



CHALMERS



Kartläggning av Sveriges logistikanläggningars energiprestanda

En sammanställning och jämförelse av Sveriges
största logistikanläggningar samt en fallstudie av
Hisingen Logistikpark 2

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik

VIKTOR ALMERSKÄR
NIKLAS ARPMAN

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
AVDELNINGEN FÖR INSTALLATIONSTEKNIK**

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2022
www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Kartläggning av Sveriges logistikanläggningars energiprestanda

En sammanställning och jämförelse av Sveriges största logistikanläggningar samt en
fallstudie av Hisingen Logistikpark 2

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

VIKTOR ALMERSKÄR

NIKLAS ARPMAN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för installationsteknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2022

Kartläggning av Sveriges logistikanläggningars energiprestanda

En sammanställning och jämförelse av Sveriges största logistikanläggningar samt en fallstudie av Hisingen Logistikpark 2

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

VIKTOR ALMERSKÄR

NIKLAS ARPMAN

© VIKTOR ALMERSKÄR, NIKLAS ARPMAN, 2022

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Chalmers tekniska högskola 2022

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för installationsteknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Omslag:

Renderad bild över Hisingen Logistikpark 1 och 2 från projekteringen av projektet, där Hisingen Logistikpark 2 är till höger i bild (Castellum, u.å., a).

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Göteborg, 2022

Kartläggning av Sveriges logistikanläggningars energiprestanda

En sammanställning och jämförelse av Sveriges största logistikanläggningar samt en fallstudie av Hisingen Logistikpark 2

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

VIKTOR ALMERSKÄR

NIKLAS ARPMAN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för installationsteknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Logistikhallar är idag högaktuella i och med steget från detaljhandeln till e-handeln som sker i samhället. Till följd av den ökade efterfrågan på logistikanläggningar är det därför angeläget att undersöka och analysera den här typen av byggnader. Syftet och målsättningen med studien är att skapa ett underlag och en översikt för den nuvarande statusen för logistikanläggningar i Sverige utifrån var de är belägna, ett energiperspektiv och deras installationstekniska lösningar.

Studien bygger på data från Boverkets energideklarationsregister, som tillsammans med en fallstudie av Hisingen Logistikpark 2 (HLP2) bildar underlaget som använts för analys och slutsatser.

Författarna ämnar inte värdera huruvida Sveriges logistikanläggningar är bra eller dåliga, utan att konstatera det nuvarande läget. Av resultaten från undersökningen kunde bland annat fastställas att 91 av 93 analyserade byggnader har ett FTX-system installerat i byggnaden, att 73 av byggnaderna har någon av energiklasserna A, B eller C samt att enbart sex anläggningar har installerat solceller.

En logistikanläggning är på flera sätt en annorlunda typ av byggnad jämfört med många andra, men jämförs ändå mot samma krav i flera avseenden, men hur tillämpbara är de egentligen och hur väl stämmer egentligen en byggnads energideklarationen med verkligheten?

Nästa steg för vidare undersökning och framtida studier kan vara att granska hur tillämpbara dessa byggnadskrav och regler egentligen är i och med de olika förutsättningarna. Vidare kan möjliga framtida studier vara undersökningar i potentialen av en i högre grad utnyttjad solenergi.

Nyckelord: logistikanläggning, logistikhall, energideklaration, energiprestanda, primärenergital, energiklass, installationstekniska system, ventilation, solcellsanläggning

Mapping of Sweden's Logistics Facilities' Energy Performance
A Compilation and Comparison of Sweden's Greatest Logistics Facilities and a Case
Study of Hisingen Logistikpark 2

*Degree Project in the Engineering Programme
Civil and Environmental Engineering*

VIKTOR ALMERSKÄR

NIKLAS ARPMAN

Department of Architecture and Civil Engineering
Division of Installation Technology
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Because of the continuously expanding need for logistics buildings, it is critical to conduct a survey and study of this type. The goal of this study is to establish a foundation and provide an overview of the current state of logistics facilities in Sweden.

The study is based on the energy declaration registry of the National Board of Housing, Building and Planning, which, along with a case study of Hisingen Logistikpark 2, forms the basis for analysis and conclusions.

The study's findings provide a description of the existing state of Swedish logistics infrastructure without valuing the findings. The study discovered that 91 of the 93 evaluated buildings have an FTX system installed, 73 of the buildings have one of the energy classes A, B, or C, and only six facilities have solar panels installed.

A logistics facility differs from many other types of buildings in a lot of ways, yet it still must meet the same requirements in certain areas, but how applicable are they? And how closely does the energy declaration of a building match reality?

An investigation on how applicable these building criteria and norms really are due to the various conditions is a possible next step for additional inquiry and future studies. Future research could also look into the potential of utilizing solar energy more effectively.

Key words: logistics facility, logistics hall, energy declaration, energy performance, energy class, installation system, ventilation, energy calculation, solar cell facility

Innehåll

SAMMANFATTNING	I
ABSTRACT	II
INNEHÅLL	III
FÖRORD	V
1 INLEDNING	1
1.1 Syfte, nytta och målsättning	1
1.2 Avgränsningar	1
1.3 Frågeställning	1
2 METOD	3
3 LOGISTIKANLÄGGNINGARS GEOGRAFISKA PLACERING	5
4 LOGISTIKANLÄGGNINGARS ENERGIANVÄNDNING	9
4.1 Energideklarationer	9
4.2 Energiförbrukning	9
4.2.1 Energiklasser	11
4.2.2 Fastighetsenergi och verksamhetsenergi	12
4.2.3 Solceller och solvärme	12
4.3 Sveriges logistikanläggningars energiförbrukning	13
4.3.1 Energiklasser	17
4.3.2 Solceller och solvärme	18
4.3.3 Fastighetsenergi och verksamhetsenergi	18
5 LOGISTIKANLÄGGNINGARS INSTALLATIONSTEKNISKA SYSTEM	19
5.1 Inomhusklimat i en logistikanläggning och dess krav	19
5.1.1 Olika typer av ventilationssystem	19
5.1.2 Ridå- och fläktluftsvärmare	20
5.1.3 Emissioner i logistikanläggningar	21
5.2 Resultat	21
5.3 Diskussion	23
6 CASTELLUM OCH HISINGEN LOGISTIK PARK 2	25
6.1 Hisingen Logistikpark 2, HLP2	25
6.1.1 Värme- och kylsystem	26
6.1.2 Ventilation	27
6.1.3 Energiberäkning	30
6.1.4 Keytalk	30
6.1.5 Solcellsanläggning	31
	III

6.2	Resultat energideklarationsregister, Boverket	32
6.3	Resultat Keytalk, Castellum	36
6.4	Diskussion energideklarationsregister, Boverket	38
6.5	Diskussion Keytalk och energideklarationsregister	39
7	DISKUSSION	41
7.1	Metod- och resultatdiskussion	41
7.2	Förslag för framtida forskning/undersökningar	41
8	SLUTSATS OCH ANALYS	43
9	REFERENSER	45

Förord

Examensarbetet har genomförts genom ett samarbete med Chalmers Tekniska Högskola och intuitionen för Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik, ingenjörbyrå Andersson och Hultmark och fastighetsförvaltaren Castellum.

Vi vill rikta ett särskilt tack till vår handledare, Torbjörn Lindholm, och examinator, Anders Trüschel, på Chalmers för vägledning och stöd under arbetet som möjliggjort genomförandet av examensarbetet. Vi vill även passa på att tacka Adam Emretsson från Andersson och Hultmark för handledning, Max Börling från Castellum för mejlsupport och tillhandahållande av data samt Tony Enfjord för möjligheten till platsbesöket på HLP2. Avslutningsvis vill vi rikta ett stort tack till Martin Storm på Boverket för mejlsupport och handläggning för uttaget ur energideklarationsregistret.

Tack!

Göteborg, juni 2022

Viktor Almerskär

Niklas Arpman

1 Inledning

Idén till arbetet kommer från ett intresse och en nyfikenhet för installationstekniska system och deras utformning. Logistikhallar är högaktuella i och med steget från detaljhandel till e-handel som sker i samhället idag, vilket är anledningen till att logistikanläggningar är ett lämpligt studieobjekt. Det byggs logistikhallar i ett högt tempo och dessutom tycks de bli större och större.

1.1 Syfte, nytta och målsättning

Det är angeläget att en undersökning och analys av den här typen görs för logistikbyggnader på grund av den ökande efterfrågan samt de osäkerheter som finns kring deras energiprestanda. På grund av dessa osäkerheter så vet vi inte hur hållbara och/eller miljövänliga nybyggda logistikanläggningar är idag.

Målsättningen för arbetet är att skapa ett underlag och en överblick över den nuvarande statusen för Sveriges logistikanläggningars geografiska placering, energiprestanda och deras installationstekniska system.

1.2 Avgränsningar

Möjligheten till att genomföra en fallstudie av HLP2 blev klart tidigt under arbetet. Fallstudien utgjorde grundidén till filtreringen av uttaget ur Boverkets energideklarationsregister, nämligen att avgränsningarna sattes till liknande byggnader där det bedrevs liknande verksamhet. Dessutom sattes en nedre avgränsning för byggnadens yta om 20 000 m², dels för att urvalet av byggnader skulle bli mer relevant jämförbara, dels för att urvalet byggnader skulle rymmas i arbetets omfattning.

Därtill bestämdes avgränsningar till enbart information som återfinns i en energideklaration, det vill säga att parametrar som luftkvalité och arbetsmiljö enbart tas upp mycket kort utan vidare analys. Dessutom avgränsas undersökningen till enbart de energideklarationer som hittas i registret, alltså deklarationspliktiga byggnader med godkända energideklarationer med enligt Boverket rimliga värden.

Begreppet ”Sveriges logistikanläggningar” syftar till det urval som togs fram utifrån givna avgränsningar. Begreppen ”logistikanläggning” och ”logistikhall” används synonymt genom hela rapporten.

1.3 Frågeställning

- F1: Var ligger Sveriges logistikanläggningar?
- F2: Hur (energi)presterar Sveriges logistikanläggningar?
- F3: Vilka installationstekniska system används i Sveriges logistikanläggningar?

2 Metod

Examensarbetet är en kvantitativ sammanställning och analys av logistikanläggningar i Sverige.

Insamling av data har skett genom ett antal olika metoder. Den absoluta majoriteten av data som ligger till grund för denna rapport är från ett uttag ur Boverkets energideklarationsregister genom en begäran om forskning. Därtill har Castellums molntjänst och databas, Keytalk, för molnlagring och live-styrning av en del av deras fastigheter nyttjats för att ta ut mätvärden för fallstudien av logistikanläggningen HLP2. Dessutom har digitala källor och resurser använts som litteratur- och bakgrundsstudie. Utöver det har även ett studiebesök genomförts och en semistrukturerad intervju med en VVS-ingenjör som varit en del av projekteringen av HLP2 för ökad förståelse och kvalitetssäkring.

Ur uttaget av Boverkets energideklarationsregister nyttjades en databas (filformat .txt) i två delar över samtliga energideklarationer godkända före 2022-01-01, en mappningsfil med förklaringar av vad de olika parametrarna i en energideklaration faktiskt innebär samt ett tomt energideklarationsformulär. Microsoft Excel valdes som databearbetningsprogram, dels på grund av tidigare kunskap, dels för dess många verktyg för formatering, filtrering och visualisering. Arbetet inleddes genom att avgöra vilka energideklarationer som var av intresse på grundval av vilka byggnader som var relevanta enligt angivna avgränsningar i avsnitt 1.2. Inledningsvis filterades samtliga byggnader med en storlek om mindre än 20 000 m² bort, för att i nästa filtrering välja bort allmänna byggnader och specialenheter som skolor och sjukhus. De byggnader som sedan var kvar undersöktes en och en med hjälp av satellitbilder genom både Lantmäteriets kartverktyg och Google maps för att avgöra om given byggnad var relevant för studien, därtill användes Googles verktyg street view för att stötta beslut kring byggnadens inkluderande baserat på bedriven verksamhet. Dessa filtreringsteg gjordes för de båda delarna av databasen separat. Därefter genomgicks tidigare nämnd mappningsfil för att filtrera ut de delar av energideklarationen som berörde byggnadens energiprestanda och dess installationstekniska system, för att i nästa steg matchas mellan de olika databaserna för att data ska vara jämförbar. Efteråt sammanställdes filterade byggnader och energideklarationer till en gemensam tabell som i sin tur ligger till grund för de diagram och den analys som presenteras i denna rapport. Antalet logistikanläggningar som behandlats och analyserats i arbetet uppgick till 93.

Studiens reliabilitet bedöms som hög då studien kan återupprepas med samma utfall givet samma avgränsningar och data. Även studiens validitet bedöms som hög på grund av att studien baseras på gällande myndighetsgodkända energideklarationer innehållandes den byggnadsdata som analyseras. Dock beror studiens validitet i stor utsträckning på kvalitén av beskrivna data, vilken inte har kunnat kontrolleras.

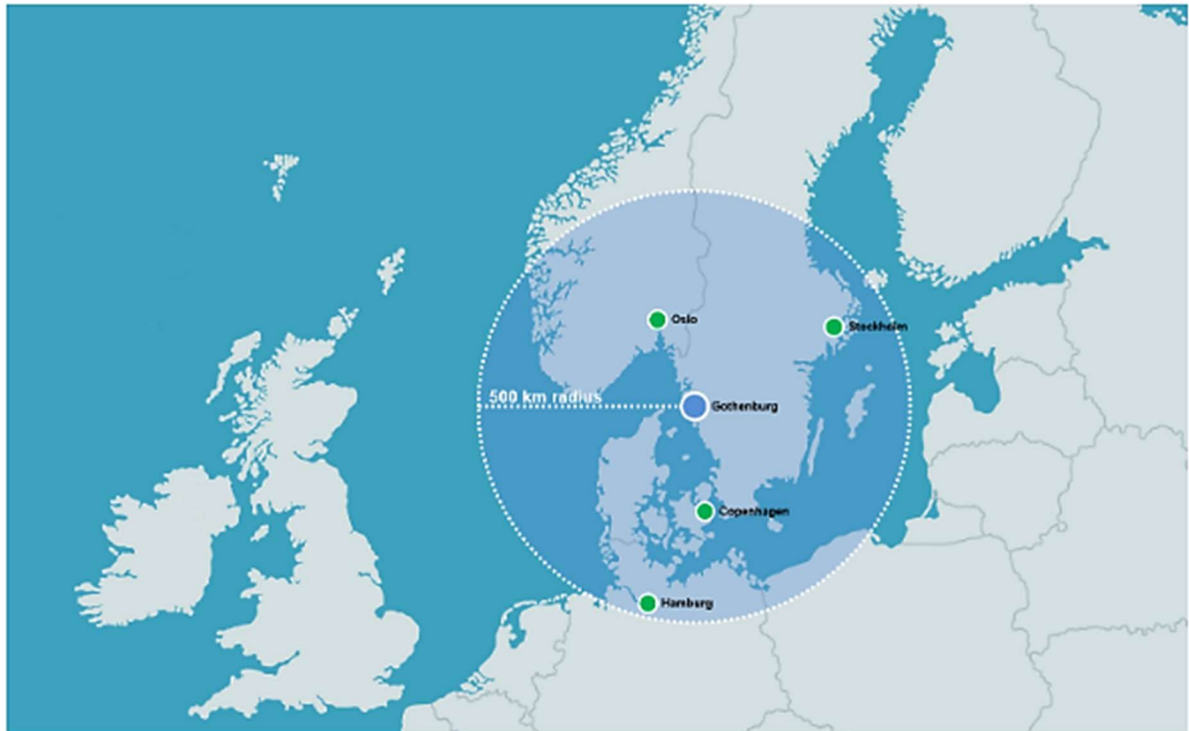
3 Logistikanläggningars geografiska placering

En logistikhall är till synes en enkel byggnad med hänsyn till dess utformning. Hallarna byggs en bit utanför städernas centrum och nära till förbindelser som motorvägar eller hamnar. Vanliga kännetecken för en logistikhall är dess lådliknande-utseende med höga väggar utan fönster som breder ut sig över stora längder. Byggnadens huvudsakliga syfte är att lagerhålla gods som tas emot och sedan skickas i väg, därför har hallarna portar där lastbilar med containers kan docka till. Insidan består av höga ställage och stora utrymmen för truckkörning och godshantering. Fenomenet logistikhall är relativt nytt i Sverige och har blivit mer relevant i samband med e-handelns uppsving.

Beslut och utvärdering om var logistikanläggningar bör byggas liknar på många sätt processen för andra typer av byggnader, men parametrar som kommunikationsvägar och tillgänglighet väger ännu tyngre i och med att hela verksamheten som ämnas bedrivs uteslutande bygger på transport. Transport och logistik kan idag ske på flera olika sätt, exempelvis med lastbil, godståg, flyg eller båt.

