

Avdelningen för Installationsteknik
Examensarbete TVIT—24/5101
Lund 2024

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Sarah (Ola) Abuayyash
Ada Kajtaz



LUNDS
UNIVERSITET

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Sarah (Ola) Abuayyash
Ada Kajtaz

Examensarbete

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

© Sarah (Ola) Abuayyash och Ada Kajtaz

ISRN LUTVDG/TVIT—24/5101--SE(94)
Institutionen för bygg- och miljöteknologi
Lunds tekniska högskola
Lunds universitet
Box 118
221 00 LUND

Sammanfattning

- Titel:** Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad
- Författare:** Sarah Abuayyash och Ada Kajtaz
- Handledare:** Catarina Warfvinge
- Examinator:** Åsa Wahlström
- Bakgrund:** Byggsektorn står för en väsentlig del av Sveriges växthusgasutsläpp, motsvarande 21% enligt Boverket. För att nå Sveriges klimatmål med minst 85% minskning av nettoutsläppen till 2045 krävs hållbara byggnader och installationsdesign, särskilt inom ventilation och komfortkyla. Livscykelanalys (LCA) är en metod som stödjer bedömningen av produkters miljöpåverkan och leder byggbranschen mot mer hållbara materialval och minskade utsläpp. Den nya lagen om klimatdeklaration för byggnader från januari 2022 fokuserar på bärande konstruktionsdelar, klimatskärm och innerväggar, medan installationer planeras inkluderas år 2025.
- Syfte:** Syftet med detta examensarbete är att genomföra en klimatanalys av ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Priorn för att minska koldioxidutsläppen och identifiera de mest kritiska materialen för att kunna undersöka och föreslå förbättringar för mer klimatsmarta installationssystem.
- Frågeställning:** Vilka installationsmaterial och typ av ventilation och komfortkylning som orsakar störst klimatpåverkan och hur dessa kan minskas.
Vilken klimatpåverkan har orsakats av ventilationssystemet av VAV-typ i kontorsbyggnaden Priorn, d.v.s. ett ventilationssystem som både ventilerar och kyler.
Om klimatpåverkan minskar om VAV-ventilationssystem byts ut mot vattenburen komfortkyla.
Slutligen ska klimatpåverkan från ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Abborren, som ventileras med konventionellt system kompletterat med vattenburen komfortkyla, jämföras med klimatpåverkan från ventilationssystemet i Priorn.
- Metod:** För att uppnå syftet kommer en klimatanalys att utföras genom klimatberäkningar av alla material i ventilationssystemet i Priorn. Resultaten kommer att jämföras med en tidigare undersökt

byggnad för att identifiera skillnader och orsaker till dessa. Materialoptimering kommer att genomföras för att minska koldioxidutsläppen, och eventuella problem och utmaningar kommer att identifieras och åtgärdas.

Slutsatser: Den mest effektiva åtgärden för att minska klimatpåverkan var att byta ut traditionella plåtkanaler mot isoleringskanaler, alltså kanaler uppbyggda av isoleringsskivor. Dessutom visade sig plåtkanaler i återvunnet material sänka klimatpåverkan, per kvadratmeter byggnad, med 33,4%. Vad gäller systemval visade sig ett VAV-system ha lägre klimatpåverkan än ett vattenburet system med kylbafflar. Slutligen, vid jämförelse med basfallet Abborren, hade Priorn en lägre klimatpåverkan per BTA än Abborren, vilket kan bero på skillnader i ventilationssystem och materialval.

Nyckelord: Klimatanalys, ventilationssystem, koldioxidutsläpp, hållbarhet, miljöpåverkan, materialoptimering.

Abstract

Title: Analysis of climate impact from ventilation systems regarding design and system selection in an office building

Authors: Sarah Abuayyash and Ada Kajtaz

Supervisor: Catarina Warfvinge

Examiner: Åsa Wahlström

Background: The building industry is responsible for a big part of Sweden's greenhouse gas emissions, around 21% according to Boverket. To meet Sweden's climate goals, which aim for at least an 85% reduction in emissions by 2045, we need environmentally friendly construction methods, especially in ventilation and cooling. Life Cycle Analysis (LCA) is a way to assess how products impact the environment, helping the construction industry choosing greener materials and cut emissions. A new law on climate declarations for buildings, starting January 2022, looks at key building parts like supports, walls, and roofs, with plans to include installation systems by 2025.

Purpose: The purpose of this thesis is to conduct a climate analysis of the ventilation system in the office building Priorn in order to reduce carbon emissions and identify the most critical materials, enabling the investigation and proposal of improvements for more sustainable installation systems.

Problem definition: Identification of the environmental impact caused by different installation materials and types of ventilation and comfort cooling.

The climate impact of the ventilation system in the Priorn office building, utilizing VAV technology, a system combining ventilation and cooling, will be examined.

The investigation will explore whether the environmental impact decreases when replacing the VAV ventilation system with water-based comfort cooling, with chilled beams.

Finally, a comparative analysis will be conducted to assess the climate impact of the ventilation system in the Abborren office building, which employs a conventional system supplemented with water-based comfort cooling, with chilled beams, in relation to the Priorn system.

Method: To achieve the purpose, a climate analysis will be conducted through climate calculations of all materials in the ventilation system at Priorn. The results will be compared with a previously

studied building to identify differences and their causes. Material optimization will be carried out to reduce carbon dioxide emissions, and any problems and challenges will be identified and addressed.

Conclusion:

By using insulation channels instead of traditional metal ducts, the climate impact was reduced. The switch from a VAV system to a water-based cooling system, with chilled beams, significantly increased the climate impact due to the larger size of the baffles and the use of non-recycled materials. The switch to sheet metal ducts made from recycled material decreased the climate impact more than expected, as recycled materials have significantly lower carbon footprints than non-recycled materials. When compared to the baseline scenario, Priorn had a lower climate impact per square meter than Abborren, which could be attributed to differences in ventilation systems and material choices.

Keywords:

Climate analysis, ventilation system, carbon emissions, sustainability, environmental impact, material optimization.

Förord

Detta examensarbete omfattar 22,5 högskolepoäng och är sista momentet i vår utbildning – högskoleingenjörsprogrammet byggteknik med arkitektur vid Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg.

Examensarbetets frågeställning introducerades för oss i februari 2023 av Fredrik Engdahl, affärsutvecklingschef på Assemblin Ventilation AB, som presenterade projektet som ligger till grund för vårt examensarbete. Under hösten 2022 beräknade Fredrik och Daniel Barnekow, verksamhetsutvecklare på Assemblin Ventilation AB, klimatpåverkan orsakad av ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Abborren i Malmö. Det väckte intresse deras intresse för att ta reda på om det fanns klimatåtgärder i ventilationssystemet i deras nästa kontorsbygge; Abborren. På grund av branschens höga växthusgasutsläpp ansåg vi detta som ett stort och relevant problem att lära sig mer om. Klimatdeklarationen som snart också ska inkludera byggnaders installationer ökade vårt intresse för detta projekt.

Vi vill tacka Fredrik, Daniel och Anders Nilsson, affärschef Assemblin Ventilation AB, för att ha gett oss förmånen att ta oss an detta projekt. Vi vill rikta ett stort tack till Anders för alla mejlsvar, möten och engagemang. Likaså Daniel som, trots föräldraledighet, visat stort intresse och stöttat oss. Vidare vill vi tacka företaget Assemblin Ventilation AB för denna möjlighet, väl bemötande och professionalism.

Fortsättningsvis vill vi tacka våra universitetsmentorerna – handledare Catarina Warfvinge, universitetslektor, avdelningen för installations- och klimatiseringslära, och examinator Åsa Wahlström, affärsområdeschef Byggt miljö hos CIT Renergy i Göteborg samt adjungerad professor vid Lunds Tekniska Högskola, för alla goda råd, inspiration och handledning. Under arbetets slutspurt har er vägledning betydligt främjat vårt arbete.

Slutligen vill vi tacka Karin Farsäter, vår lärare i installationsteknik samt postdoktor, avdelningen för installations- och klimatiseringslära, för att vid sidan av svaret på frågor och funderingar. Ditt engagemang och stöttning har inspirerat oss både i klassrummet och i examensarbetet.

Lund i maj 2023

Sarah Abuayyash och Ada Kajtaž

Terminologi och förkortningar

Begrepp och förkortningar	Förklaring
BOM-lista	<i>Bill Of Materials</i> eller på svenska <i>Materialförteckning</i> – är en lista som används inom olika industriella och tillverkningsområden för att dokumentera alla komponenter och material som behövs för att producera eller bygga en produkt.
BTA	<i>Bruttoarea</i> – Totala golvytan av en byggnad inklusive alla väggar och tak, inklusive icke-uppvärmda områden såsom källare och vindar.
eBVD	Digital dokumentation som innehåller information om en specifik byggprodukt eller material.
BVD	<i>Byggvarudeklaration</i> – Ett dokument som ger information om en specifik byggprodukt och dess miljöpåverkan.
Byggpraxis	<i>Byggpraxis</i> hänvisar till de vanliga och etablerade metoder, tekniker och förfaranden som används inom byggbranschen.
EPD	<i>Environmental Product Declaration</i> – En miljövarudeklaration som redovisar produkters miljöpåverkan.
ISO 14025	<i>ISO 14025</i> – En internationell standard som är inriktad på miljödeklarationer och omfattar EPD:er.
ISO 1584	<i>ISO 15804</i> – En internationell standard som är inriktad på miljödeklarationer och omfattar byggprodukter.
LEED	<i>Leadership in Energy and Environmental Design</i> – Ett certifieringssystem för byggnader som främjar miljövänliga och hållbara byggnads principer.
Konservativa klimatdata	Generiska klimatdata som har ett procentpåslag för att främja användningen av specifika klimatdata.
VAV-system	<i>Variable Air Volume-system</i> – Ett system för luftkonditionering som justerar luftflödet och temperaturen efter behov, för att minska energiförbrukningen och förbättra inomhusklimatet.
VVS	<i>Värme, Ventilation och Sanitet</i> – Används som en samlingsbeteckning för olika tekniska system och installationer inom byggnader.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	i
Abstract	iii
Förord	v
Terminologi och förkortningar	vi
Innehållsförteckning	ix
1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte och mål	2
2 Frågeställningar	3
3 Avgränsningar och förutsättningar	5
4 Teori	7
4.1 Kitteraturstudie	7
4.1.1 "Hållbarhet i VVS- och kyltekniska system i byggnader"	7
4.1.2 "Miljövänliga kyl- och värmesystem i fastigheter"	7
4.1.3 "Klimatdeklarationer och byggnaders miljöpåverkan: Utvärdering av byggnaders miljöpåverkan utifrån krav på klimatdeklaration"	8
4.1.4 "Klimatpåverkan av VVS-installationer - Klimatberäkningar på flerbostadshus med Bengt Dahlgren AB:s klimatberäkningsverktyg"	8
4.1.5 "Hur påverkas dagens kylsystem i ett framtida klimat? En studie gjord med hänsyn till energianvändning och inomhusklimat"	9
4.1.6 "Byggandets klimatpåverkan – Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong" ..	10
4.2 Metoder för LCA- och klimatberäkning	11
4.3 Boverkets klimatdeklaration	12
4.4 Klimatdata	12
4.4.1 Generiska klimatdata för installationer	12
4.4.2 Produktspecifika klimatdata, EPD för installationer	13
4.5 VAV- och kylbaffelsystem	13
4.5.1 VAV-system	14
4.5.2 Vattenburen komfortkyla med kylbaffel	14
4.6 Fallstudie av klimatpåverkan från utformning av ventilationssystem och komfortkyla	14
4.6.1 Beskrivning av referensprojektet Abborren	15
5 Genomförande	19
5.1 Beskrivning av kontorsbyggnaden Priorn	19
5.1.1 Snabbfakta om Priorn	19
5.1.2 Teknisk beskrivning av ventilationssystemet i Priorn	20
5.2 Hinder för klimatberäkningar av installationer	21
5.3 Metodbeskrivning	21
5.3.1 Beräkningsmetod	22
5.4 Val av klimatdata i beräkningarna	23
5.4.1 Principer vid bestämning av produkters klimatdata	23
5.4.2 Hantering av klimatdata för spill	25
5.4.3 Tillverkare som erbjuder EPD:er för ventilationsprodukter	27
5.5 Klimatdata för olika produktkategorier	27

5.5.1	Spjällprodukter.....	28
5.5.2	Produkter med fabriksmonterad isolering.....	29
5.5.3	Ytterväggs- och skyddsgaller, avluftshuv, renslucka och backspjäll.....	30
5.5.4	Don.....	31
5.5.5	AHU.....	33
5.5.6	Cirkulära kanaler och kanaldetaljer.....	34
5.5.7	Rektangulära kanaler och kanaldetaljer.....	35
5.5.8	Isolering.....	35
5.6	Undersökning av förbättringsåtgärder.....	36
5.6.1	Åtgärd 1: Byte till isoleringskanaler.....	36
5.6.2	Åtgärd 2: Analys av att ersätta VAV-system med vattenburen komfortkyla 39	
5.6.3	Åtgärd 3: Byte till plåtkanaler med återvunnet material.....	42
6	Resultat.....	43
7	Diskussion.....	47
8	Slutsats.....	51
9	Utvecklingsmöjligheter.....	53
	Referenser.....	55
	Bilagor.....	70
	Bilaga A.....	70
	Bilaga B.....	74
	Bilaga C.....	75
	Bilaga D.....	78

1 Inledning

Detta kapitel inleder arbetet och diskuterar ämnen som är relevanta för att öka förståelsen för innehållet.

1.1 Bakgrund

Byggsektorn är en betydande bidragsgivare till koldioxidutsläpp och står enligt Boverket för 21% av Sveriges totala växthusgasutsläpp. Tillverkning av material, byggprocessen och byggnadens drift är alla faktorer som orsakar koldioxidutsläpp. Sveriges klimatmål är att minska nettoutsläppen av växthusgaser med minst 85 procent till 2045 jämfört med 1990 års nivåer och vara fossilfritt till år 2040 (Naturvårdsverket). För att uppnå målen måste byggnader och deras installationer byggas med hänsyn till miljöpåverkan. Ett sådant område är ventilations- och luftkonditioneringssystem.

Eftersom byggnadssektorn är en stor källa till växthusgasutsläpp är det en av de största sektorerna att satsa på minskade koldioxidsläppen från. För att uppnå målet om ett hållbart samhälle måste byggnader och deras installationsdesign byggas med hänsyn till miljöpåverkan. Ett sådant område är ventilations- och komfortkylsystem, som är nödvändiga för inomhusklimatet och byggnader.

När byggnaden är i drift bidrar energianvändningen för uppvärmning, kyla, belysning och elektrisk utrustning till koldioxidutsläppen, även bygg- och installationsmaterial som används för underhåll och ombyggnader bidrar till detta. För att minska byggsektorns koldioxidutsläpp kan till exempel följande åtgärder vidtas: välja material och byggmetoder med låg klimatpåverkan, använda förnybara energikällor både vid uppförande av byggnaden och under dess drift. Ytterligare faktor som bidrar för mer klimateffektiva byggnader är att det finns byggregler och bestämmelser.

I branschen har man kommit relativt långt med metoder för att minska klimatpåverkan från byggnadsmaterial. Under senare tid har intresset för att minska klimatpåverkan även från installationer ökat.

Installationssystem i byggnader, såsom värme-, ventilations-, komfortkyla- och tappvarmvattensystem påverkar miljön genom sina koldioxidutsläpp.

En studie av Cabeza et al. (2017) fann att installationer i byggnader stod för cirka 10% av Europas totala utsläpp av koldioxid. Detta inkluderar både tillverkning och sedan produkternas drift. Studier måste användas för att använda energieffektiva HVAC-system för att minska energiförbrukningen och minska utsläppen.

LCA, livscykelanalys är en metod för att bedöma en produkts miljöpåverkan under hela dess livscykel, från råvaruutvinning till avfallshantering. Genom att använda LCA kan bygg- och fastighetssektorn identifiera miljöpåverkan och utforma hållbara byggnader

och fastigheter. (Boverket, 2021 b). Genom att använda LCA för klimatpåverkan för byggmaterial kan byggbranschen välja material som är mer hållbart och har mindre miljöpåverkan (Livsmedelsverket, 2021). Ett exempel på detta är att välja träbaserade byggmaterial i stället för material med höga utsläpp av växthusgaser som stål och betong (Boverket, 2020). LCA och klimatanalyser kan hjälpa byggbranschen att minska sina utsläpp av växthusgaser och bidra till en mer hållbar framtid.

För att påskynda arbetet med att minska klimatpåverkan från byggsektorn infördes en lag om klimatdeklaration för byggnader den 1 januari 2022. Klimatdeklarationen omfattar byggnadens bärande konstruktionsdelar, byggnadens klimatskärm och icke-bärande innerväggar (Boverket 2022). I dagsläget ingår inte byggnadens installationer i lagen om klimatdeklaration, det de planeras att inkluderas år 2025.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att undersöka klimatpåverkan från ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Priorn och möjligheterna att med byte av material eller systemval minska detta. Målet är att identifiera och förbättra de material eller delar av installationssystemet som har störst klimatpåverkan och att teoretiskt beräkna förbättringar.

2 Frågeställningar

Konkret handlar arbetet om att få svar på:

Vilka installationsmaterial och typ av ventilation och komfortkyllning som orsakar störst klimatpåverkan och hur dessa kan minskas.

Kontorsbyggnaden Priorns klimatpåverkan orsakad av ventilationssystemet av VAV-typ, dvs ett ventilationssystem som både ventilerar och kyler, ska undersökas.

