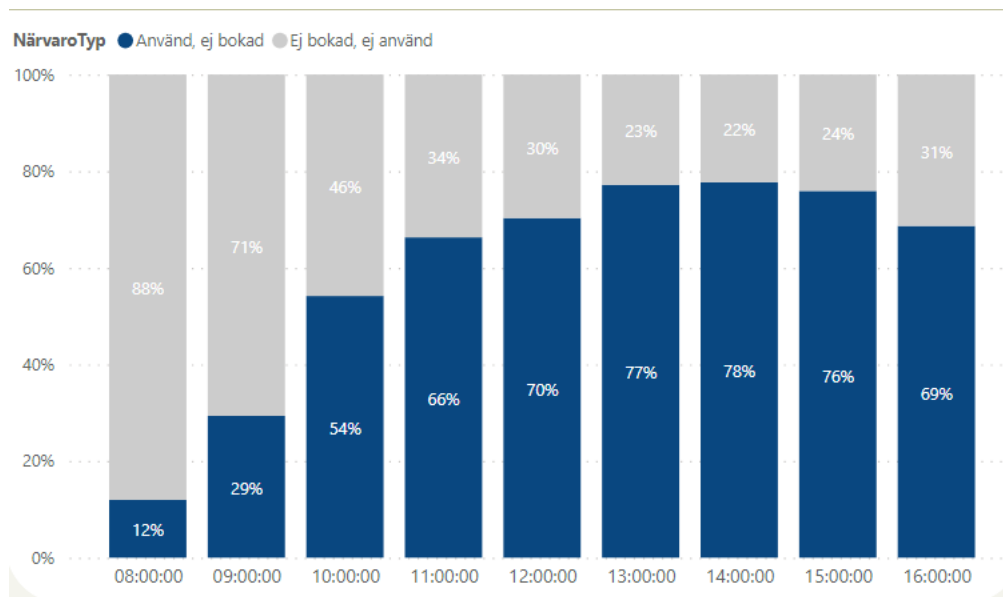
Figur 11: Studieytor, Hus B

Det nionde diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i lärosalar för hus B (Figur 12). Diagrammet visar låg närvaro på förmiddagen, kl 8-9 (31%) och kl 9-10 (38%). Resterande dagen har en jämn närvaro, med något högre på eftermiddagen kl 13-15 (ca 66%).



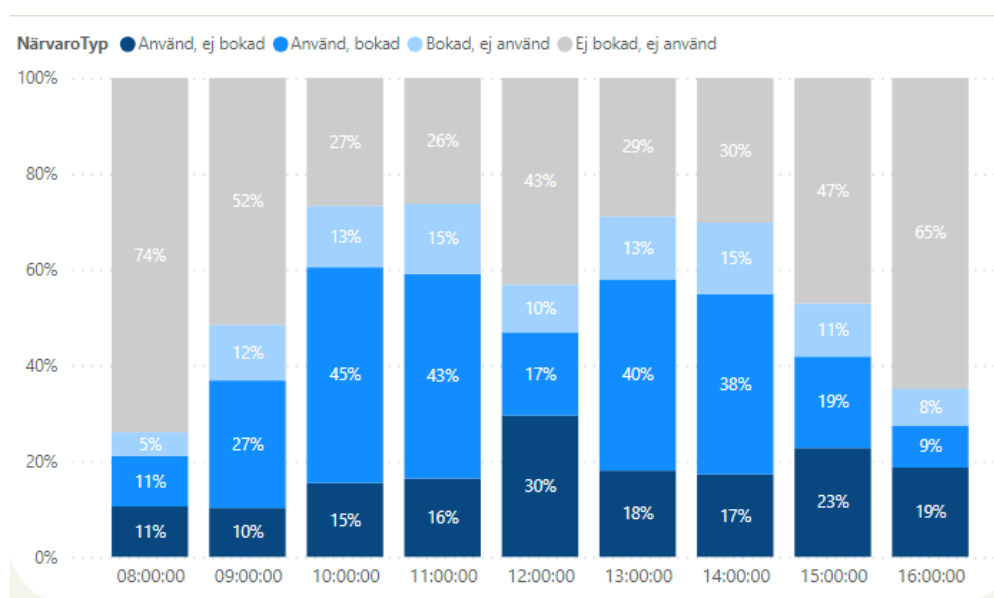
Figur 12: Lärosalar, Hus B

Det tionde diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i datorsalar för hus B (Figur 13). Diagrammet visar väldigt låg närvaro på morgonen kl 8-9 (12%), en stadig ökning fram tills efter lunch och högst under eftermiddagen kl 13-15 (ca 77%).



Figur 13: Datorsalar, Hus B

Det andra diagrammet redovisar genomsnittlig närvaro i alla rumstyper för hus X (Figur 14). I detta diagram visas ytterligare en aspekt av närvaro i form av ifall salen är bokad eller ej. Även här visas en låg närvaro kl 8-9 (22%) samt på sen eftermiddag kl 16-17 (28%). Högst närvaro mellan kl 10-15 med ett litet undantag för lunch.



Figur 14: Genomsnittlig närvaro, alla rumstyper, Hus X

4.2.2.3 Uppmätt registrerad närvaro ToF-mätare

I Tabell 10 presenteras den data som framställts från utrustning för personräkning i Hus X. Här visas genomsnittligt antal personer i rummet under en timme samt hur stor andel av arbetsplatserna som genomsnittligt används för respektive rumstyp.

Tabell 10: Sammanställning av data för personräkning, Hus X

Rumstyp	Person/(rum · h)	Person/(plats · h)
Totalt	106	12 %
Studieytor	-	-
Hörsal	17	13%
Lärosal	4	11%
Datorsal	3	15%
Grupprum	2	11%

4.2.2.4 Energianvändning undersökta byggnader

Energianvändningen de senaste 12 månaderna i byggnaderna som studerats kommer vid senare analys att användas för att beräkna nyckeltal och presenteras här:

Hus A - 150 kWh/BRA

Hus B - 142 kWh/BRA

Hus X - 131 kWh/BRA

4.3 Enkät

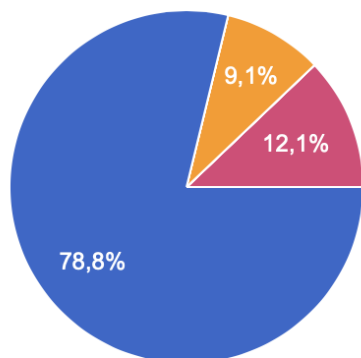
För att samla in kvalitativ data avseende upplevda egenskaper i de undersökta husen har enkäter använts. Genom att få in åsikter från studenter som slutanvändare av Hus A och Hus B är det i studien möjligt att värdera upplevd nyttjandegrad mot faktisk uppmätt nyttjandegrad från data, dels för att få en uppfattning om vad studenter värderar för typ av lokaler, dels för att identifiera vilka aspekter av dessa lokaler de lägger högt värde i.

Enkätens utförande gör att svar på de viktiga frågorna samlas men samtidigt går snabbt att besvara. Detta gjordes för att uppmuntra fler svar men också undvika att intresset faller efter för många frågor. Det skapades två enkäter med titlarna "Hus A" och "Hus B" där respektive enkät delades ut i tillhörande hus. Studenter tillfrågades på plats under en dag om medverkande. Affischering med QR-koder på anslagstavlor gjordes också i de båda husen under två veckors period. För "Hus A" samlades 33 svar in och för "Hus B" samlades 25 svar.

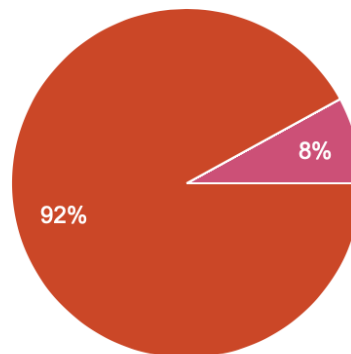
De sex frågorna med resultat presenteras nedan:

- **Fråga 1:** *"I vilket hus spenderar du majoriteten av din studietid?"*

Denna frågas syfte är att kontrollera urvalsgruppen och validera värdet av svaren från respondenterna. I första hand kommer det fokuseras på åsikter och svar från de som spenderar majoriteten av sin tid i respektive hus. Detta ger också möjlighet att se om utbudet i husen påverkar efterfrågan på lokaler och egenskaper hos studieplatser. Svaret är av flervalsalternativ mellan husen på campus samt alternativet "annan studieplats på campus". Majoriteten av spenderad tid för de två husen redovisas i Figur 15 och Figur 16.



Figur 15: Fråga 1, Hus A



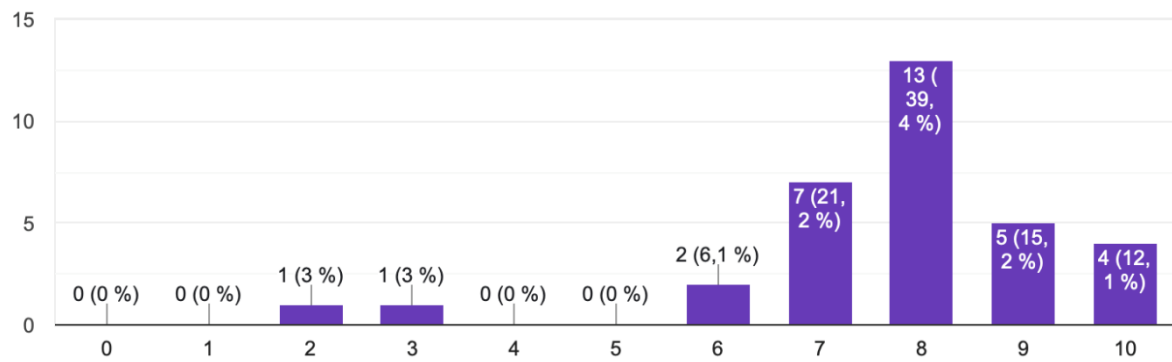
Figur 16: Fråga 1, Hus B

Blå: Hus A Röd: Hus B Gul: Annat närliggande hus

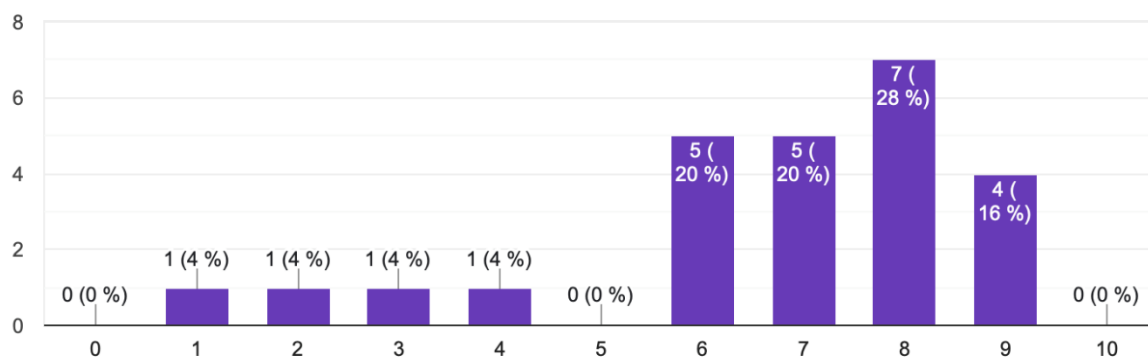
Rosa: Annan studieplats på campus

- **Fråga 2:** "Under en vanlig arbetsdag, på en skala 0–10, hur svårt är det att hitta studieplats för egna studier i huset? (0 representerar tom byggnad, 10 representerar full byggnad)"

Här mäts den upplevda nyttjandegraden av huset på en självstudienivå. Frågan formulerades på detta vis då det för en student är svårt att uppskatta beläggningen av resterande byggnad för schemalagda aktiviteter. Resultatet visar alltså inte en fullständig bild av upplevd nyttjandegrad men ger ett resultat som effektivt återspeglar upplevelsen av de miljöer där studenter främst befinner sig. I Figur 17 presenteras studenters upplevelse om svårighet att hitta studieplats i Hus A, i Figur 18 visas samma resultat men för Hus B. I stapeldiagrammet anges antal svarande (heltal) samt procentuell andel av totalt andel svarande (procent).