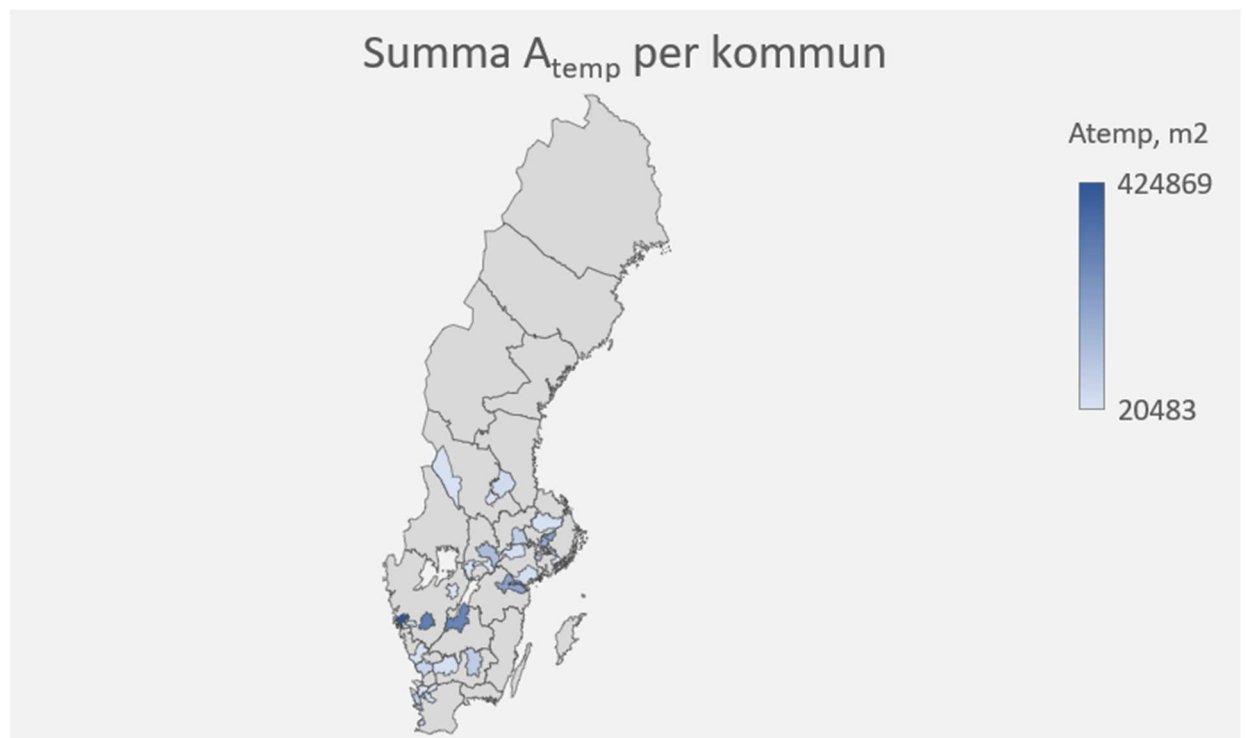
Tack vare Göteborgs Hamns höga kapacitet, Landvetter flygplats samt vägnätet så utgör Göteborg ett utomordentligt läge för logistikcentrum. I Göteborg möts flera stora Europavägar med E20 som går mot Stockholmsområdet, E45 mot Karlstad och vidare upp i landet samt E6 som norrut går mot Oslo och söderut mot Malmö och Köpenhamn (Göteborgs Hamn, u.å.). Ungefär 50 % av Sveriges containertransporter går genom Göteborgs Hamn vilka under 2021 uppgick till 828 000 TEU (tjugofotscontainers). Vidare uppger Göteborgs Hamn att ungefär 60 % av allt containergods till och från hamnen går via järnväg, vilket motsvarar cirka 70 tåg om dagen (Göteborgs Hamn, u.å.). Göteborgs Hamn uppger vidare att förhållandet mellan import och export är ungefär 50/50 där importen främst består av konsumtionsvaror som kläder, möbler, elektronik, livsmedel med mera medan exporten främst är av stål, fordon och skogsprodukter som trävaror, papper och pappersmassa, vilket totalt motsvarar nästan 30 % av Sveriges utrikeshandel (Göteborgs Hamn, u.å.).

Detta är delvis varför Intelligent Logistik väljer att ranka Göteborgsregionen som Sveriges bästa logistikläge (Intelligent Logistik, 2021). Castellum uppger att 70 % av Skandinaviens befolkning och industri ligger inom en 50 mils radie från Göteborg och att Göteborgs Hamn har ett upptagningsområde som omfattar tio nordeuropeiska länder och sammanlagt cirka 190 miljoner invånare (Castellum, u.å., b). Vidare förklarar Castellum att Göteborgs Hamn således är Nordens primära godsnav (Castellum, u.å., b). Figur 3.1 illustrerar en 50 mils radie med origo i Göteborg där bland annat Oslo, Stockholm, Malmö, Köpenhamn och Hamburg täcks in.

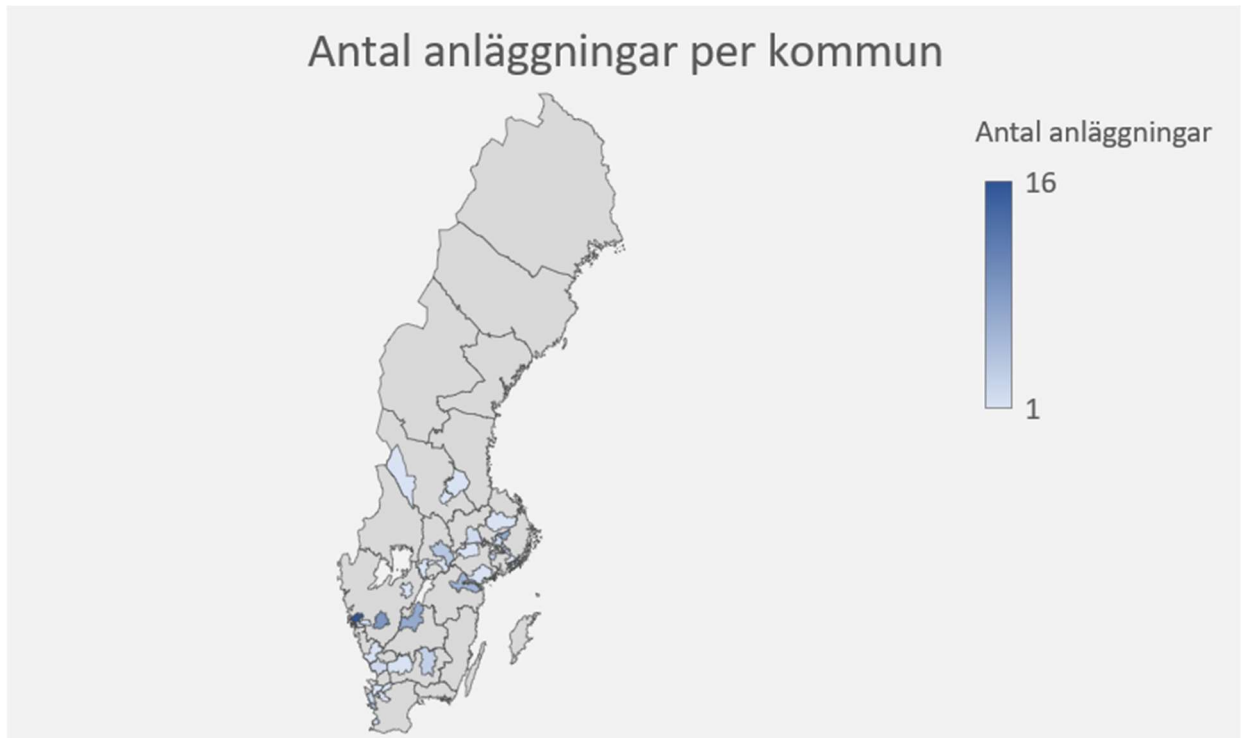


Figur 3.1 Karta med en illustration av en 50 miles radie med origo i Göteborg (Castellum, u.å., b).

Intelligent Logistiks sammanställning utgår från 6 parametrar (Intelligent Logistik, 2021) och resultatet återspeglas tydligt i hur fördelningen av logistikanläggningar över 20 000 m² uppvärmd golvyta, A_{temp} , ser ut i Sverige. I Figur 3.2 och 3.3 presenteras summa A_{temp} respektive antalet anläggningar fördelat per kommun för logistikanläggningar över 20 000 m² där en mörkare blå färg indikerar en högre summa A_{temp} respektive ett högre antal anläggningar i det färgade området.

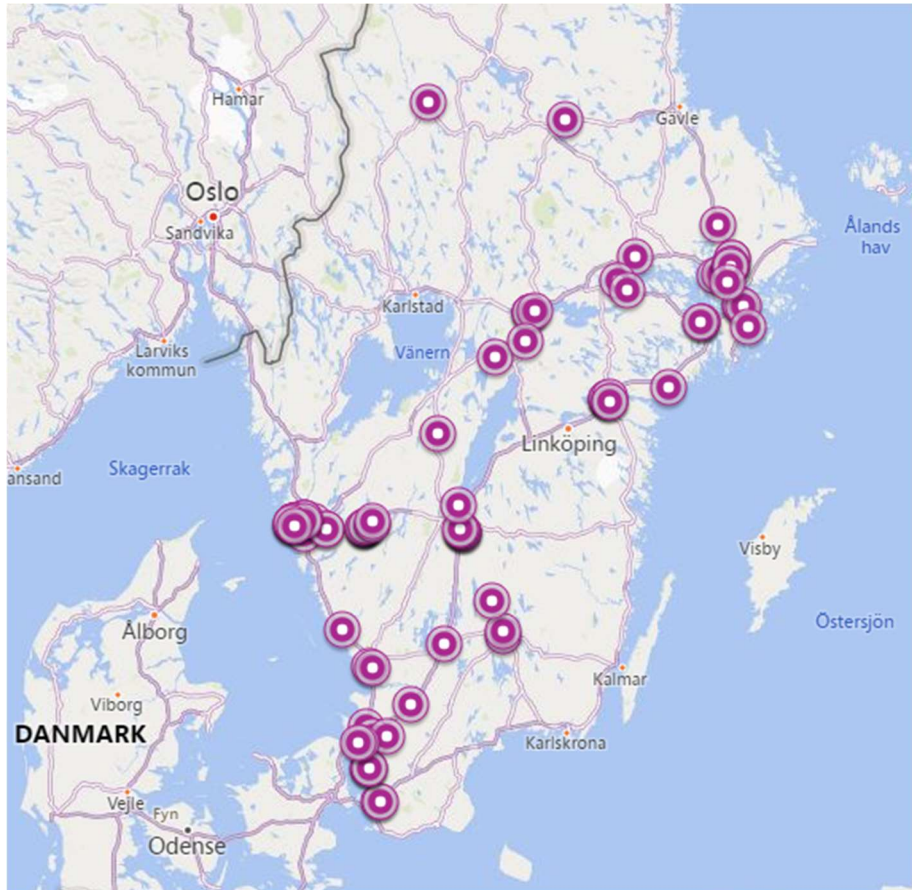


Figur 3.2 Karta som visar fördelningen av summa A_{temp} per kommun för logistikanläggningar över 20 000 m², desto mörkare blå nyans desto större mängd A_{temp} .



Figur 3.3 Karta som visar fördelningen av antalet logistikanläggningar över 20 000 m² per kommun, desto mörkare blå nyans desto fler logistikanläggningar.

Markeras i stället varje enskild anläggning med en pin på kartan ser fördelningen ut som i Figur 3.4.



Figur 3.4 Karta där de logistikanläggningar som undersökts inom ramarna för det här arbetet är markerade med en pin.

I Figur 3.2, 3.3 och 3.4 kan vi se att tätheten av logistikanläggningar över 20 000 m² ökar kring städer och främst i storstadsområden som Stockholmsområdet, Malmö/Helsingborgsområdet och inte minst Göteborgsområdet som är området med klart flest anläggningar inom givna avgränsningar.

4 Logistikanläggningars energianvändning

I följande kapitel presenteras begreppen energideklaration, energiprestanda, energiklasser med mera följt av en sammanställning av det angivna urvalet av logistikanläggningar med sin utgångspunkt i samma begrepp och beräkningar. Kapitlet avslutas med en diskussion och tankar kring sammanställningen och dess parametrar.

4.1 Energideklarationer

En energideklaration är ett dokument som innehåller energiprestandan för en byggnad, information om byggnadens egenskaper ur ett energiperspektiv, om kontroller har gjorts och hur byggnaden förhåller sig till de energikrav Boverket ställer. En energideklaration är giltig i 10 år och enligt lag (2006:985) om energideklaration för byggnader måste deklARATIONEN utföras om byggnaden är deklARATIONSPLIKTIG. Boverket ansvarar för Sveriges register av energideklarationer. I en energideklaration sammanställs den energi som brukas till byggnadens inomhusklimat exempelvis ventilationssystem och värme- och kylbatterier. Energideklarationen används även som underlag för framtida energieffektiviseringar, till exempel om fastighetsägaren bestämmer sig för att tilläggsisolera eller investera i ett nytt installationstekniskt system (Nationalencyklopedin, u.å.). Den senaste versionen av energideklarationsformuläret, version 2.8, är uppdelat i sektionerna identifikation, egenskaper, energianvändning, ventilationskontroll, inspektion av uppvärmningssystem, inspektion av luftkonditioneringssystem och rekommendationer för kostnadseffektiva åtgärder (Boverket, 2022).

4.2 Energiprestanda

Energiprestanda är enligt Boverket ett sammanvägt mått på en byggnads byggnadstekniska och installationstekniska egenskaper och används som ett mått på hur bra en byggnads energirelaterade egenskaper är (Boverket, 2021b). Boverket ställer minimikrav på byggnaders energirelaterade egenskaper i Boverkets Byggregler (BBR) genom att beräkna dess energiprestanda och med det som grund bestämma vilken energiklass respektive byggnad tillhör (Boverket, 2021b).

Hur energiprestandan beräknas och fastställs har förändrats senaste åren. Fram till och med den 31 december 2018 användes en byggnads specifika energianvändning som energiprestanda (Boverket, 2022), där den specifika energianvändningen är en byggnads oviktade energianvändning per år dividerat med dess uppvärmda golvareal, A_{temp} , och har således enheten kWh/m² och år (Boverket, 2021b). Den oviktade energianvändningen, ofta kallad för köpt energi, är den energi som vid ett normalår används av en byggnad för uppvärmning, komfortkyla, tappvarmvatten och fastighetsenergi. Byggnadens oviktade energianvändning, E_{bea} , bestäms därmed genom ekvation (4.1) (Boverket, 2020):

$$E_{bea} = E_{uppvärmning} + E_{komfortkyl} + E_{tappvarmvatten} + E_{fastighetsenergi} \quad (4.1)$$

Från och med den 1 januari 2019 bestäms en byggnads energiprestanda i stället genom ett primärenergital, EP_{pet} , som också tar hänsyn till byggnadens geografiska placering, F_{geo} , samt att energiförsörjningens olika energibärare har börjat viktas. Fram till och med den 31 augusti 2020 kallades dessa viktningsfaktorer för primärenergifaktorer, PE_i ,

men har uppdaterats, och från och med den 1 september 2020 (Boverket, 2022) används nu viktningsfaktorer, VF_i , i stället med förnyade värden för respektive energibärare vilka återfinns i Tabell 9.2b i BBR 29 (BFS 2011:6), se Tabell 4.1 (Boverket, 2020).

Tabell 4.1 Viktningsfaktorer, VF_i , för respektive energibärare i enlighet med tabell 9.2b i BBR 29 (Boverket, 2020)

Energibärare	Viktningsfaktor (VF_i)
El (VF_{el})	1,8
Fjärrvärme (VF_{fv})	0,7
Fjärrkyla (VF_{fk})	0,6
Fasta, flytande och gasformiga biobränslen (VF_{bio})	0,6
Fossil olja (VF_{olja})	1,8
Fossil gas (VF_{gas})	1,8

Primärenergifaktorerna som användes för att bestämma primärenergitalet mellan 1 januari 2019 och 31 augusti 2020 återfinns i tabell 9.2b i BBR 25, se tabell 4.2 nedan.