Om klimatpåverkan minskar om VAV-ventilationssystem byts ut mot vattenburen komfortkylla.

Slutligen ska klimatpåverkan från ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Abborren, som ventileras med konventionellt system kompletterat med vattenburen komfortkylla, jämföras med klimatpåverkan från ventilationssystemet i Priorn.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval
i kontorsbyggnad

3 Avgränsningar och förutsättningar

Analyserna sker enbart av ventilationssystem och system för komfortkyla, inte övriga installationer. Assemblins tidigare analys används.

Två kontorsbyggnader används i fallstudien; Priorn i Malmö och Abborren.

Klimatberäkningarna inkluderar A1-A3 (produktskede) och A4-A5 (byggproduktionsskede), medan driftskedets B-moduler och slutskedets C-moduler inte kommer att beaktas i beräkningarna.

Examensarbetet kommer endast att undersöka klimatpåverkan och inga andra miljöpåverkanskategorier.

Så långt som möjligt används Klimatdeklarationens metod för beräkning av klimatpåverkan, till exempel hantering av spill på byggsplatsen i A5.

Ingen hänsyn tas till eventuellt ändrad klimatpåverkan orsakad av ändrad energianvändning i samband med analys av olika material- och systemval.

4 Teori

I följande kapitel redovisas litteraturstudier, metod för klimatberäkningar enligt Boverket och vissa centrala begrepp reds ut.

4.1 Kitteraturstudie

I följande avsnitt görs en litteraturstudie på sex tidigare studier i form av gamla examensarbeten och rapporter. Studierna belyser problematiken med hög klimatpåverkan inom byggbranschen. Dessutom berör några av studierna energianvändningen av olika kylsystem, specifikt skillnaden mellan VAV- och kylbaffelsystem.

4.1.1 "Hållbarhet i VVS- och kyltekniska system i byggnader"

Detta är en studie av B. G. Andersson och P. Wallentén som undersöker hur man kan skapa mer hållbara VVS- och kyltekniska system i byggnader. Studien fokuserar på strategier för att minska energianvändningen, öka energieffektivitet och minska klimatförändringarna.

Studien visar att VVS-system är ett av de mest energiintensiva systemen i städer och därför är det viktigt att dessa system undersöks och används på bästa sätt för att minska energiförbrukningen. Detta kan uppnås genom olika strategier, såsom att minska värmeförluster, optimera återvinningen av värme, användning av förnybara energikällor och optimera luftkvaliteten.

För att minska förlusten av värme kan man använda sig av isolering och tätning i byggnader och VVS-system. Genom användning av olika tekniker som till exempel värmeåtervinning från ventilation och avloppsvatten kan värmeåtervinningen förbättras.

4.1.2 "Miljövänliga kyl- och värmesystem i fastigheter"

Detta är en studie av H. Boije och C. Dahlqvist som fokuserar på att identifiera och utvärdera miljövänliga kyl- och värmesystem som kan användas i fastigheter. Studenterna undersöker olika tekniker och teknologier som kan användas för att minska energianvändningen och minska påverkan på miljön.

Studien presenterar en omfattande översikt över olika kyl- och värmesystem som kan användas i fastigheter, inklusive traditionella system som värmepumpar, solfångare och fjärrvärme, såväl som mer innovativa teknologier som geoenergi, termisk lagring och ventilationssystem med återvinning av värme.

Författarna diskuterar även de ekonomiska och miljömässiga fördelarna och utmaningarna med att implementera miljövänliga kyl- och värmesystem i fastigheter. De tar upp faktorer som investeringskostnader, energieffektivitet, livscykelkostnader och miljöpåverkan.

Studien visar att det finns många olika teknologier och tekniker som kan användas för att minska energianvändningen och miljöpåverkan från kyl- och värmesystem i fastigheter. Forskarna konstaterar att valet av system beror på en rad olika faktorer, såsom fastighetens storlek, geografiska läge, användning och budget.

Slutligen ger författarna rekommendationer för att hjälpa fastighetsägare och beslutsfattare att välja miljövänliga kyl- och värmesystem. Dessa inkluderar att ta hänsyn till fastighetens specifika behov och förutsättningar, att välja system med hög energieffektivitet och att implementera system som är kompatibla med andra teknologier och energikällor.

4.1.3 "Klimatdeklarationer och byggnaders miljöpåverkan: Utvärdering av byggnaders miljöpåverkan utifrån krav på klimatdeklaration"

Följande studie är ett examensarbete av N. Marceau, och V. Fogelmark som undersöker hur klimatdeklarationer kan användas för att bedöma byggnaders miljöpåverkan.

För att utforska hur klimatdeklarationskrav kan användas för att bedöma byggnaders miljöpåverkan har forskare genomfört en fallstudie på en byggnad i Stockholm. Klimatdeklarationens krav användes som riktlinjer för att bedöma byggnadens energianvändning och välja material. Resultaten visade att byggnaden har betydande miljöpåverkan från både energianvändning och materialval.

Författarna diskuterar hur klimatdeklarationer kan vara användbara för att minska byggnaders miljöpåverkan och bidra till en mer miljövänlig byggbransch. Genom att använda kraven i klimatdeklarationer som riktlinje kan byggnaders miljöpåverkan bedömas på ett mer objektivt och standardiserat sätt.

Däremot är det viktigt att ta hänsyn till att studien är en fallstudie och att resultaten därför inte nödvändigtvis gäller generellt för alla byggnader. Klimatdeklarationer kan även vara en komplex fråga och kan vara en utmaning när det gäller att samla in och verifiera data angående byggnaders miljöpåverkan. Trots detta ger studien viktiga insikter om hur klimatdeklarationer kan användas som en metod för att bedöma och minska byggnaders miljöpåverkan.

4.1.4 "Klimatpåverkan av VVS-installationer - Klimatberäkningar på flerbostadshus med Bengt Dahlgren AB:s klimatberäkningsverktyg"

Följande studie är ett examensarbete av P. Lappalainen. I studien utförde Lappalainen, på uppdrag av Bengt Dahlgren, en enkel klimatberäkning av installationer i ett flerbostadshus. Tidigt i rapporten belyser Lappalainen brister i tillgång på bygg- och miljövarudeklarationer.

Klimatberäkningen utfördes dels med beräkningsverktyg i Excel utvecklat av Bengt Dahlgren, dels med ett egenutvecklat. Det färdiga Excel-beräkningsverktyget, upprättat av Bengt Dahlgren, redovisade ett begränsat antal produkter. Till följd av detta fick Lappalainen göra en manuell beräkning genom att samla data utifrån tillverkarens bygg- och miljövarudeklarationer. Där specifika klimatdata var bristande, använde Lappalainen generiska klimatdata från bland annat finska klimatdatabasen och schablonvärden från IVL. En del avgränsningar fick göras, bland annat räknade Lappalainen inte med produkter med låga vikter eller med få antal.

Lappalainen beräknade både ventilations- och VS-produkternas klimatpåverkan. Nedan redovisas fördelningen av ventilationsprodukternas klimatpåverkan i flerbostadshuset, som Lappalainen kom fram till:

- Ventilationskanaler 36 – 57%
- Luftbehandlingsaggregat eller värmeväxlare: 24 – 47%
- Ljuddämpare: 7 – 10%
- Resterande styckeprodukter: 5 – 14%
- Isolering: 2 – 4%

Precis som Lappalainen skrev tidigt i sin rapport, visar resultatet att ventilationsprodukter med högt metallinnehåll har störst klimatpåverkan.

4.1.5 "Hur påverkas dagens kylsystem i ett framtida klimat? En studie gjord med hänsyn till energianvändning och inomhusklimat"

Studien är ett examensarbete av P. Johansson och G. Nyman. Studenterna har gjort en simulering på en kontorsbyggnad i Göteborg för att undersöka bland annat huruvida ökad utomhustemperatur påverkar kylsystemets energianvändning. I resultatet av simuleringen presenteras VAV- och kylbaffelsystem i normalt uteklimat och för olika uteklimatscenarier.

I resultatet redovisar studenterna att, vid normalt klimat, genererar kylbaffelsystemet en högre energianvändning än VAV-systemet.

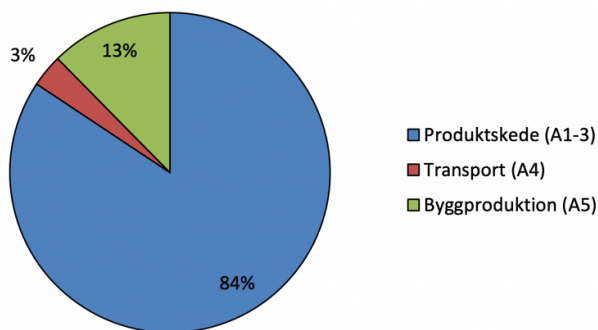
I slutsatsen nämner författarna att det system som har högst energibehov även resulterar i bäst inomhusklimat. Sammanfattningsvis nämner studenterna att klagomål på inomhusklimatet var marginellt i förhållande till vad gäller VAV- och kylbaffelsystemets energianvändning. Varpå de drar slutsatsen att det är mer lämpligt att välja det kylsystem som ger lägst energianvändning.

Examensarbetet om de olika kylsystemens energianvändning beaktar inte klimatpåverkan. Arbetet ger dock en indikation på att kylbaffelsystem kan energimässigt orsaka högre klimatpåverkan i användningsskedet (klimatindikator B1), än VAV-systemet.

4.1.6 "Byggandets klimatpåverkan – Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong"

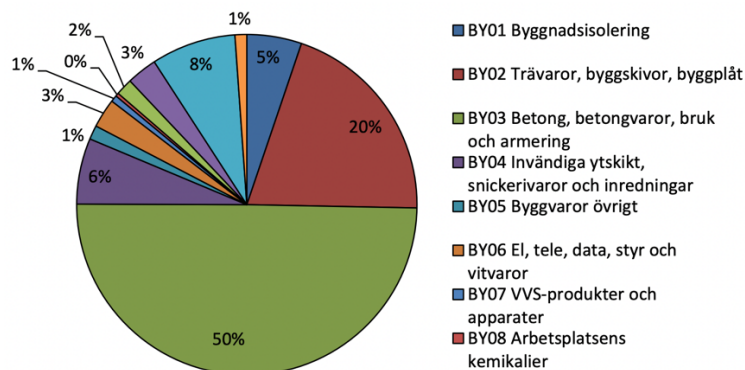
Studien är framtagen av IVL 2015. Syftet med rapporten var att få bättre kännedom om hur klimatpåverkan fördelas i byggprocessen och mellan byggnadsmaterial (IVL 2015).

I resultatet fick IVL fram hur klimatpåverkan fördelas i byggskedet, alltså A1-A5, per kvm A_{temp} . Resultatet visade följande fördelning:



Figur 1. Figuren illustrerar uppdelningen av klimatpåverkan för de olika faserna i byggskedet (IVL 2015).

Studien visade även hur stor andel av klimatpåverkan som utgörs av installationer. Generiska data i databasen ICE (Inventory of Carbon and Energy) användes. Fördelningen mellan olika byggdelaers klimatpåverkan redovisades. VVS-produkternas klimatpåverkan beräknades utgöra 5% av alla byggdelaers klimatpåverkan (IVL 2015).

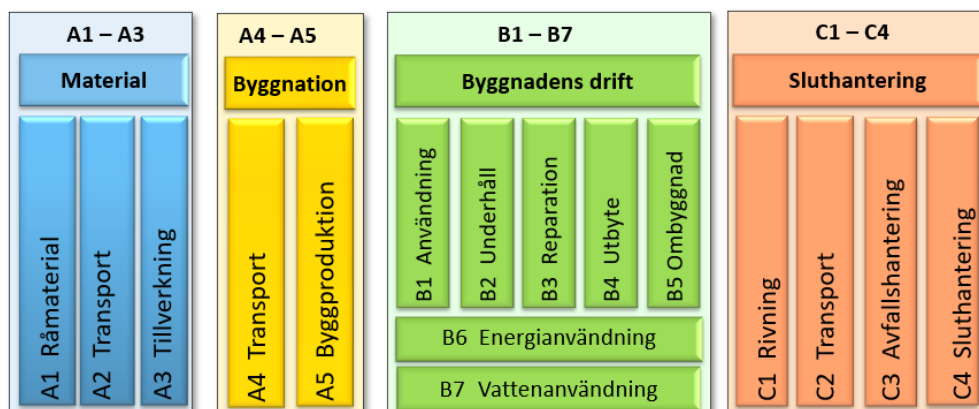


Figur 2. Figuren illustrerar hur stor del av klimatpåverkan som utgörs av VVS-produkter (IVL 2015).

4.2 Metoder för LCA- och klimatberäkning

LCA är en metod för att kvantitativt utvärdera en produkts miljöpåverkan från råvara till hantering av restprodukter (Boverket 2019). I en LCA kan analysen göras baserad på olika aspekter av miljöproblem. Dessa kategorier benämns miljöpåverkanskategorier och kan utgöras av klimatpåverkan (GWP, Global Warming Potential), försurning, övergödning med mera (2019). I detta examensarbete undersöks enbart miljöindikatorn klimatpåverkan.

Enligt SS-EN-15978 delas en LCA upp i följande tre skeden för byggnader: byggskedet (A), driftskedet (B) och slutskedet (C). Dessa tre skeden delas in i underkategorier, som visas i figur 1. Tillverkning av byggnadsmaterial (A1-A3), transport av byggnadsmaterial från fabriksport till byggplats (A4) och själva byggnationen (A5). Om hela byggnadens livscykel analyseras benämns detta ”från vagg till grav”.



Figur 3. Figuren illustrerar de olika skeden i en LCA, enligt SS-EN 15978 (Warfvinge 2023).

ISO står för International Organization for Standardization och är en icke-statlig organisation som tar fram industriella och kommersiella standarder. Svenska institutet för standarder, SIS, är Sveriges medlemskap i ISO (Boverket 2019). Enligt Boverket är följande standarder byggrelaterade för miljödeklarationer:

- ISO 14020 avser vilka tre grader produkters miljöpåverkan kan redovisas på, typ I, typ II och typ III (2019).
- ISO 14025 avser EPD:er (2018).
- ISO 14044 avser LCA-metodik (2018).
- SS-EN 15804 är en standard som avser byggprodukter (2019).
- SS-EN 15978 är en standard som avser hela byggnader (2019).

Klimatpåverkan för byggnadsmaterial eller byggprodukt beräknas genom att mängden (omräknad till kg) och energi (i kWh) multipliceras med klimatdata (kg CO₂e per kg eller per kWh). Resultatet är klimatpåverkan i antal kilogram koldioxidekvivalenter, (2022) för respektive byggnadsmaterial eller byggprodukt. Beräkningen utförs för

respektive produkt där varje produkts bidrag summeras. Slutligen kan klimatpåverkan redovisas i form av kg CO₂e material eller per kvadratmeter av byggnaden.

4.3 Boverkets klimatdeklaration

Till Boverkets klimatdeklaration finns regler för hur en klimatberäkning ska genomföras. Den baseras på standarden SS-EN 15978 och har anpassats efter vad som är rimligt för svenska förhållanden. Modulerna A1-A5, se figur 3 ska redovisas per byggnadsmaterial och byggprodukter. Klimatpåverkan från installationer är inte inkluderade i klimatdeklarationen. Bland annat ingår inte tillverknings- och klimatpåverkan för emballage i byggspillsfaktorn A5 (Boverket 2021). Dessutom är inte transporter av arbetsmaskiner och bodar till och från byggplatsen inkluderade i transportfaktorn A4 (Boverket 2021).

4.4 Klimatdata

Klimatdata, d.v.s. uppgift om ett materials eller produkters klimatpåverkan i kg CO₂e per kg, kan antingen vara generiska eller produktspecifika. Vilken data som används beror på vilka krav som ställs på kvalitén på livscykelanalysen samt vilken data som finns till förfogande. En byggnads verkliga miljöpåverkan avspeglas bättre ju mer specifika data används, å andra sidan är beräkningsprocessen med specifika data mer tidskrävande (Boverket 2022).

4.4.1 Generiska klimatdata för installationer

Generiska klimatdata är en genomsnittsdata som är typisk för den svenska marknadens byggprodukter. Det finns flera databaser med generiska klimatdata som har tagits fram baserat på tidigare livscykelanalyser. En del klimatdatabaser kräver licens för att kunna använda tillhörande LCA-verktyget. Generiska klimatdatabaser som är publikt tillgängliga är Boverkets klimatdatabas, Trafikverkets Klimatkalkyl och den finska klimatdatabasen CO2data.fi. (Boverket 2019).

Boverkets klimatdatabas är baserat på IVL Svenska Miljöinstitutionens underlag för klimatdata för byggprodukter. Boverkets klimatdatabas redovisar klimatpåverkan för hela byggskedet, alltså A1-A5 (Boverket 2023).

Den finska klimatdatabasen CO2data.fi är, precis som Boverkets databas, baserad på EPD:er, andra generiska uppgifter och branschexperter. Databasen är framtagen med Finlands miljöcentral (Syke) och branschexpert, på uppdrag av Miljöministeriet. Finska databasen redovisar klimatdata A1-A3, med ett påslag på 20%, omräkningsfaktor 1,2. (hiilineutraalisuomi.fi/se 2023).

Klimatdata med ett påslag på medelvärdet kallas konservativa. Anledningen till att påslaget görs på 20–25% är för att driva på tillverkare och leverantörer att ta fram

produktspecifika klimatdata. Specifika klimatdata ger förutsättningar för att minska klimatavtryck och dessutom speglas ett mer faktiskt resultat. (Boverket 2023).