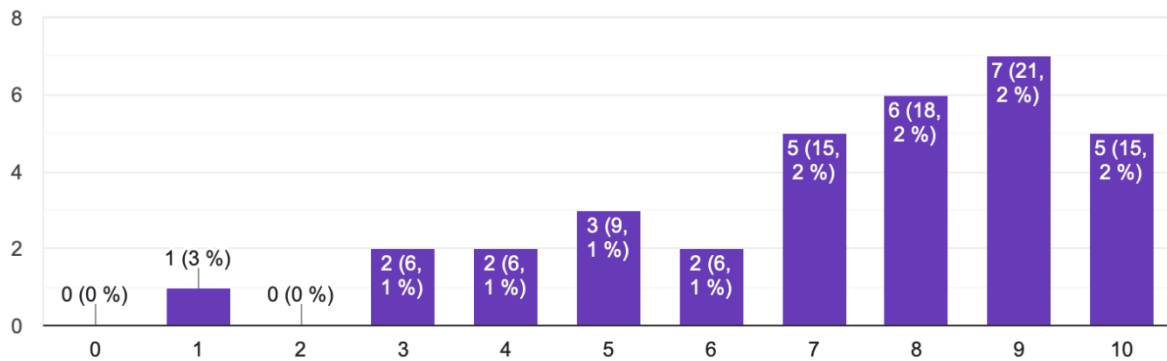
Figur 17: Fråga 2, Hus A



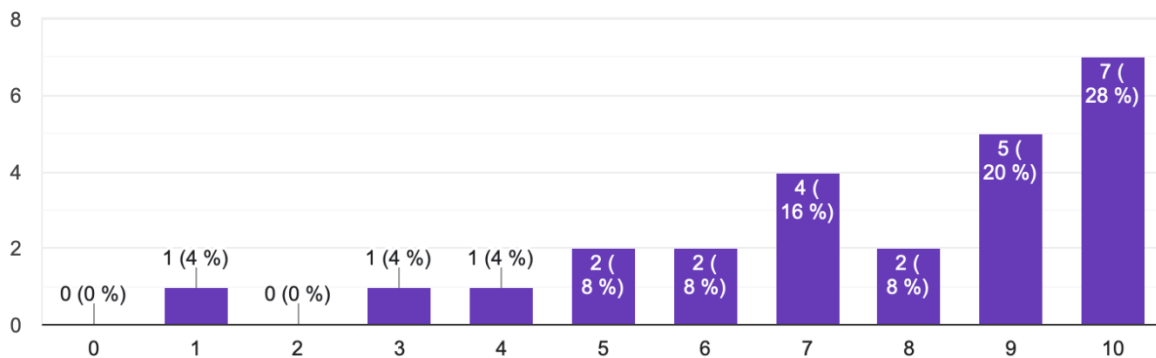
Figur 18: Fråga 2, Hus B

- **Fråga 3:** "På en skala 0–10, hur stor del av din totala studietid är du i skolan?"

Frågan ställs för att få en helhetsuppfattning men också för att se om enskilda svar som sticker ut även svarar annorlunda på andra frågor då de studenter som spenderar mindre tid i skolan kan ha sämre uppfattning om beläggning. I Figur 19 för Hus A och Figur 20 för Hus B presenteras hur stor andel av studenters studietid de uppskattar att de spenderar i skolan.



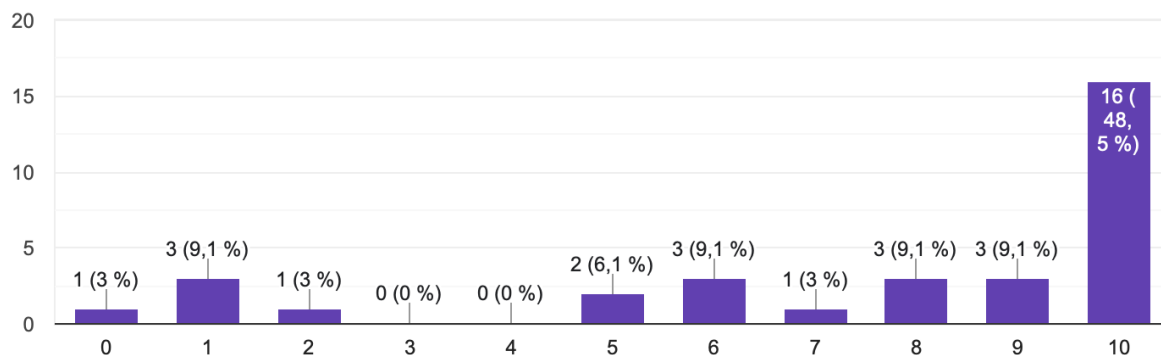
Figur 19: Fråga 3, Hus A



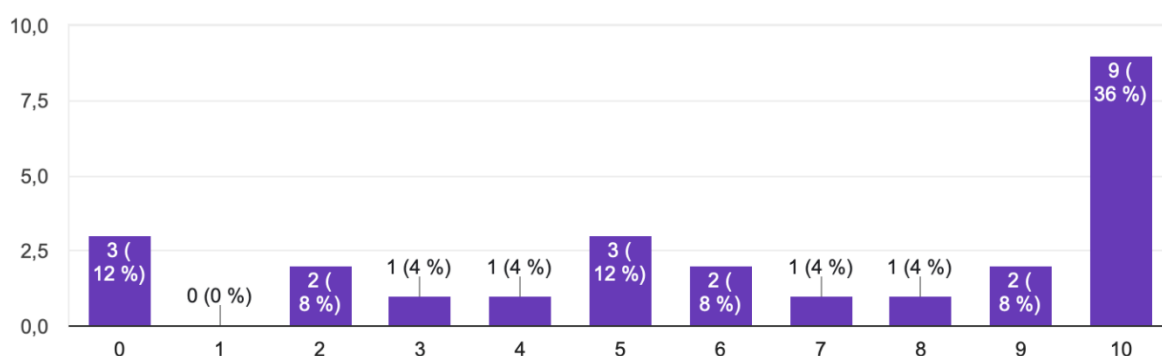
Figur 20: Fråga 3, Hus B

- **Fråga 4:** "Hur stor är sannolikheten att du hade spenderat en större del av tiden på plats om det vore lättare att hitta en bra studieplats?"

Frågan ger en uppfattning huruvida antal och kvalitet på studieplatser kommer påverka studenters närvaro. Eftersom urvalet är studenter som redan befinner sig på plats i husen kommer det även indikera på i vilken utsträckning det finns studenter som hade varit på plats vid andra förutsättningar. Uppskattade sannolikheten att ha spenderat en större andel av tiden på plats presenteras i Figur 21 för Hus A och Figur 22 för Hus B.



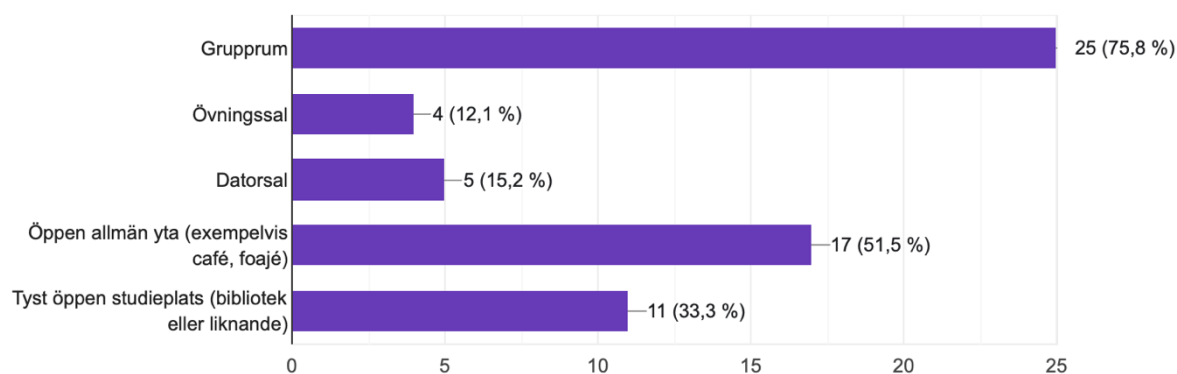
Figur 21: Fråga 4, Hus A



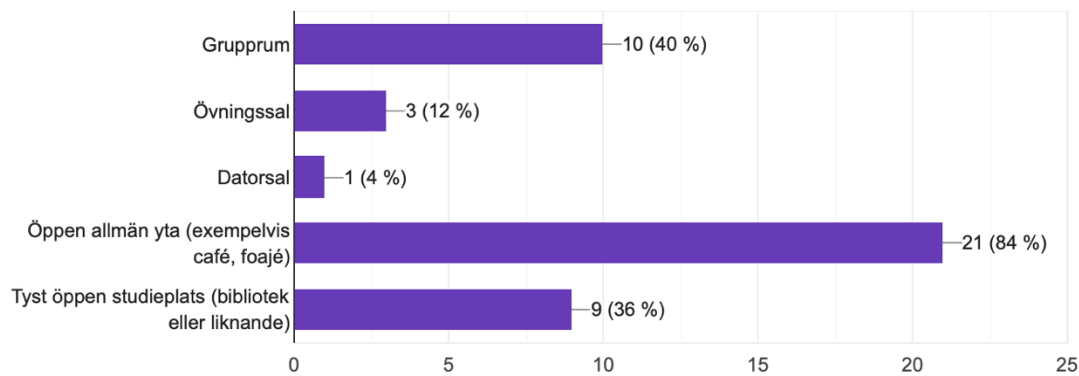
Figur 22: Fråga 4, Hus B

- **Fråga 5:** "Vilken typ av lokal studerar du helst i?"

Frågan ämnar hitta föredragen typ av lokal för studier. Detta kan sedan jämföras mot lokalfördelningen som för tillfället finns i byggnaderna. Denna fråga tillåter flera svarsalternativ. Föredragna lokal typer presenteras i Figur 23 för Hus A och Figur 24 för Hus B.



Figur 23: Fråga 5, Hus A



Figur 24: Fråga 5, Hus B

- **Fråga 6** (Icke-obligatorisk): ”Vilka kvaliteter värderar du i en studieplats? (Ljudnivå, estetik, äldre eller nyare lokaler, tillgång till café, etc.)”

Frågan ger möjlighet att förstå varför en typ av lokal kan vara mer eller mindre attraktiv än en annan ur användarens perspektiv. I förlängning ger det även möjligheten att analysera varför vissa rum eller ytor sticker ut i statistiken. Antal som svarade var 24 av 33 för Hus A och 21 av 25 för Hus B.

Nedan redovisas de ämnen som oftast nämns i svaren (i fallande ordning):

- Ljudnivå
- Belysning/ljus
- Service (café/mikrovågsugn/toaletter/pausaktiviteter)
- Utrymme
- Eluttag
- Ergonomi
- Rörelse (antal personer som passerar)
- Temperatur/luftkvalitet
- Estetik
- Renlighet
- Möjlighet för samtal och grupparbete

5. Analys

I detta avsnitt kommer informationen som hitintills samlats in att analyseras djupare. Genom att sammanställa information från intervjuerna, enkäterna och datainsamlingen och dra kopplingar till teorin med grund i de forskningsfrågor som arbetet baseras på kommer en helhetsbild av resultatet att ges.