Tabell 4.2 Primärenergifaktorer, PE_i , för respektive energibärare i enlighet med tabell 9.2b i BBR 25 (Boverket, 2017)

Energibärare	Primärenergifaktor (PE_i)
El (PE_{el})	1,6
Fjärrvärme (PE_{fv})	1,0
Fjärrkyla (PE_{ky})	1,0
Biobränsle (PE_{bio})	1,0
Olja (PE_{olja})	1,0
Gas (PE_{gas})	1,0

Primärenergitalet, EP_{pet} , beräknas idag genom ekvation (4.2) (Boverket, 2020):

$$EP_{pet} = \frac{\sum_{i=1}^6 \left(\frac{E_{uppv,i}}{F_{geo}} + E_{kyl,i} + E_{tvv,i} + E_{f,i} \right) \times VF_i}{A_{temp}} \quad (4.2)$$

Beteckningsförklaring till ekvation (4.2):

EP_{pet} – primärenergital, även kallat energiprestanda och används för att fastställa energiklass [kWh/ (m² och år)]

$E_{uppv,i}$ – energi till uppvärmning [kWh/år]

F_{geo} – Geografisk justeringsfaktor beroende på geografisk placering av byggnaden, där den lägsta faktorn är 0,8 och gäller för exempelvis Malmö och södra Skåne medan den högsta faktorn är 1,9 och gäller för exempelvis Gällivare och Kiruna [-]

$E_{kyl,i}$ – Energi för komfortkyla [kWh/år]

$E_{tvv,i}$ – Energi till tappvarmvatten [kWh/år]

$E_{f,i}$ – Fastighetsenergi [kWh/år]

VF_i – Viktningsfaktor för respektive energibärare, se Tabell 4.1 och Tabell 4.2 [-]

A_{temp} – den totala golvytan för samtliga utrymmen i byggnaden avsedda att värmas till mer än 10°C [m²]

Primärenergital blir ett jämförbart nyckeltal i och med att det tar hänsyn till den geografiska placeringen samt är per kvadratmeter, vilket gör det möjligt att generalisera byggnader runt om i Sverige och ställa samma krav på dessa oavsett plats och storlek (Boverket, 2021b).

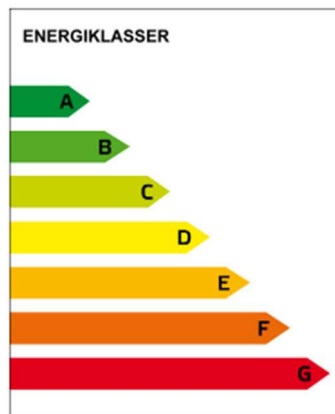
4.2.1 Energiklasser

Den framräknade energiprestandan för en given byggnad används för att placera byggnaden i en av de sju energiklasserna och graderas från A till G, se Figur 4.1. Energiklasserna utgår från byggnadstypen för den givna byggnaden och dess nybyggnadskrav, där logistikanläggningar klassificeras som lokaler och har således ett krav på ett primärenergital om $70 \text{ kWh/m}^2 A_{\text{temp}}$ och år i enlighet med i tabell 9.2a i BBR (BFS 2011:6) (Boverket, 2020). I undantagsfall får tillägg göras med $40 \times (q_{\text{medel}} - 0,35)$ där uteluftsflödet i temperaturreglerande utrymmen av hygieniska skäl är större än $0,35 \text{ l/s per m}^2$. q_{medel} är det genomsnittliga uteluftsflödet under uppvärmningssäsong och får som högst tillgodoräknas till $1,0 \text{ l/s per m}^2$ (Boverket, 2020). Energiklassning infördes i energideklarationerna 1 januari 2014 och innan dess användes i stället specifik energianvändning i kWh/m^2 som gradering (Boverket, 2021a). Energiklasserna är uppförda enligt följande:

- A = energiprestandan är mindre än eller lika med 50 % av kravet för en ny byggnad
 - B = energiprestandan är större än 50 % och mindre än 75 % av kravet för en ny byggnad
 - C = energiprestandan är större än 75 % och mindre än 100 % av kravet för en ny byggnad
 - D = energiprestandan är större än 100 % och mindre än 135 % av kravet för en ny byggnad
 - E = energiprestandan är större än 135 % och mindre än 180 % av kravet för en ny byggnad
 - F = energiprestandan är större än 180 % och mindre än 235 % av kravet för en ny byggnad
 - G = energiprestandan är större än 235 % av kravet för en ny byggnad
- (Boverket, 2021a).

För logistikanläggningar med nybyggnadskrav om ett primärenergital på 70 kWh/m^2 och år blir energiklassificeringen således:

- A = energiprestandan är mindre än eller lika med 35 kWh/m^2 och år
- B = energiprestandan är större än 35 kWh/m^2 och år och mindre än $52,5 \text{ kWh/m}^2$ och år
- C = energiprestandan är större än $52,5 \text{ kWh/m}^2$ och år och mindre än 70 kWh/m^2 och år
- D = energiprestandan är större än 70 kWh/m^2 och år och mindre än $94,5 \text{ kWh/m}^2$ och år
- E = energiprestandan är större än $94,5 \text{ kWh/m}^2$ och år och mindre än 126 kWh/m^2 och år
- F = energiprestandan är större än 126 kWh/m^2 och år och mindre än $164,5 \text{ kWh/m}^2$ och år
- G = energiprestandan är större än $164,5 \text{ kWh/m}^2$ och år



Figur 4.1 Illustration av energiklassernas gradering A till G (Boverket, 2021a)

Kravet på byggnaders energiprestanda utvärderas och utvecklas över tid. I BBR 24 ställs det olika krav på byggnaders energiprestanda beroende på i vilken klimatzon byggnaden är belägen (Boverket, 2016). I samband med införandet av primärenergital 1 januari 2019 ingår klimatzonerna i stället redan vid beräkningen av byggnadens energiprestanda och jämförs mot samma krav på energiprestanda och var för lokaler då 80 kWh/m^2 och år (Boverket, 2017). I BBR 29, när energiprestandaberäkningen gick från primärenergifaktorer till viktningfaktorer, skärptes även kravet för lokalers energiprestanda till 70 kWh/m^2 och år (Boverket, 2020).

4.2.2 Fastighetsenergi och verksamhetsenergi

Både fastighetsenergi och verksamhetsenergi mäts i det här sammanhanget i kWh/år. Med fastighetsenergi menas den del av byggnadens energianvändning som är en del av byggnadens behov. Exempel på energikrävande utrustning eller maskiner som klassas som fastighetsenergi är värmekablar, fläktar, motorer, pumpar, styr- och övervakningsutrustning men även hissar och annan utrustning som krävs för fastighetens drift. Därtill ingår fast belysning i driftsutrymmen och i allmänna utrymmen (Boverket, 2020). Sammanfattningsvis består fastighetsenergi av energi för uppvärmning, komfortkyla och tappvarmvatten.

Verksamhetsenergi är den energi som används för verksamheten i lokalen. Vad som ingår i verksamhetsenergin är således beroende på vad för typ av verksamhet som bedrivs men exempelvis ingår processenergi, kopiatorer, datorer, TV, maskiner och andra apparater för verksamheten. Därtill ingår kyl, frys, disk- och tvättmaskin, spis och andra hushållsmaskiner. Med fastighetsenergi respektive verksamhetsenergi menas den del av fastighetsenergin, respektive verksamhetsenergin, som är elbaserad (Boverket, 2020).

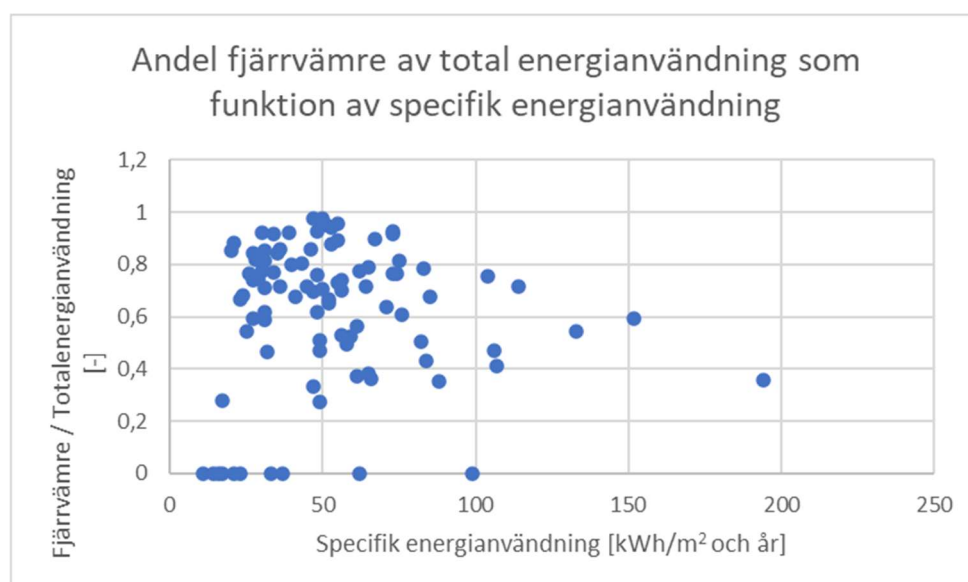
4.2.3 Solceller och solvärme

Solenergi kan nyttjas till att producera el genom solceller, och genom att fånga upp strålningensenergi i en vätska med hjälp av solfångare är det i nästa steg möjligt att nyttja värmen i vätskan för att värma upp byggnaden (Energimyndigheten, 2021). Både solceller och solfångare är beroende av lutning och väderstreck för att maximera solexponeringen, likaså är de båda lösningarnas nytta både väderberoende och säsongvarierande (Energimyndigheten, 2021). Solenergi kan även användas till solkyla för att exempelvis kyla kallvatten eller sänka inomhustemperaturen. Antingen kan el

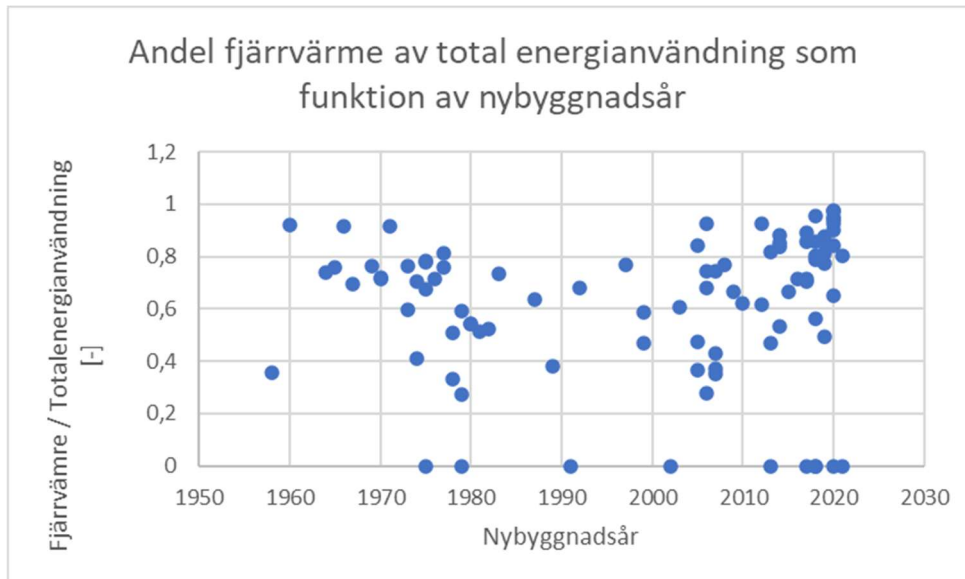
från solceller nyttjas i ett eldrivet kylsystem eller så kan solfångare användas i en värmedriven kylprocess som kallas för termisk solkyla (Energimyndigheten, 2021).

4.3 Sveriges logistikanläggningars energiprestanda

Utifrån givna avgränsningar har 93 logistikanläggningar sorterats ut för vidare undersökning och analys. I energideklarations formulärversion 2.8 finns det totalt 47 parametrar som direkt berör byggnadens energianvändning (Boverket, 2022). I det här arbetet har byggnadens specifika energianvändning samt dess nyttjande av fjärrvärme valts som utgångspunkt, därtill har de fält som behandlar solvärme respektive solceller också sammanställts. Den viktade energiprestandan - primärenergital - sammanställs också, men då den informationen enbart finns för ett än mindre urval av byggnader används i stället specifik energianvändning som huvudsaklig utgångspunkt. Specifik energianvändning används som huvudsaklig jämförelsepunkt för energiprestanda i och med att det gör samtliga logistikanläggningar jämförbara oavsett version för energideklarationsformuläret. Andel fjärrvärme av total energianvändning är en faktor som beräknats genom att dividera den totala mängden fjärrvärmeenergi som använts under ett år med byggnadens totala energianvändning för samma tidsperiod.

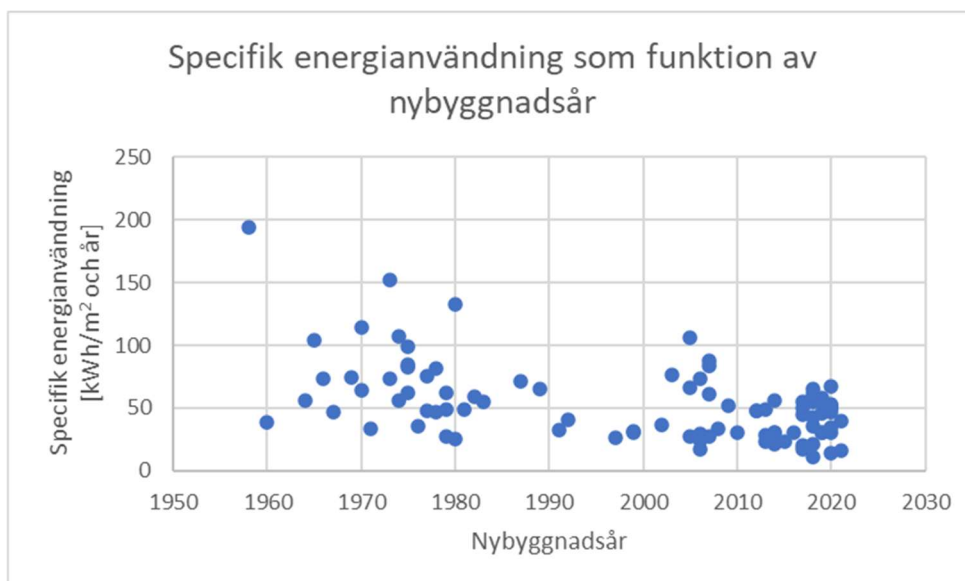


Figur 4.2 Graf som visar andelen fjärrvärme som funktion av den specifika energianvändningen.

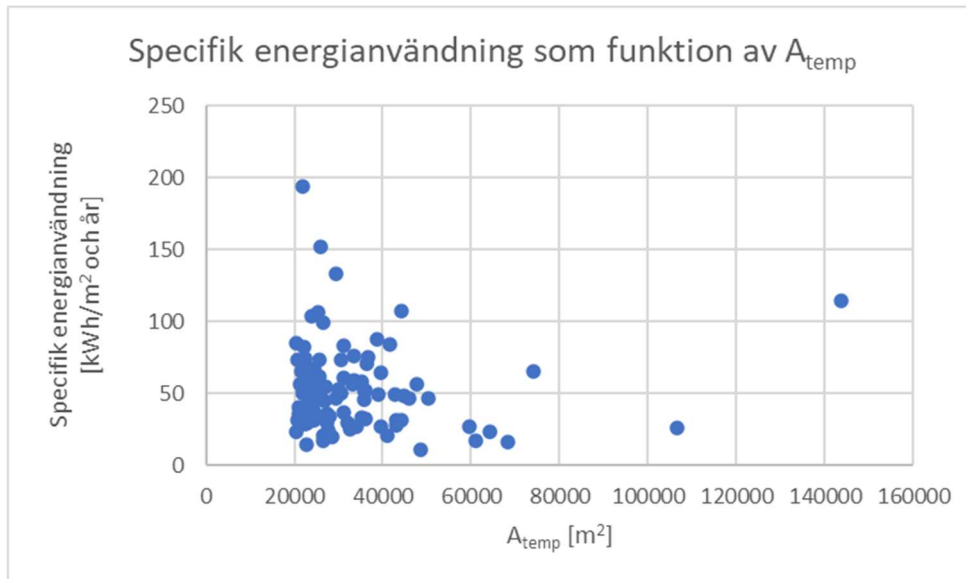


Figur 4.3 Graf som visar andelen fjärrvärme som funktion av byggnadens nybyggnadsår.

Andel fjärrvärme i relation till specifik energianvändning, Figur 4.2, indikerar inte på ett tydligt samband eller trend, däremot indikerar andel fjärrvärme i relation till nybyggnads år, Figur 4.3 på en större andel fjärrvärme vid senare nybyggnadsår och på trenden att fjärrvärme nyttjas i en allt högre utsträckning över tid.