I Boverkets klimatdatabas finns konservativa klimatdata för modulerna i byggskedet (A1-A3, A4 och A5). I vissa fall saknas konservativa klimatdata för spillfaktorn A5. I dessa fall har Boverket redovisat att klimatdata för A1-A3 kan användas för A5 i klimatdatabasen (Boverket 2022). Detta beror på att kasserad produkt är samma produkt som tillverkats. Boverket har visat ett räkneexempel där 5% av en tillverkad produkt räknades som spill, vilket multipliceras med produktens massa och klimatdata för A1-A3 för att få klimatpåverkan för A5 (Boverket 2022). I detta arbete används samma metod för hantering av spill i byggskedet som Boverket använder.

4.4.2 Produktspecifika klimatdata, EPD för installationer

Produktspecifika klimatdata redovisas i EPD:er (Environmental Product Declaration) som är en typ av miljövarudeklarationer, för specifika produkter eller produktgrupper. En EPD tas fram av produkttillverkaren och granskas av tredje part. För att EPD:n ska vara godkänd måste den även registreras i ett EPD-program, exempelvis The International EPD System, The Norwegian EPD Foundation (epd-norge.no) eller EPD Hub (VästLCA). En EPD är oftast giltig i tre till fem år (Boverket 2019).

I samråd med branschorganisationer tas kriterier för en produktgrupp, så kallad PCR, fram när en EPD ska tas fram av produkttillverkare. En PCR, Product Category Rules, består av riktlinjer för avgränsningar, metodval och dataunderlag. Med hjälp av en PCR kan olika EPD:er jämföras med varandra om alla produkttillverkare följer samma ”recept” av kriterier. Enligt Boverket är sambandet mellan livscykelanalys, produktspecifika regler och EPD:er följande:

$$\text{LCA} + \text{PCR} = \text{EPD} \text{ (2019)}$$

I samband med att lagen om klimatdeklarationer fick laga kraft har efterfrågan på EPD:er ökat. Även inom installationsbranschen växer antalet EPD:er, se vidare avsnitt 6.2 och 6.4.3.

4.5 VAV- och kylbaffelsystem

Värmetillskott i lokalbyggnader orsakas bland annat av solinstrålning, elapparater, belysning och personer. För att sänka till önskad rumstemperatur installeras någon form av komfortkyla. I första hand ska värmetillskottet minskas till exempel med solskydd. Komfortkyla kan erhållas antingen av ett VAV-system eller vattenburet kylsystem med kylbafflar i rummen som ska kylas. (Warfvinge och Dahlblom 2020).

I nedanstående två avsnitt presenteras de två typer av komfortkyla som ingår i examensarbetets analyser, VAV- respektive kylbaffelsystem.

4.5.1 VAV-system

VAV-system är ett ventilationssystem som utformats och dimensionerats för att till exempel fungera för komfortkyllning i rum med måttligt värmeöverskott.

VAV står för Variable Air Volume som innebär att luftflödet varierar under driftstiden, till skillnad från CAV-system (Constant Air Volume) som har konstant till- och frånluftsförbrukning oavsett personantal eller värme som alstras. VAV-system varierar luftflödet efter rumstemperatur, koldioxidhalt eller personnärvaro (som indikeras av en närvarogivare). Luftflödet regleras antingen av motordrivna spjäll eller motordrivna tilluftsdon. Det varierande luftflödet måste samverka med tryckgivare och tryckhållande utrustning i kanalsystemet för att inte rubba ventilationen i övriga rum (Warfvinge och Dahlblom 2020).

Bortföring av värme begränsas efter hur kall och hur mycket tilluft som kan tillföras rummet utan att drag uppstår. (Warfvinge och Dahlblom 2020). Om ventilationssystemet inte klarar av kylbehovet kan vattenburen komfortkyllning installeras, helst i kombination med ett CAV-system.

4.5.2 Vattenburen komfortkyla med kylbaffel

Kylbafflar är rumsdelen i ett vattenburet komfortkylsystem och placeras i taknivå. En kylbaffel består av två genomgående rör där kylvatten strömmar igenom, och ett antal plåtlameller som ligger parallellt placerade. Kylbaffeln försluts av ett plåthölje och ett galler på undersidan.

Det finns två typer av kylbafflar. Egenkonvektionsbafflar fungerar på så sätt att rumsluften passerar kylbaffeln. Den andra typen är en kombination av kylbaffel och tilluftsdon, där tilluften blåses genom baffeln, vilket kallas tillufts baffel. (Warfvinge och Dahlblom 2020).

Precis som med VAV-system finns det problem med kylbaffelsystem. Bland annat finns risk för kondens och kallras. Kondens uppstår när rörens ytemperatur är lägre än rumsluftens daggpunkt. Vid kondens kan vatten droppa ner i vistelsezonen om daggpunktstemperaturen underskrids och fukt faller ut på lameller och rör. (Warfvinge och Dahlblom 2020).

4.6 Fallstudie av klimatpåverkan från utformning av ventilationssystem och komfortkyla

Det finns få genomförda analyser av klimatpåverkan från ventilationssystem och komfortkylsystem. Dock har Assemblin, genom sitt deltagande i LFM30, beräknat och redovisat klimatpåverkan som en fallstudie. LFM30 är en organisation som tagit på sig att bidra till en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö till 2030. De olika aktörerna som är med i LFM30 är bland annat byggherrar, entreprenörer, konsulter och leverantörer. (LFM30 2019).

Assemblin är en VVS-entreprenör inom de flesta installationstekniska system och som sysslar med driftentreprenader. Assemblin bedrev ett projekt under hösten 2022 med syftet att redovisa klimatpåverkan av ventilationssystemet i kontorsbygganden Abborren i Malmö. Med hjälp av vägledning från LFM30 togs en beräkningsmodell fram i Excel för att beräkna klimatpåverkan av ventilationssystemets delar. I Excel-modellen testades olika förbättringar av ventilationssystemets utformning och systemval, för att undersöka hur mycket klimatpåverkan kunde sänkas. Fortsättningsvis önskade Assemblin att jämföra Abborren med en annan kontorsbyggnad.

4.6.1 Beskrivning av referensprojektet Abborren

Ventilationssystemet i Abborren är uppbyggt av två aggregat, ett på källarplan och ett på bottenplan. Komfortkyla sker med tilluftskylbafflar med rektangulär ringmatning. Ventilationssystemet består även av kanal- och takfläktar. Dessutom regleras luftflödet med manuella spjäll. (Assemblin 2022).

Resultatet för klimatpåverkan av ventilationssystemet i Abborren visas i diagram 1. I diagrammet är det evident att rektangulära kanaler har högst klimatpåverkan, följt av aggregat och kylbafflar. Den totala klimatpåverkan är 318 596 kg CO₂e för alla ventilationsprodukter, för skedena A1-A5. I beräkningarna redovisades även hur stor klimatpåverkan är i förhållande till 1 kg byggnad och 1 m² ventilationssystem, 9,7 kg CO₂e per kg ventilationssystem och 35,4 kg CO₂e per m² byggnad. (Assemblin 2022).

Assemblin undersökte sex olika förbättringar för att sänka klimatpåverkan så mycket som möjligt. I diagram 2 redovisas resultat, där varje förbättringsåtgärd har minskat klimatpåverkan successivt. I den sista förbättringar lyckades Assemblin minska klimatpåverkan till 162 210 kg CO₂e för skedena A1-A5. (Assemblin 2022).

4.6.1.1 Beräkningsmetoden enligt LFM30

LFM30 har tagit fram en byggdelstabell som visar vilka byggdelar som kan räknas, med vilken typ av data. Enligt LFM30:s byggdelstabell som visas i figur 2, får schablonvärden användas för punkt 7, arbeten för installationer (LFM30 2022).

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad



LFM30 kriterie 2.3: Bygghelår & systemgräns

	Lagkrav	Orange: Ljus BTA	Blått: Mörk BTA	Grått: 2025-	Schabloner ok: 24, 7, 8, A4, A5					
A1-3	00 Sammansatta	01 Demontering	02 Sanering och lätt rivning	03 Tung rivning	04 Efterläggning	05	06 Hålltagning	07 Arbeten för installationer	08	09
	10 Sammansatta	11 Röjning, rivning och flyttning	12 Schakter, fyllning	13 Markförstärkning	14	15 Ledningar, kulvertar, tunnlar	16 Vågar, planer	17 Trädgård	18 Markutr. Stödmurar, kompletterbyggnader	19 Mark övrigt
	20 Sammansatta	21	22 Schakt, fyllning	23 Markförstärkning/utrensning	24 Grundkonstruktioner	25 Kulvertar, tunnlar	26 Garage	27 Platta på mark	28 Hukkompl. Husunderbyggnad	29 Husunderbyggnad övrigt
	30 Sammansatta	31 Stomme - väggar	32 Stomme - pelare	33 Prefab	34 Stomme bjälklag, balkar	35 Småde	36 Stomme, trappor, hisschakt	37 Samverkande takstomme	38 Hukkompl. Stomme	39 Stomme övrigt
	40 Sammansatta	41 Tak-stomme	42 Taklagskomplettering	43 Takteckning	44 Takfot och gavlar	45 Öppningskompletteringar, yttertak	46 Plåt	47 Terrastak, altaner	48 Hukkompl. Yttertak	49 Yttertak övrigt
	50 Sammansatta	51 Stomkompl. utveckling	52	53 Fasadbeklädnad	54	55 Fönster, dörrar, partier, portar	56	57	58 Hukkompl. Ytterväggar	59 Ytterväggar övrigt
	60 Sammansatta	61 Insiida yttervägg	62 Undergolv	63 Inneväggar	64 Innesat	65 Invändiga dörrar, glaspartier	66 Invändiga trappor	67	68 Hukkompl. Rumsbildning	69 Rumsbildning - övrigt
	70 Sammansatta	71	72 Yttre golv, trappor	73 Yttre vägg	74 Yttre tak, undertak	75 Målning	76 Vitvaror	77 Skåpsnickierier	78 Rumskomplettering	79 Rumskomplettering övrigt
	80 Sammansatta	81	82 Process	83 Storkök	84 Sanitet, värme	85 Kyla, luft	86 El	87 Transport	88 Styr och regler	89 Installationer övrigt
	A4	90 Gem. Arbeten sammansatta	91 Gemensamma arbeten	92	93	94	95	96	97	98
A5	101. A.5.1 Spill, emballage och avfallshantering	102. A.5.2 Byggarbetsplatser	103. A.5.3 Tillfälliga bodar, kontor, föreläsningssal, maskiner och apparater (energi till uppvärmning mm) (energi till drivmedel mm)	104. A.5.4 Bygginstrument övriga energivärden (som gasol och diesel för värmsare och dylikt, köpt el, fjärrvärme osv)	105. A.5.5 Övrig miljöpåverkan från byggprocessen inklusive övergång vid igångtagning, markexploatering, kemikalieanvändning mm					

LFM30 Bygghelårskedje • komplettering 1:101-105

Figur 4. Figuren visar vilken klimatdata som får användas på vilken bygghelår (LFM30 2022).

4.6.1.2 Resultat på klimatpåverkan från Abborrens ventilationssystem

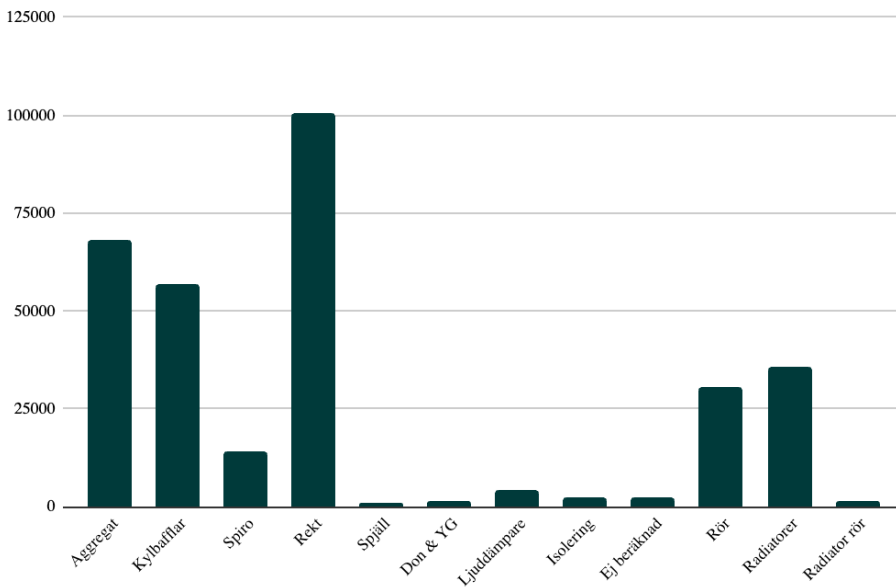


Diagram 1. Diagrammet visar Abborrens klimatpåverkan per ventilationsprodukt i kg CO2e.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

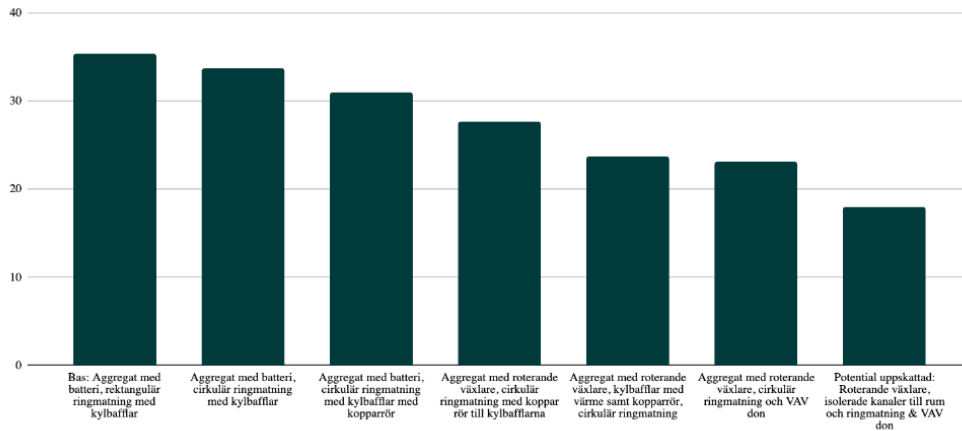


Diagram 2. Diagrammet visar olika förbättringsförslag Assemblin implementerade och hur klimatpåverkan, kg CO₂e per m², minskade med de olika förbättringsåtgärderna.

Sammanfattningsvis visar resultatet i diagram 2 att följande åtgärder minskar klimatpåverkan med nästan 50%:

- Byta vätskekopplad värmeåtervinning mot roterande värmeväxlare.
- Byta ut plåtkanaler mot kanaler av annat material.
- Byta kylbafflar mot VAV-don och isolerade tilluftskanaler.
- Byta ut kylvattenrör i rostfritt stål mot kopparrör.
- Byta ringmatning från rektangulär till cirkulär.

5 Genomförande

Genom Assemblin har möjligheten att upprätta en klimatberäkning på Priorn givits. I detta kapitel kommer arbetsgången för upprättandet av klimatberäkningen av Priorns ventilationssystem att beskrivas. Följande delar ingår:

- Klimatberäkning av Priorns ventilationssystem, som är ett VAV-system, d.v.s. det används även för komfortkylning.
- Därefter jämförs skillnader i klimatpåverkan från ett vattenburet komfortkylsystem kontra Priorns konventionella ventilationssystem. Dessutom testas åtgärder där Priorns kanaler och kanaldetaljer i plåt byts ut mot isoleringskanaler samt plåtkanaler med återvunnet material.

5.1 Beskrivning av kontorsbyggnaden Priorn

Kontorsbyggnaden Priorn projekterades av Assemblin och vars ventilationssystem ska analyseras med avseende på klimatpåverkan. Nedan presenteras bakgrundsfakta om byggnaden Priorn för att ge läsaren en bättre inblick i uppbyggnaden, innan data redovisas och analyseras. Beskrivningen av ventilationssystemet i Priorn baseras på funktionsbeskrivningen som är en del av Assemblins bygghandling för Priorn.

5.1.1 Snabbfakta om Priorn

Priorn är en byggnad på 18 500 kvadratmeter med kontorslokaler, minnesmottagning och forskningsklinik. Priorn beställdes av Vasakronan, ritades av White Arkitekter och uppfördes i entreprenadformen totalentreprenad i samverkan med MVB. 2021 vann Priorn miljöbyggspriset Gröna Lansen främst för den klimatsmarta geoenergianläggningen som försörjer Priorn, men även grannfastigheten. Priorn har även miljöcertifierats med LEED Platinum. (Vasakronan 2021).

Priorn är en kontorsbyggnad i Malmö som består av fyra huskroppar där en huskropp har åtta våningar och resterande har fem våningar. Huskropparna är placerade runt en innergård och delar en gemensam källare. Minneskliniken har andra bjälklagshöjder än de andra tre huskropparna. Se lokaluppdelningen i nedan.

Tabell 1. Tabellen visar lokaluppdelningen våningsvis i kontorsbyggnaden Priorn.

Plan	Rumstyp
1	Garage, geoenergi, omklädningsrum, fläktrum, el- och telecentral, förråd
2	Butiker, kontor med omklädningsrum, miljörum, sprinklercentral och innergård
3	Kontor, minnesklinik med biobank
4, 6, 7, 8	Kontor
5	Kontor, minnesklinik med omklädningsrum, gymnastikrum och takterrass
9	Takplan med teknikutrymme

5.1.2 Teknisk beskrivning av ventilationssystemet i Priorn

I detta avsnitt kommer ventilationssystemet i Priorn redovisas baserat på dess bygghandling. Ventilationssystemets brandskydd kommer inte beaktas i beskrivningen. Koderna till respektive produkt finns i bilaga A.