5.2.1 Nyttjandegrad

När det kommer till frågan om vad en optimal nyttjandegrad i lokaler för undervisning (eller liknande verksamhet) så hamnar svaren från intervjuerna på en procentuell nyttjandegrad mellan 70% och 80%. Detta avser ordinarie arbetstider men om det är 70–80% av arbetsplatser eller av rum i sin helhet framgår inte. Samtliga respondenter nämner även den bristande rimligheten i för höga nyttjandegrader, delvis i ett pragmatiskt perspektiv med krockar och oförutsägbara ändringar och delvis i ett socialt perspektiv med värde för brukare. När mätdata analyseras framgår att den faktiska nyttjandegraden tycks vara betydligt mycket lägre. Vid mätning med PIR-sensorer i husen uppmäts en närvaro på i genomsnitt 59% av tiden under en arbetsdag. Vid analys av antal personer i rummen visar sig nyttjandegraden vara 12% av arbetsplatserna under samma tidsintervall.

5.2.1.1 Effektivt användande av byggnader - yteffektivitet

Det finns många sätt att räkna på nyttjandegrad och effektiviteten av användningen i fastigheter och enligt teorin som presenterats i avsnitt 3.2 kan man utläsa att beräkning av relevanta nyckeltal kan baseras i ett flertal enheter, relevanta för fastighetsförvaltning.

Ett viktigt nyckeltal är yteffektivitet (Houvila, et al., 2017). Enheten m^2/person används då för att bedöma byggnadens eller en rumstyps yteffektivitet via ytan en person använder i en lokal. Detta tal kommer ge möjlighet att jämföra de olika objekten ur ett areaperspektiv. Noterbart är att i arbetet räknas det inte på hela byggnadens ytor, utan endast de som används för undervisning och självstudier.

I Tabell 11, presenteras data baserat på uppmätta värden i de tre hus som ingår i denna studie. I tabellen redovisas hur många kvadratmeter som i genomsnitt används per arbetsplats för samtliga rumstyper i respektive hus, dimensionerad area per arbetsplats. Detta är ett mått på yteffektiviteten för respektive byggnad.

Tabell 11: Yteffektivitet m²/arbetsplats

Hus	Totalt (m ² /plats)	Studieytor	Hörsalar	Lärosal	Datorsal	Grupprum
A	1,98	2,38	1,13	2,14	1,65	2,30
B	2,49	4,73	-	2,11	1,90	-
X	2,02	-	1,19	1,87	3,75	2,23

Från dessa tal går det att se att ur ett yteffektivitetsperspektiv är hörsalar mest effektiva. Resterande ytor har relativt lika värden med ett fåtal siffror som sticker ut. Studieytor i Hus B har stor yta per person enligt Tabell 11. Vid platsbesök och undersökning av de inkluderade ytorna framkommer att delar av dessa ytor fungerar som "väntrum" utanför lärosalar med få studieplatser, vilket kan förklara en del av det höga yteffektivitetsvärdet. För datorsalar i hus X fanns under arbetet ingen möjlighet för platsbesök, däremot kan det göras ett antagande om att detta reflekterar dimensionerad plats per dator. I Hus A och B är det känt att det är dimensionerat för två personer per dator, då Hus X har i princip dubbelt så stort nyckeltal kan det vara så att de dimensionerar en dator per person. Om avvikande siffror från datorsal ignoreras kommer lägsta effektivitet framför allt att vara i grupprum och studieytor. Båda dessa platstyper är i stort ämnade för självstudier.

5.2.1.2 Kombination yteffektivitet och uppmätt närvaro

När informationen som inhämtats från närvarosensorer i husen kombineras med till yteffektiviteten kan vidare uppskattas hur effektivt nyttjandet av arbetsplatserna och kvadratmeterna som de använder i byggnaderna är. Procentsatserna avseende registrerad närvaro per hus och grupp, hela perioden presenteras i Tabell 9. När yteffektiviteten i m² per arbetsplats (se värden från Tabell 11) divideras med den registrerade närvaron erhålls ett nyckeltal som visar på hur väl en typ av arbetsplats nyttjas i förhållande till sin storlek (kvadratmeter per persontimme), se Tabell 12. Ett lågt värde visar på att en större del av kvadratmeterna i rumstypen nyttjas i praktiken.

Räkneexempel för resultat i Tabell 12: Om ett rum på 10 m² som är dimensionerat för 5 personer kommer detta rum att ha den dimensionerade yteffektiviteten 2 m²/person. Ifall detta rum då används under en dag med en uppmätt nyttjandegrad på 50 % (vid PIR antas rummet

användas till fullo då det inte finns personräkning) kommer det att visa det faktiska nyttjandet av ytan under en tidsperiod presenterat som yta per tidsenhet:

$$\frac{2}{0,5} = 4m^2/\text{persontimme}.$$

Tabell 12: Yteffektivitet $m^2/\text{persontimme}$, med hänsyn till närvaro

Hus	Totalt	Studieytor	Hörsalar	Lärosal	Datorsal	Grupprum
A	2,69	2,87	5,43	4,11	2,15	2,71
B	4,26	6,91	-	3,88	3,21	-
X	4,47	-	2,67	4,46	6,54	5,57

Noterbart är att detta är baserat på mätningar från PIR-sensorer och därför tar inte procentsatserna i Tabell 9 hänsyn till antal personer som nyttjat rummet.

5.2.1.3 Nyckeltal vid personräkning

Med hjälp av informationen som inhämtats från utrustningen för personräkning vid Lärosäte 2, Hus X (Tabell 10), kan ytterligare nyckeltal beräknas. I stället för att likt ovan, basera nyckeltalet på antaganden om fullt nyttjade rum kan nyckeltal beräknas med personräkning inkluderat. Det kommer följa samma beräkningsgång som ovan, vad som skiljer sig är att nyttjandegraden är lägre då personräkning inkluderas. Detta kommer synliggöras i Tabell 13 i form av lägre yteffektivitet.

Tabell 13: Yteffektivitet $m^2/\text{persontimme}$, baserat på antal personer

Hus	Totalt	Studieytor	Hörsalar	Lärosal	Datorsal	Grupprum
X	17,04	-	9,42	18,21	24,46	19,44

Här, vid noggrannare mätning, framgår att nyttjandegraden av yta är betydligt lägre. Då denna mätdata saknas vid Lärosäte 1 kan det endast antas att liknande resultat hade framkommit där. Det är också intressant att hörsalar blir den mest effektiva lokaltypen vid dessa beräkningar, samtidigt som den är minst effektiv enligt data för Hus A. Redan vid PIR-mätningarna syns dock att närvaron i hörsalar i Hus X är ca dubbelt så hög som i Hus A (45% respektive 21%) vilket tyder på skillnader i schemaläggning då dessa lokaler är låsta för studenter utanför föreläsningstider.

5.2.1.4 Energianvändning och yteffektivitet

Enligt Dooley (2011) kommer ett givande nyckeltal för att visa energianvändning vara Wh/m²h. Här kombineras den nyttjade energin med hur mycket en areaenhet (i vårt fall arean för arbetsplatser) används i persontimmar under ett år. Även här kommer data från Hus X ge en bättre uppskattning då beräkningen av persontimmar bättre återspeglar verkligt nyttjande av platser och i förlängningen persontimmar. Beräkningarna görs genom att dividera husens årliga kWh/BRA med antal timmar per år (8760 timmar), multiplicera med respektive arbetsplats genomsnittliga storlek och sedan dividera med nyttjandegraden (andel timmar som platsen används av en person):

$$\frac{\frac{kWh/BRA}{8760} \cdot m^2_{arbetsplats}}{Nyttjandegrad\ andel}$$

Tankegången är att via en framtagna energianvändning per area·timme kunna multiplicera detta med snittarean för en arbetsplats i en specifik rumstyp för att få just denna rumstyps energianvändning per timme och arbetsplats. Vidare följer beräkningen samma tankesätt som vid yteffektivitetsberäkningarna i form av att denna energianvändning divideras med nyttjandet av de olika rumstyperna och därmed få fram hur väl energianvändningen faktiskt nyttjas.

Detta nyckeltal kan användas för att visa på att även då en byggnad är energieffektiv i sin utformning, påverkar även nyttjandegraden den faktiska effektiviteten.

Exempel: Antag att exempelhus 1 använder 150 kWh/BRA och har en snittnyttjandegrad på 80%, medan exempelhus 2 använder 50 kWh/BRA och har en snittnyttjandegrad på 10%, husen är identiska i övrigt (m² arbetsplats = 1 för enkelhet i beräkningar).

Husen kommer då få en effektiv energianvändning per nyttjad arbetsplats enligt:

$$\text{Exempelhus 1: } \frac{\frac{150\,000}{8760}}{0,8} = 21,4\, W/\text{persontimme}.$$

$$\text{Exempelhus 2: } \frac{\frac{50\,000}{8760}}{0,1} = 57,1\, W/\text{persontimme}$$

Detta påvisar att hur mycket en byggnad används är en viktig faktor för energieffektivitet.

Resultatet för energieffektiviteten i de tre byggnaderna som studerats i denna studie redovisas i Tabell 14:

Tabell 14: Effektiv energianvändning per nyttjad arbetsplats [W/persontimme]

	<i>Hus</i>	<i>Totalt</i>	<i>Studieytor</i>	<i>Hörsalar</i>	<i>Lärosal</i>	<i>Datorsal</i>	<i>Grupprum</i>
	A	46	49	93	70	37	46
	B	69	111	-	63	52	-
	X (PIR)	67	-	40	67	98	83
	X (Personräkning)	267	-	139	273	366	291

Noterbart är att energistatistiken är för hela byggnaderna och inte exklusivt studie- och undervisningsytor. Det finns därför en mängd aspekter som påverkar nyckeltalet för en byggnad och det går inte att direkt jämföra en byggnads nyckeltal mot en annan. Det kan dock vara en god grund för att jämföra hus med liknande egenskaper vid bedömning av arbetsplatsernas energieffektivitet i förhållande till hur mycket de används.

5.2.2 Mätmetoder

Ett annat ämne som återkommer både i intervjuerna och datainsamlingen är problemen och möjligheterna med att mäta användningen på ett bra sätt. Att det inte tycks finnas någon branschstandard för mätmetoder, beräkning av nyckeltal eller framtagande av KPI:er framgår i samtliga intervjuer. FL anger att nyttjandegraden i kontor är 10% och 16% i skolor, vilket också är relativt nära det 12% nyttjandet av arbetsplatser som mätts upp i Hus X. Om samma procentsats skulle beräknas av en annan aktör med egna intressen så skulle siffran troligtvis variera, även om båda aktörer kan ha rätt i sak. Detta visas även tydligt när 59% är den uppmätta genomsnittliga nyttjandegraden för samtliga undersökta hus när man endast tar hänsyn till om ett rum nyttjas eller ej. Från litteraturstudien framgick att vid undersökningar av en grundskola 2010 visas att beläggningen i två klassrum var 35% respektive 46% under en vecka. Även ett grupprum testades och där uppmättes 17% beläggning (Larsson, et al., 2011). Detta är en annan typ av undervisningslokaler och därför kan procentsatserna skilja men även avgränsningar och metoder spelar in. Mätmetoden som användes i studien tar inte hänsyn till antal personer i rummen och det tydliggörs inte mellan vilka tider mätningar görs utan endast att det är under skoltid.