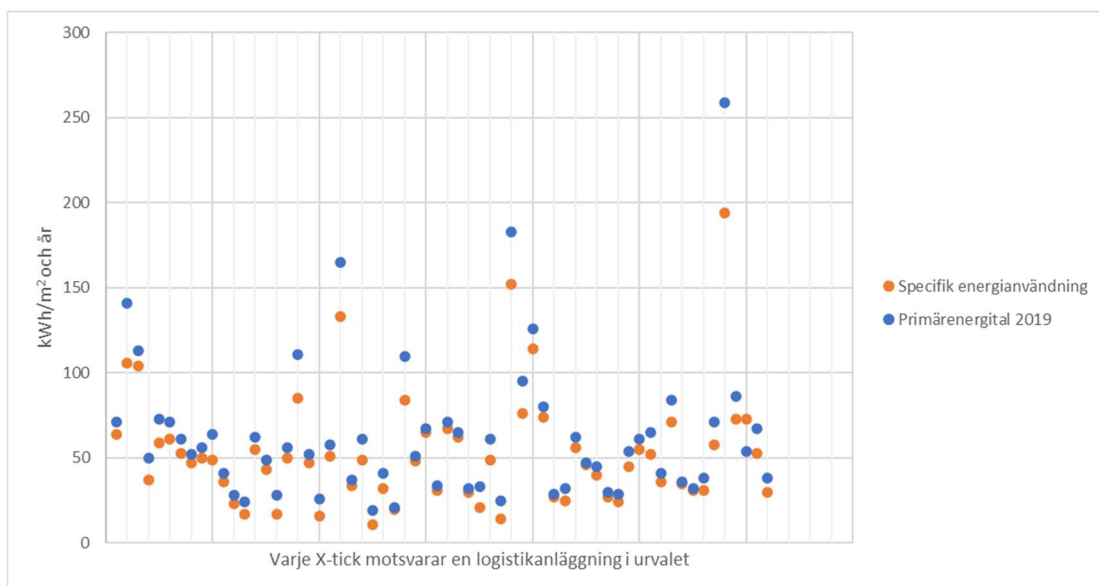


Figur 4.4 Graf som visar en byggnads specifika energianvändningen som funktion av dess nybyggnadsår.

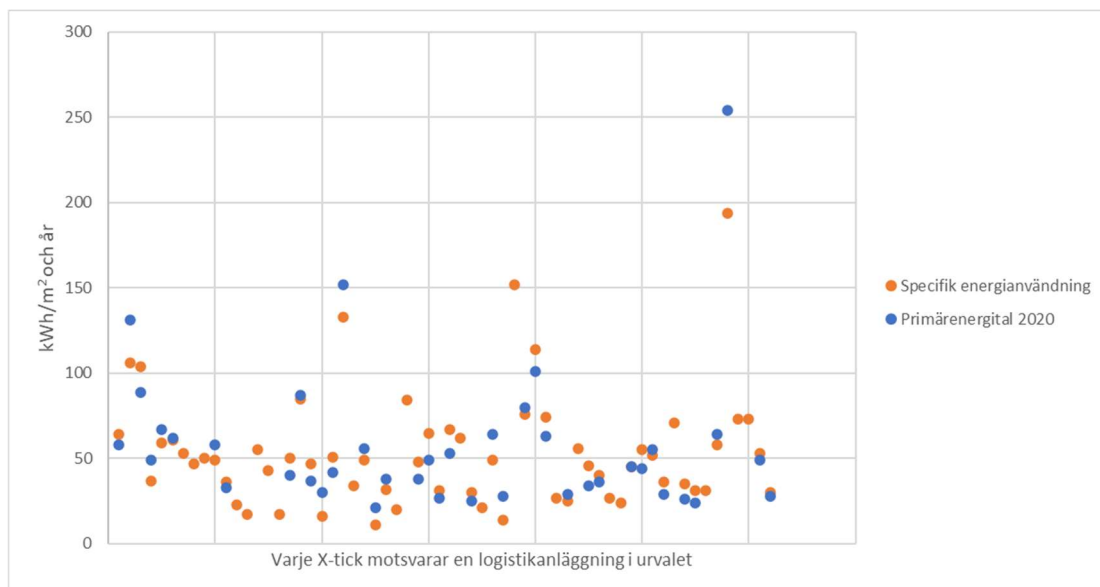


Figur 4.5 Graf som visar en byggnads specifika energianvändning som funktion av dess A_{temp} .

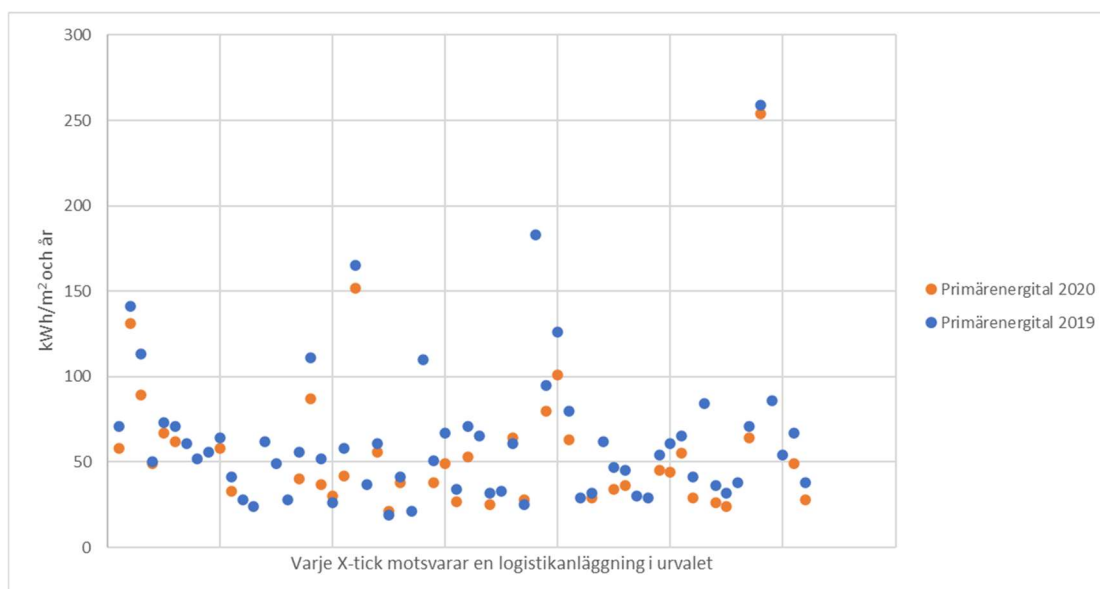
Specifik energianvändning som funktion av nybyggnadsår, Figur 4.4, pekar på att byggnadernas specifika energianvändning samt spridningen av specifik energianvändning har minskat över tid under de senaste 50 till 60 åren. Figur 4.4 visar också på att nybyggnadstakten av nya logistikanläggningar över 20 000 m² A_{temp} var högre under främst 1970-talet och därefter avta under 80- och 90-talet för att sedan tydligt öka under 2000-talet och främst 2010-talet. Det finns flera möjliga förklaringar till detta men en möjlig förklaring, eller delförklaring, till den tydliga ökningen under 2000- och 2010-talet är den hastigt växande e-handeln som ökat efterfrågan på lager. Däremot syns inget tydligt samband eller trend för specifik energianvändning som funktion av A_{temp} . Figur 4.5 visar däremot att en klar majoritet av byggnaderna i det analyserade urvalet har en A_{temp} på mellan 20 000 m² och 40 000 m² samt har en specifik energianvändning på under 100 kWh/m² och år.



Figur 4.6 Graf som visar skillnaden mellan specifik energianvändning och primärenergital beräknat med primärenergifaktorer i enlighet med BBR25.



Figur 4.7 Graf som visar skillnaden mellan specifik energianvändning och primärenergital beräknat med viktningfaktorer i enlighet med BBR29.

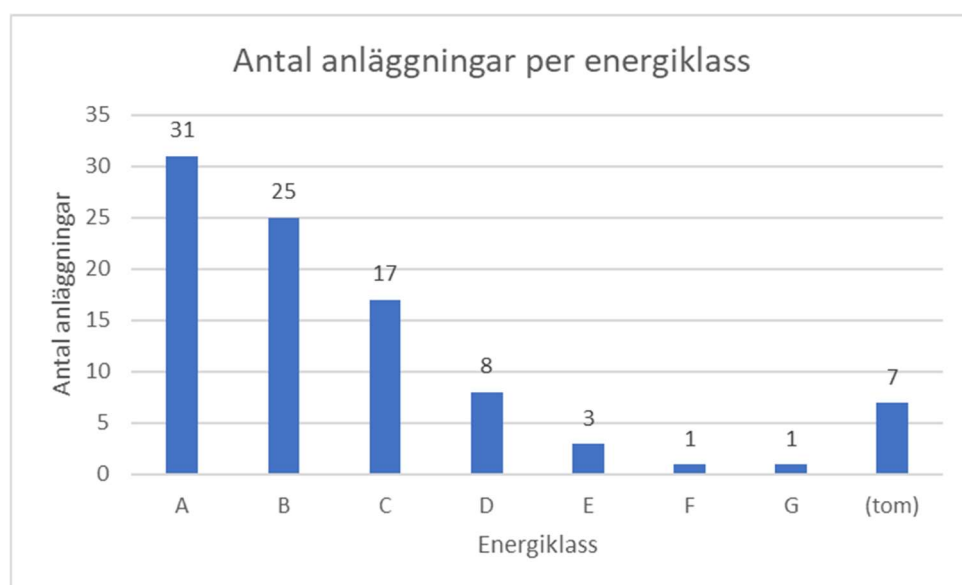


Figur 4.8 Graf som visar skillnaden mellan primärenergital beräknat med primärenergifaktorer i enlighet med BBR25 och primärenergital som beräknats med viktningfaktorer i enlighet med BBR29.

Figur 4.6 som visar relationen mellan specifik energianvändning och primärenergital beräknat med primärenergifaktorer, $EP_{pet2019}$, visar på ett intressant resultat. De flesta byggnaders energiprestanda försämrades, alltså ökade, vid införandet av viktning med primärenergifaktorer när el som energibärare viktades upp till 1,6, kontra 1,0 som för samtliga energibärare innan införandet av primärenergifaktorer, se Tabell 4.2. Då det enbart var el som viktades upp pekar resultatet på att det undersökta urvalet av byggnader använder en betydande andel el för uppvärmningsändamål, kylning och/eller fastighetsdrift. I genomsnitt ökade dessa byggnaders energiprestanda med ungefär $9,77 \text{ kWh/m}^2$ och år vid införandet av $EP_{pet2019}$, vilket bestämdes genom att beräkna ett medelvärde av differensen mellan specifik energianvändning och $EP_{pet2019}$. Jämförs i stället den specifika energianvändningen mot primärenergital beräknat med viktningfaktorer, se Figur 4.7, $EP_{pet2020}$, syns även här en försämring av energiprestandan, men en betydligt mindre differens jämfört med Figur 4.6. I genomsnitt

skiljer det ungefär $0,93 \text{ kWh/m}^2$ och år mellan specifik energianvändning och $EP_{\text{pet}2020}$. Intressant här är att vid införandet av viktningsfaktorerna, Tabell 4.1, blir den genomsnittliga differensen gentemot specifik energianvändning relativt liten, dessutom trots inkludering av den geografiska justeringsfaktorn F_{geo} som tidigare har tagits i beaktande genom att ha olika krav på byggnadens energiprestanda utifrån dess klimatzon. Figur 4.8 visar att i och med steget från $EP_{\text{pet}2019}$ till $EP_{\text{pet}2020}$ förbättrades beräknad energiprestandan för beaktat urval. I genomsnitt förbättrades beräknad energiprestanda med ungefär $10,2 \text{ kWh/m}^2$ och år.

4.3.1 Energiklasser



Figur 4.9 Diagram som visar en sammanställning av det här urvalet av byggnaders fördelning av energiklass. Kategorin "(tom)" är för de anläggningar vars energideklarationer inte har ifyllt energiklass.

I undersökt urval om 93 logistikanläggningar har 73 anläggningar energiklass C eller bättre och uppfyller således de krav som ställs i Boverkets byggregler, se Figur 4.9. Det innebär följaktligen att 20 anläggningar i undersökt urval har en energiklass sämre än C, alternativt inte ifyllt energiklass i den senast godkänd energideklarationen för byggnaden, och har alltså en beräknad energiprestanda som inte uppfyller BBR 29s krav.

I och med att energiklasserna baseras helt på byggnadens framräknade energiprestanda som idag beräknas genom viktningsfaktorer som redan justerats en (/två) gång och mycket väl kan behöva/kommer justeras fler gånger framåt. Det tyder på att energiklasser och energiprestanda inte är ett oberoende mått, utan baseras på vad som idag anses vara en effektiv och miljövänlig energibärare. Utvecklingen, tekniken och kunskapen går framåt hela tiden och det som idag anses vara miljövänliga lösningar kan mycket väl klassas som ett miljödåligt alternativ om ett decennium. Eftersom det utgår ifrån övriga alternativ som finns tillgängliga och är alltså både relativt och subjektivt. En byggnads energiklass kan därmed inte anses vara en objektiv och ensidig sanning. Samtidigt som den stora fördelen med energiklassningen är att det är enkelt att snabbt ta till sig hur byggnaden står sig idag och inte minst mot andra byggnader av samma typ så är det inte ett oberoende mått på byggnadens energianvändning. Däremot är det rimligt att vikta energibärare utifrån dess miljöpåverkan där mer miljövänliga alternativ ska vara mer fördelaktiga.

4.3.2 Solceller och solvärme

Av de 93 logistikanläggningar som sammanställts är det enbart en anläggning som använder solfångare och endast sex anläggningar som har installerat solceller.

För byggnader av den storlek som undersöks i det här arbetet är det totala energibehovet svårbegripligt stort, trots att en klart övervägande del av anläggningarna presterar väl ur ett energiperspektiv utifrån givna krav och riktlinjer. Studien kan påvisa att både solfångare och solceller enbart nyttjas i en mycket liten utsträckning. De flesta logistikanläggningarna i undersökningen har mer eller mindre formen av ett rätblock och har alltså stora takytor som för de flesta byggnader till synes är helt oanvända, utöver de grundläggande egenskaperna av ett tak. Finns det outnyttjad potential till energiförsörjning här?

4.3.3 Fastighetsenergi och verksamhetsenergi

Vid beräkningen av en byggnads totala energianvändning och dess primärenergital, vars beräkningar presenteras och beskrivs i avsnitt 4.1 och ekvation 4.1 och 4.2, framgår det att enbart hänsyn tas till fastighetsenergin vid fastställandet av en byggnads energiprestanda. Det gör det fördelaktigt att klassa fler energikrävande delar av fastigheten/verksamheten som verksamhetsenergi då det inte påverkar byggnadens beräknade energiprestanda.

Samtidigt är det rimligt att inte beakta verksamhetsenergin vid beräkning av byggnadens energiprestanda, i och med att byggnaden presterar i sig varken bättre eller sämre ur ett energiperspektiv beroende på vilken typ av verksamhet som bedrivs i lokalen. Däremot påverkas inomhusklimat och byggnadens behov av uppvärmning i allra högsta grad av den verksamhet som bedrivs i lokalen. I fallet med logistikanläggningar och dess lastbryggor kan det uppstå frågetecken. Var går gränsen för vad som klassas som uppvärmning av fastigheten och vad som anses vara ett verksamhetsberoende energibehov?

5 Logistikanläggningars installationstekniska system

I följande avsnitt kommer de installationstekniska systemen för logistikhallar att beskrivas för att ge läsaren en överblick hur situationen ser ut idag. Följande resultat kommer från Boverkets energideklarationsregister.

5.1 Inomhusklimat i en logistikanläggning och dess krav

Logistikhallars inomhusklimat ställs inför andra svårigheter jämfört med en kontorsbyggnad. Större volymer, truckkörning, portar som öppnas och stängs samt stora mängder gods under samma tak kräver andra lösningar.

Enligt Arbetsmiljöverket ska en arbetsplats ha god luftkvalité när arbete pågår. Det innebär att mängden emissioner som kan vara hälsofarliga eller ge upphov till dålig lukt ska vara så låg som möjligt (Arbetsmiljöverket, 2020). Andra faktorer som spelar roll på inomhusklimatet är lufttemperaturen och den relativa fuktigheten. Arbetsmiljöverket ställer inga krav på lufttemperaturen men är den vid stillasittande arbete högre eller lägre än 20–24 °C vintertid eller 20–26°C sommartid bör en undersökning ske för att se om åtgärder krävs (Arbetsmiljöverket, 2020).