5.1.2.1 Aggregat

På källarplanet finns fyra lika stora luftbehandlingsaggregat. Uteluften tas in via galler i fasaden på plan 9 och avluften släpps ut via avluftshuv på innergården. Ventilationsaggregaten innehåller filter, roterande värmeväxlare, avstängningsspjäll, eftervärmningsbatteri och kylbatteri.

I huvudentrén på plan 2 till Minneskliniken och kontorsdelen finns tre vattenburna luftriddåggregat.

Garaget ventileras och värms via tilluftsaggregat. Tilluften utgörs av avluft från ventilationsaggregat som finns i källaren.

5.1.2.2 Eftervärmningsbatteri

I större omklädningsrum sker eftervärmning av tilluften med vattenburna eftervärmningsbatteri. I mindre omklädningsrum sker eftervärmning av tilluften med elbatteri.

5.1.2.3 Fläktar

På plan 5 ventileras Paviljongen med frånluftsfläkt och friskluft.

På plan 1 övertrycksventileras el- och telecentralen med cirkulationsluft mot garage genom tilluftsaggregat.

På plan 1 övertrycksventileras även ett kontor på 900 m² med cirkulationsluft mot garage genom tilluftsaggregat.

Miljörummet på plan 2 övertrycksventileras med tilluftsfläkt samt friskluft. Miljörummet har även en ozongenerator.

På plan 9 övertrycksventileras hiss- och solteknikrum med tilluftsfläkt.

5.1.2.4 Don

Priorns komfortkyla består av aktiva och reaktiva taktilluftsdon. Taktilluftsdonen har monterats antingen direkt på kanal eller via donlåda, för dolt montage.

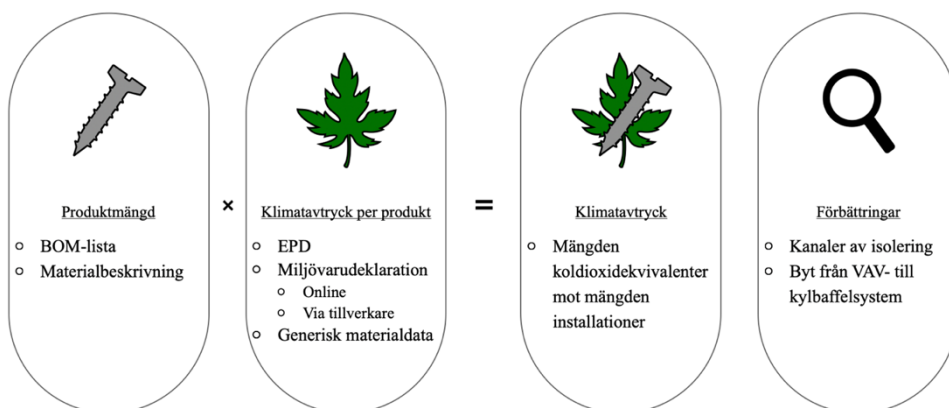
Resterande produkter i Priorns ventilationssystem redovisas i bilaga A.

5.2 Hinder för klimatberäkningar av installationer

Det största problemet med att upprätta klimatdeklarationer av installationer är bristen på klimatdata. I dagsläget finns inga klimatdata för installationer i Boverkets klimatdatabas. Dels beror detta på att de inte omfattas av lagen om klimatdeklaration dels på att det saknas tillräckligt underlag för att kunna ta fram klimatdata (Boverket 2020). Bristen på klimatdata och EPD:er bekräftas även av Assemblin. Avsaknaden av EPD:er gör att generiska klimatdata får användas.

En anledning till bristen på EPD:er är kostnaden på 80 000–250 000 kr per produkt, beroende på produktens och tillverkningsprocessens komplexitet. Förutom kostnaderna för att upprätta en EPD, tillkommer kostnader för registrering i ett EPD-program och tredjepartsgranskningen. (VästLCA).

5.3 Metodbeskrivning



Figur 5. Figuren visar en sammanfattning på hur klimatberäkningen sammanställdes.

För att genomföra klimatberäkningar i examensarbetet analyserades klimat- och materialdata för delarna i ventilationssystemet i Priorn. Detta inkluderade utvärdering av respektive dels klimatpåverkan, materialkomposition och tillverkningsprocesser.

För att etablera den klimatberäkning som utförts i detta examensarbete har en konstant dialog upprätthållits med våra handledare, Anders Nilsson och Daniel Barnekow på Assemblin, vilka vi har samrått med angående beräkningarnas utformning samt erhållit kompletterande information från.

En väsentlig del av det underlag vi använde för att upprätta klimatberäkningen inhämtades från olika produkttillverkare. Tillverkarna kontaktades via e-post och telefonsamtal för att erhålla produktinformation som inte var tillgänglig på deras

hemsidor. Dessutom etablerades kommunikation med andra organisationer för att komplettera beräkningsunderlaget.

Dessutom genomfördes en underökning av potentiella åtgärder för att jämföra klimatpåverkan i Priorn med. En undersökning av klimatpåverkan för tre olika åtgärder genomfördes. All indata lades in i ett Excelverktyg, varifrån alla resultat erhöles.

Metoden är den största delen av detta examensarbete då större delen av tiden gick åt att sammanställa underlag från Assemblin och hitta produkt- och klimatdata samt undersöka de olika förbättringarna av ventilationssystemet.

5.3.1 Beräkningsmetod

Rådata för produkter och produktmängder (i enheten antal, kilogram, meter och kvadratmeter) för Priorn, tillhandahölls från Assemblin i form av en BOM-lista och materialbeskrivningar. BOM-listan redovisade produkterna våningsvis och innehöll över 16 000 enheter och materialbeskrivningarna närmre 3000 enheter. Materialbeskrivningarna redovisade antalet styckeprodukter så som ljuddämpare, don, aggregat, fläktar och spjäll med mera. BOM-listan redovisade antal, längder, ytareor, isoleringstjocklek och isoleringsareor för styckeprodukter, isolering, kanaler och kanaldetaljer så som muffar, böjar, T-stycken och dimensionsändringar, i enheterna millimeter, meter och kvadratmeter.

Klimatberäkningen utfördes enligt Boverkets beräkningsanvisningar, som presenterades i avsnitt 4.2, i följande steg:

- 1) Mängdberäkning där produkternas vikt, längd, ytarea, isoleringstjocklek och omslutande isoleringsarea sammanställdes.
- 2) Klimatdata för A1-A3, A4 och A5 togs fram från EPD:er eller generiska klimatdata, huvudsakligen hämtade från den finska klimatdatabasen. Produkter som saknade klimatdata komponentuppdelades.
- 3) Klimatpåverkan beräknades för respektive skede och material eller produkt. Klimatpåverkan per produkttyp summerades och redovisades i diagram.

5.3.1.1 Beräkningsverktyg

Klimatberäkningen genomfördes i Excel där produkterna kategoriserades efter produkttyp och sorterades i flikar. I bilaga B redovisas de mest använda funktionerna i Excelverktyget.

Varje beräkningsflik följer samma upplägg som i figur 6. Nedan redovisas vilka rubrikfärger som innehåller vilken information:

- Rubrikerna som är grönmärkade är indata från BOM-listan eller materialbeskrivningarna.
- Rubrikerna som är blåmärkade är omräkningsfaktorer, antingen i kg/st , kg/m eller kg/m^2 , som används för att erhålla produktvikten. Produktdata

(omräkningsfaktorerna) hämtades oftast på tillverkarnas produktthemsidor, detta redovisas i rubriken ”källa för kg/st” bland de blå rubrikerna. Här redovisas även den totala vikten för alla produkterna i den kategorin.

Mängdberäkningen redovisades i olika enheter beroende på produkttyp och produkttillverkarnas materialdata. För styckeprodukter redovisade tillverkarna oftast massan per styck och för kanaler och isolering redovisades massan per meter eller kvadratmeter.

- I de orangea rubrikerna redovisas klimatdata som använts (antingen generiska eller specifika). Rubrikerna är uppdelade i A1-A3, A4 och för vissa produkter även A5. Mellan dessa rubriker summeras värdena för respektive skede och näst längst till höger redovisas den totala klimatpåverkan i kg CO₂e. Längst till höger visas källan för var generiska eller specifika data hämtats ifrån.

Klass	Typ	Storlek [mm]	Serie	Produkt	Antal	Isol [mm]	Ytarea [m2]
Spjällmotor	[k kg/st	Vikt [kg]	Källa kg/st				
Massa deklare A1-A3	Total A1-A3	A4	Total A4	Total CO2 Databas		Övrigt	

Figur 6. Figuren illustrerar upplägget av rubriker i Excel-beräkningarna.

Resultatet av Excel-beräkningarna genererade 20 Excel-flikar, vilket skulle vara svårt att inkludera som bilagor. För att ge en översikt, redovisas en Excel-flik som exempel, med VAV-spjällsberäkningar, se bilaga C. Övriga beräkningar kommer att presenteras utförligt senare. Dessutom inkluderas en pivottabell i bilaga A med tillverkare, produkttyp, seriekod och produktkod för att ge en överblick över ventilationssystemets ingående produkter.

5.3.1.2 Mängdning

Tidigt i mängdberäkningen upptäcktes att materialbeskrivningarna och BOM-listan inte överensstämde i antal och dimensioner för många produkter. Data som redovisades i materialbeskrivningarna används på produkterna från materialbeskrivningarna och data som enbart redovisades i BOM-listan används för produkter från BOM-listan. För en del produkter, där data från BOM-listan överensstämde med materialbeskrivningarna, kunde produkter kompletteras med data från BOM-listan. Detta avser bland annat isoleringstjocklek och ytareor för produkterna från materialbeskrivningarna.

5.4 Val av klimatdata i beräkningarna

Innan arbetsgången av Excel-beräkningarna presenteras kommer klimatdata som använts redovisas i detta kapitel.

5.4.1 Principer vid bestämning av produkters klimatdata

I första hand har klimatdata hämtats från EPD:er, där dessa saknats har (konservativa) generiska uppgifter från i första hand finska klimatdatabasen använts. När även

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

generiska klimatdata saknats har de beräknats genom att materielinnehållet i produkterna komponentuppdelats.

Om EPD:er saknats för de specifika produkterna som ingår i Priorns ventilationssystem har EPD:er för motsvarande produkt men från annan tillverkare använts. Samma resonemang har använts på avsaknad produktdata hos tillverkare. För några don och ytterväggsgaller saknas produktspecifikationer hos tillverkaren varpå materialdata tagits från annan tillverkare för liknande produkt.

För ett antal produkter har metod för beräkning av egna klimatdata behövt implementeras. För produkter som består av fabriksmonterad (inbyggd) isolering har produkten komponentuppdelats för materialen stål respektive isolering. På samma sätt har beräkningar genomförts för andra sammansatta produkter men istället baserat på ingående metaller.

Sammansatta produkter är tidskrävande att dela upp därför har komponentuppdelningen ibland resulterat i att en viss procent av produkten inte kan deklarerats. Det beslutades därför att sträva efter att redovisa minst 90% av produkternas vikt.

Vid komponentuppdelning har antaganden behövt göras för att följa en konsekvent beräkningsmetod:

- Den finska klimatdatabasen har redovisat tre klimatdata för tre olika återvinningshalter av aluminium där två av dem har använts i arbetet, se tabell 2. Hur stor andel återvunnen aluminium som redovisas i produkters BVD:er reglerar kraftigt aluminiums generiska klimatdata. Om information kring aluminiums återvinningshalt saknats i BVD:er så har det antagits att den inte är återvunnen.
- Om BVD:er har deklarerat en återvunnen aluminiumhalt som ligger mellan 0 och 75% har ett medelvärde på aluminiumets klimatdata antagits.
- Då många produkter inte är helt homogena utan ofta redovisas som ett intervall i BVD:er, har 100% av ett material antagits om intervallets ändpunkt legat på 100%. Detta antagande har framförallt använts på produkter med låg vikt och få antal.
- Om en och samma produkt har haft flera BVD:er till förfogande på tillverkarnas hemsidor, har BVD:n för förzinkad stålplåt använts.
- För att förenkla beräkningarna har den låga halten zink i några produkters BVD:er räknats till stålets viktprocent, eftersom materialdata för zink bekräftats ligga nära stålets, i olika EPD:er.

Främst användes Finlands klimatdatabas som källa för generiska klimatdata. I tabellen nedan redovisas de vanligaste klimatdata som användes i beräkningarna, från finska klimatdatabasen.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Tabell 2. Tabellen visar vilken klimatdata som använts från finska klimatdatabasen och för vilka produkttyper.

Kategori i finska databasen	Produktkategori	A1-A3 [kg CO ₂ e]
Air exchanger with heat recovery	Användes för luftvärmare med luftvätska- och el-luft-system.	4,2
Aluminium profile, scrap min 0%	Användes för komponenter som innehöll aluminium, specifikt 0% återvunnet aluminium. Passade vid komponentuppdelning av luftkylare.	14
Aluminium profile, scrap min 75%	Användes för komponenter som innehöll aluminium, specifikt 75% återvunnet aluminium. Passade vid komponentuppdelning av don.	3,1
Copper sheet	Användes för styckeprodukter som innehöll koppar, till exempel vid komponentuppdelning av luftkylare.	0,6
Exhaust ventilation system	Utsugssystem för ventilation. Användes för kanalfläktar för till- och frånluft.	3,5
Stainless steel tube	Rostfritt stål-rör, användes för styrventiler i förbättring 2.	4,3
Ventilation duct, metal	Användes för rektangulära kanaler och kanaldetaljer samt styckeprodukter som innehöll galvaniserat stål, till exempel don.	3,1

5.4.2 Hantering av klimatdata för spill

Enligt Barnekow, verksamhetsutvecklare på Assemblin och delaktig i projektet Abborren, exkluderas i vissa fall klimatdata för A5 då dessa produkter antingen levereras i styck eller i exakta mått (2023). Exempel på produkter som inte genererar spill på byggarbetsplatsen är spjäll, ljuddämpare, fläktar och don samt rektangulära kanaler som beskärs hos tillverkaren och levereras i exakta mått som beställts. Produkter som cirkulära kanaler och isolering beskärs på plats och genererar spill, vilket ger klimatdata för klimatindikator A5 (2023). För generiska klimatdata från finska klimatdatabasen, som redovisas ovan, har inte spillindikatorn varit aktuell eftersom produkterna antingen varit styckeprodukter eller levererats i exakta mått.

Finska klimatdatabasen redovisar inte transportindikatorn A4. I referensprojektet Abborren använde Assemblin generiska klimatdata 0,08 kg CO₂e/kg produkt för A4. Denna data rekommenderades av LFM30 i projektet Abborren och är ett schablonvärde. Barnekow hävdar att 0,08 är ett högre värde än genomsnittet för andra klimatdatavärden som han stötte på (2023). Schablonvärdet 0,08 kg CO₂e kommer ursprungligen från IVL:s BM, Byggsektorns Miljöberäkningsverktyg (Lappalainen 2023). Som redovisas i avsnitt 6.5, har 0,08 kg CO₂e/kg produkt applicerats på en stor andel produkter som saknar EPD:er.

Som tidigare nämnt exkluderas klimatdata för A5 för styckeprodukter och rektangulära kanaler eftersom dessa produkttyper inte genererar produktspill på byggarbetsplatsen. I EPD:er som använts har ibland klimatdata för A5 redovisats. Efter att ha läst EPD:erna noterades att A5 för styckeprodukter representerar emballage-spill, vilka enligt SS-EN 15978 (se avsnitt 4.3) inte ska inkluderas i klimatberäkningar. Följande text återfanns i Lindinvent's och Klimaopremas EPD:er.

Lindinvent:

Environmental impacts from installation into the building include waste packaging materials (A5) and release of biogenic carbon dioxide from wood pallets and cardboard (EPD Hub 2022).

Klimaoprema:

Environmental impacts from building installation include waste packaging material (A5) and the release of biogenic carbon dioxide from waste from the processing of wooden pallets. The product can be installed without electricity consumption (EPD Hub 2023).

Klimatdata för A5 valdes att exkluderas för produkter som inte genererar produktspill på byggarbetsplatsen, enligt SS-EN 15978, trots att klimatdata finns för A5, som visat i ovanstående textutdrag.

5.4.3 Tillverkare som erbjuder EPD:er för ventilationsprodukter

Tabell 3. Tabellen visar vilka tillverkare av bland annat ventilationsprodukter som idag erbjuder EPD:er samt vilka av dessa som erbjuder EPD:er för de installerade installationsprodukterna i Priorn.

Produkttillverkare	Existerar EPD?	Är EPD:n kompatibel med produkterna i Priorn?
Airmaid	Nej	Nej
Camfil	Ja	Nej
EKO Ventilationsdetaljer	Nej	Nej
EKOVENT	Nej	Nej
Eveco	Nej	Nej
Fläkt Woods	Nej	Nej
Isover	Ja	Nej
Klimatbyrån	Nej	Nej
Klimatbyrån Netavent	Nej	Nej
LGG	Nej	Nej
Lindab	Ja	Ja
Lindinvent	Ja	Ja
Paroc	Ja	Ja
Systemair	Nej	Nej
VEAB	Nej	Nej

Lindinvent AB, en tillverkare av bland annat ventilationsprodukter, har på grund av hög efterfrågan valt att ta fram EPD:er.

Lindab AB har, precis som Lindinvent, tagit fram EPD:er för några av sina produkter.