Vikten av att faktiskt mäta och behandla informationen nämns av samtliga respondenter men att bestämma vilka avgränsningar och metoder som ska användas är besvärligt då det inte finns ett entydigt sätt att mäta nyttjandegrad. Detta framgick i undersökningen av mätdata och genom intervjuerna med fastighetsförvaltaren då urvalet av rum att undersöka påverkar resultatet. Urvalet av inkluderade salar och ytor i studien utgjorde 76% av studie- och undervisningsytan och 66% av studieplatserna i Hus A. I Hus B var det 58%, respektive 45%. Här blev aspekterna av validitet och reliabilitet viktiga faktorer och vikten av att studien skulle vara verklighetstrogen och mäta vad som är avsett (Shuttleworth, 2008), belyses genom transparens angående vad som ingår eller exkluderas i beräkningar. Ett större urval hade gett bättre resultat men alla rumstyper studeras i någon mån. Det ansågs också viktigare att utesluta rum som förvränger resultatet än att ha ett så stort urval som möjligt. En intressant faktor som spelar stor roll i trovärdigheten på den data som tillhandahållits av Akademiska Hus är systemet med tio minuters intervaller för närvaromätning. Metoden har förklarats under avsnitt 4.4.2 och säkerställer att rörelse av exempelvis en person som endast hämtar något i ett rum inte registreras som en använd timme i statistiken.

Dock bör vissa detaljer tas i beaktning:

- Hus B har ingen mätdata för hörsalar, vilket eliminerar möjligheten att jämföra mot Hus A eller Hus X
- I Hus A finns data för en låg andel av hörsalar, där enbart 15 % av studieplatserna i rumstypen var mätbara.
- Urvalet av salar mellan husen är relativt ojämnt. Hus B har till exempel inga grupprum och därav baseras resultatet enbart på Hus A i jämförelse med Hus X.

Vid summering av samtliga hus finns mellan 4 och 37 mätpunkter för varje rumstyp. Att antalet mätbara hörsalar är lägst korrelerar även till att det är den ovanligaste salstypen, vilket gör att urvalet anses ha en tillräckligt god grund för vidare beräkningar. För att bättre uppnå de aspekter som Shuttleworth (2008) och Drost (2011) listar för att uppnå god validitet och reliabilitet hade fler analyserade byggnader gett ett bättre uppbackat resultat. Urvalet har bitvis gjort det svårt att analysera trender inom vissa salstyper och resultatet hade dragit fördel av fler mätpunkter.

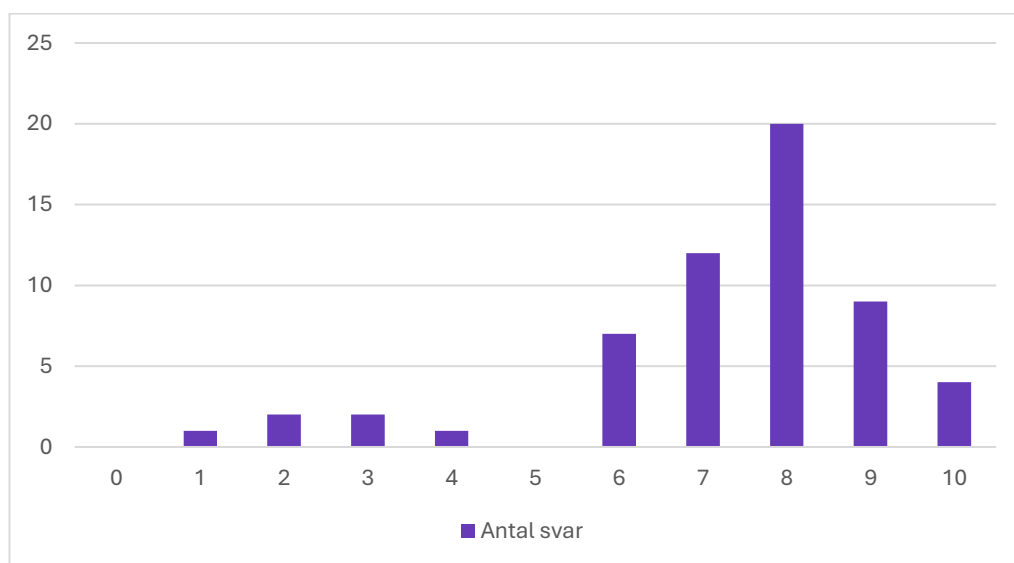
Det har framgått genom arbetet hur mätmetoder och utrustning har fördelar och nackdelar som är viktiga att förstå för att genomföra en studie av mätdata. Den information som inhämtats i litteraturstudien angående mätmetoder och utrustning i kombination med de

erfarenheter som de intervjuade bidragit med ger en god helhetsbild av alternativen. De avgörande faktorerna: kostnad, noggrannhet och integritet utgör aspekter som fastighetsägare måste ta ställning till för en lyckad informationsinsamling. Fördelar i en eller två av punkterna resulterar ofta i nackdelar i den tredje. Till exempel ställer CO₂-mätning relativt låga krav i form av ny mätutrustning då det ofta finns ventilationsstyrning som redan mäter ppm CO₂ och luftflödes-data. På så vis blir detta en relativt låg kostnad samt inte integritetskränkande genom att kartlägga specifika personer i rummet. Nackdelen kommer då som tidigare nämnt vara noggrannhet i form av ett osäkert system ifall dörrar eller fönster öppnas, samt att i rum för en person kommer integriteten att brista. Avvägningar som dessa verkar existera för samtliga mätmetoder. Att installera mer precis utrustning som Time-of-Flight ger ett bättre mätresultat men är dyrare och kräver separata system från de befintliga.

5.2.3 Upplevd och uppmätt användning

På fråga 2 i enkäten: "Under en vanlig arbetsdag, på en skala 0–10, hur svårt är det att hitta studieplats för egna studier i huset? (0 representerar tom byggnad, 10 representerar full byggnad)", framgår det att det upplevda nyttjandet av arbetsplatser är relativt högt. I båda enkäterna är svarsalternativet 8 mest populärt och fördelningen är relativt likartad i de båda enkäterna. För Hus A hamnar 94% av svaren i spannet 6–10 och för Hus B är det 84% i samma intervall. Den aggregerade fördelningen visualiseras i

Figur 25.



Figur 25: Fråga 2, aggregerat resultat

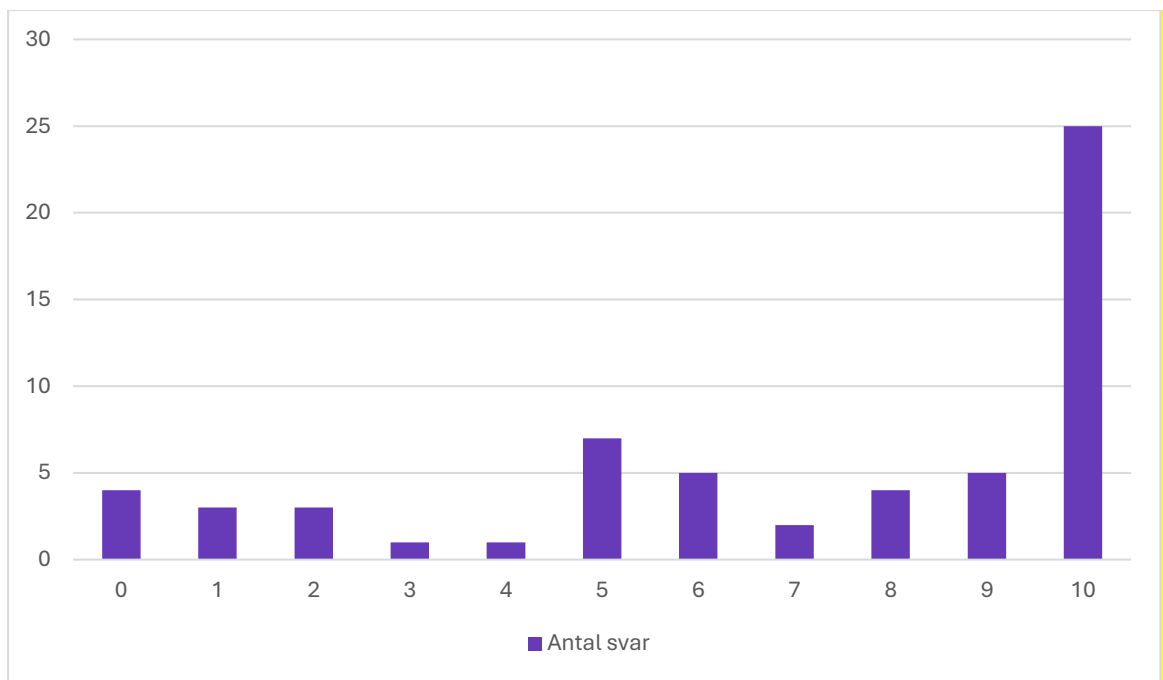
Den uppmätta användningen av relevanta rumstyper (studieytor och grupprum) har presenterats ovan i Tabell 9. Där framgår det att för Hus A är nyttjandegraden av studieytor 83%, grupprum 85% och i Hus B är studieytor 69% nyttjade (grupprum finns ej i byggnaden). Den genomsnittliga användningen för dessa ytor blir då 79%. En sammanställning av dessa relevanta uppmätta nyttjandegrader presenteras i Tabell 15. Observera att samtliga av dessa mätdata inhämtas via PIR-sensorer och tar inte hänsyn till personräkning.

Tabell 15: Sammanställning av relevanta uppmätta nyttjandegrader för studieplatser

Studieytor Hus A	Grupprum Hus A	Studieytor Hus B	Genomsnitt
83%	85%	69%	79%

Detta visar att den upplevt höga nyttjandegraden kan bero på fler faktorer än endast brist på arbetsplatser. Likt vad som framgick i intervjuerna med bland annat datahanteringschefen så är problemet ofta att kommunicera eller visualisera var lediga platser finns, vilket leder till oanvänd potential. Detta stärks även av resultatet från fråga 4: *"Hur stor är sannolikheten att du hade spenderat en större del av tiden på plats om det vore lättare att hitta en bra studieplats?"*, framgår det tydligt, visat i Figur 26, en relativt jämn fördelning mellan svaren 0–9 men även att 43% av respondenterna anger 10 som svar. Då det är många som angett höga värden kan det antas att det finns ett stort antal studenter som i dagsläget inte tar sig till lokalerna men hade gjort det vid bättre förutsättningar. Detta hade i sig kunnat förbättra nyttjandegraden avsevärt. En förutsättning för detta att lyckas, både i detta fall och universellt, är samtidigt att organisationer med ansvar för fastigheter, i enlighet med undersökningar av nyttjandegrad, har en förståelse för eventuell oanvänd potential i byggnaderna och inte tolkar en större efterfrågan som ett behov att bygga ut. Denna risk för onödigt byggande påpekas även av FL under intervjun. Det är också viktigt att poängtera att om endast närvarostatistiken studeras så kan det framstå som att nyttjandegraden i fastigheterna i många fall indikerar god lokalfördelning. Exempelvis vid Lärosäte 1 där en genomsnittlig användning av ytor för egenstudier (grupprum och öppna studieytor) är 79%, vilket indikerar god nyttjandegrad enligt informationen erhållen genom intervjuerna. Samtidigt visar enkäten (Figur 26) på en felfördelning som annars lätt förbises.

Samtidigt visar den jämna fördelningen av övriga alternativ att många studenter kan antas vara på plats endast enligt schemalagda aktiviteter eller för grupparbeten. Det vill säga att deras närvaro i större mån inte styrs av deras egna preferenser.