För att skapa ett hälsosamt inomhusklimat krävs ett ventilationssystem vars uppgift är att förse byggnaden med uteluft och ventilerar bort inomhusluft (Arbetsmiljöverket, s.35, 2020). Således förs föroreningar bort samt fuktigheten hålls inom önskad nivå.

Arbetsmiljöverket ställer krav på minsta tillåtna luftflöden på en arbetsplats. Minimikraven är 7 l/s per person och 0,35 l/s per m². Kraven lämpar sig för arbetsplatser med stillasittande arbete och byggnadsmaterial som utsöndrar en liten mängd emissioner. Alltså kan flödet ökas beroende på verksamheten (Arbetsmiljöverket, 2020).

5.1.1 Olika typer av ventilationssystem

För i princip alla byggnader där det bedrivs verksamhet behövs idag ett ventilationssystem för att klara inomhusklimat- och luftkvalitetskraven. I Sverige är FTX-, F- och S-system de tre mest använda ventilationssystemen, men FT- och Fmed-system förekom också i studien:

- FTX-system, till- och frånluft med värmeåtervinning (VentTypFTX)
- F-system, mekanisk frånluft (VentTypF)
- S-system, självdrag (VentTypSjalvdrag)
- FT-system, till- och frånluft utan värmeåtervinning (VentTypFT)
- Fmed-system, frånluft med värmeåtervinning (VentTypFmed)

Varje variant har sedan en eller flera varianter, exempelvis FTX-system utan värmeåtervinning betecknas FT-system och F-system med frånluftsvärmepump betecknas FVP-system. Mekanisk tilluft, alltså FTX-system, finns i ytterligare två utföranden nämligen konstant eller variabelt luftflöde som beskrivs med CAV- respektive VAV-system. Självdragssystem, S-system, kompletteras ibland med en hjälpfläkt och kallas då för fläktförstärkt självdrag eller hybridventilation och betecknas med FFS-system (Warfvinge, Dahlblom, 2010).

5.1.2 Ridå- och fläktluftsvärmare

En ridåvärmare, även kallad luftridå, är en bred luftström som cirkulerar över en öppning i klimatskalet där ridåvärmaren tvingar en luftström över hela ingången med en bestämd vinkel och en bestämd hastighet. Syftet med att nyttja luftridåer är att hindra okonditionerad luft från att komma in i ett konditionerat utrymme samt undvika att insekter tar sig in genom öppningen. Luftridåer används vanligtvis där dörrar eller portar behöver hållas öppna för driftsändamål, exempelvis lastningsdockor, men också kundinfarter till affärer och varuhus (Värmepumpen, u.å.).

En fläktluftsvärmare (också kallad aerotemper) primära funktion är att förse inomhusklimatet med varm luft. Den fungerar för både stora och små lokaler. En koppling till det vattenburna värmesystemet krävs för att värma upp fläktluftsvärmarens värmeväxlare (Energiteknik, u.å.). Utseendemässigt skiljer sig en ridå- och fläktluftsvärmare åt, då den första är mer avlång och rektangulär medan den andra är mer kvadratisk och lådliknande. Om en fläktluftsvärmare monteras vid en port blir verkningssättet samma som för en ridåvärmare. Däremot är inte en ridåvärmare anpassad för att värma upp stora ytor.



Figur 5.1 Ridåvärmare i Hisingen Logistikpark 2. (Författarnas egen figur)



Figur 5.2 Fläktluftsvärmare i Hisingen Logistikpark 2. (Författarnas egen figur)

5.1.3 Emissioner i logistikanläggningar

Vid godshantering används träemballage (lastpallar i folkmun) som fraktas i containrar. För att dessa inte ska sprida mikroorganismer, gnagare och/eller insekter som i sin tur kan äventyra mottagarlandets ekosystem appliceras bland annat metylbromid (ISPM 15, 2019). Metylbromid används som gas i containrar (Europeiska kommissionen, 2012). Kontakt med metylbromid kan leda till huvudvärk, illamående och irritation på slemhinnor och hud. Högre halter kan leda till negativ påverkan på lungor, lever och njurar (NE, u.å.). Metylbromid är även känt för att vara ozonedbrytande (SMHI, 2021). De negativa konsekvenserna av metylbromid har gjort att sulfurylfluorid blivit ett populärare val. Även sulfurylfluorid har liknande hälsorisker men anses inte vara ett ozonedbrytande ämne varav den ökade användningen (NPIC, 2017).

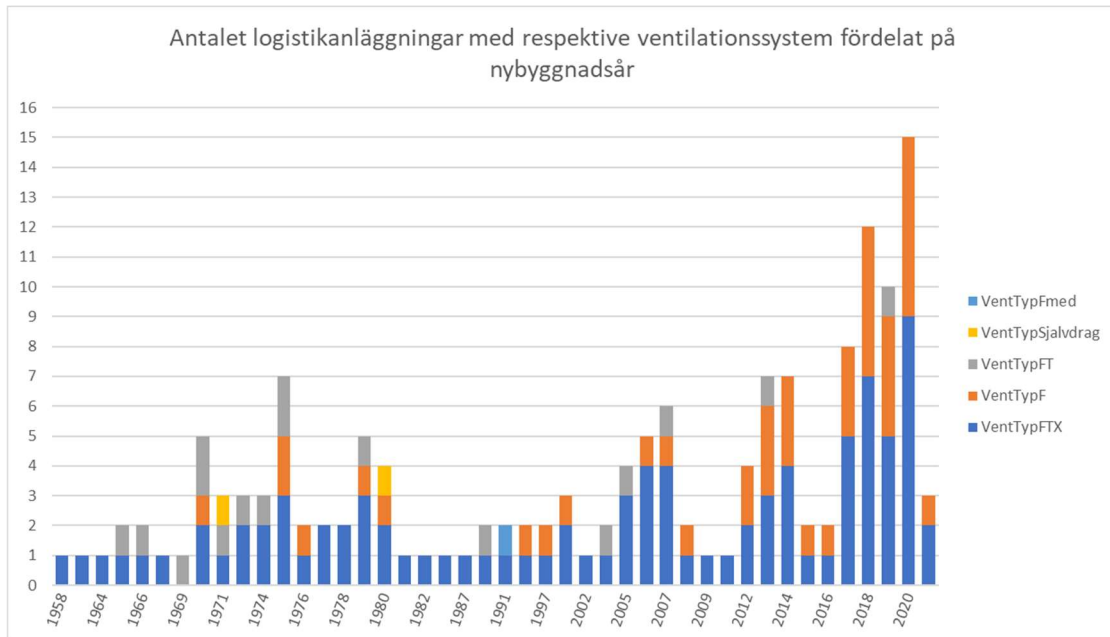
Utöver kemikalierna på träemballage och containrar kan godset i sig också avge lukt och emissioner. Rester från tillverkningsprocesser av plaster, textilier och möbler samt tillsatta luktämnen riskerar att orsaka huvudvärk, allergiska reaktioner och irritation på hud (Tukes, 2016).

5.2 Resultat

Ur utdraget har 93 logistikhallar analyserats därefter har diagram skapats. Variablerna av intresse har varit när hallarna är byggda och:

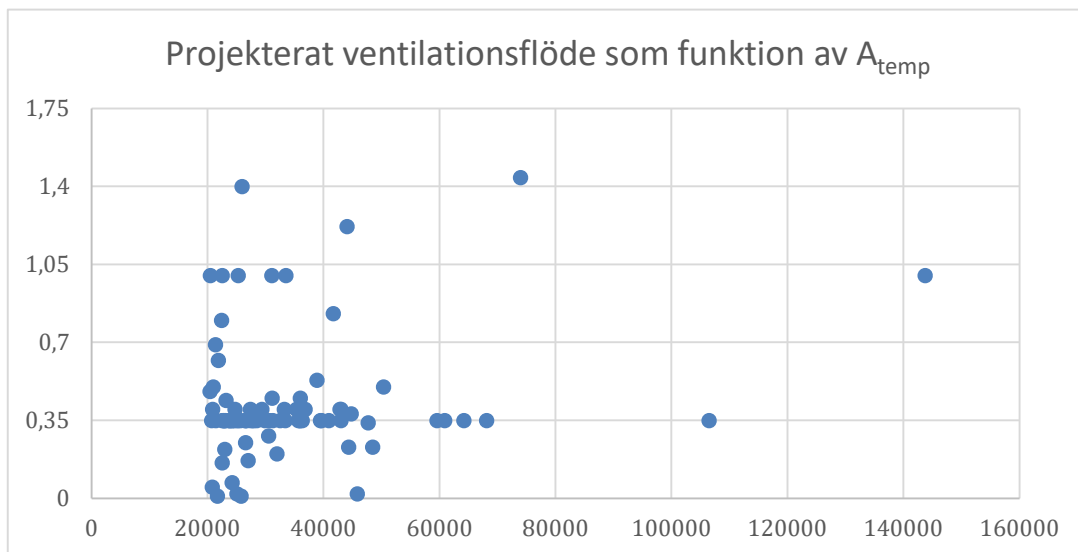
- Installerat ventilationssystem
- Projekterat luftflöde kopplat till byggnadens A_{temp}

Syftet med Figur 5.3 är att förtydliga hur de installationstekniska systemen ser ut för logistikhallarna i utdraget. Nästintill alla använder sig utav ett FTX-system jämfört med F-system och S-system som är mindre populära. Enligt utdraget brukar flera logistikhallar fler än ett system. En hall kan alltså både ha ett FTX-system och ett F-system. Detta innebär att summan av samtliga staplar i diagrammet överstiger 93.

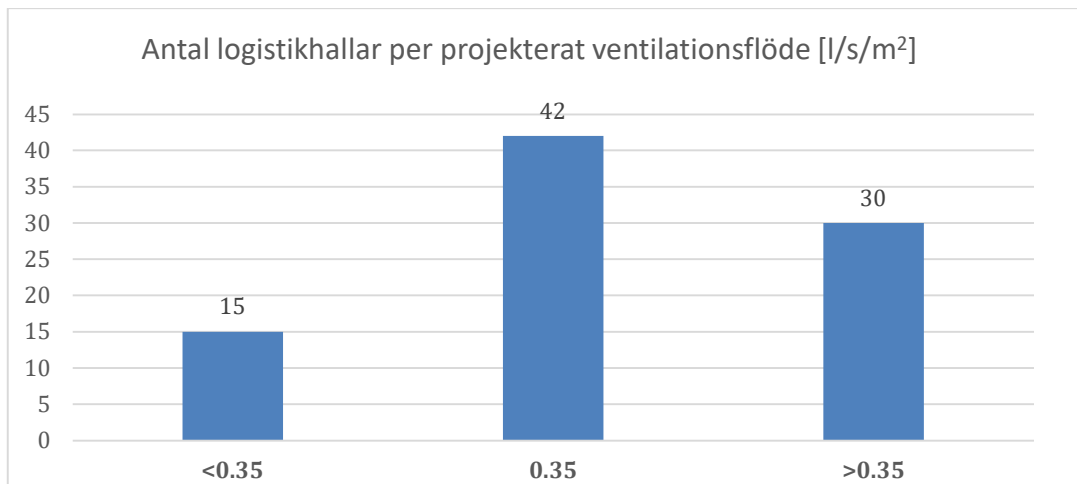


Figur 5.3 Diagrammet visar antalet logistikanläggningar som har de olika ventilationssystemen för varje enskilt nybyggnadsår.

För att undersöka sambandet mellan logistikhallarnas A_{temp} och projekterat luftflöde har Figur 5.4 skapats. Av 93 hallar saknar sex information kring projekterat luftflöde. Det framgår heller ingen trend att större logistikhallar skulle ha ett högre luftflöde då majoriteten befinner sig kring $0.351/s/m^2$, vilket även redogörs i Figur 5.5.



Figur 5.4 Sambandet mellan projekterat luftflöde och logistikhallens A_{temp} .



Figur 5.5 Antalet logistikhallar med ett projekterat luftflöde om 0,35 l/s/m² eller under/över. Av 93 hallar saknar sex information om det projekterade luftflödet.

5.3 Diskussion

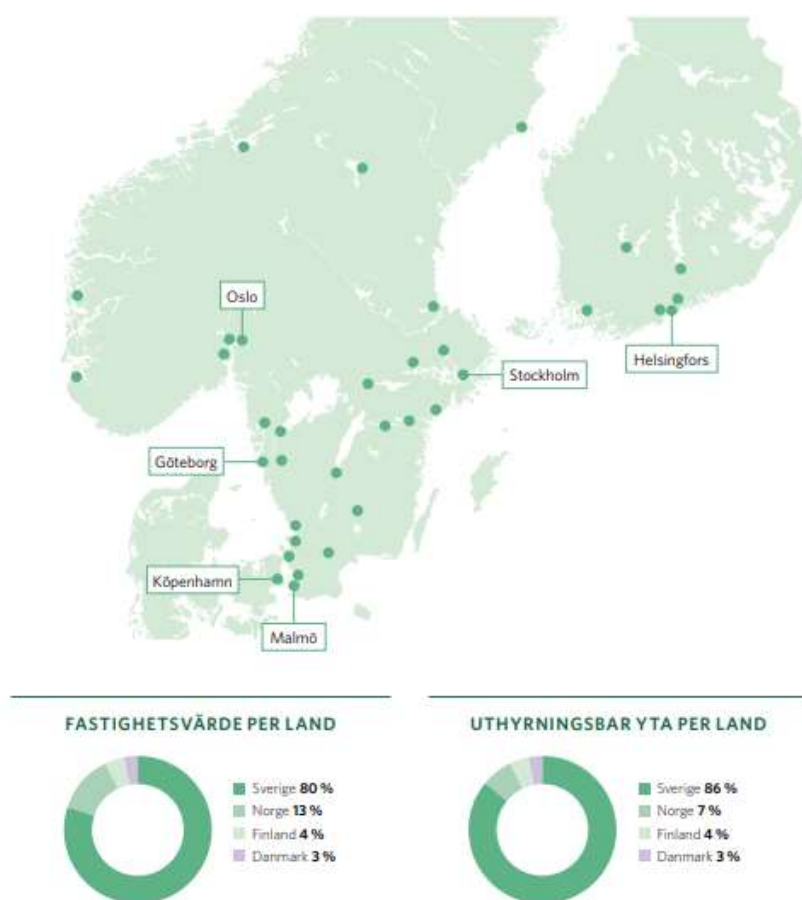
I dagsläget finns det inga krav angående minsta tillåtna luftflöde specifikt för logistikhallar. Utan minimikravet 0,35 l/s/m² som gäller för kontor och andra lokaler gäller även här. Frågan blir således ifall detta luftflöde är lämpligt för en logistikhall som generellt sett har en helt annan utformning och verksamhetstyp. Kravet tar endast hänsyn till golvarea, vilket är förståeligt för kontorslokaler där takhöjden inte varierar särskilt mycket. Däremot är det en väsentlig skillnad på takhöjden för en logistikhall och ett kontor. Alltså är det en betydligt större volym som behöver ventileras. Logistikhallarnas verksamhet innebär att en stor mängd träemballage, gods, fordon och människor befinner sig på samma yta. Det kan också ge upphov till att avgaser från lastbilar och skadliga kemikalier från godset och/eller lastpallarna frigörs till inomhusklimatet. Enligt Arbetsmiljöverket lämpar sig minimikravet för verksamhet med liten aktivitet och material med lågt utsläpp av emissioner. Egna erfarenheter av lagerarbete är att det är ett fysiskt krävande jobb omgivet av gods och containrar. Majoriteten av logistikhallarna i rapporten har projekterat sitt luftflöde utefter minimikravet vilket gör att man kan ställa sig frågan om arbetsmiljön anses hälsosam. Som läsare ställer man sig kanske frågan, varför projekterar man efter ett luftflöde som lämpar sig för en annan typ av verksamhet? Arbetet har inte ett tydligt svar på denna fråga. Ett ventilationssystem som ska förse tiotusentals kvadratmeter samt installation av kanaler medför stora kostnader men också minskad takhöjd, ökad storlek på investeringen och minskad lagringsmöjlighet för ställagen. En annan aspekt är att den stora volymen ger upphov till färre personer per kubikmeter som i sin tur gör att emissioner blir utspädda och ett större luftflöde inte ger någon ytterligare fördel.

Enligt Figur 5.1 har alla förutom två logistikhallar ett FTX-system installerat. Hur detta ska tolkas är osäkert. Boverkets energideklarationsregister nämner inte vilken del av byggnaden som nyttjar FTX-systemet. Detaljobjektet HLP2 har ett FTX-system enligt registret, men vid platsbesök och granskning av ritningar visar det sig att lagerutrymmet använder sig av ett S-system via fyra frånluftsfläktar på taket. Värmeåtervinningen sker i aggregaten kopplade till kontor- och butiksdelarna. Varför denna lösning har valts är inte helt klart, men troligtvis är det en kostnadsfråga då de stora ytorna medför långa avstånd och således många och långa kanaler. Enligt registret använder HLP2 inte ett S-system, vilket gör att det går att ifrågasätta huruvida resultatet stämmer överens med verkligheten.