Paroc AB är en tillverkare av isoleringsprodukter för olika ändamål, däribland isolering av ventilationsenheter.

Saint-Gobain Sweden AB, Isover är en tillverkare av, precis som Paroc, isoleringsprodukter för bland annat ventilationsenheter.

5.5 Klimatdata för olika produktkategorier

För att ge en tydlig förklaring av arbetsgången kommer beräkningarna redovisas efter produktkategorier eftersom varje produkttyp har en unik byggvarudeklaration samt

generiska eller specifika klimatdata. Dessutom är följande upplägg motsvarande flik-uppdelningen i Excel-beräkningarna, som visas i bilaga C och figur 6.

5.5.1 Spjällprodukter

I kategorin spjällprodukter inkluderas spjäll, brandspjäll och spjäll i VAV-system. Se nedan tabell för vilken klimatdata som använts. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen.

Tabell 4. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av spjällprodukter.

	Produkt	A1-A3	A4	Källa klimatdata
1	Manuellt spjäll (cirkulärt)	3,1	0,08	CO2data.fi
2	Manuellt spjäll (rektangulärt)	14 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
3	Brandspjäll med spjällmotor (cirkulärt)	6,6	0,10	EPD Hub
4	Brandspjäll med spjällmotor (rektangulärt)	5,1	0,09	EPD Hub
5	Spjäll i VAV med spjällmotor och regulator	11,9	0,135	EPD Hub
6	Spjäll i VAV (rektangulär mätfläns)	2,22	0,995	EPD Hub

I beräkningen användes BVD från Ekovent, Lindab och Lindinvent för att få fram respektive produkters vikt. Produktvikterna redovisades med följande villkor:

- För de cirkulära manuella spjällen angav BVD:n att 92,6% är homogent galvaniserat stål, resterande andel är en materialblandning på 7,4% som redovisats som "ej beräknad massa".
- För de manuella rektangulära spjällen angav BVD:n 95% är förzinkad stålplåt som delades upp i följande viktprocent:
 - Aluminium: 55%
 - Stålplåt: 40%
 - Ej redovisat: 5%

För brandgasspjäll och spjäll i VAV-system var det en betydligt mer komplicerad beräkning än för vanliga spjäll. Detta berodde på att dessa spjälltyper består av ställdon och spjällmotorer som räknas till elektroniska komponenter och har på grund av detta betydligt mer komplex uppsättning än manuella spjäll. Till en början försökte spjällen komponentuppdelas, men ganska snabbt insågs denna process var tidskrävande och komplicerad på grund av brist på yrkesvana. Efter ett antal försök för att dela upp materialen, bestämde vi, i samråd med handledare på Assemblin, att använda en EPD från kroatiska tillverkaren *Klimaoprema*. Klimaoprema har EPD:er för både brandgasspjäll och spjäll i VAV-system i rektangulär och cirkulär form. Då dessa EPD:er

är produktspecifika för Klimaopremas produkter FDC och FD (brandgasspjäll) samt RVP-C (spjäll i VAV-system), anses inte detta vara helt korrekt, men det ger en bättre uppskattning än att lämna en för hög procent av produktvikten som ”ej redovisat” på grund av avsaknad generiska klimatdata. EPD:n är framtagen för en exakt produktvikt, därför fick en omräkning göras för att få klimatdata per kg istället för per produkt. Som visat i tabell 3 har Lindinvent tagit fram EPD:er, för mätflänsar, alltså kunde EPD:er användas för dessa.

- För brandgasspjällen räknades hela produktvikten med. Den deklarerade massan i EPD:erna räknades om så materialdata angavs per kg, istället för per produkt.
- För VAV-spjällen beräknades klimatpåverkan med EPD:er från Klimaoprema och Lindinvent. Samma vikt-omräkning som för brandspjällen gjordes för VAV-spjällen.

5.5.2 Produkter med fabriksmonterad isolering

I denna kategori ingår ljuddämpare, takgenomföring, luftrenare och överluftsdon med inbyggd isolering. För dessa produkter har en andelsberäkning gjorts för stål- respektive isoleringsinnehållet. I andelsberäkningen delades andelen isolering och stål upp och multiplicerades med respektive klimatdata. Se vilken klimatdata som användes för respektive produkt och material i tabellen nedan. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen. epd-norge.no avser EPD-programmet “The Norwegian EPD Foundation”.

Tabell 5. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av produkter med inbyggd isolering.

	Produkt	A1-A3	A4	Källa klimatdata
1	Ljuddämpare	3,1 1,28	0,08 0,0495	CO2data.fi epd-norge.no
2	Ljuddämpare	3,1 1,28	0,08 0,0495	CO2data.fi epd-norge.no
3	Luftrenare	3,1 1,3	0,08 0,00689	CO2data.fi epd-norge.no
4	Takgenomföring	3,1 1,28	0,08 0,0495	CO2data.fi epd-norge.no
5	Överluftsdon	3,1 1,28	0,08 0,0495	CO2data.fi epd-norge.no

- Ljuddämparen på rad 1 beräknades med andelarna som angavs i byggvarudeklarationen från Lindab. Nedan visas förhållandet mellan stål och isolering. Viktprocenten som inte räknades med är en blandning av bland annat plast och tätningslist.

- Stål: 60,1 %
 - Isolering: 36 %
 - Ej redovisat: 3,9 %
- Ljuddämparen på rad 2 är en produkt med väldigt många dimensioner, därav ett brett intervall på materialandelar. Tillverkaren rekommendera att ta ett medelvärde av viktprocenter för den specifika dimensionen från BOM-listan. Dessutom erbjuder tillverkaren ingen tabell med vikter på produkthemsidan just eftersom produkten erbjuds i så många storlekar. Ljuddämparen beräknades med andelarna, som angavs i underlaget från Klimatbyrån. Nedan visas förhållandet mellan stål och isolering.
 - Stål: 69,6 %
 - Isolering: 30,4 %
- Takgenomföringens viktprocent beräknades med andelarna som angavs i byggvarudeklarationen från Ekovent. Nedan visas förhållandet mellan stål och isolering.
 - Stål: 60 %
 - Isolering: 40 %
- Luftrenaren beräknades med andelarna som angavs i byggvarudeklarationen från Camfil. Nedan visas förhållandet mellan stål och isolering samt viktandelen som inte redovisades.
 - Stål: 84 %
 - Isolering: 7,15 %
 - Ej redovisat: 8,85 %
- Överluftsdonet beräknades med viktandelarna som angavs i byggvarudeklarationen från Lindab. Nedan visas förhållandet mellan stål och isolering samt andelen som inte redovisades.
 - Stål: 82,7 %
 - Isolering: 11,16 %
 - Ej redovisat: 6,14 %

5.5.3 Ytterväggs- och skyddsgaller, avluftshuv, renslucka och backspjäll

Denna produktkategori var enkel att beräkna då nästan alla produkter hade homogen materialuppsättning. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Tabell 6. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av produkttypen ytterväggsgaller och avluftshuv.

	Produkt	A1-A3	A4	Källa klimatdata
1	Ytterväggsgaller	14	0,08	CO2data.fi
2	Ytterväggsgaller	3,1	0,08	CO2data.fi
3	Ytterväggsgaller	3,1	0,08	CO2data.fi
4	Ytterväggsgaller	2,6	0,08	CO2data.fi
5	Skyddsgaller	3,1	0,08	CO2data.fi
6	Renslucka	3,1	0,08	CO2data.fi
7	Avluftshuv	3,1	0,08	CO2data.fi
8	Avluftshuv	3,1	0,08	CO2data.fi
9	Backspjäll	3,1	0,08	CO2data.fi

- Produkterna på rad 1 och 4 består av 95–100% aluminium-zinkbelagd stålplåt enligt tillverkarnas BVD:er. En tillverkare har redovisat att 80 - 90% av aluminium är återvunnen och den andra hade inte redovisat någon återvunnen aluminium. Se rad 1 och 4 i tabellen ovan för skillnaden i materialdata för A1-A3.
- Resterande produkter i tabellen ovan redovisades som 100% stål, där de enstaka procentenheterna som avser bland annat pulverlackerat material och fästelement inkluderades. Därmed antas att klimatpåverkan från fästelement med mera inte underskattas-

5.5.4 Don

Donen redovisades till störst del med komponentuppdelning mellan aluminium och stål. Värt att nämna är att några av produkterna i tabell 7 nedan och föregående kan användas både som skyddsgaller, ytterväggsgaller, frånluftsdon, överluftsdon och tilluftsdon. I don-kategorin valdes att redovisa vanliga don och VAV-don tillsammans men i resultatet kommer de redovisas separat eftersom en av förbättringarna som testades ersätter VAV-don med kylbafflar. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Tabell 7. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av produkttypen don.

	Produkt	A1-A3	A4	Källa klimatdata
1	Dysa	3,1 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
2	Tilluftsdon	3,1	0,08	CO2data.fi
3	Tilluftsdon	3,1	0,08	CO2data.fi
4	Tilluftsdon	3,1	0,08	CO2data.fi
5	Tilluftsdon	3,1 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
6	Donlåda	3,1	0,08	CO2data.fi
7	Tilluftson	3,1 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
8	Donlåda	3,1	0,08	CO2data.fi
9	Tilluftsventil	3,1	0,08	CO2data.fi
10	Frånluftsdon	3,1 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
11	Frånluftsdon	14 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
12	Frånluftsdon	14 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
13	Överluftsdon	14 3,1	0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi
14	Överluftsdon	3,1	0,08	CO2data.fi
15	Överluftsdon	3,1	0,08	CO2data.fi

- Produkten på rad 1 är en dysa med stor materialblandning. I produkten ingår bland annat aluminium, stål, PVC, och olika oxider. Produkten delades in efter materialen aluminium och stål, se viktprocenterna nedan. Enligt Lindabs BVD ligger återvunnen andel för aluminium på 60%.
 - Aluminium: 21,5%
 - Stål: 71,2%
 - Ej redovisat: 7,3%
- Enheterna på rad 2 och 10 är samma produkt från samma tillverkare. Produkten består av 100% aluminium. Andelen återvunnen aluminium ligger på 75%

- Enheterna på rad 3 och 14 är samma produkt från samma tillverkare. Produkten består av 100% stål.
- Produkten på rad 4 räknades som 100% stål.
- Produkten på rad 12 består av aluminium-zinkbelagd stålplåt. Ingen andel återvunnen aluminium angavs i BVD:n. Se materielinnehållet nedan:
 - Aluminium: 55%
 - Stål: 43,35%
 - Ej redovisat: 1,65%
- Enheterna på rad 11 och 13 är samma produkt från samma tillverkare. Produkten består av olika materialuppsättning, där över 90% kunde räknas som stål respektive aluminium. Andelen aluminium redovisades inte. Se andelarna nedan:
 - Aluminium: 11,8%
 - Stål: 80,8%
 - Ej redovisat: 7,4%
- Produkten på rad 9 redovisades som 97% stål och resterande procentenheter sattes som "ej redovisat".
- Produkten på rad 15 består av 99,5% zinkbelagd stålplåt. Resten räknades som "ej redovisat".
- Produkterna på raderna 5-8 är don (raderna 5 och 7) med tillhörande donlådor (raderna 6 och 8). Donen och donlådorna redovisades ihop i materialbeskrivningen men delades upp i Excel då de har olika materielinnehåll. Enligt BVD:erna från Lindinvent består produkterna av följande material:
 - Rad 5:
 - Aluminium: 47%
 - Stål: 47%
 - Ej redovisat: 6%
 - Rad 7:
 - Aluminium: 32%
 - Stål: 64%
 - Ej redovisat: 4%
 - Rad 6:
 - Stål: 95%
 - Ej redovisat: 5%
 - Rad 8:
 - Stål: 97%
 - Ej redovisat: 3%

5.5.5 AHU

Följande produktkategori representerar luftbehandlingssystem. För en del av nedanstående produkter saknades materialdata hos tillverkaren. Tillverkare kontaktades för att få underlag på vikterna. Dessutom erhöles körningarna på aggregaten från Assemblin, varifrån produktvikterna kunde hämtas. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen. epd-norge.no avser EPD-programmet "The Norwegian EPD Foundation".

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Tabell 8. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av produkttypen AHU (luftbehandlingsenheter).

	Produkt	A1-A3	A4	Källa klimatdata
1	Tilluftsfläkt	3,5	0,08	CO2data.fi
2	Tilluftsfläkt	6,45	0,14	epd-norge.no
3	Frånluftsfläkt	3,5	0,08	CO2data.fi
4	Aggregat	6,45	0,14	epd-norge.no
5	Luftvärmare	4,2	0,08	CO2data.fi
6	Luftkylare	3,1 0,6 14	0,08 0,08 0,08	CO2data.fi CO2data.fi CO2data.fi
7	Filterkassett	3,1	0,08	CO2data.fi
8	Luftrenare	6,45	0,14	epd-norge.no

- För frånluft- och tilluftsfläktarna användes finska klimatdata för utsugssystem.
- För de stora aggregaten, en större tilluftsfläkt och luftrenaren saknades EPD:er och BVD:er. Eftersom generiska klimatdata saknades och produkterna är svåra att komponentuppdelade användes en annan tillverkares EPD. EPD:n är deklarerad för produktens vikt och räknades därför om till kg CO₂e/kg produkt istället.
- Luftkylare komponentuppdelades eftersom EPD:er och generiska klimatdata saknades. Enligt BVD:erna har det använts 0% återvunnen aluminium.
 - Luftkylare typ 1:
 - Stål: 70%
 - Koppar: 15%
 - Aluminium: 10%
 - Ej beräknad massa: 5%
 - Luftkylare typ 2:
 - Stål: 70%
 - Koppar: 10%
 - Aluminium: 15%
 - Ej beräknad massa: 5%

5.5.6 Cirkulära kanaler och kanaldetaljer

Eftersom samma metod användes på alla cirkulära kanaler och kanaldetaljer, kommer inte arbetsgången redovisas per produkt. Även om EPD:en avser cirkulära kanaler tillämpas den på cirkulära kanaldetaljer också. EPD:n är deklarerad för kanaldimensionen Ø 125 för 1,41 kg, en omräkning gjordes för att få klimatdata redovisad per kg produkt. Samma metod användes för beräkning av klimatdata för

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

kanaldetaljerna. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. epd-norge.no avser EPD-programmet "The Norwegian EPD Foundation".

Tabell 9. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av produkttypen cirkulära kanaler och kanaldetaljer.

Produkt	A1-A3	A4	A5	Källa klimatdata
Cirkulär kanal, nippel, påstick, reduktion, inloppsror, ändlock, renslucka, böj, T-stycke, formförändring, dimensionsändring, muff och X-rör	3,32	0,05	3,32	epd-norge.no

5.5.7 Rektangulära kanaler och kanaldetaljer

Som för cirkulära kanaler och kanaldetaljer redovisas beräkningsgången av rektangulära kanaler och kanaldimensioner totalt, istället för per produkt. Lindab har i dagsläget ingen EPD för rektangulära produkter. Finska klimatdatabasen användes för ventilationskanaler. För att konvertera indata till vikt, användes en omräkningsfaktor från Assemblin. Enligt Assemblin väger kanalerna 7 kg/m², plåten 6,45 kg/m² och tillsammans med skarvramen kan man räkna med en omräkningsfaktor på 6,45 kg/m².

Då BOM-listan redovisar produkternas ytarea, kunde produkternas ytarea räknas om till vikt. Som nämnt i avsnitt 6.4.2 genererar inte rektangulära kanaler eller styckeprodukter (kanaldetaljerna) något produktspill på byggarbetsplatsen, därför har inte klimatpåverkan för A5 betraktats. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen.

Tabell 10. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av produkttypen rektangulära kanaler och kanaldetaljer.

Produkt	A1-A3	A4	Källa klimatdata
Rektangulär kanal, avstick, ändlock, böj, formförändring och dimensionsändring	3,1	0,08	CO2data.fi

5.5.8 Isolering

För följande produkttyper kategoriserades isoleringen från BOM-listan efter typerna termisk- ljud- och brandisolering. Ljud- och brandisolering kunde räknas till samma isoleringsprodukt, *U Protect Slab 4.0 Alu1 Black*, från Isover. Termisk isolering avser både kondens- och värmeisolering, men som handledare på Assemblin poängterade, är det enbart tejpling av de två isoleringstyperna som skiljer dem åt, vilket kunde bortses från i denna beräkning. För värme- och kondensisoleringen användes produkten *CLIMCOVER Lamella Alu2*, från Isover.

Isoleringen monteras över bland annat kanaler, böjar, dimensions- och formförändringar, men inte över styckeprodukter som spjäll, brandspjäll och ljuddämpare. Isoleringen i ljuddämpare och andra styckeprodukter som har fabriksmonterad isolering, som redovisas i avsnitt 5.7.2, har inte inkluderats i isoleringens klimatpåverkan.

I BOM-listan har en del styckeprodukter råkat redovisas med en isoleringsarea, dessa har inte räknats med i klimatberäkningarna för isolering. I bilaga A finns kompletterande uppgifter om tillverkare och produktkategori. epd-norge.no avser EPD-programmet "The Norwegian EPD Foundation".

Tabell 11. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/m² produkt och källa för klimatdata av produkttypen isolering.

Produkt	A1-A3	A4	A5	Källa klimatdata
Termisk isolering	1,4	0,02	0,00155	epd-norge.no
Brand- och ljudisolering	3,32	0,05	3,32	epd-norge.no

5.6 Undersökning av förbättringsåtgärder

Tre åtgärder har analyserats som antas minska klimatpåverkan från systemen som ska ventileras och kyla i Priorn.