Figur 26: Fråga 4, aggregerat resultat

Utbud kontra efterfrågan är också en intressant faktor i vissa av frågorna. Exempelvis på fråga 5: "Vilken typ av lokal studerar du helst i?" där lokaltyper som helt saknas i en byggnad, grupprum i Hus B, ändå är de mest efterfrågade i densamma. Hur detta påverkar användningen är svårt att kartlägga men man kan anta att det skapar förflyttningar mellan byggnader som i sin tur leder till ojämnt nyttjande där vissa hus blir överfulla och andra får en större onyttjad potential. Den avslutande frågan där studenter fick ange de kvaliteter som de värderar högst i lokalerna insamlar värdefull information för att med relativt enkla medel förbättra de platser som redan finns eller kartlägga vilka kriterier som ska eftersökas om man lokaliserar placering för skapande av nya arbetsplatser. Här kan exempelvis lyftas fram ljudnivå och belysning som eftertraktade under fråga 6 i enkäten. Dessa kvaliteter kan kombineras med punkter som listas av bland annat Boverket (2021) och Arbetsmiljöverket

(2023 och 2024) och redovisas på sidan 28 till 30 gällande arbetsmiljö för att identifiera vilka av arbetsplatser som användarna av husen ser som bäst fungerande eller bristfälliga.

I de hus som undersökts i fallstudien, genom dataanalys och enkäter, finns ett tydligt underskott av arbetsplatser för egenstudier. Samtidigt finns det vissa lokaltyper som ofta står tomma eller endast används till en bråkdel av sin potential. I objekten vid Lärosäte 1 är det tydligt att nyttjandegraden och det totala antalet brukare av husen kunde ökas genom att omvandla salar för seminarier och övningar till mindre rum och ytor för självstudier på egen hand eller i mindre grupper. Detta tycks vara en lösning som samtliga intervjuade parter ser positivt på då flexibla lösningar efterfrågas.

5.2.4 Lokalfördelning

Då den angivna efterfrågan av lokaltyper skiljer sig lite mellan respondenterna, både i intervjuer och i enkäter, blir det svårare att dra slutsatser angående vilka salstyper som har ett ouppfyllt behov och vilka som bör reduceras. FF pratade om en trend av minskade behov av labb-salar, FL belyser efterfrågan av kontor och individuella sittplatser (vilket kan liknas gruppum i undervisningsmiljö) och SL efterfrågade delvis större övningssalar i form av platta möblerbara salar. Det finns dock en konsensus om att aktivitetsbaserade salar ökar i efterfrågan samt att förflyttningen tycks röra sig mot mer flexibla salar vilket även Leijon & Tieva (2021) menar på. Under fråga 5 i enkäten, "Vilken lokal studerar du helst i?", framgår även ur studenternas perspektiv en liknande åsikt som den presenterad av FL. Här är också noterbart att den typ av lokaler som främst efterfrågas av användaren också är den lokaltyp som enligt mätdata tycks vara de mest använda.

Att det finns så många perspektiv på samma fråga stärker poängen FL gjorde angående onödiga renoveringar och ombyggnationer. Att dra en förhastad slutsats om vilka salar som behövs kan bli både kostsamt och ej hållbart ur ekologiskt perspektiv genom den klimatpåverkan som byggprojekt utgör. Genom en god resursplanering likt den beskriven av Dunkars (2008) kan man med information baserad på byggnaders faktiska användning möjliggöra en bättre planering och kartläggning av behoven.

Ett annat ämne som blir relevant vid lärosätet som FF och SL arbetar vid/kring är också hur arkitekturhistoriska aspekter påverkar utbudet och utformningen av fastigheter. Att vissa

avdelningar och fakulteter sitter i mycket gamla byggnader påverkar både utbudet på lokaltyper och tillgänglig yta.

Vad gäller utformning av enskilda lokaler framgick en bild av att flexibla lösningar med flyttbart möblemang och väggar/avskärmningar som går att justera efter behov är en god lösning för samtliga parter. Från litteratur som studerats framgår även att studenter upplever dessa mer interaktiva miljöer som positiva, även om information inte insamlats i frågan under enkäten då det ansågs vara en för teknisk och specifik fråga i den annars relativt lättsmälta enkäten. Flexibiliteten i sig kan också skapa en elasticitet inom byggnadens användning som gör att man kan undvika mer omfattande ombyggnationer när behov ändras. Baserat på de svar som insamlats i enkäten hade det också med enkla medel kunnat fylla de önskemål på typer av arbetsplatser som studenter efterfrågar. Salar för undervisning i större grupper hade efter schemalagd undervisning enkelt kunnat ställas om för arbete i mindre grupper eller ensamstudier.

Efter undersökning av exempel på flexibla utformningar framkom olika lösningar som kunnat fylla detta behov. Dessa lösningar varierar i hur permanenta de är och därmed arbetet som krävs för att förändra ett rums struktur. Det kan variera mellan enkla lösningar som flyttbara ljudisolerande skärmar av olika slag, till väggar som går att dra ut via skenor i golv/tak och sist mer semi-permanenta lösningar av monterbara glasväggar för att sektionera upp rummen. Valet av lösning kan göras baserat på tidsramen som salen behövs till annat ändamål och agerar som en mer kostnadseffektiv lösning i förhållande till ombyggnad.

5.2.5 Boknings- och kommunikationssystem

Från intervjuerna med schemaläggarna framgår att arbetsgången och systemet som används fungerar bra i sin egen kontext. När helhetsbilden som ges av att addera mätdata och de åsikter som datahanteringschefen lägger fram, synliggörs samtidigt att ett modernare system som inkorporerar moderna verktyg i byggnaderna är ett krav för att effektivisera processen och nå organisationens och samhällets mål på lokaleffektivisering. Dessa ytterligare verktyg kopplade till moderna styrsystem, digitala tvillingar osv. kommer, likt nämnt av datahanteringschefen, vara avgörande i att förmedla information inte bara till lokalbokare utan även till användaren. Moderna system av denna typ har alltså potential att lösa problem i båda ändarna genom information baserad på mätdata i realtid och som inte förlitar sig på

mänsklig uppfattning och kommunikation. Samtidigt som det underlättar effektiv lokalbokning så ger det användaren, som nämnt ovan i 5.2.3 kan ha svårt att hitta en ledig och passande arbetsplats, möjlighet att nyttja ytor som annars stått tomma trots att de behövs.

5.2.6 Lokaldelning

Något som anges av både FL och FF i intervjuerna är att den längre beslutskedjan inom offentlig sektor är en av anledningarna till att förändring inom lokaldelning sker långsamt eller helt avstannar. Exempelvis att företag ofta drar sig ur innan avtal kan skrivas för att den uthyrande sidan inte kan ge besked tillräckligt snabbt. Vidare styrker svar från samtliga intervjuade respondenter att det behövs incitament för att de som i slutändan nyttjar lokalerna ska ta del i förändringen. Den ekonomiskt förbättrade situationen som kan uppkomma vid lokaldelning behöver på något vis även gynna de som då behöver dela eller minska sina ytor och arbetsplatser samt inte utgöra en ytterligare belastning på ansvariga. SL menar här att med dagens struktur skulle arbetet med bokningar ingå i deras uppgifter, vilket skulle leda till ökad arbetsbelastning.

Fyra av respondenterna ställer sig positiva till att integrera företag och organisationer närmare studenterna. Att hyra ut oanvänd yta i fastigheter till företag som bedriver verksamhet inom relevant bransch för de som studerar i samma byggnad ses som positivt och skulle vara en god lösning för vakanser av olika tidslängd. Det skulle även ge en extra nytta för studenter och företag då avståndet mellan studier och arbetsliv minskar. Det finns dock konsensus mellan FF och SL2 i att det kan vara en svårighet vid deras lärosäte på grund av närheten till företagspark (för Hus A och Hus B) med attraktiva lokaler.

6. Diskussion

I detta avsnitt kommer resultatet och analysen att diskuteras och kopplas till den information som insamlats i litteraturstudien. Kapitlet delas på samma vis som tidigare kapitel in i de avsnitt som utgör fallstudien, i samma ordning.

6.1 Intervjuer

Något som framgår tydligt ur intervjuerna är hur olika synvinklar av lokalbehovet de olika respondenterna belyser: Fastighetsförvaltaren har en affärsmässig syn på det hela med ett fokus på hur efterfrågan på ytor för laboration tycks förändras och minska samt hur detta påverkar framtiden i de aktuella lokalerna, schemaläggarna pratar om hur en lägre nyttjandegrad kan ha fördelar för den pedagogiska aspekten, företagsledaren belyser den outnyttjade potentialens värde för samtliga parter och datahanteringschefen fokuserar på hur man ska presentera och visualisera den information som idag kan vara svårhanterad. Detta i sig visar hur komplex frågan är och hur det sällan finns ett entydigt svar.

Under intervjun med schemaläggarna erhöles mycket information angående deras upplevelse av utbud och efterfrågan gällande lokaltyper och storlekar. Samtidigt som deras upplevelse kan vara fullständigt korrekt med de verktyg de besitter i dagsläget så skiljer den sig från den bild datahanteringschefen har av samma fråga samt statistiken från den data som analyserats i arbetet. Här framträder de problem som uppstår när lokalbokning och data från byggnaderna inte sammankopplas i ett gemensamt system. Om schemaläggare haft möjlighet att i realtid följa närvarostatistik och trender över tid så hade de med relativt enkla medel kunnat göra optimeringar i salsbokandet. I förlängningen kan även automatisering i dessa system utföra mycket av det arbete som idag görs för hand. Om systemet märker att en lokal endast används till en andel av sin kapacitet skulle detta exempelvis kunna meddelas med ett förslag om ombokning till annan sal som är ledig samma tider. Denna kommunikation förlitar sig idag på information från lärare och andra ansvariga vid lärosätets upplevelser och preferenser.

Samma information skulle även i andra änden, hos fastighetsförvaltaren, vara en potentiellt användbar informationskälla vid analys av fastighetens efterlevnad av aktuella behov. Ett gediget informationssystem med ovan nämnda kopplingar till lokalbokning skulle leda till en

god kartläggning av hur byggnaden kan utvecklas och utformas för att ha en lokalfördelning som speglar behovet. Detta i sin tur leder även till att eventuella om- och nybyggnationer kan basera sin behovsutredning i aktuella data, i stället för kvalificerade gissningar eller generaliseringar baserade på liknande projekt.

Att det blivit mer vanligt att varje student har en egen dator påverkar också behovet av datorsalar, även om det för vissa utbildningar fortfarande finns behov av kraftfullare datorer för beräkningar. Ur ett arbetsmiljöperspektiv väcks även frågan om ergonomi när studenter använder bärbara datorer under många timmar per dag. Om datorsalar och andra arbetsplatser omstrukturerades till mer ergonomiska dockningsstationer skulle dessa aspekter troligtvis kunna förbättras.