6 Castellum och Hisingen Logistik Park 2

Castellum är ett av Nordens största fastighetsbolag, år 2021 uppgick fastighetsvärdet till cirka 176 miljarder kronor och total uthyrbar yta om cirka 6,3 miljoner kvadratmeter. I deras fastighetsportfölj ingår logistikbyggnader, kontor och hyresrätter. De arbetar aktivt med att förse e-handels efterfrågan på logistikytor med hållbara alternativ och materialval. Castellum har som mål att vara helt klimatneutrala senast 2030 och de investerar i solenergi och bygger flera solcellsanläggningar på deras fastigheter. Castellum har flera utmärkelser för sitt hållbarhetsarbete (Castellum, 2021):

- Ensamma i Norden att bli invalda i Dow Jones Sustainability Index
- Först i Norden med WELL-certifieringen
- Arbetar mot att få BREEAM-certifieringen på flera fastigheter
- Skrivit under FN:s Global Compact



Figur 6.1 Castellums fastighetsportfölj i Norden (Castellum, 2021).

6.1 Hisingen Logistikpark 2, HLP2

Hisingen Logistikpark 2 är en logistikhall som färdigställdes år 2020 på Hisingen i Göteborg med en total area på cirka 35 941 m² varav 33 993 m² är lageryta. Byggnaden anses toppmodern enligt fastighetsägaren Castellum och är miljöcertifierad i klass Silver enligt Miljöbyggnads standard och energiklass C enligt Boverket. På taket är en solcellsanläggning installerad och år 2021 blev HLP2 tilldelat Solenergipriset av Svensk Solenergi för denna.

Utöver logistikytor finns ett gym, kontor, showroom och restaurang som används som butik. Idag hyrs fastigheten av Jollyroom som säljer barnprodukter via internet och genom deras butiker, varav en butik ligger i HLP2.



Figur 6.2 Logistikytan i HLP2. (Författarnas egen figur)

6.1.1 Värme- och kylsystem

Värmesystemen i byggnaden försörjs med fjärrvärme och elenergi. För att minska VVC-förluster värms tappvarmvattnet av varmvattenberedare ute i de delar av byggnaden som är långt ifrån fjärrvärmecentralen. I närmre delar så som kontoret och restaurangen värms vattnet upp av fjärrvärme. Inomhusklimatet i kontoren värms upp av radiatorer medan fläktluftsvärmare används i lagret, butiken och gymmet. I lagret är fläktluftsvärmarna monterade vid portarna och i taket. För alla utrymmen förutom lagret kyls inomhustemperaturen med luftburen kyla och i lagret finns inget kylsystem installerat.



Figur 6.3 Fläktluftsvärmare i lagerytan. (Författarnas egen figur)



Figur 6.4 Fläktluftsvärmare i gymmet. (Författarnas egen figur)

6.1.2 Ventilation

I byggnaden finns tre luftbehandlingsaggregat: LA01, LA02 och LA03 (inklusive ett mindre som endast förser "lagerkontor C"). Dessa tre försörjer kontoren, showroom, restaurangen och gymmet. För lagerytan finns inget luftbehandlingsaggregat utan den huvudsakliga mekanismen för luftcirkulation sker genom fyra frånluftsfläktar monterade på taket, luften som kommer in via portarna och genom spjäll/ventiler i väggarna.

Tabell 6.1 Luftbehandlingsaggregaten i HLP2.

Beteckning och modell	Typ av ventilationssystem	Betjäna	Luftflöde tilluft/frånluft [l/s]
LA01 Swegon Gold 80	FTX	Kontor	2255–7030/2285–7060
LA02 Swegon Gold 35	FT	Restaurang	505-1305-2155/505-1305-2155
LA03 Swegon Gold 50	FTX	Butik och gym	1000–3000/1000–3000
LA04 Systemair SAVE 300	-	Lagerkontor C	60/60



Figur 6.5 Luftbehandlingsaggregat LA01. (Författarnas egen figur)



Figur 6.6 Kanaler i fläktrummet för LA01. (Författarnas egen figur)

Tabell 6.2 Frånluftsfläktar i lagret.

Beteckning och modell	Typ av ventilationssystem	Betjäna	Luftflöde tilluft/frånluft [l/s]
FF1-Lager	F	Lager	-/3700
FF2-Lager	F	Lager	-/3700
FF3-Lager	F	Lager	-/3700
FF4-Lager	F	Lager	-/3700

6.1.3 Energiberäkning

Energiberäkningen gjordes av Bengt Dahlgren och illustreras i Figur 6.7. Asterix i tabellen innebär att värdet är ett schablonvärde.

	Primärenergital [kWh/år]	Primärenergital [kWh/m ² ,år]
Uppvärmning	890 000	24,8
Distributionsförluster (*)	45 000	1,3
Markförluster (*)	752 000	20,9
Tappvarmvatten	3 000	0,1
VVC-förluster (*)	5 000	0,1
Värme totalt	1 695 000	47,2
Kyla	5 000	0,1
Fläktel	13 000	0,4
Pumpel (*)	112 000	3,1
Styr och övervakning (*)	16 000	0,4
Avisning	8 000	0,2
Mobilförstärkning	16 000	0,4
Utvändig belysning samt övrig fastighetsel (*)	115 000	3,2
Fastighetsel totalt	280 000	7,8
Specifik energianvändning inkl. 20 % säkerhetsmarginal	1 980 000	55,1

Figur 6.7 Värderna beräknade av Bengt Dahlgren (Bengt Dahlgren, 2019). Markförlusterna är energiförluster genom byggnadens grundplatta.

6.1.4 Keytalk

Castellum använder sig av ett datorsystem som heter Keytalk, här visas alla mätvärden från flera separata energi- och elmätare i byggnaden. Exempelvis sitter energimätare på fjärrvärmecentralen, värmebatterierna för luftbehandlingsaggregaten, fläktluftvärmarna och ridåvärmarna. I Figur 6.8 syns ett utdrag ur Keytalk som illustrerar ett sätt som data presenteras i tjänsten, figuren visar mätdata från värmemängdsmätare i anläggningen med namn och förklaring/kommentar.

Värmemängdsmätare				
Namn	Kommentar	Effekt	Energi	Energi igår
▶ VP1-VMM1	Total värme	101.5 kW	2694981.1 kWh	3077.0 kWh
▶ VMM1-LA01	Värme LA01	1.1 kW	20176.0 kWh	3.0 kWh
▶ VMM-LA02	Värme LA02	0.0 kW	5177.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-LA03	Värme LA03	1.6 kW	5398.0 kWh	8.0 kWh
▶ VMM-RDV1	Ridåvärmare vindfång entré	0.0 kW	7944.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-FLV1:19	Fläktluftvärmare portar zon 1	0.0 kW	16613.0 kWh	46.0 kWh
▶ VMM-FLV1:110	Fläktluftvärmare portar zon 1	0.0 kW	23104.0 kWh	55.0 kWh
▶ VMM-FLV1:111	Fläktluftvärmare portar zon 1	0.0 kW	27661.0 kWh	52.0 kWh
▶ VMM-FLV1:112	Fläktluftvärmare portar zon 1	11.6 kW	73506.0 kWh	214.0 kWh
▶ VMM-FLV1:25	Fläktluftvärmare portar zon 2	0.0 kW	3067.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-FLV1:26	Fläktluftvärmare portar zon 2	0.0 kW	6402.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-FLV1:35	Fläktluftvärmare portar zon 3	0.0 kW	7316.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-FLV1:36	Fläktluftvärmare portar zon 3	0.0 kW	1815.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-FLV1:411	Fläktluftvärmare portar zon 4	0.0 kW	6583.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-FLV1:412	Fläktluftvärmare portar zon 4	0.0 kW	36729.0 kWh	112.0 kWh
▶ VMM-FLV1:413	Fläktluftvärmare portar zon 4	0.0 kW	5119.0 kWh	0.0 kWh
▶ VMM-FLV1:415	Fläktluftvärmare portar zon 4	0.0 kW	12223.0 kWh	0.0 kWh

Figur 6.8 Castellums databas Keytalk som visar mätvärden från energimätare.

6.1.5 Solcellsanläggning

År 2020 investerade Castellum 27 miljoner kronor på en solcellsanläggning om 30 000 kvadratmeter vilket motsvarar cirka 8500 solcellspaneler. Anläggningen hör till en av Nordeuropas största och förväntas producera 3,3 GWh per år. En tredjedel av elen som produceras köps av Jollyroom och resterande två tredjedelar säljs och skickas ut på elnätet (Förvaltarforum, 2022).



Figur 6.9 Solcellsanläggning på HLP2 (Castellum, 2021).

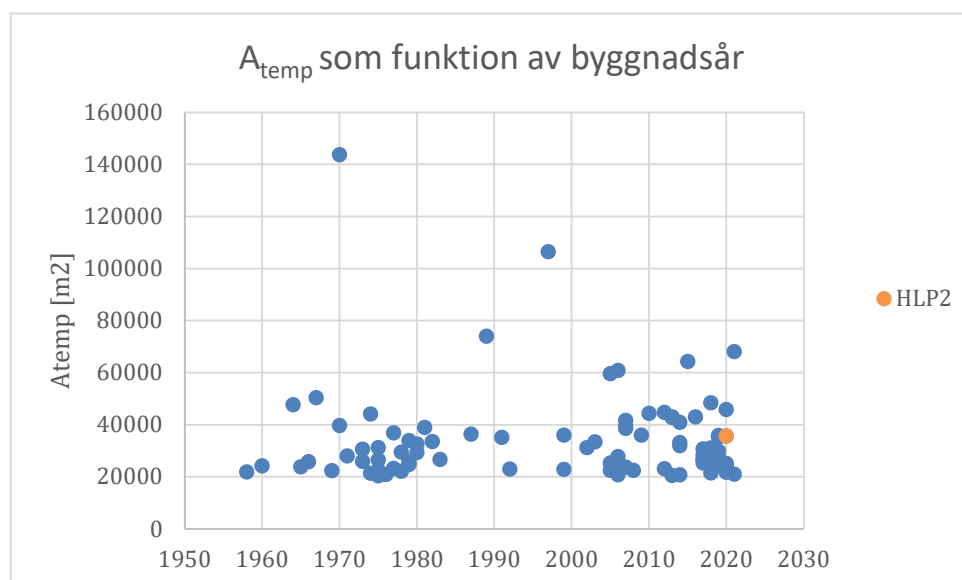
6.2 Resultat energideklarationsregister, Boverket

Ur energideklarationsregistret har data sammanställts och använts till att skapa diagram och tabeller. HLP2 är markerad för att möjliggöra en jämförelse.

För att visa hur storleken av HLP2 står sig jämfört med de andra logistikhallarna har Figur 6.10 och Tabell 6.3 skapats. Enligt dessa data är HLP2s A_{temp} marginellt större än genomsnittet.

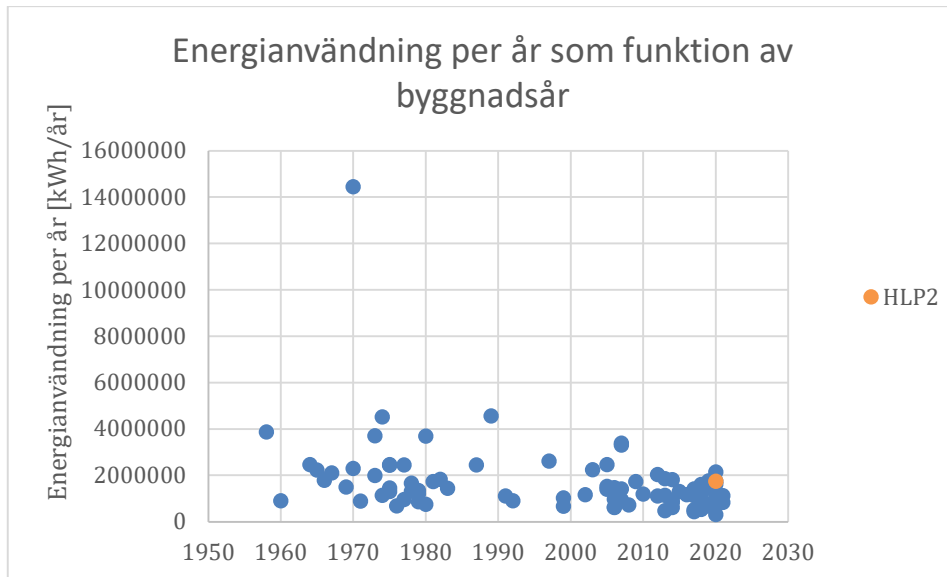
Tabell 6.3 Medelvärde A_{temp} för logistikhallar jämfört med HLP2 A_{temp} .

Byggnadsår	Medelvärde A_{temp} [m ²]
1958–2021	33 925
2010–2021	32 171
HLP2 (2020)	35 662

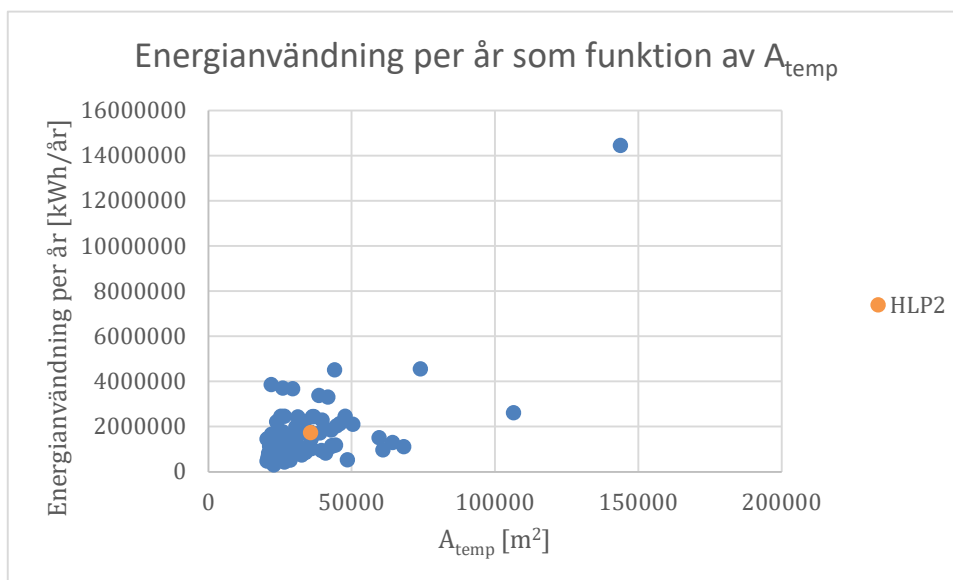


Figur 6.10 Logistikhallens A_{temp} och när de är byggda.

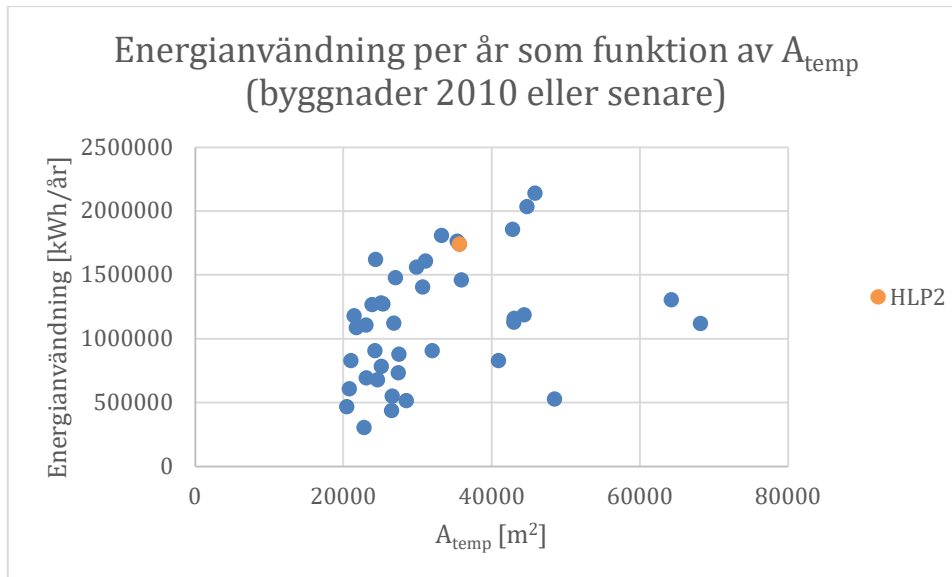
Med avseende på energianvändning beroende av storlek och byggnadsår befinner sig HLP2 i övre halvan enligt Figur 6.11, 6.12 och 6.13. Figur 6.13 används för att tydliggöra jämförelsen mellan HLP2 och logistikhallar byggda under samma period. Utifrån detta går det att se att HLP2 använder generellt sett en större mängd energi jämfört med nyare och äldre byggnader av mindre, samma eller större storlek. Tabell 6.4 låter se medelvärdet för hallarna som redovisas i graferna.