- Åtgärd 1: byte till ny typ av ventilationskanaler.
- Åtgärd 2: ersätta komfortkyla i form av VAV-system med ett vattenburet komfortkylsystem med kylbafflar.
- Åtgärd 3: byte till plåtkanaler med återvunnet material.

5.6.1 Åtgärd 1: Byte till isoleringskanaler

Ventilationskanaler och detaljer i plåt byts mot en ny typ av kanaler och kanalmaterial som består av isolering belagt med folie, d.v.s. färdigisolerade kanaler. Denna typ av isoleringskanaler är betydligt vanligare i andra länder än i Sverige.

Kanalerna, dvs isoleringsmaterialet består av glas- eller stenull med ett inre och yttre skikt av aluminium.

En tillverkare (www.climaterecovery.com) tillhandahåller cirkulära kanaler, böjar, T-rör mm i detta material.

Enligt Climate Recovery är det mindre tryckförlust i T-stycken och böjar i isoleringsmaterial, vilket resulterar i minskat fläktvarvtal och effekt jämfört med traditionella plåtkanaler. Dessutom har isoleringskanalerna en inbyggd ljuddämpningsförmåga, därför kan många traditionella ljuddämpare exkluderas helt från ventilationssystemet. Med färre ljuddämpare på kanalsystemet minskar även håltagningen och därmed elimineras uppkomsten av köldbryggor. Isoleringskanalerna från Climate Recovery kan transporteras platta, vilket gör att transporten blir betydligt effektivare då uppemot 85 meter kanal kan rymmas på en pall. Dessutom är kanalerna

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

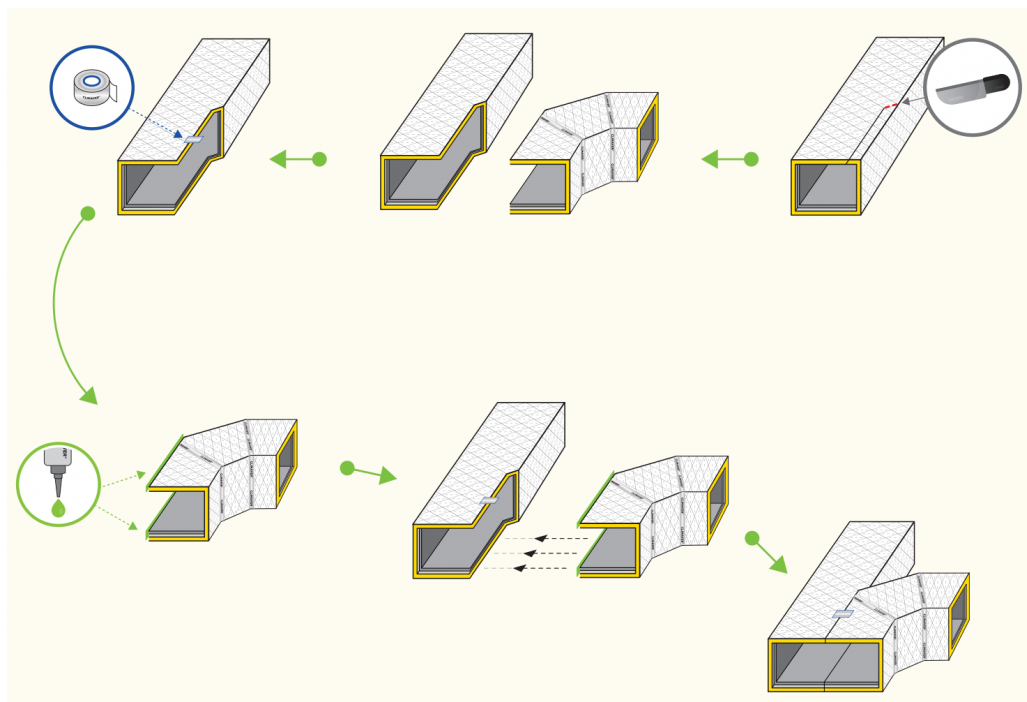
och kanaldetaljerna lätta att bära, vilket förenklar monteringen och förflyttningen av kanalerna. (Climate Recovery 2022).

Climate Recoverys produkter har använts i några svenska nybyggnads- och renoveringsprojekt, bland annat en kontorsfastighet i Stockholm, en förskola i Göteborg och en villa i Upplands-Bro. (Climate Recovery).



Figur 7. Figuren visar cirkulära isoleringskanaler och kanaldetaljerna från Climate Recovery (Climate Recovery 2023).

Det finns ytterligare tillverkare av isoleringskanaler (www.isover.com). Denna typ av vikbara isoleringsskivor belagda med folie. Dessa skärs, viks och tejpas på plats till rektangulära kanaler, böjar och T-stycken. Delar som ska utforma en kanalsektion beskärs i önskad vinkel, limmas och tejpas. Limmet binder produktdelarna och tejpen förseglar skarvarna. (Isover 2023).



Figur 8. Figuren illustrerar hur isoleringsskivorna kan monteras ihop till olika kanaldelar (Isover 2023).

5.6.1.1 Klimatdata för isoleringskanaler

Till alla kanaler och kanaldetaljer finns EPD:er. Jämfört med klimatdata för plåt har dessa nya kanaler låg klimatpåverkan.

Isovers produkter innefattar A1-A5 dvs även transport och hantering av spill. Klimatpåverkan orsakad av spill är viktig eftersom kanalerna monteras och beskärs i rätt mått direkt på byggarbetsplatsen, vilket genererar spill. Enligt Isover transporteras och lagras kanalerna platta, vilket effektiviserar transporten då upp till 2400 m kanal kan rymmas på en pall (2023).

EPD:er för produkterna från Climate Recovery innefattar endast klimatdata för A1-A3, d.v.s. inte klimatpåverkan från varken transport eller spill.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Tabell 12. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/m² produkt och källa för klimatdata av produkttypen isoleringskanaler. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen.

Produkt	A1-A3	A4	A5	Källa klimatdata
Isoleringskanaler från Climate Recovery	3	0,1	0,16	CO2data.fi
Isoleringskanaler från Isover	3,19	0,08	3,19	CO2data.fi

5.6.1.2 Kommentarer till beräkningar

Klimatberäkningen har skett i Excelverktyget. Totala mängden av respektive produkt och material mättes via ytareor och multiplicerades med respektive tillverkares klimatdata. Några ventilationsdetaljer kunde exkluderas jämfört med basfallet i plåt på grund av annan monteringsmetod till exempel nipplar, påstick, inloppsrör och muffar. Detta beror på att kanalerna från Climate Recovery tejpas ihop och kräver därför inte anslutningsdetaljer.

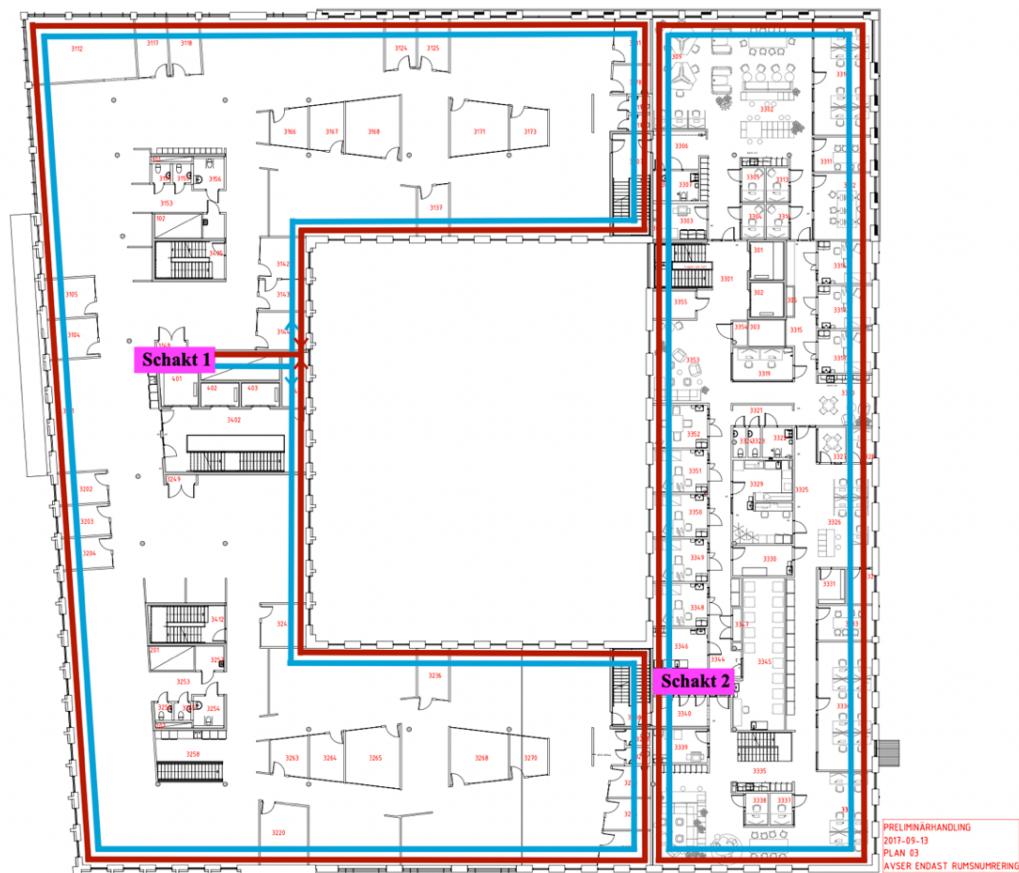
Som nämnt i föregående två avsnitt finns EPD:er för respektive produkt. Klimatdata i EPD:erna från Climate Recovery och Isover är deklarerade per kvadratmeter, vilket gjorde det möjligt att genomföra en förenklad beräkning.

5.6.2 Åtgärd 2: Analys av att ersätta VAV-system med vattenburen komfortkyla

Åtgärden innebär bland annat att VAV-don byts ut mot tilluftsdon för konstant luftflöde och att kylbafflar för vattenburen kyla installeras.

Inför beräkningen av klimatpåverkan behöver ett vattenburet komfortkylsystem projekteras, dvs utformas och dimensioneras för byggnaden eller mer precist att bestämma antal kylbafflar, rördragning, rördimensioner. Av tidsmässiga skäl skedde projekteringen på ett förenklat sätt med erfarenheter från liknande projekt inom Assemblin.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad



Figur 9. Exempel på planritning i Priom med skisserad rördragning för komfortkylsystem.

5.6.2.1 Beskrivning av förenklad projektering av komfortkylsystemet

Avgörande för dimensionering av komfortkylsystemet är kylbehovet för respektive rum. Assemblin tillhandahöll kyleffektbehoven som tidigare räknats fram för respektive rum för att dimensionera VAV-systemet. Kylbehovet för varje rum var baserat på personantal, solinstrålning och annan internvärme som elapparater och belysning. Storleken på erforderligt utluftflöde till varje rum bestämdes utifrån 7 l/s, person plus 0,35 l/s, kvadratmeter, d.v.s. Arbetsmiljöverkets råd om ventilation av arbetslokaler. Utifrån beräknade luftflöden kunde antal kylbafflar per rum väljas utifrån:

- Kyleffekt 1000 W, tilluftflöde 50 l/s
- Kyleffekt 400 W, tilluftflöde 25 l/s

När kylbafflarna räknats ut kunde rördragningen skissas. Byggnaden delades in i två huskroppar där varje huskropp försågs med ett schakt, se figur 9. De horisontella kylvattenrören leder till och utgår från motsvarande stamledningar i dessa schakt och vidare till kylcentralen. De horisontella rören på varje plan förlades längs fasaden. En

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

förenkling gjordes genom att anta två meter rör för inlopp och retur till var och en av kylbafflarna. Rostfria stålrör i följande rördimensioner valdes:

- Horisontella kylvattenrör: Ø 54 mm
- Vertikala kylvattenrör: Ø 88,9 mm
- Anslutningsrör till kylbafflar: Ø 15 mm

Alla rörledningar i det vattenburna komfortkylsystemet behöver isoleras, dels för att förhindra kondens dels för att inte kylvattnet ska värmas upp i onödan.

Till varje kylbaffel finns en styrventil vilka antogs vara tillverkade i rostfritt stål.

Se Excelberäkningarna i bilaga D.

5.6.2.2 Mängdning och klimatdata

Med utgångspunkt från mätta rörlängder, beräknad isoleringsmängd, antal kylbafflar med styrventiler kunde mängden av respektive material och produkt bestämmas. Dessutom tillkommer klimatpåverkan från extra rums kylare i vissa rum där inte kylbafflarna klarar av kylbehovet.

Eftersom beslutet om att använda kylvattenrör i rostfritt stål togs, användes klimatdata från finska klimatdatabasen för rostfritt stålrör. För styrventilerna användes klimatdata för rostfria stålrör från finska klimatdatabasen.

För isoleringen runt kylvattenrören valdes en rörisoleringstyp från Isover med EPD.

Tabell 13. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/m² produkt och källa för klimatdata av produkterna i komfortkylsystemet. CO2data.fi avser finska klimatdatabasen. epd-norge.no avser EPD-programmet "The Norwegian EPD Foundation".

Produkt	A1-A3	A4	A5	Källa klimatdata
Kylvattenrör i rostfritt stål	4,3	0,08	-	CO2data.fi
Styrventil i rostfritt stål	4,3	0,08	-	CO2data.fi
Rörisolering	1,46	0,07	0,08	epd-norge.no
Kylbafflar	3,1	0,08	-	CO2data.fi
	0,6	0,08	-	
	14	0,08	-	
Extra rums kylare	3,1	0,08	-	CO2data.fi
	0,6	0,08	-	
	14	0,08	-	

5.6.3 Åtgärd 3: Byte till plåtkanaler med återvunnet material

Vanliga plåtkanaler som finns i Priorns ventilationssystem byts ut mot en ny plåtkanal med återvunnet material. Materialet produceras med 100% förnybar energi och uppskattas ha 70% lägre klimatpåverkan än traditionellt stål. Materialet kommer från produkttillverkaren Lindab och har ännu inte kommit ut på marknaden. I den inledande fasen av implementeringen kommer materialet tillämpas på tak- och fasadprodukter, och förväntas successivt utökas till ytterligare produktkategorier under året. Eftersom materialet inte är i drift än har ingen EPD publicerats, men ett utkast på klimatdata har tillhandahållits av Lindab. Utkastet redovisar enbart klimatdata för skedena A1-A3. Dessutom jämförs klimatdata för produkter i traditionellt stål och produkter med återvunnet stål, 2,78 respektive 1,05 kg CO₂e, kg produkt. (Lindab 2023).

Klimatdata visas i tabellen nedan. Precis som antagandet för vanliga rektangulära kanaler antas även i denna beräkning av klimatpåverkan att rektangulära kanaler inte genererar produktspill på byggplatsen. För rektangulära kanaler har det frekventa schablonvärdet för A4, 0,08 kg CO₂e, kg produkt använts. Eftersom det inte tillhandahållits klimatdata för A4 har klimatdata från Lindabs publicerade EPD:er för cirkulära kanaler och kanaldetaljer använts. För produktspill har 5% av klimatdata för 1,05 använts på cirkulära kanaler. (Lindab 2023).

Tabell 14. Tabellen visar produkt, klimatdata i kg CO₂e/kg produkt och källa för klimatdata av produkttypen ventilationskanaler med återvunnet material.

Produkt	A1-A3	A4	A5	Källa klimatdata
Cirkulära kanaler med återvunnet material	1,05	0,05	1,05	EPD - Lindab
Rektangulära kanaler med återvunnet material	1,05	0,08	-	EPD - Lindab

6 Resultat

Resultat redovisar klimatberäkningen av basfallet och förbättring 1, 2 och 3 för ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Priorn.

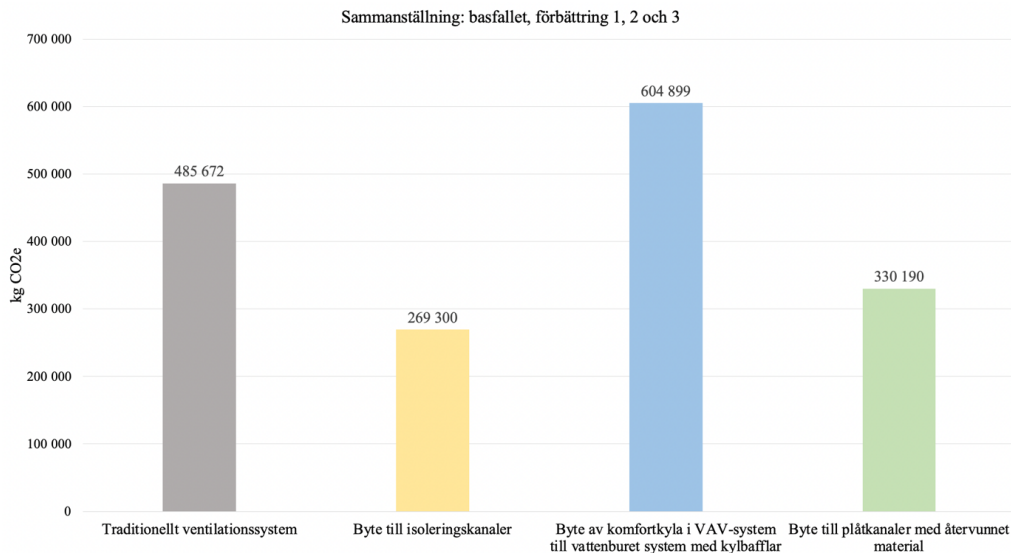


Diagram 3. Diagrammet visar klimatpåverkan av basfallet, förbättring 1, 2 och 3.