Ett ämne som diskuterades under de flesta intervjuerna är vad man kan göra med identifierade, onyttjade ytor i fastigheterna. Även då det var genomgående positiv inställning till att dela dessa lokaler med tredje part för att öka nyttjandegraden finns där en del utmaningar som först måste adresseras: Det måste säkerställas att kärnverksamheten prioriteras, efterfrågan måste finnas i tillräcklig grad för att driva konceptet och en fungerande process måste etableras hos uthyraren. Vid Lärosäte 1 framgår av intervjuerna att endast den första punkten uppfylls vilket medför att denna typ av verksamhet inte är aktuell i större omfattning i dagsläget. Det kan finnas flera underliggande orsaker men huvudanledningen tycks vara att det i området finns ett mycket större utbud av lokaler än vad som efterfrågas, vilket i sig är en av de huvudfrågor som detta arbete belyser. Ett annat problem som tydliggörs under intervjuerna är att just en process för uthyrning i andra hand vid lärosäten inte tycks vara framarbetat. Detta är något som provocerar Företagsledaren då det enligt honom finns kommuner i landet där efterfrågan finns men utbudet inte tillhandahålls, trots att det existerar. Enligt honom tycks det vara beslutsfattningen inom kommuner och andra offentliga organ som stoppar utvecklingen. Detta stärks av Fastighetsförvaltarens vittnesmål om tillfällen där efterfrågan på lokaler har funnits men att organisationen har dragit sig ut och vänt sig till andra aktörer då beslutsfattningen från den uthyrande sidan varit för långsam. Slutsatsen som kan dras är att det verkar som att incitament för den uthyrande sidan måste klarläggas inom organisationen. Den ekonomiska fördelen är uppenbar men det finns även andra aspekter som behöver belysas. Det finns exempelvis stora möjligheter att sammanföra studenter med arbetslivet redan vid lärosätet genom att företag och organisationer befinner sig i samma lokaler som utbildningar inom samma branscher. Kontorshotell, co-working ytor och liknande i samma lokaler eller i direkt

anslutning till utbildningarna kan skapa just den hållbarheten och långsiktigheten som efterfrågas. Samtidigt är det ett sätt för lärosätet att framtidssäkra sin lokaltillgång genom möjligheten att återta delar av dessa lokaler om kapaciteten i framtiden behövs igen.

Arkitektoniskt skydd på byggnader är något som stöttes på vid informationssökning om Lärosäte 1 och vid intervju med fastighetsförvaltaren. Ur ett kulturellt perspektiv är detta självklart en bra sak, då byggnader kan bevara sitt ursprungliga utseende och på så sätt få en kulturellt varierande byggnadsmix i bebyggelsen. Däremot, vid diskussion av optimering av byggnader och lokalmix, visar det sig vara lite av ett hinder. Skydden och kraven på bevarande kan ibland stoppa eller göra det svårare att lyckas uppnå den mest optimala planlösningen eller rumskompositionen. Det går självklart att i viss omfattning anpassa projektet till de existerande parametrarna, men det finns en risk att delvis försämrade eller göra det dyrare i helhet. Med detta sagt kan det anses att den minskade möjligheten för optimering kan återfås genom det kulturella värde dessa byggnader medför.

6.2 Analys av mätdata

Trots att en noggrann undersökning av husen, mätpunkterna och data från den undersökta perioden genomfördes så kan alltid en viss mån av felaktiga resultat förutsättas.

Undersökningen skedde under ca ett studieår och med totalt 95 mätpunkter så resultatet bör återspegla en relativt trovärdig bild av verkligheten. Att aspekter som arbetsdagar, ledighet osv togs hänsyn till vid datainsamlingen säkrar också en relevans för typen av fastighet som undersöks. Samtidigt hamnar en del av byggnadens potential utanför undersökningen då lokalerna även hade kunnat nyttjas många fler timmar av dygnet. Mycket av detta diskuteras dock i intervjuerna med Företagsledaren och Schemaläggarna.

Något som upptäcktes under arbetets gång är att valet av hus och eventuellt lärosäten borde utökats för att se ett tydligare samband mellan byggnader, om tiden hade funnits. Framtida studier på ämnet kan komma beräkna tydligare nyckeltal genom mer sofistikerad mätutrustning i husen, bättre verktyg för hantering av alla datapunkter och eventuell hjälp från AI för att slippa manuellt arbete.

Det finns även en del potentiella felkällor i data som bör diskuteras:

- Vissa rum kan ha en mån av passage igenom som registrerar närvaro utan att ytan nyttjas för studier. Vid besök i Hus A och Hus B noterades att några av de ytor som

klassats som studieytor är utsatta för denna risk. Det är dock ett litet antal i det stora hela och en slutsats drogs att om passager sker igenom rummet/ytan så är oftast minst några av studieplatserna samtidigt upptagna, vilket gör att de passerande personerna ofta inte påverkar resultatet då utrustning för personräkning inte finns i rummen.

- Exkluderingen av ytor och rum från studien gör att det uppmätta och reella resultatet kommer att skilja något. Att inte exkludera rum baserat på de kriterier som angetts skulle dock förvrängt resultatet i en större omfattning. Likt nämnt i analysen så är uteslutningsgraden för vissa kategorier dock väldigt hög och vid fortsatta studier på ämnet bör en större mängd datapunkter i främst dessa lokaltyper analyseras.
- I det nyrenoverade Hus A saknas data i några av de mest intressanta lokalerna. Detta innefattar flera av de moderna lokalerna med flexibla och innovativa utformningar.
- Vissa rum är öppna och tillgängliga för spontan användning och andra är låsta utanför bokade tider. Detta påverkar givetvis användningen men rör främst större lokaler som hörsalar och stora övningssalar.

6.2.1 Definition av nyttjande

Vidare bör definitionen för nyttjande diskuteras då det i många aspekter är en definitionsfråga och en viktig del i att värdera effektiviteten av en byggnad samt vilka mål som borde sättas. Ett rum med 10 platser som används hela arbetsdagen kan anses vara nyttjat 100% av tiden. Om man sedan tillför informationen att fem av tio platser nyttjades under dagen, är då nyttjandet 100% eller 50%? Låt säga att de fem personerna i rummet jobbar på och diskuterar ett gemensamt projekt och inte hade velat eller kunnat nyttja rummet om andra personer satte sig där. Ska då de fem tomma platserna anses oanvända, trots att rummet i praktiken inte har någon mer potential för nyttjande? Även frågan om att definiera omfattningen för mätningar utgör en viktig del. Mäter man endast under ordinarie arbetstid? Hur tar man då hänsyn till den oanvända potential som kan finnas under resten av dygnet? När man undersöker lokaler för undervisning blir också längre tider av ledighet som sommarlovet en avgörande faktor. Frågor som denna uppkom flertalet gånger under arbetets gång och visar på hur svårt det är att definiera och kartlägga nyttjandegrad. Detta framgick även under intervjuerna där samtliga respondenter pratade om hur viktigt men utmanande det är att definiera vad man faktiskt pratar om, vilka nyckeltal som ska användas samt vilken underliggande data som beräkningarna ska grundas i.

Här framkommer även de problem som integritetsfrågan skapar vid kartläggning av personers rörelse och närvaro. I tidigt skede insågs att undersökning av hela byggnaderna inte var möjlig då kontor och andra utrymmen för personal vid lärosätena är känslig information och inte får behandlas, även om den existerar. Integritetsfrågan i att kartlägga personers rörelse i kontor stoppar därför möjligheten att kartlägga den totala nyttjandegraden i dessa byggnader och därmed dra slutgiltiga slutsatser över dess effektivitet. Vid Lärosäte 2, där mätverktyg med personräkning installerats i ytor för studier och undervisning, rör man sig i gränslandet för dessa integritetsfrågor men visar samtidigt att goda mätmetoder kan användas med garanterad anonymisering. Denna metod fungerar bra i miljöer för undervisning där flera personer delar samma lokaler men blir samtidigt svår att applicera i cellkontor.

Av resultatet och analysen framkommer en del intressanta siffror och nyckeltal. Det blir till exempel tydligt hur mycket användningen skiljer sig mellan de undersökta lärosätena. Hörsalar är vid Lärosäte 1 de minst effektivt använda lokalerna samtidigt som de är de bäst nyttjade lokalerna vid Lärosäte 2. Motsatsen gäller samtidigt för datorsalar. Detta visar hur viktigt det är att ta fram nyckeltal som dessa för att analysera det faktiska behovet i förhållande till kapacitet och hur svårt det är att generalisera. Man kan göra mycket ingående och avancerade beräkningar vid kartläggning men kan också komma långt med enkel närvaroregistrering för att, likt i Tabell 9, visa på vilka rum som ofta står tomma och vilka som tycks vara för få. Det kan ge en relativt god uppfattning om vilken fördelning mellan lokaltyper som är optimal för en specifik byggnad, baserat på faktisk användning.

Det vore också intressant att kunna undersöka byggnaderna i sin helhet om integritetsfrågan gällande personliga kontor inte stoppade den möjligheten. Det skulle ge ett bättre helhetsgrepp och göra beräkningen av nyckeltal mer generaliserade och applicerbara på en vidare typ av fastigheter. Det skulle också göra beräkning av kompletterande ytor som korridorer och trapphus enklare att inkludera i helheten.

6.3 Enkät

Urvalsgruppen för enkäten är som tidigare nämnt studenter som vistas i de undersökta husen, med målet att få relevanta och representativa svar för de undersökta objekten. Med detta sagt har metoden sina nackdelar: Då enkäten delades ut manuellt till personer sittandes i husen samt sattes upp på anslagstavlor medförs en risk att responsen blir något vinklad. Respondenterna kommer på grund av denna metod i stor majoritet bestå av studenter som

redan kommer till skolan och spenderar tid för självstudier i lokalerna. De som i större omfattning studerar hemifrån riskerar att utelämnas i statistiken då de inte nås av undersökningen. Detta kommer påverka responsen på flera av frågorna och skilja resultatet från vad det hade varit vid en fullständig undersökning. Samtidigt är flera av frågorna endast relevanta för studenter som spenderar en betydande tid i lokalerna och därför kan anses ha en bättre uppfattning om dess egenskaper. Utöver detta hade gärna en större urvalsgrupp i allmänhet nyttjats för en mer statistiskt representativ fördelning, potentiellt via mejl eller med föreläsares hjälp via redan obligatoriska föreläsningar. Detta hade mest troligt ökat både svarsantal samt inkluderat fler av de studerande i respektive byggnad. På grund av arbetets genomförandetid var dessa alternativ svåra att genomföra och enkätens betydande för arbetet är inte central, utan utgör främst en kompletterande del.

En aspekt som definitivt kan antas påverka resultatet är risken att respondenter besvarar enkäten i affekt. En person som i närtid upplevt något kopplat till lokalerna kan antas mer benägen att besvara enkäten med över- eller underdrivna värderingar sett till en längre tidsperiod. Samtidigt som detta riskerar att påverka resultatet så kan det vara en indikator på ett problem som annars är svårt att upptäcka.

7. Slutsatser

- *Hur ser nyttjandegraden av fastigheter för undervisning ut i praktiken?*

Generellt sett har arbetet visat att det finns stora möjligheter för optimering och förbättring av nyttjandegrad i praktiken. I de beräkningar som gjorts under arbetet har en genomsnittlig nyttjandegrad av rummen på 59% av arbetstiden räknats ut. När personräkning i rummen adderas till beräkningarna sjunker nyttjandegraden till ca 12% för arbetsplatser. Om organisationer och samhället ska nå sina mål för effektiv användning av byggnader krävs en omfattande förändring. En omställning kan också komma krävas där organisationer och individer blir bättre på att tillämpa olika typer av lokaldelning. Att beräkna nyckeltal som sedan kan nyttjas som KPI:er är relativt enkelt. Svårigheten ligger i definitioner och gränsdragningar i underliggande data.

- *Hur skiljer sig olika mätmetoder?*

Utöver de tekniska skillnaderna mellan olika typer av utrustning, med sina respektive fördelar och nackdelar, så finns det flera skillnader kring metoder och avgränsningar som är avgörande. Då det saknas generella metoder för beräkning av nyttjandegrad är det viktigt att motivera sina val och parametrar. En viktig fråga för framtida undersökningar är hur integritetsfrågan ska hanteras då man studerar byggnader med kontor eller andra personliga utrymmen.