Figur 6.11 Logistikhallars energianvändning och när de är byggda.



Figur 6.12 Energianvändningen relaterat till byggnadens A_{temp} .

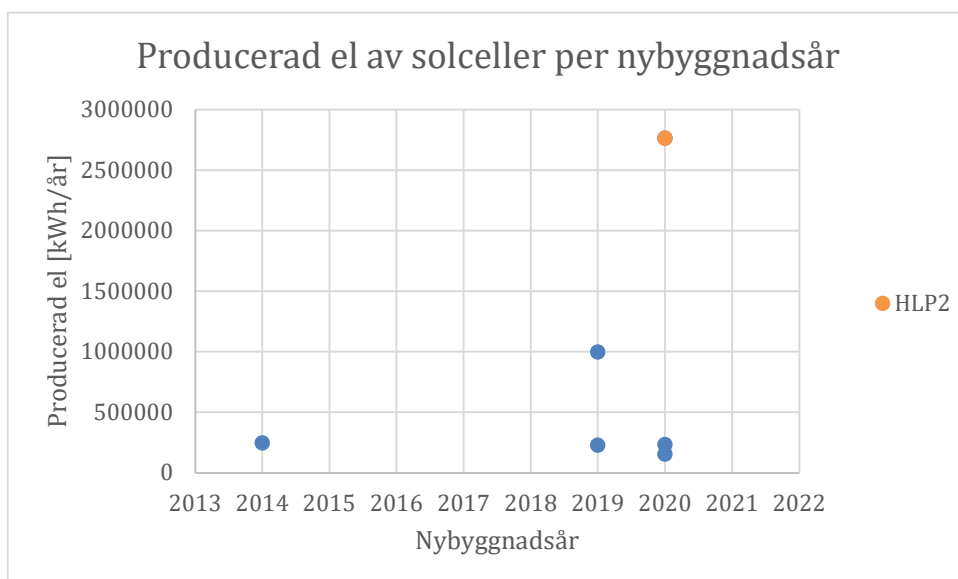


Figur 6.13 Energianvändningen relaterat till byggnadens A_{temp} . Endast hallar byggda 2010 eller senare.

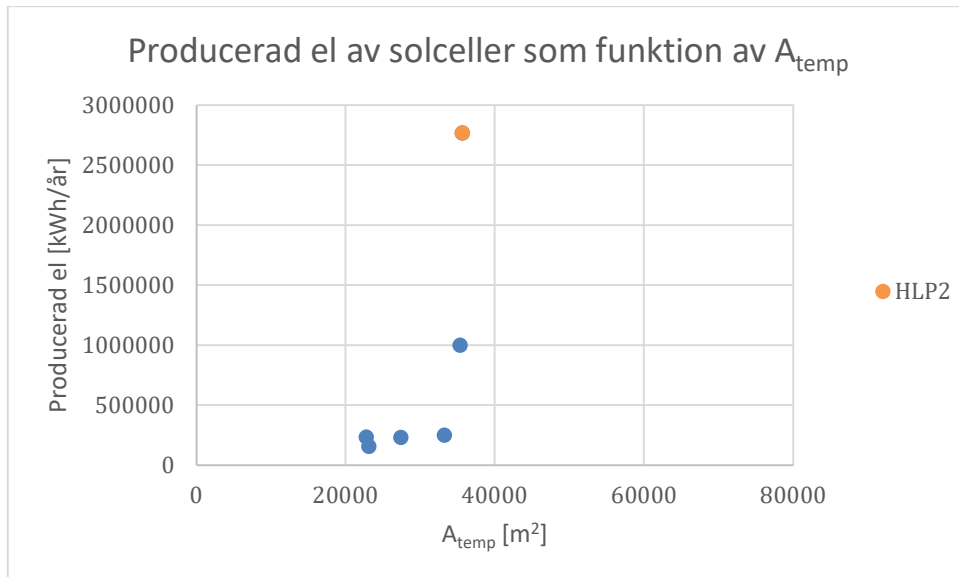
Tabell 6.4 Representerar HLP2s energianvändning i figur 6.11 och 6.12 samt genomsnittet för dessa.

Byggnadsår	Genomsnittlig energianvändning per år [kWh]
1958–2021	1 655 200
2010–2021	1 133 475
HLP2 (2020)	1 740 943

För att visualisera mängden el som produceras av solcellsanläggningen på Hisingen Logistikpark 2 har Figur 6.14 och 6.15 skapats. Diagrammen visar HLP2 (orange prick) och de resterande hallars (blå prickar) elproduktion relaterat till dess byggnadsår och A_{temp} . Solcellerna på HLP2 producerar 2 767 000 kWh under ett år enligt Tabell 6.5. Medelproduktionen för andra logistikhallar är 373 955 kWh. Notera att medelvärdet för elproduktionen är exklusive HLP2s värden.



Figur 6.14 Mängden producerad el beroende av byggnadsåret.

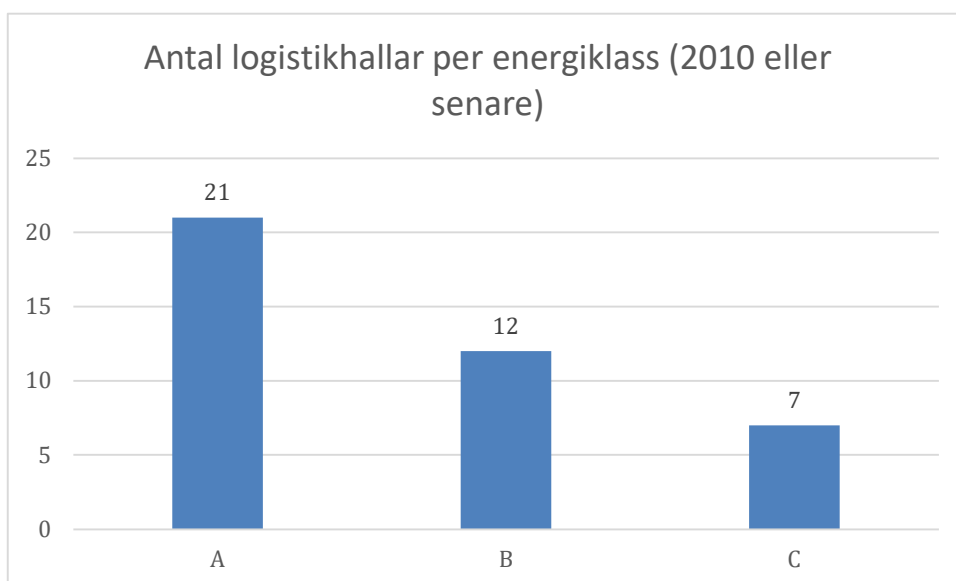


Figur 6.15 Mängden producerad el beroende på logistikhallens A_{temp} .

Tabell 6.5 Hallar som har solcellsanläggningar sorterat efter producerad el. HLP2 är överst.

Kommun	Byggnadsår	A_{temp} [m ²]	Producerad el [kWh/år]
Göteborg	2020	35 662	2 767 000
Örebro	2019	35 338	1 000 000
Sigtuna	2014	33 237	248 780
Ängelholm	2020	22 778	234 760
Växjö	2019	27 400	230 000
Landskrona	2020	23 115	156 234

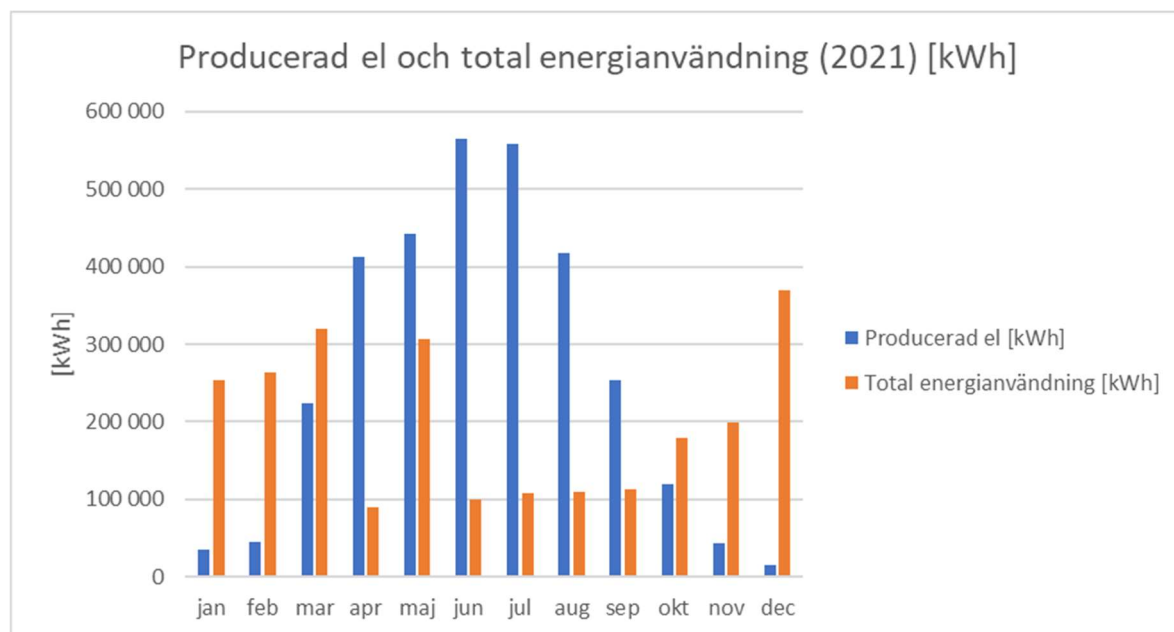
Tillsammans med Figur 4.9 som åskådliggör antalet logistikhallar per energiklass för alla byggnadsår och Figur 6.16 som endast visar hallar byggda 2010 eller senare går det att jämföra energiklass C som HLP2 har gentemot andra hallar.



Figur 6.16 Antalet byggnader i respektive energiklass. Endast hallar byggda 2010 eller senare.

6.3 Resultat Keytalk, Castellum

Följande data är hämtat från Castellums databas, Keytalk eller givits ut av Castellum. Figur 6.17 innehåller data som visar den totala energianvändningen och mängden producerad el under år 2021 fördelat per månad. Tabell 6.5 i förra avsnittet redogjorde mängden el producerat av HLP2s solcellsanläggning enligt energideklarationen. I Tabell 6.6 jämförs det värdet med data från Castellum.

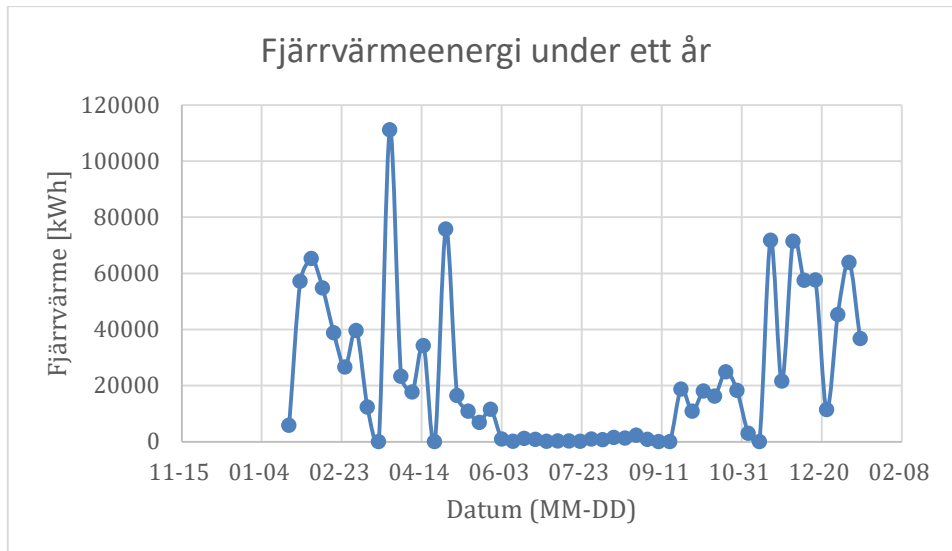


Figur 6.17 Jämförelse på månadsbas av producerad el och total energianvändning. Viktigt att notera är att i total energianvändning medräknas användningen från samtliga energibärare och inte enbart el, medan för producerad el gäller enbart el.

Tabell 6.6 Värden från Castellum och Boverket över årlig producerad el.

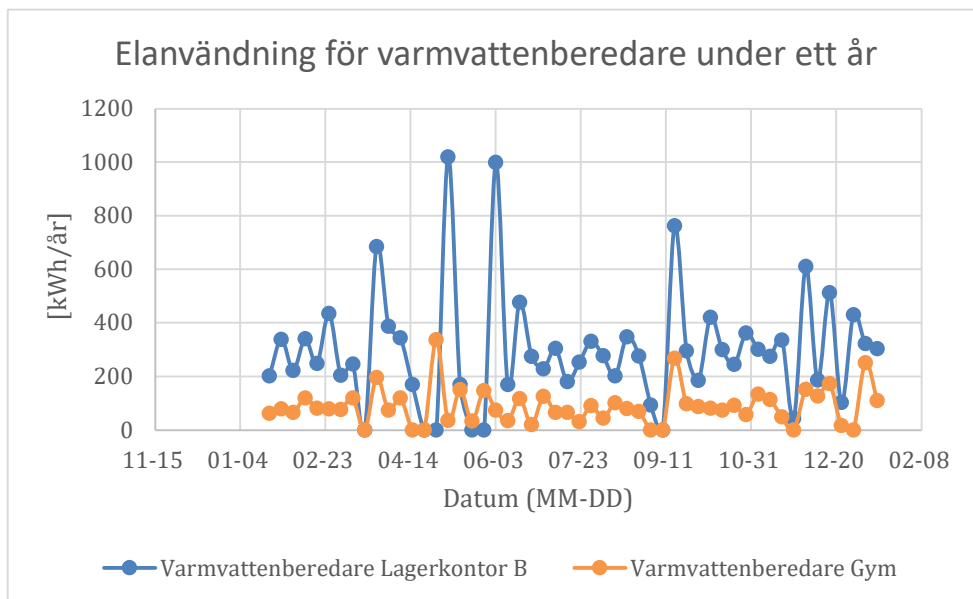
HLP2 data från Castellum	
El från solceller	3 132 567 kWh
HLP2 data från energideklaration	
El från solceller	2 767 000 kWh

Figur 6.18 visar mängden energi som utvinns av fjärrvärmen veckovis mellan perioden 2021-01-21 – 2022-01-13. Energibehovet minskar när utetemperaturen stiger eftersom uppvärmningsbehovet upphör. Den totala energin av fjärrvärmen för hela perioden är 1 169 044 kWh.



Figur 6.18 Mängden energi HLP2 mottagit från fjärrvärmenätet summerat veckovis.

För att belysa den alternativa lösningen för uppvärmning av vatten har Figur 6.19 skapats. Diagrammet visar mängden el som används av varmvattenberedarna som försörjer lagerkontor B och gymmet under perioden 2021-01-21 – 2022-01-13 summerat veckovis. Den totala energianvändningen för hela perioden för lagerkontor B och gymmet är 15 433 kWh respektive 4588 kWh.



Figur 6.19 Mängden el som använts av varmvattenberedare summerat veckovis.

Tabell 6.7 Värden från Castellum och Boverket över årlig energianvändning.

HLP2 data från Keytalk/Castellum	
Energi fjärrvärme	1 169 044 kWh
Energi komfortkyla + fastighetsel	1 232 698 kWh
Totalt: 2 401 742 kWh	
HLP2 data från energideklaration	
Energi fjärrvärme	1 204 402 kWh
Energi komfortkyla + fastighetsel	536 541 kWh
Totalt: 1 740 943 kWh	

6.4 Diskussion energideklarationsregister, Boverket

Jämfört med andra hallar i Sverige är HLP2 varken störst eller mest effektiv ur ett energiperspektiv. Vid tolkning av resultatet bör följande tas hänsyn till:

- Har logistikhallarna delar som används till annat? (Ex. butik, gym)
- Verksamhetens aktivitet (Hur mycket gods passerar?)