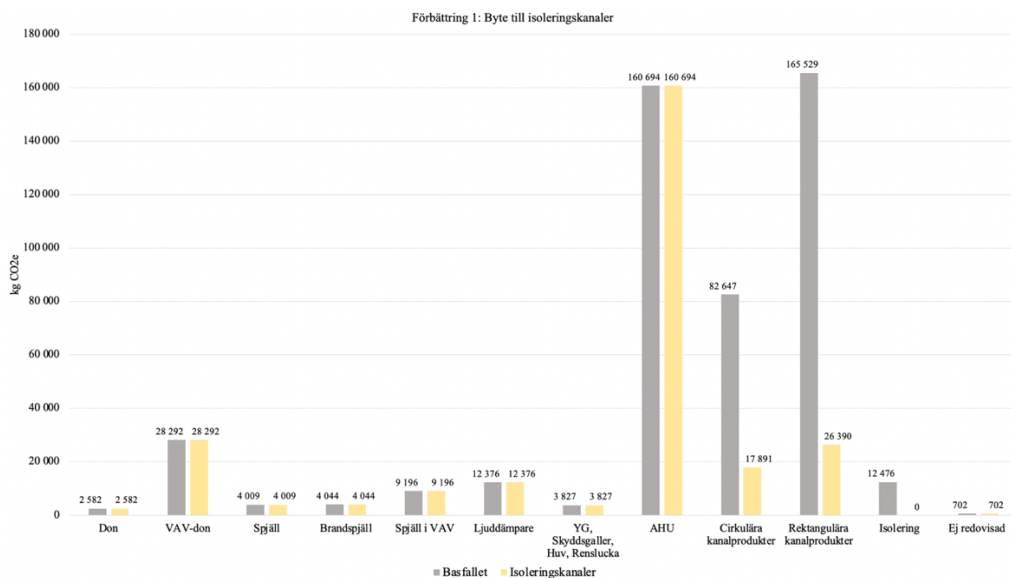


Diagram 4: Diagrammet visar klimatpåverkan av basfallet relativt förbättring 1, för ventilationssystemet i Priorn.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

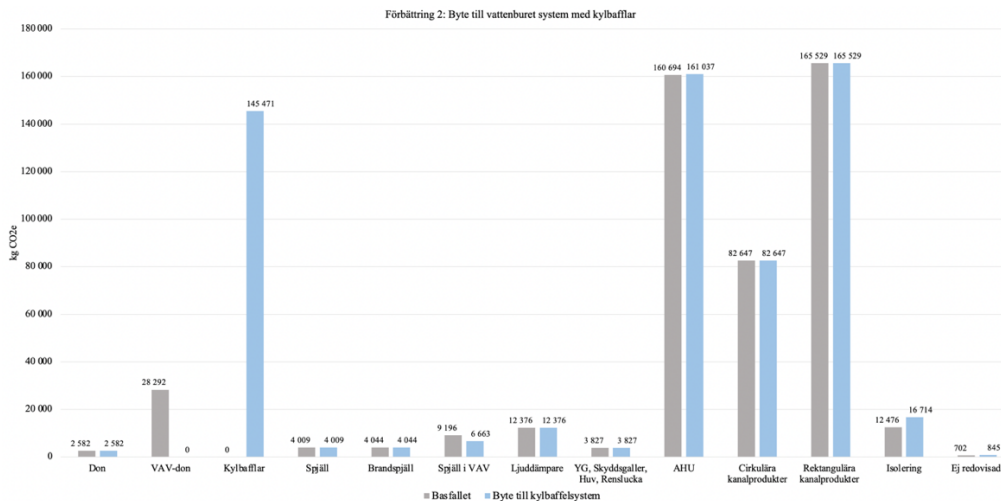


Diagram 5: Diagrammet visar klimatpåverkan av basfallet relativt förbättring 2, för ventilationssystemet i Priorn.

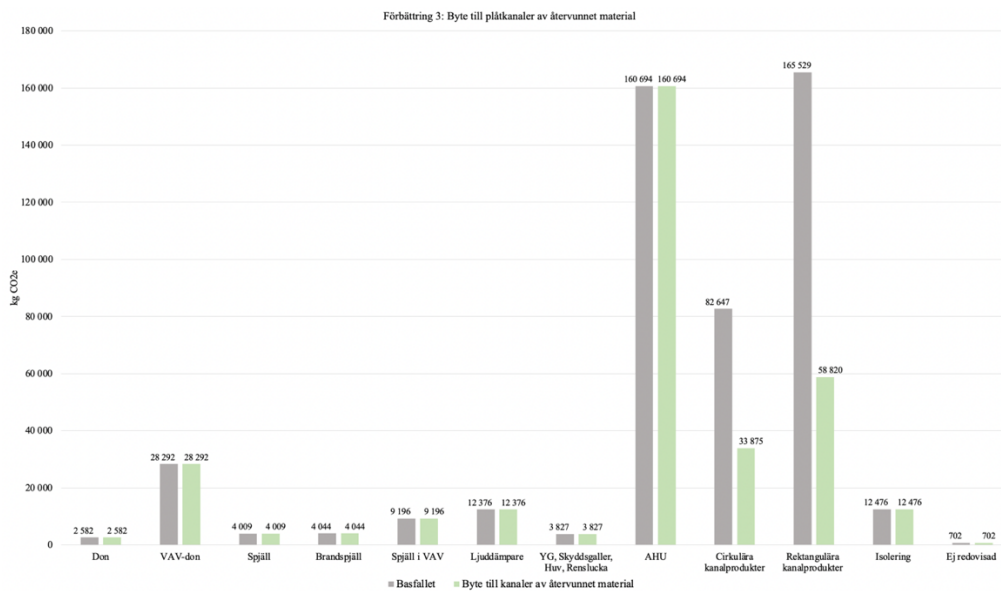


Diagram 6: Diagrammet visar klimatpåverkan av basfallet relativt förbättring 3, för ventilationssystemet i Priorn.

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Klimatpåverkan i förhållande till mängden ventilationsprodukter och BTA redovisas nedan.

Tabell 15. Tabellen visar totala klimatpåverkan för basfallet, totala massan ventilationsprodukt samt omräkningen till klimatpåverkan per kvadratmeter byggnad och klimatpåverkan per kg ventilationssystem.

Total klimatpåverkan	485 672 kg CO ₂ e
BTA	18 500 m ²
Total massa ventilationsprodukt	122 227 kg
Klimatpåverkan per m ²	26 kg CO₂e
Klimatpåverkan per kg ventilationssystem	4 kg CO₂e

Tabell 16. Tabellen visar totala klimatpåverkan för förbättring 1, totala massan ventilationsprodukt samt omräkningen till klimatpåverkan per kvadratmeter byggnad och klimatpåverkan per kg ventilationssystem.

Total klimatpåverkan	269 300 kg CO ₂ e
BTA	18 500 m ²
Total massa ventilationsprodukt	63 222 kg
Klimatpåverkan per m ²	15 kg CO₂e
Klimatpåverkan per kg ventilationssystem	4 kg CO₂e

Tabell 17. Tabellen visar totala klimatpåverkan för förbättring 2, totala massan ventilationsprodukt samt omräkningen till klimatpåverkan per kvadratmeter byggnad och klimatpåverkan per kg ventilationssystem.

Total klimatpåverkan	591 650 kg CO ₂ e
BTA	18 500 m ²
Total massa ventilationsprodukt	153 049 kg
Klimatpåverkan per m ²	32 kg CO₂e
Klimatpåverkan per kg ventilationssystem	4 kg CO₂e

Tabell 18. Tabellen visar totala klimatpåverkan för förbättring 3, totala massan ventilationsprodukt samt omräkningen till klimatpåverkan per kvadratmeter byggnad och klimatpåverkan per kg ventilationssystem.

Total klimatpåverkan	330 190 kg CO ₂ e
BTA	18 500 m ²
Total massa ventilationsprodukt	122 227 kg
Klimatpåverkan per m ²	18 kg CO₂e
Klimatpåverkan per kg ventilationssystem	3 kg CO₂e

7 Diskussion

I detta examensarbete har syftet varit att undersöka klimatpåverkan från ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Priorn samt identifiera möjligheter till minskad klimatpåverkan genom byte av material och system. Resultaten visar olika system- och materialval samt vilken effekt de har på klimatpåverkan.

I arbetet har fyra klimatberäkningar genomförts för att ta reda på hur klimatpåverkan kan minskas med olika åtgärder för system- och materialval. Det är viktigt att notera att klimatberäkningarna för åtgärderna har baserats på tillgängliga klimatdata och att vissa faktorer inte har beaktats i tillräcklig detalj. Till exempel har inte ventilationskanalerna dimensionerats om vid systembytet av komfortkyla, vilket i verkliga fall skulle kräva en mer detaljerad projektering. Dessutom baserades klimatdata för ventilationskanalernas och kanaldetaljernas ytor på EPD:er, vilket innebär att vissa av kanaldetaljerna i Priorn inte beaktades fullt ut. Vissa av kanaldetaljerna i Priorn är väldigt stora och även specialbeställda, medan enbart standardmått på kanaler och böjar presenterades av Climate Recovery. I resultatet i diagram 3 redovisas vilka förbättringar som hade mest gynnsam inverkan på sänkningen av klimatpåverkan.

Ett förbättringsalternativ som tydligt framstår som mest effektivt är förbättring 1. Resultatet i diagram 4 visar att dessa åtgärder minskade klimatpåverkan genom att reducera tre komponenters påverkan jämfört med basfallet: cirkulära och rektangulära kanaler och kanaldetaljer samt isolering. Detta beror på att klimatdata för isoleringskanalerna är lägre än för traditionella plåtkanaler. Dessutom exkluderades konventionell kanalisolering, som eliminerades helt i beräkningarna för den första åtgärden. Isoleringskanalernas lägre klimatdata och eliminerandet av konventionell kanalisolering bidrog till denna positiva effekt. I beräkningen räknades även några anslutningsdetaljer i plåt (bland annat muff, nippel och påstick) inte med eftersom isoleringskanalerna i stället tejpas ihop.

Däremot visar diagram 5 att ersättningen av VAV-systemet med ett vattenburet kylsystem med kylbafflar ledde till en betydligt högre klimatpåverkan. Detta beror främst på att kylbafflar är större komponenter än VAV-don. Jämförelsevis väger kylbafflarna ungefär 4 000 kg mer än VAV-donen, för samma kylbehov. Dessutom består kylbafflarna inte av återvunnen aluminium, vilket ökar produktens klimatpåverkan. Kylvattenrör i rostfritt stål användes i stället för kopparrör, vilket ökar kylvattenrörens klimatdata från 0,78 till 4,3 kg CO₂e/kg produkt, och resulterade i ännu högre klimatpåverkan. Det är viktigt att beakta dessa faktorer när man överväger olika systemval. Den enda komponenten som minskade i kylbaffelfallet, enligt diagram 5, är spjäll i VAV-system. Anledningen till detta är att kylbafflarna har ett inbyggt spjäll för tilluften, därför räknades tilluftsspjäll i VAV-systemet bort.

En intressant upptäckt var att bytet till plåtkanaler med återvunnet material visade sig minska klimatpåverkan mer än förväntat. Anledningen till detta är att klimatdata för återvunnet material är betydligt lägre, jämför exempelvis klimatdata för produkter i traditionellt stål med produkter av återvunnet stål, 2,78 kontra 1,05 kg CO₂e/kg produkt.

Klimatdata för plåt med återvunnet material är ungefär 70% lägre än för traditionell plåt. Detta tyder på att återvunnet material kan vara en gynnsam miljövänlig resurs i byggsektorn.

Tabell 15, 16, 17 och 18 ger en mer detaljerad bild av klimatpåverkan per kvadratmeter byggnad och per kilogram ventilationssystem. Enligt tabell 16 och 18 minskar klimatpåverkan per kvadratmeter byggnad med isoleringskanaler och plåtkanaler av återvunnet stål, i förhållande till basfallet. Å andra sidan som tabell 17 visar, ökar klimatpåverkan per kvadratmeter för komfortkylsystemet med kylbafflar, i förhållande till basfallet. Förändringarna i klimatpåverkan per kilogram ventilationssystem följde samma mönster som för jämförelsen för 1 kvadratmeter byggnad. Den enda åtgärd som avviker är fallet med isoleringskanalerna, vilket beror på att isoleringskanalerna har betydligt lägre massa än plåtkanaler. Förhållandet mellan lägre klimatpåverkan och lägre vikt gör att kvoten inte ändras särskilt mycket, vilket är anledningen till att klimatpåverkan per kilogram ventilationssystem inte ändras mellan basfallet och förbättring 1.

En jämförelse med Abborrens basfall visade att Priorns basfall har en lägre klimatpåverkan per BTA, 35,4 respektive 25,9 kg CO₂e per m² byggnad. Dessutom har Abborren en högre klimatpåverkan jämfört i kilogram ventilationssystem, 9,7 respektive 3,4 CO₂e per kg ventilationssystem. Detta kan bero på att Abborren, i basfallet, har ett CAV-system med vattenburet kylsystem med kylbafflar och har initialt ett ventilationssystem med högre klimatpåverkan. Jämförs Abborrens lägsta klimatpåverkan med Priorns, har Priorn ändå ett lägre klimatavtryck. Detta kan kopplas till Priorns LEED Platinum-certifiering och en möjligtvis mer klimatsmart utformning av byggnaden som gör den mer klimateffektivt än Abborren.

Slutligen framhåller diskussionen betydelsen av produkters sammansättning och materialval. Produkter med elektronik och icke-återvunnen aluminium hade högre klimatdata jämfört med enklare konstruktioner. Jämför exempelvis klimatdata för A1-A3 för aggregat, 6,45 respektive ytterväggsgaller i återvunnen aluminium, 2,6 kg CO₂e/kg produkt.

Andelen produktvikt som inte redovisats landade på 702 kg, för basfallet. I förhållande till totala mängden ventilationsprodukter 479 590 kg hamnar den oberäknade massan på ungefär 0,15%, vilket är ett lågt värde i förhållande till vad som sattes som mål att deklarerat, nämligen minst 90% av produkternas vikt.

Skillnaderna mellan förbättringen med isoleringskanaler och förbättringen med plåtkanaler i återvunnet material visade sig vara relativt små, vilket gör båda alternativen till bra val. Som tidigare nämnt är det värt att notera att isoleringskanaler inte är lika använda i Sverige som i andra delar av Europa. Anledningen kan vara att byggbranschen är konservativ och har traditionellt använt material och produkter som alltid har varit i bruk. Med ökad efterfrågan på produkter med lägre klimatpåverkan kan innovativa material och produkter få en större spridning. För de aktörer inom branschen som fortsättningsvis vill använda traditionella material kan det vara fördelaktigt att

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

produkttillverkare försöker sänka klimatpåverkan av traditionella material och produkter. Detta genom att exempelvis välja förnybar energi vid tillverkning eller integrera återvunna material i produkterna.

Sammanfattningsvis tyder resultaten att isoleringskanaler och plåtkanaler av återvunnet material är de mest klimatsmarta valen för ventilationssystemet i kontorsbyggnaden Priorn. Genom att fortsätta utveckla och främja användningen av dessa alternativ kan ändringarna bidra till minskad klimatpåverkan.

8 Slutsats

Slutsatsen av examensarbetet är att val av ventilationssystem och material i kontorsbyggnaden har stor klimatpåverkan. Genom att välja isoleringskanaler eller plåtkanaler av återvunnet material minskar klimatpåverkan jämfört med traditionella plåtkanaler. Å andra sidan visade sig bytet till ett vattenburet system med kylbafflar ha en mindre positiv effekt på klimatet, vilket indikerar att ytterligare forskning och utforskning av alternativa kylsystem är nödvändig.

9 Utvecklingsmöjligheter

Undersöka andra ventilationssystem i olika typer av byggnader och verksamheter för att se om resultaten i denna studie är typiska, eller om det finns skillnader mellan olika byggnadstyper och ventilationssystem.

Ytterligare kan det utredas hur andra typer av ventilationssystem, såsom kylbafflar, kan jämföras med VAV-system. Detta möjliggör en mer komplett bedömning av ventilationssystemens klimatpåverkan

Undersöka hur val av isoleringskanaler påverkar behovet av fläktel jämfört med traditionellt plåtkanalssystem.