- *Hur skiljer den sig mot upplevd användning?*

Procentsatser på olika typer av nyttjande och beläggning visar att användningen oftast är lägre än vad som uppfattas av de som driver verksamhet eller förvaltar fastigheten. I arbetet framgår det att studenternas syn på behovet av salar verkar stämma överens med mätdata för hur de aktuella fastigheterna används. I två av de undersökta byggnaderna efterfrågade studenter mer individuella studieplatser och grupprum, vilket också visar sig ha bäst nyttjandegrad av rumstyperna. Det framgår även hur mycket information som kan dölja sig bakom mätdata och förbises om användarens upplevelse inte kartläggs. Det är inte minst viktigt för att förstå samband mellan nyttjandet av olika lokaltyper och hur användarnas preferenser påverkar rörelse mellan ytor då förstavalet av lokaltyp inte är tillgängligt.

- *Vad säger det oss om optimal fördelning av lokaliteter i undervisningslokaler?*

Det går att anpassa och utforma fastigheter efter den information som mätdata tillgodoser men genom att fokusera på flexibilitet kan man skapa möjligheten att anpassa sig efter ändrade behov eller användning. Moderniseringen av utbildningslokaler tycks följa denna utveckling vilket också skapar en effektivisering av lokalanvändningen. Att ta fram en optimal lokalfördelning kräver ett större urval av undersökta byggnader för att skapa en generaliserad modell. De procentsatser som tagits fram för nyttjandegrad i de undersökta husen är i dess nuvarande omfattning dock applicerbart på just de undersökta fallen om lokalfördelning önskas förbättras.

- *Skulle ett annorlunda utformat bokningssystem/plattform ge bättre förutsättningar för lokaloptimering*

Under arbetet har det framgått att det största problemet för en effektivare lokalbokning är förmedlingen av information. Lokalbokare vid det undersökta lärosätet har inte tillgång till den faktiska användarstatistiken och användarna av byggnaderna har inte tillgång till information om var lediga platser finns. Ett system som kombinerar närvarodata med kartor eller modeller över fastigheterna verkar vara framtidens lösning för effektivare hantering, både för lokaloptimering och för kommunikation.

- *Varför är det viktigt att förstå hur lokalerna används, för användaren, organisationen och samhället?*

Då fastighet- och byggbranschen står för en avgörande del av utsläppen är lokaloptimering ett viktigt fokusområde för att nå målet om nettoneutralt utsläpp år 2045. Om de hållbarhetsmål som satts upp ska uppnås krävs stora förändringar inom branschen. Med en grund i analys av faktisk användning kan optimering göras för att underlätta god beslutsfattning. På en mer lokal nivå skapar det även ett välfungerande och levande campus där användare kan hitta arbetsplatser som passar deras behov och organisationen bakom verksamheten kan driva ett effektivt och modernt arbete kring lokalanvändning tillsammans med fastighetsägare.

7.1 Förslag till fortsatta studier inom ämnet

- Utföra en analys avseende skillnaden mellan att ha låg nyttjandegrad på ex. en föreläsningssal i förhållande till att bygga om/renovera till alternativ sal som det finns större behov av.
- Att undersöka hur lokalbokning med hjälp av närvarostatistik i realtid kan användas för att optimera lokalanvändningen.
- När mätning/datainsamling blivit mer sofistikerad och teknik (kanske AI) kan användas för att behandla data utan lika mycket handpåläggning som behövts i detta arbete, går det då att få fram bättre procentsatser för nyttjandegraden över större urval?
- Göra liknande arbete med fokus på enbart en av de tre metoderna, relevant för alla tre metoder:
 - Intervjustudie: Fler intervjuer med en större mängd synpunkter och bredare expertis hade kunnat ge mer nyanserad analys.
 - Enkät: En större enkät över fler lärosäten med olika inriktningar hade även här gett en mer nyanserad bild över vad studenter värdesätter i läromiljö. Potentiellt inkludera längre intervju med studenter.
 - Data: Nämnt i tidigare punkt, större urval av byggnader hade gett möjlighet att se tydligare trender i användning av lokaler och en optimal lokalmix.

8. Referenser

A Working Lab, 2023. *A Working Lab*. [Online]

Available at: <https://www.aworkinglab.se>

[Använd 31 05 2024].

Abel, E. & Elmroth, A., 2017. *Byggnaden som system*. u.o.:Studentlitteratur.

Accurent, 2024. *What is space management software*. [Online]

Available at: <https://www.accruent.com/resources/knowledge-hub/what-is-space-management-software>

[Använd 07 05 2024].

Akademiska Hus, 2015. *Flexibla klassrum för aktivt lärande*. [Online]

Available at: <https://www.akademiskahus.se/aktuellt/nyheter/2015/04/flexibla-klassrum-for-aktivt-larande/>

[Använd 17 06 2024].

Akademiska Hus, 2023. *Digitalisering av campus*. [Online]

Available at: <https://www.akademiskahus.se/campusutveckling/digitalisering-av-campus/#:~:text=Vad%20%C3%A4r%20en%20digital%20tvilling,m%C3%A5r%20och%20hur%20den%20anv%C3%A4nds.>

[Använd 07 05 2024].

Akademiska Hus, 2023. *Vår syn på hållbarhet*. [Online]

Available at: <https://www.akademiskahus.se/hallbarhet/var-syn-pa-hallbarhet/>

[Använd 07 05 2024].

Akademiska Hus, 2024. *Framtidens lärandemiljöer*. [Online]

Available at: <https://www.akademiskahus.se/campusutveckling/framtidens-larandemiljoer/>

[Använd 08 05 2024].

Akademiska Hus, 2024. *Om oss - Om företaget*. [Online]

Available at: <https://www.akademiskahus.se/om-oss/om-foretaget/lar-kanna-akademiska-hus/>

[Använd 12 06 2024].

Altan, H., 2010. Energy efficiency interventions in UK higher education institutions. *Energy Policy*, 38(12), pp. 7722-7731.

Andrews, J., Kowsika, M., Vakil, A. & Li, J., 2020. *A Motion Induced Passive Infrared (PIR) Sensor for Stationary Human Occupant Detection*. Portland, OR, USA, IEEE/ION.

Arbetsmiljöforum, 2024. *Ergonomi*. [Online]

Available at: <https://www.arbetsmiljoforum.se/kunskapsbank-arbetsmiljoe/fysisk-arbetsmiljoe/ergonomi/>

[Använd 12 06 2024].

Arbetsmiljöverket, 2022. *Belastningsergonomi*. [Online]

Available at: <https://www.av.se/halsa-och-sakerhet/belastningsergonomi/>

[Använd 12 06 2024].

Arbetsmiljöverket, 2023. *Inomhusmiljö, Ljud och akustik*. [Online]

Available at: <https://www.av.se/inomhusmiljo/ljud-och-akustik/>

[Använd 4 06 2024].

Arbetsmiljöverket, 2024. *Inomhusmiljö, Ljus och belysning*. [Online]

Available at: <https://www.av.se/inomhusmiljo/lyus-och-belysning/>

[Använd 11 06 2024].

Asatiani, A. & Nordsröm, L., 2023. Information systems for sustainable remote workplaces. *The Journal of Strategic Information Systems*, 09.32(3).

Ashrafi, S. & Långberg, J., 2021. *Lokalförsörjningsprocessen*, Stockholm: Sveriges Kommuner och Regioner.

Balaji, B. o.a., 2013. *Sentinel: Occupancy Based HVAC Actuation using Existing WiFi Infrastructure within Commerical Buildings*. San Diego, University of California, Carnegie Mellon University.

Benson, P., 2021. Distansarbete skapar fastighetskris. *Affärsvärlden*, 12 03.

Bjerke, R., Nicholas, I. & Donatella, D. P., 2007. The impact of aesthetics on employee satisfaction and motivation. *Research Gate*, 09.

Boverket, 2021. *Förutsättning för omvandling av lokaler till bostäder*, Karlskrona: Boverket.

Boverket, 2024. *Byggprognos analys maj 2024*, Stockholm: Boverket.

Boverket, 2024. *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn*. [Online]

Available at: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och->

[forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/](#)

[Använd 07 05 2024].

Burney, S. & Saleem, H., 2008. Inductive and Deductive Research Apporach. *Lecture at Auditorium of Faculty of Arts andScience, University of Karachi, Pakistan*, 6 Mars.

Creswell, J. W., 2005. *A Concise Introduction to Mixed MEthods Research*. Los Angeles: SAGE Publications, Inc.

Crossman, A., 2019. *Deductive Versus Inductive Reasoning*. [Online]

Available at: <https://www.thoughtco.com/deductive-vs-inductive-reasoning-3026549>

[Använd 15 Juli 2024].

Deloitte, 2020. *Digital twins, Bridging the physical and digital*. [Online]

Available at: <https://www.deloitte.com/na/en/our-thinking/insights/topics/technology-management/tech-trends/2020/digital-twin-applications-bridging-the-physical-and-digital.html>

[Använd 07 05 2024].

Dooley, K., 2011. *New Ways of Working: Linking Energy Consumption to People*. u.o., In Proceedings at the World Sustainable Building Conference SB.

Drost, E., 2011. Validity and reliability in social science research. *Education Research and perspectives*, 38(1), pp. 105-123.

Dunkars, M., 2008. *Strategisk resursplanering*, u.o.: Sveriges Kommuner och Landsting.

Ekberg, N., Alerby, E. & Elíðóttir, J., 2023. Digitaliseringens begränsande gränslöshet – om lärande, rum och hemmahörande i högre utbildning. *Högre Utbildning*, 09 10.

Espersson, M., Lidén, A. & Westrup, U., 2023. Urholgade sociala relationer i distansarbete under coronapandemin. *Arbetsmarknad och Arbetsliv*, 29(1).

Fellows, R. & Liu, A., 2008. *Research Methods for Construction*. 3:e red. Chichester: Blackwell Publishing Ltd.

FN, 2022. *Globala målen - hållbara städer och samhällen*. [Online]

Available at: <https://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-11-hallbara-stader-och-samhallen/>

[Använd 10 06 2024].

FN, 2024. *Om globala målen*. [Online]

Available at: <https://www.globalamalen.se/>

Franco, A., Leccese, F. & Marchi, L., 2009. *Occupancy modelling of buildings based on CO2 concentration measurements: an experimental analysis*. Pisa, In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1224, No. 1, p. 012016). IOP Publishing..

Georgina, B. & Anh, H. L., 2023. The importance of aesthetics in workplace environments: an investigation into employees' satisfaction, feelings of safety and comfort in a university. *emerald insight*.

Höst, M., Regnell, B. & Runeson, P., 2006. *Att genomföra examensarbete*. Vol.1 red. Lund: Studentlitteratur AB.

Hansson, G. & Sundström, C., 2020. *Metoder för att analysera samverkan och samhällspåverkan - en introduktion till fallstudier*, Stockholm: Vetenskapsrådet.

Hitiyise, E. o.a., 2016. Building Occupancy Monitoring Based on Microcontroller and PIR Sensors. *International Journal of Applied Engineering Research*.

Houvila, A., Touminen, P. & Airaksinen, M., 2017. Effects of Building Occupancy on Indicators of Energy Efficiency. *Energies*, 5(10), p. 628.

Hu, S., Wang, P., Hoare, C. & O'Donnell, J., 2022. Building Occupancy Detection and Localization Using CCTV Camera and Deep Learning. *IEEE*, 10(1), pp. 597-608.

Ishaq Bhatti, M., Awan, H. M. & Razaq, Z., 2013. The key performance indicators (KPIs) and their impact on overall organizational performance. *Springer Link*, 23 11.

Johansson, D. & Bagge, H., 2011. *Occupancy measured in eleven Swedish class rooms*. Lund, Wels.

Kallio, H., Piätilä, A.-M., Johnson, M. & Kangasniemi, M., 2016. Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview guide. *JAN*, 72(12), pp. 2954-2965.

Konkurrensverket, 2023. *Upphandlingsreglerna – en introduktion*, Stockholm: Konkurrensverket.