Resultaten visar att HLP2 är en medelstor hall med en energianvändning högre än genomsnittet. Vid första anblick kan slutsatsen att HLP2 är en ineffektiv hall dras, men en sådan slutsats hade inte nödvändigtvis varit verklighetsenlig. Idag används hallen som lager, showroom, gym, restaurang och kontor. Variationen av användningsområden kan innebära ett behov av fler installationstekniska system och en större energianvändning. Jollyroom som idag använder byggnaden har en aktiv verksamhet som arbetar två-skift, alltså är hallen i drift många timmar av dygnet. Logistikhallarna som HLP2 ställts mot har inte undersökts på detalj på så vis att deras verksamhet ej kartlagts. Förutsätter man att hallarna brukas lika mycket och innehåller fler utrymmen än lager så kan man anta att HLP2 är ineffektiv ur ett energiperspektiv. HLP2 är klassificerad i energiklass C enligt Boverket. Jämför vi det med resultaten i Figur 4.9 och Figur 6.16 ser vi att majoriteten av hallar, både nya och gamla är klassade A eller B. Utifrån detta kan slutsatsen att HLP2 är en objektivt mindre energieffektiv hall än genomsnittet dras. Denna slutsats stärks tills viss del av resultaten i figur 6.12 där betydligt större logistikhallar har lägre energianvändning än HLP2. Anledningen till detta kan kopplas till HLP2 ventilationssystem för lagerytan. De fyra frånluftsfläktarna som förstärker självdraget återvinner ingen värme från inomhusluften, således ventileras varm luft ut. Hallarna med lägre energianvändning kan ha ett FTX-system installerat och får då ett minskat energibehov för att värma inomhusluften. Lagerytans uppvärmning kan också vara en orsak till energianvändningen. För att truckarna ska ha möjlighet att ställa gods på ställagen krävs flera meters fri takhöjd vilket innebär att fläktluftsvärmarna monteras högt upp. Är dessa inkorrekt dimensionerade kommer inte den varma luften att nå ner till golvet. Risker blir då att den varma luften stannar uppe vid taket och ventileras ut av frånluftsfläktarna. Om innetemperaturgivare som reglerar fläktluftsvärmare är installerade i vistelsezonen ökar risken för detta problem ytterligare.

Enligt Figur 6.14, 6.15 och Tabell 6.5 producerar endast sex av 93 logistikhallar egen elektricitet via solceller. HLP2 producerar avsevärt mer el än resterande hallar. Det visar att det finns en stor mängd energi som går att hämta men går förlorad eftersom ett fåtal hallar väljer att investera i solcellspaneler. Logistikhallars enkla utformning med stora platta tak ger stora möjligheter för solenergi. Enligt hallarnas A_{temp} i figur 6.10 så

finns det större hallar än HLP2 som inte använder solceller. Det finns alltså många 1000 m² takyta vars potential inte används. Frånvaron av solcellspaneler kan bero på att det medför stora kostnader, som visserligen kan betala tillbaka sig själv efter en tid, men den initiala investeringskostnaden blir större. Är syftet att bygga många byggnader under en kort tid kan en ökad investering minska intresset, och därför prioriteras en billigare logistikhall före ett energieffektivare alternativ.

Vid jämförelse av HLP2s energianvändning och den energi som producerats av solcellerna på årsbasis konstateras att det produceras mer energi än vad anläggningen totalt använder. HLP2 är alltså i absoluta termer klimatpositiv på årsbasis, vilket innebär att Castellum och HLP2 ligger i framkant med hänsyn till netto-noll energianvändning. Energiklasserna och byggnadens energiprestanda representerar, som tidigare beskrivits, alltså enbart byggnadens energianvändning och tar inte hänsyn till eventuellt producerad energi eller el. Notera även att HLP2 inte når netto-noll eller är klimatpositiv för varje enskild månad för sig, som framgår av Figur 6.17, utan behöver utifrån aktuella data annan energiförsörjning under vissa månader för att inte begränsa vare sig driften eller verksamheten. Utifrån detta resonemang blir energiklass C inte en helt sanningsenlig reflektion av anläggningens faktiska miljöpåverkan. Kanske behöver klassificeringen av byggnader ur ett energiperspektiv utvecklas för att motivera och hjälpa övergången till klimatpositiva byggnader genom att även beakta en byggnads positiva bidrag och inte bara dess negativa påverkan.

6.5 Diskussion Keytalk och energideklarationsregister

Tidigare diskussion är en utvärdering av HLP2 resultat gentemot andra logistikhallar. Detta avsnitt kommer att fokusera på direkt mätdata från Keytalk/Castellum jämfört med registret.

Resultaten visar att energianvändningen för HLP2 skiljer sig åt beroende på om man tittar i energideklarationsregistret eller Keytalk. Uppgifterna i energideklarationen för HLP2 är tagna från perioden december 2020 – november 2021 och är korrigerade efter normalt bruk. Alltså behöver inte värdena som står i energideklarationen vara hundra procent verklighetsenliga. Mätvärdena från Keytalk är i detta fall mer trovärdiga eftersom det är data direkt från energimätarna. Värt att notera är att hallen byggdes 2020 och behöver tid att ställas in. Projekteringsstadiet kan inte ersätta behovet av att faktiskt behöva bruka hallen, och därför tar det ett tag innan byggnadens faktiska energianvändning kan avgöras.

Mängden el producerad av solceller skiljer sig också åt. Enligt värdena från Castellum produceras cirka 360 000 kWh mer än vad som står i energideklarationen. Likt hur energianvändningen fluktuerar beroende av klimatet, gör solcellsproduktionen också det. Skillnaden i producerad el råder med största sannolikhet inte på klimatet i det här fallet eftersom de är över olika tidsperioder.

7 Diskussion

Detta avsnitt har som avsikt att diskutera för- och nackdelar med arbetets metod och resultat.

7.1 Metod- och resultatdiskussion

I detta arbete har inga intervjuer eller enkätundersökningar genomförts, vilka båda är undersökningsmetoder som hade kunnat ge svar på upplevd inomhusmiljö av de personer som vistas där. Det hade kunnat öka förståelsen om det projekterade luftflödet var tillräckligt, om fläktluftvärmare var korrekt dimensionerade och/eller om det förekommer mycket emissioner med mera. Anledning till att författarna inte undersökte dessa aspekter beror på att det inte rymdes inom frågeställningens ramar och därför gjordes ett aktivt val att prioritera ett större antal anläggningar, men då lite mindre djupgående. Att utföra en djupdykning på en anläggning minskar möjligheten att extrapolera slutsatser till andra liknande anläggningar.

Boverkets energideklarationsregister har varit en värdefull resurs och grund till denna rapport. Utdraget är unikt med hänsyn till den data det innehåller. Det medför däremot en svaghet i rapportens slutsatser. Avsaknaden av källor gör att informationen blir endimensionell och ej kan stödjas från annat håll. Resultaten från denna rapport blir därför en undersökning av logistikhallar inom Boverkets ramar. Förutsätter vi att det hade funnits flera liknande och tillgängliga register som hämtat sin data på annat sätt, så finns det en möjlighet att slutsatserna sett annorlunda ut. Energiklasserna räknas ut av Boverket och är beroende av viktningfaktorer som bestäms av dem. En byggnad med en dålig energiklass kan eventuellt få en bättre klassificering av ett annat beräkningssätt. I nuläget finns det inte fler alternativ än att lita på att informationen i registret är verklighetsenlig. HLP2 har fungerat som ett sätt att utvidga våra källor och gjort det möjligt att ställa Boverkets data gentemot direktuppdaterade data från Castellum. En tydlig skillnad som upptäcktes var informationen kring FTX-system. Enligt Boverkets register så använder nästintill alla logistikhallar ett sådant system, inklusive HLP2. Vid platsbesök och granskning av ritningar gick det att se att logistikytan i HLP2 inte använder sig utav ett luftbehandlingsaggregat. Energi-deklarationen ger alltså ingen information kring vilken del av byggnaden FTX-systemet försörjer och därför krävs försiktighet vid generalisering av detta resultat.

7.2 Förslag för framtida forskning/undersökningar

Av resultaten i Figur 5.7 ser vi att det projekterade luftflödet skiljer sig åt för logistik-anläggningarna. En möjlig orsak kan vara skillnad i verksamhet. Ett förslag på framtida forskning är att ta fram ett luftflöde specifikt för dessa byggnader. Kravet idag är, som tidigare nämnts, skapat för en annan typ av verksamhet i en annan typ av byggnad. Ett anpassat krav kan leda till att byggnaders luftomsättning undviker att bli över- eller underdimensionerat och då finns det även en möjlighet att energieffektivisera logistik-anläggningarna.

Rapporten undersöker endast logistikhallar med en A_{temp} större än 20 000 m². En framtida undersökning som väljer ett tröskelvärde på 10 000 m² kan vara av intresse. Möjligtvis används andra installationstekniska system mer frekvent eftersom den

mindre volymen leder till mindre kostnader som i sin tur skulle kunna visa att mindre hallar är energieffektivare.

I framtiden rekommenderas en noggrann kartläggning av logistikhallarnas utveckling i Sverige. Genom att spåra nyproduktionen av logistikhallar och dess storlek kan vikten av ett anpassat regelverk bedömas. E-handelns växande popularitet innebär att landets infrastruktur behöver anpassas och därför krävs ett medvetande kring fenomenet logistikanläggning.

8 Slutsats och analys

F1: Var ligger Sveriges logistikanläggningar?

Vanligtvis befinner sig logistikanläggningarna i utkanten av en storstad nära till motorvägar eller hamnar. Verksamheten bygger på transport och därför krävs det kommunikationsvägar som möjliggör det. Göteborg är ett exempel på en bra geografisk plats. Den höga kapaciteten hos Göteborgs hamn, närheten till Landvetter och ett vägnät som sträcker sig mot Oslo, Karlstad, Stockholm och Malmö utgör bra förutsättningar för ett godsflöde.

F2: Hur (energi)presterar Sveriges logistikanläggningar?

Det går inte att jämföra en logistikanläggning och en kontorsbyggnad eftersom användningsområdena och deras utformning skiljer sig åt. Jämför man däremot en logistikanläggning med andra logistikanläggningar går det att dra några slutsatser. Av 93 logistikhallar klassificeras 31 i energiklass A, 25 i energiklass B, 17 i energiklass C, 13 i energiklass D, E, F eller G och 7 saknade angiven energiklass. Alltså har cirka 60 procent av anläggningarna energiklass A eller B. Då minimikravet från Boverket för en nybyggd anläggning är energiklass C tyder detta på att majoriteten av de undersökta anläggningarna har vidtagit åtgärder för att energieffektivisera byggnaden.

F3: Vilka installationstekniska system används i Sveriges logistikanläggningar?

Av 93 logistikanläggningar använde alla förutom två ett FTX-system. Problematiken med att dra en slutsats ifrån detta grundar sig i att energideklarationerna inte tar hänsyn till vilken del av anläggningen luftbehandlingsaggregatet förser. Görs antagandet att resterande anläggningar har en liknande lösning som HLP2 är förstärkt självdrag, S-system, en vanlig lösning. HLP2 är däremot klassificerad som energiklass C medan 60 procent av logistikanläggningarna i studien har energiklass A eller B vilket indikerar att dessa byggnader kan ha andra lösningar för sina installationstekniska system. Gällande fjärrvärme så pekar inte sammanställningen på något direkt samband mellan andelen av energianvändningen som är fjärrvärme och anläggningarnas specifika energianvändning. Däremot tycks fjärrvärme nyttjas i en högre utsträckning vid senare nybyggnadsår, alltså att fjärrvärme nyttjas i en högre utsträckning över tid.

9 Referenser

Bengt Dahlgren. (2019, 18 mars). *Castellum HLP2, energiberäkning*. Källa: Bengt Dahlgren.

BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2016:13. BBR 24. *Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd*. Boverket. <https://rinfo.boverket.se/BFS2011-6/pdf/BFS2016-13.pdf>.

BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2017:5. BBR 25. *Boverkets föreskrifter om ändring i verkets byggregler (2011:6) – föreskrifter och allmänna råd*. Boverket. <https://rinfo.boverket.se/BFS2011-6/pdf/BFS2017-5.pdf>.

BFS 2011:6 med ändringar till och med BFS 2020:4. BBR 29. *Boverkets byggregler (2011:6)- föreskrifter och allmänna råd, BBR*. Boverket. <https://rinfo.boverket.se/BFS2011-6/pdf/BFS2020-4.pdf>.

Bond, C., Cross, A., Buhl, K., Jenkins, J. (2017). *Sulfuryl Flouride General Fact Sheet*. National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services. Hämtad 4 april, 2022, från <http://npic.orst.edu/factsheets/sfgen.html>.

Boverket. (2021a, 28 april). *Energideklarationens innehåll*. Hämtad 5 maj 2022, från <https://www.boverket.se/sv/energideklaration/energideklaration/energideklarationens-innehall/>.

Boverket. (2021b, 1 september). *Primärenergital och byggnadens energiprestanda*. Hämtad 5 maj 2022, från <https://www.boverket.se/sv/byggande/bygg-och-renovera-energieffektivt/energihushallningskrav/primarenergital-och-byggnadens-energiprestanda/>.

Boverket. (2022). *Uttag ur energideklarationsregister*. Källa: Boverket.

Castellum. (2021). *Års- och hållbarhetsredovisning 2021*. Hämtad 15 maj, 2022 från https://www.castellum.se/globalassets/investor-relations/arsredovisningar/2021/castellum_ars_hallbarhetsredovisning_2021.pdf.

Castellum. (u.å., a). *Vi uppför en av Nordens största logistikanläggningar*. Hämtad 25 maj 2022, från <https://www.castellum.se/vara-projekt/hisingen-logistikpark-goteborg/>.

Castellum. (u.å., b). *Halvorsäng Logistikpark Göteborg*. Hämtad 5 maj 2022, från <https://www.castellum.se/vara-projekt/halvorsang-logistikpark/>.

Energimyndigheten. (2021, 16 december). *Solvärme och solkyla*. Hämtad 5 maj 2022, från <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/solenergi/solvarme-solkyla/>.

Arbetsmiljöverket. (2020, 30 juni). *Arbetsplatsens utformning*. Hämtad 30 mars 2022, från <https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/foreskrifter/arbetsplatsens-utformning-afs2020-1.pdf>

Energiteknik. (u.å.). *Aerotemprar* Hämtad 15 maj, 2022, från <https://energiteknik.net/aerotemprar/>.

Europeiska kommissionen. (2012). *Farliga ämnen – Hälsa och säkerhet*. Hämtad 4 april, 2022, från https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/SV/Safety/DangerousSubstances_SV.htm.

Förvaltarforum. (2022). *Solceller på megastora tak – vinnande satsning för Castellum*. Hämtad 15 maj, 2022 från <https://forvaltarforum.se/2022/03/24/solceller-pa-megastora-tak-vinnande-satsning-for-castellum/>.

Göteborgs Hamn. (u.å.). *Skandinaviens största hamn*. Hämtad 5 maj 2022, från <https://www.goteborgshamn.se/om-hamnen/omgoteborgshamn/>.

Intelligent Logistik. (2021, 12 februari). Här är Sveriges 25 bästa logistiklägen 2021. Hämtad 5 maj 2022, från <https://intelligentlogistik.com/nyhetsflode/fastigheter/har-ar-sveriges-25-basta-logistiklagen-2021/>.

International Plant Protection Convention. (2018). *Regulation of wood packaging material in international trade*. https://www.ippc.int/static/media/files/publication/en/2019/02/ISPM_15_2018_En_WoodPackaging_Post-CPM13_Rev_Annex1and2_Fixed_2019-02-01.pdf.

Nationalencyklopedin. (2022). *Metylbromid*. Hämtad 4 april, 2022, från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/metylbromid>.

Nationalencyklopedin. (u.å.). *Energideklaration*. Hämtad 5 maj 2022, från <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/energideklaration>.

SFS 2006:985. *Om energideklaration för byggnader*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/lag-2006985-om-energideklaration-for_sfs-2006-985.

Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut. (2021). *Varför bryts ozonet ner?* Hämtad 4 april, 2022, från <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/ozon/varfor-bryts-ozonet-ner-1.3827>.

Tukes, Säkerhets- och kemikalieverket. (2016). *Produkten luktar av kemikalier – farligt eller inte?*. Hämtad 4 april, 2022, från <https://tukes.fi/sv/-/produkten-luktar-av-kemikalier-farligt-eller-inte->.

Värmepumpen. (u.å.). *Hur fungerar en luftridå? – Värmepumpen*. Hämtad 5 maj, 2022, från <https://xn--vrmepumpen-q5a.se/luftridaer/>.

Warfvinge, C., & Dahlblom, M. (2010) *Projektering av VVS-installationer*. Studentlitteratur AB.

INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2022
www.chalmers.se



CHALMERS