Konkurrensverket, 2024. *Tröskelvärden och gräns för direktupphandling*. [Online]
Available at: <https://www.konkurrensverket.se/upphandling/lagar-och-regler/troskelvarden/>
[Använd 24 06 2024].

Kousmanen, M., Majabacka, S. & Cuvanto, K.-O., 2020. *Real-time human detection from depth images with heuristic approach*, u.o.: University of Oulu, Faculty of information technology and electrical engineering.

Kreicbergs, J. & Ohlin, A., 2024. *Distansarbetsrevolutionen*, Stockholm: Sveriges Ingenjörer.

Kronow, K. & Forsbrand, V., 2023. *Vart tar det stopp hos kommuner?*, Stockholm: u.n.

Lantz, A., 1993. *Intervjumetodik*. 2:a upplagan red. Lund: Studentlitteratur.

Larsson, L.-G., Liljedahl, J. & Lindahl, P., 2011. *Närvaroregistrering - Användning av ny teknik som hjälpmedel vid offentlig lokalresursplanering*, Stockholm: Sveriges Kommuner och Landsting.

Leijon, M. & Tieva, Å., 2021. *Framtidens lärandemiljöer - en forskningsbaserad översikt*, Göteborg: Akademiska Hus.

Lunds Universitet, 2024. *Studera i en digital värld - TimeEdit*. [Online]
Available at: <https://www.campusonline.lu.se/digitala-verktyg/timeedit>
[Använd 07 05 2024].

Mahajan, S., 2023. *Future of real estate: Shift to phygital*, u.o.: Deloitte.

Malmqvist, T., Borgström, S., Brismark, J. & Erlandsson, M., 2021. *Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader*, Stockholm: Boverket.

Mardaljevic, J., Andersen, M., Roy, N. & Christoffersen, J., 2011. *Daylight metrics for residential buildings*, u.o.: Proceedings of the 27th Session of the CIE..

Marique, A.-F. & Rossi, B., 2018. Cradle-to-grave life-cycle assessment within the built environment: Comparison between the refurbishment and the complete reconstruction of an office building in Belgium. *Journal of Environmental Management*, 07, pp. 396-405.

Motuzienė, V. o.a., 2022. Office buildings occupancy analysis and prediction associated with the impact of the COVID-19 pandemic.. *Sustainable Cities and Society* 77.

Motuzienè, V., Bielskus, J., Lapinskienè, V. & Rynkun, G., 2021. *Office Building's Occupancy Prediction Using Extreme Learning Machine Model with Different Optimization Algorithms*, Riga: Environmental and Climate Technologies.

Naturvårdsverket, 2023. *Klimatet och bygg- och fastighetssektorn*. [Online]

Available at:

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-bygg--och-fastighetssektorn/>

[Använd 07 05 2024].

Naturvårdsverket, 2024. *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*. [Online]

Available at: [https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-](https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/#:~:text=Sveriges%20klimatmål-)

[ramverk/#:~:text=Sveriges%20klimatmål-](https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/#:~:text=Sveriges%20klimatmål-)

[,Det%20långsiktiga%20målet,2045%20än%20utsläppen%20år%201990.](https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/#:~:text=Sveriges%20klimatmål-)

[Använd 20 03 2024].

Naturvårdsverket, 2024. *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*. [Online]

Available at: [https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-](https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/#:~:text=Senast%20år%202045%20ska%20Sverige,2045%20än%20utsläppen%20år%201990.)

[ramverk/#:~:text=Senast%20år%202045%20ska%20Sverige,2045%20än%20utsläppen%20år%201990.](https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/#:~:text=Senast%20år%202045%20ska%20Sverige,2045%20än%20utsläppen%20år%201990.)

[Använd 15 07 2024].

Ozimek, A., 2020. The future of remote work. *SSRN*, 27 05.

Park, E. L. & Choi, B. K., 2014. Transformation off classroom spaces: Traditional versus active learning classroom in collages. *Higher Education*, Volym 68, pp. 749-771.

Premium Researchers, 2022. *The impact of overcrowding on student's academic performance*. [Online]

Available at: <https://www.premiumresearchers.com/the-impact-of-overcrowding-on-students-academic-performance/>

[Använd 18 Juli 2024].

Riksbanken, 2019. Kommersiella fastigheter och finansiell stabilitet. *finansiell stabilitet*, 21 05.

Rueda, L. o.a., 2020. A comprehensive review of approaches to building occupancy detection. *Building and Environment*, Volym 180, p. 106966.

Ruffo, M. o.a., 2014. *New infrared Time of-Flight measurement sensor for robotic platforms*. Benevento, Italy, IMEKO.

Ryd, N., 2008. *Fick du det du beställde? Metodverktyg för lokalutvärdering*. Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.

Sams, A. & Bergmann, J., 2012. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. 1:a red. Washington: International Society for Technology in Education.

Schuman, H., Groves, R. M. & Schwarz, R., 1998. Survey Methods. i: *The Handbook of Social Psychology*, Vol 1. New York: Oxford University Press, pp. 143-172.

Shuttleworth, M., 2008. *Validity and Reliability*. [Online]
Available at: <https://explorable.com/validity-and-reliability>
[Använd 15 Juli 2024].

Sinclair, D. & Zairi, M., 1995. Effective process management through performance measurement: Part II – benchmarking total quality-based performance measurement for best practice. *Business Process Re-engineering & Management Journal*, 01 08.

Skolverket, 2017. *Kostnader för skolväsendet och annan pedagogisk verksamhet 2016*, Stockholm§: Skolverket.

Skolverket, 2018. *Digitaliseringen i skolan - möjligheter och utmaningar*, Stockholm: Skolverket.

Skolverket, 2024. *Distansundervisning*. [Online]
Available at: <https://www.skolverket.se/regler-och-ansvar/ansvar-i-skolfragor/distansundervisning>
[Använd 29 05 2024].

Stahle, O., 1999. *Arkitektur och skola : om att planera skolhus*. 33 red. Stockholm: Arkitekternas forum för forskning och utveckling.

Sveriges kommuner och landsting, 2013. *Flexibla skollokaler*, Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.

Sveriges kommuner och landsting, 2017. *Ekonomirapporten, maj 2017 – om kommunernas och landstingens ekonomi*, Stockholm: Sveriges kommuner och landsting.

Terabee, u.å.. *Time-of-Flight principle*. [Online]

Available at: <https://www.terabee.com/time-of-flight-principle/>

[Använd 17 07 2024].

Thrysin, Å., Görman, F. & Wallander, A., 2022. *Klimatpåverkan från renoverings- och ombyggnadsprojekt*, Stockholm: Offentliga fastigheter.

Uda, T., 2013. What is coworking. SSRN, 27 12.

Usher, N., 2018. *The Elemental Workplace*. London: LID publishing.

White, G. P., 1996. A survey and taxonomy of strategy-related performance measures for manufacturing. *International Journal of Operations & Production Management*, 01 03.

Wickström, A., 2024. SKR: 1 000 förskolor måste läggas ned de kommande tre åren.

[Online]

Available at: <https://www.svt.se/nyheter/inrikes/skr-1-000-forskolor-maste-laggas-ned-de-kommande-tre-aren>

[Använd 17 09 2024].

9. Bilagor

9.1 Intervjufrågor

9.1.1 Schemaläggare

- Hur ser ert arbete ut i allmänhet?
 - Vanlig arbetsdag, struktur, antal anställda på avdelningen, vilka skickar förfrågningar till er (allmän struktur av systemet)?
- Schemaläggning på universitetet:
 - Största problematiken?
 - Mest eftertraktade typer av lokaler?
 - Lokaltyper/byggnader som är mindre eftertraktade?
- Anser ni att det befintliga systemet är effektivt?
 - De olika bokningsleden, timeedit, många olika institutioner, kommunikation etc.
- Skickar lärare ofta många förfrågningar som en klump eller är det kontinuerligt flöde av bokningar?
- Hur vanligt är det med ombokningar från föreläsare/övningsledare för att minska/öka behovet om de märker att exempelvis färre/mer studenter än väntat dyker upp?
- Problem med att rum bokas tidigt på terminen och sedan inte används på grund av schemaändringar eller liknande?
- Hur upplevs mixen av bokningsbara / ej bokningsbara grupprum? Bättre eller sämre om studenter kunde boka mer lokaler själva?
- Inställning till flexibla lösningar i lokaler, till exempel övningsrum dimensionerat för 30 som går att ställa om för smågrupper eller liknande vid behov?
- Hur mäter ni nyttjandegrad idag?
 - Hade mer noggranna data varit till hjälp?
 - Timeedit, möjligheter och begränsningar?
 - Hur hade ett idealt bokningssystem sett ut?
- Vad är en optimal nyttjandegrad enligt er?
 - När blir nyttjandegraden för hög? Sett både ur användares perspektiv samt ur lokalbokningsperspektiv? Lokalvård osv.
- Vad är er inställning till uthyrning av exempelvis föreläsningslokaler till företag för att nyttja oanvända lokaler samt uthyrning utanför ordinarie verksamhetstider?

- Mycket förändring efter pandemin?

9.1.2 Företagsledare

- Introduktion till av företagsledarens företag, vad håller de på med?
 - Hur ser arbetsprocessen ut?
 - Vem bär ansvar vid uthyrning?
- Uppskattningsvis, hur mycket kan nyttjandegrad förbättras med hjälp av exempelvis företagets plattform?
- Har företagets många fall som inkluderar skolor / universitet?
 - Vem kontaktar vem i stora lag?
 - Finns det stort intresse från skolor eller är de framför allt företag?
 - Vilken typ av verksamhet är det som söker lokaler, samt vilken typ av lokaler?
- Vilka lösningar, utöver uthyrning av oanvänd potential, tillämpas i verkligheten för att få upp nyttjandegrad?
- När blir nyttjandegraden för hög, vid vilken % uppskattas det bli problematiskt?
- Viktiga nyckeltal för nyttjandegrad av lokaler?
- Inställning till flexibla lösningar i lokaler?
 - Problem med lokaler som enbart kan användas till ett syfte?
 - Hade flexibla lokaler ökat nyttjandegraden?
- Störst potential för ökad nyttjandegrad via uthyrning? (Föreläsningssalar, seminarsalar, enskilda kontor, etc.)
- Använder ni er av data angående nyttjandegrad eller är det helt baserat på vad klienter själva anger att det vill hyra / hyra ut? (Exempelvis, hitta salar / skolor med låg nyttjandegrad för att hitta potentiella kunder).
- Mycket förändring i samband med pandemin?

9.1.3 Fastighetsförvaltare

- Vad innebär digital buildings – projektet med lärosäte 1?
- Vad sticker ut med att förvalta undervisningslokaler?
 - Att förvalta lärosäte 1 som hyresgäst?
- Hur upplever ni behovet / överskottet av lokaler vid lärosäte 1?

- Har ni någon egen uppfattning om nyttjandegrad i lokalerna? (Hög / låg, bra /dålig)?
 - Tittar ni något på data som salas in?
 - Som förvaltare; optimal nyttjandegrad?
 - Användbara nyckeltal?
- Inställning till uthyrning av exempelvis föreläsningslokaler till företag för att höja nyttjandegrad?
 - Idag hyr lärosäte 1 exklusivt, hur ser ni på att ha flera olika hyresgäster i samma byggnad för att höja nyttjandegraden? (Hur tror ni kunden ser på detta?)
- Inställning till flexibla lösningar i lokaler? (Rum som går att ställa om för olika antal studenter och undervisningsform)
 - Lärosäte 1 är relativt traditionellt utformar, vilka problem / fördelar skapar detta?
 - Hur har det fungerat med öppet kontorslandskap i de byggnader där det applicerats?
- Har det varit mycket förändring efter pandemin?