Referenser

- abcvent.se (2016) *BVD-ABC-Takhuv 2 gallerhuv i garantiplåt* <https://www.abcvent.se/wp-content/uploads/2017/02/BVD-ABC-Takhuv-2-gallerhuv-i-garantipl%C3%A5t.pdf>, Hämtad 2023-05-22
- abcvent.se (2022) *ABC–GH Traditionell Avlufts-/uteluftshuv* <https://www.abcvent.se/wp-content/uploads/2019/04/GH.pdf>, Hämtad 2023-05-22
- abcvent.se (2022) *ABC–TRS Stansat Trådnätsgaller* <https://www.abcvent.se/wp-content/uploads/2017/02/TRS-1.pdf>, Hämtad 2023-03-30
- AirMaid (2017) AirMaid 500 W Ozone Generator User Manual <https://scanion.dk/wp-content/uploads/2021/03/Manual-AirMaid-W.pdf>, Hämtad 2023-05-05
- Andersson, B. G. & Wallentén, P. (2015). *Hållbarhet i VVS- och kyltekniska system i byggnader [Sustainability in HVAC and refrigeration systems in buildings]*, Institutionen för bygg- och miljöteknologi, Lunds tekniska högskola.
- Assemblin Ventilation AB (2022), *Excelberäkningar Abborren* [Excelfil]
- Assemblin Ventilation AB (2022) *Årsredovisning och Hållbarhetsrapport*, <https://www.assemblin.com/globalassets/common/about-us/ir/2022/assemblin-arsredovisning-2022-se.pdf>, Hämtad 2023-05-04
- Barnekow D. Verksamhetsutvecklare på Assemblin Ventilation AB, *mejlkonversation om klimatdata* [personlig kommunikation], 2023-04-25
- Bjørn, A, Owsianiak, M, Molin, C & Hauschild, MZ 2018, LCA History. in *Life Cycle Assessment: Theory and practice*. Springer, pp. 17–30. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3_3. Hämtad 2023-05-02
- Boije, H., & Dahlgvist, C. (2015) *Miljövänliga kyl- och värmesystem i fastigheter [Environmental-friendly cooling and heating systems in buildings]*, Examensarbete, KTH Energi och Klimatstudier, Stockholm, Sverige.
- Boverket (2022) *Boverkets klimatdatabas* <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/klimatdatabas/klimatdatabas/>, Hämtad 2023-05-21
- Boverket (2018) *Klimatdeklaration av byggnader - Förslag på metod och regler – Slutrapport* https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2018/klimatdeklaration-av-byggnader_slutrapport.pdf, Hämtad 2023-05-06

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Boverket (2019) *Detaljerat om att beräkna klimatpåverkan*

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/berakna/berakning/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2019) *Introduktion till livscykelanalys (LCA)*

<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2019) *ISO, IEC och ITU* <https://www.boverket.se/sv/byggande/vagledning-om-standarder/vem-gor-vad/iso/>, Hämtad 2023-05-19

Boverket (2022) *Klimatdata till beräkningen*

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/underlag/klimatdata-till-berakningen/>, Hämtad 2023-05-23

Boverket (2019) *Mer om miljövarudeklaration för byggprodukter (EPD)*

<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljovardeklaration-for-byggprodukter-epd/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2019) *Miljödata*, <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/miljodata/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2019) *Standarder för LCA* <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/miljodata-och-lca-verktyg/standarder-for-lca/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2019) *Vad visar en LCA?* <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/vad-visar-en-lca/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2020) *Chattfrågor med svar* <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/webbseminarier/aldre-webbseminarier/skarpt-lage-klimatdeklarationer-av-byggnader-2022/chattfragor-med-svar/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2021) *Introduktion till livscykelanalys (LCA)*, Boverket, Hämtad 28 april 2023 från [https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/#:~:text=Livscykelanalys%20\(LCA\)%20%C3%A4r%20en%20metod,viss%20milj%C3%B6p%C3%A5verkan%20%C3%A4r%20som%20st%C3%B6rst.](https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/introduktion-till-livscykelanalys-lca/#:~:text=Livscykelanalys%20(LCA)%20%C3%A4r%20en%20metod,viss%20milj%C3%B6p%C3%A5verkan%20%C3%A4r%20som%20st%C3%B6rst.)

Boverket (2021) *Klimatdeklarationens omfattning*

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/omfattning/>, Hämtad 2023-05-20

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Boverket (2022) *Indata om byggspill*

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/underlag/indata-byggspill/>, Hämtad 2023-05-21.

Boverket (2023) *Om Boverkets klimatdatabas*

<https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/klimatdatabas/om-klimatdatabas/>, Hämtad 2023-05-02

Boverket (2023) *Växthusgaser*, Hämtad 28 april 2023 från

<https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer--aktuell-status/vaxthusgaser/#:~:text=Bygg%2D%20och%20fastighetssektorn%20svarade%20020, stora%20utsl%C3%A4pp%20utomlands%20genom%20importvaror.>

Cabeza, L. F., Rincón, L., Vilariño, V., Pérez, G., & Castell, A. (2017) *Översikt över aktuella energieffektiviseringsåtgärder i VVS-system för byggnader. Energi och byggnader*, 140, 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.02.020>

Camfil (2023) *Produktdokumentation CamCube-HF*

<https://www.camfil.com/product/documents/dam/52110/Produktdokumentation-CamCube-HF.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Cedergren F. Hållbarhetsansvarig Klimatbyrån, *mejlkonversation om en ljuddämpares BVD och vikt*, 2023-05-24

Climate Recovery (2020) *Climate Recovery kanalsystem Tekniska Specifikationer*

https://climaterecovery.com/wp-content/uploads/2022/06/CR-Tekniska-Spec-2020_SE.pdf, Hämtad 2023-05-11

Climate Recovery (2023) *Produkter* <https://climaterecovery.com/sv/produkter/>,

Hämtad 2023-05-11

Climate Recovery (2022) *Nattugglan 14 kontorsfastighet i Stockholm*

https://climaterecovery.com/wp-content/uploads/2022/11/Nattugglan_sv.pdf, Hämtad 2023-05-11

Crawford, R. & Ries, M. (2013) *Byggnadsmaterials miljöpåverkan*, Hämtad från

<https://doi.org/10.1201/b14772-15>

Dahiya, R.P., Tyagi, V.V., Pandey, A.K., & Singh, S. (2017) *En genomgång av energieffektiva VVS-system för gröna byggnader. Renewable and Sustainable Energy*

Reviews, 67, 1041-1055. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.073>

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Ekovent (2007) *Byggvarudeklaration EKO-Ytterväggsgaller aluminium (EKO-YR och EKO-TV)* <https://www.ekovent.se/media/1831/byggvarudeklaration-ytterva-ggsgaller-ventil-aluminium.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2007) *Byggvarudeklaration förzinkat EKO-NR* https://www.ekovent.se/media/1188/byggvarudeklaration_fo-rzinkat.pdf, v 2023-03-30

Ekovent (2007) *Byggvarudeklaration Ytterväggsgaller EKO-YR* <https://www.ekovent.se/media/1832/byggvarudeklaration-ytterva-ggsgaller-ventil-aluminium.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2007) *EKO-Jalusispjäll Förzinkat BVD3* <https://www.ekovent.se/media/1926/byggvarudeklaration-jalusispja-ll-fo-rzinkat.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2007) *EKO-JBG2 förzinkat BVD3* <https://www.ekovent.se/media/1120/produktblad-eko-jbg2.pdf>, Hämtad 2023-04-18

Ekovent (2017) *Byggvarudeklaration Avluftshuv EKO-HRK* <https://www.ekovent.se/media/2514/byggvarudeklaration-takhuvar-aluzink.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2017) *Byggvarudeklaration förzinkat EKO-N* <https://www.ekovent.se/media/1837/byggvarudeklaration-eko-n-rostfritt-syrafast.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2019) *Byggvarudeklaration Takgenomföringar Förzinkat EKO-T* https://www.ekovent.se/media/3386/produktblad_eko-t.pdf, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2020) *Produktblad EKO-TV* <https://www.ekovent.se/media/1874/produktblad-eko-tv.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2021) *Byggvarudeklaration ABC–YGB Ytterväggsgaller uteluft* <https://www.abcvent.se/wp-content/uploads/2019/04/YGB.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2022) *Produktblad EKO-HRK* https://www.ekovent.se/media/3147/produktblad_eko-hrk.pdf, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2022) *Produktblad EKO-YR* https://www.ekovent.se/media/3052/produktblad_eko-yr.pdf, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2022) *Produktdatablad EKO-J* https://www.ekovent.se/media/3135/produktblad_eko-j.pdf, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2023) *Produktblad - EKO-NR* https://www.ekovent.se/media/3402/produktblad_eko-nr.pdf, Hämtad 2023-03-30

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval
i kontorsbyggnad

Ekovent (2023) *Produktblad EKO-Y*

https://www.ekovent.se/media/3461/produktblad_eko-y.pdf, Hämtad 2023-03-30

Ekovent (2023) *Produktblad EKO-T*

https://www.ekovent.se/media/3386/produktblad_eko-t.pdf, Hämtad 2023-03-30

Ekovent *Produktblad -SRB-SRBD* <https://www.ekovent.se/media/1619/produktblad-srb-srbd.pdf>, Hämtad 2023-04-18

Ekovent *Produktblad EKO-SV* <https://www.ekovent.se/media/1600/produktblad-sv-st.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Ekovent *Produktblad SRBG* <https://www.ekovent.se/media/1617/produktblad-srbg.pdf>, Hämtad 2023-04-18

Ekovent *Produktblad Ställdon BF24-T, BF230-T*

<https://www.ekovent.se/media/2031/produktblad-bf-24-t-bf-230-t.pdf>, Hämtad 2023-04-18

Ekovent *Produktblad Ställdon BLF24-T, BLF230-T*

<https://www.ekovent.se/media/1608/produktblad-blf-24-blf-230-t.pdf>, Hämtad 2023-04-18

environdec.com (2021) *EPD Climate Recovery ducts*

<https://api.environdec.com/api/v1/EPDLibrary/Files/91406196-2e31-4581-b454-08d903bd98d2/Data>, Hämtad 2023-05-11

environdec.com (2022) *EPD CLIMAVER A2 NETO* <https://www.isover-technical-insulation.com/documents/epd/climaver-a2-neto.pdf>, Hämtad 2023-05-11

EPD Hub (2022) *EPD Lindinvent AB Dampers HUB-0060*,

<https://manage.epdhub.com/>, Hämtad 2023-04-24

EPD Hub (2023) *EPD Klimaoprema d.d. FD Fire damper HUB-0210*,

<https://manage.epdhub.com/>, Hämtad 2023-05-03

EPD Hub (2023) *EPD Klimaoprema d.d. FDC Fire damper HUB-0138*,

<https://manage.epdhub.com/>, Hämtad 2023-05-03

EPD Hub (2023) *EPD Klimaoprema d.d. RVP C Variable air volume damper HUB-0246*, <https://manage.epdhub.com/>, Hämtad 2023-05-03

EPD Hub (2023) *EPD Klimaoprema d.d. RVP P Variable air volume damper HUB-0275*, <https://manage.epdhub.com/>, Hämtad 2023-05-03

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

epd-norge.no (2020) *EPD Isover Climcover Lamella Alu2*

<https://www.isover.se/documents/miljovaruadeklarationepd/nepd-2014-891-isover-climcover-lamella-alu2-.pdf>, Hämtad 2023-05-20

epd-norge.no (2020) *EPD PAROC Stone Wool Thermal Insulation (eXtra)*

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1317718-1615541887/EPDer/Byggevarer/Isolasjon/NEPD-2392-1128_PAROC-Stone-Wool-Thermal-Insulation--eXtra-%281%29.pdf, Hämtad: 2023-04-18

epd-norge.no (2021) *EPD Circular ventilation duct, folded Lindab Safe & Safe Click*

https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/lindab/certificates/EPD_Circular_ventilation_duct_folded_Sweden_Grevie.pdf, Hämtad 2023-03-30

epd-norge.no (2022) *EPD Luftbehandlingsaggregat eQ50 Ventistål* https://www.epd-norge.no/getfile.php/1322068-1641298056/EPDer/Byggevarer/NEPD-3290-1935_Luftbehandlingsaggregat-eQ50.pdf

https://www.epd-norge.no/getfile.php/1322068-1641298056/EPDer/Byggevarer/NEPD-3290-1935_Luftbehandlingsaggregat-eQ50.pdf, Hämtad 2023-05-09

epd-norge.no (2023) *EPD PAROC SE Produced Stone Wool Thermal Insulation*,

Hämtad: 2023-04-18

Eveco *Finesse Komplet Guide* https://www.evenco.se/wp-content/uploads/2015/05/B01-0211-0713-15_FINESSE_Full_install_SV_Web.pdf

https://www.evenco.se/wp-content/uploads/2015/05/B01-0211-0713-15_FINESSE_Full_install_SV_Web.pdf, Hämtad 2023-04-04

Finska klimatdatabasen (2022) *Air exchanger with heat recovery*,

<https://co2data.fi/rakentaminen/>, Hämtad 2023-05-03

Finska klimatdatabasen (2022) *Aluminium profile, scrap min 0%*,

<https://co2data.fi/rakentaminen/>, Hämtad 2023-05-03

Finska klimatdatabasen (2022) *Aluminium profile, scrap min 75%*,

<https://co2data.fi/rakentaminen/>, Hämtad 2023-05-03

Finska klimatdatabasen (2022) *Copper sheet*, <https://co2data.fi/rakentaminen/>, Hämtad

2023-05-03

Finska klimatdatabasen (2022) *Exhaust ventilation system*,

<https://co2data.fi/rakentaminen/>, Hämtad 2023-05-11

Finska klimatdatabasen (2022) *Stainless steel tube*, <https://co2data.fi/rakentaminen/>,

Hämtad 2023-05-05

Finska klimatdatabasen (2022) *Ventilation duct, metal*,

<https://co2data.fi/rakentaminen/>, Hämtad 2023-03-13

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval
i kontorsbyggnad

Fläktgroup (2007) *BVD 3 BYSE*

<https://www.flaktgroup.com/api/v1/Documents/24dde02d-104b-4798-b08b-6eff696df7d7?analytics=0>, Hämtad 2023-03-30

Fläktgroup (2007) *BVD QJHD*, [mejlad PDF], skickat 2023-05-09

Fläktgroup (2021) *Produktdatablad Fläktgroup Överluftsdon BYSE*

<https://www.flaktgroup.com/api/v1/Documents/115d5c51-c664-4aae-8d83-fd4818b84f1f?analytics=0>, Hämtad 2023-03-30

Fläktgroup (2023) *QJHD-400*, [mejlad PDF], Hämtad 2023-05-09

Fläktgroup (2023) *QJHD-500*, [mejlad PDF], Hämtad 2023-05-09

Fläktgroup (2023) *QLHG-050-030-02-30-16-0-A*, [mejlad PDF], Hämtad 2023-05-09

Fläktwoods (2018) *Luftbehandlingsaggregat eQ*, [mejlad PDF], Hämtad 2023-05-03

Fläktwoods (2018) *Luftbehandlingsaggregat eQL*, [mejlad PDF], Hämtad 2023-05-03

Groth J. Product and sustainability coordinator Camfil, *mejlkonversation om BVD CamCube HF*, 2023-05-15

ibu-epd.com (2021) *EPD U Protect Wired Mat 4.0 Alu1 Black*

<https://www.isover.se/documents/miljovardeklarationepd/mineralwolle-daemmstoff-im-mittleren-rohdichtebereich.pdf>, Hämtad 2023-05-20

Isaksson M. Produktutvecklingschef VEAB, *telefonsamtal om produktdatablad för luftvärmare CV10 och CV20*, 2023-05-05

Isover (2023) *Teknisk isolering Produktguide 2023*

<https://www.isover.se/documents/produktkatalog/isover-produktguide-ti-januari-2023.pdf>, Hämtad 2023-05-20

IVL svenska miljöinstitutet (2022) '3. Generiska data': Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt,

<https://www.ivl.se/download/18.1cfccc9f184c4adc98421e5/1669900728824/3%20Generiska%20data%20v3%202022-12-01.pdf>, Hämtad 2023-05-04

IVL Svenska Miljöinstitutet. (2021). Byggandets klimatpåverkan [Rapport],

<https://ivl.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1552397&dswid=-7793>, Hämtad 2023-05-11

Isover (2023) *Frequently Asked Questions* [https://www.isover-technical-](https://www.isover-technical-insulation.com/documents/brochures/climaver-faq-2023.pdf)

[insulation.com/documents/brochures/climaver-faq-2023.pdf](https://www.isover-technical-insulation.com/documents/brochures/climaver-faq-2023.pdf), Hämtad 2023-05-11

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Isover *Miljöbedömning av produkter*

<https://www.isover.se/hallbarhet/miljobedomning-av-produkter>, Hämtad 2023-05-06

Isover (2007) Byggvarudeklaration - *Isover Climaver ventilationsisolering*,

<https://static.bygggtjanst.se/byggkatalogen/documents/dokument/707/byggvarudeklaration-isover-climaver-ventilationsisolering.pdf>, Hämtad 2023-05-11

Isover (2019) *CLIMAVER Quick Guide The pre-insulated ductwork system*

<https://www.isover-technical-insulation.com/documents/installation-manuals/climaver-quickguide.pdf>, Hämtad 2023-05-11

Johansson, P och Nyman G. (2022) *Hur påverkas dagens kylsystem i ett framtida klimat? En studie gjord med hänsyn till energianvändning och inomhusklimat*, Examensarbete, Högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik, Chalmers tekniska högskola

Klimatbyrån (2007) *E5O BVD3* http://www.klimatbyran.se/web/E5O_franluft.aspx, Hämtad 2023-03-30

Klimatbyrån (2023) *Produktdatablad E5O frånluft*

http://www.klimatbyran.se/web/E5O_franluft.aspx, Hämtad 2023-03-30

Klimatbyrån (2023) *Produktdatablad E5O överluft*

http://www.klimatbyran.se/web/E5O_overluft.aspx, Hämtad 2023-03-30

Kolneutraltfinland.fi (2023) *Klimatdatabasen för byggande CO2data.fi*,

https://www.hiilineutraalisuomi.fi/sv-FI/Verktyg_och_tjanster/Klimatdatabasen_for_byggande, Hämtad 2023-05-02

Königsdorff, K. D. & Rampasso, L. W. M. M. (2018) *Växthusgasutsläpp vid produktion och konstruktion av material för byggnader*, Hämtad från <http://www.diva-portal.se/smash/get/diva2:631103/FULLTEXT01.pdf>

Lappalainen P. Biträdande konsult Bengt Dahlgren, *mejlkonversation om klimatdata för A4* [personlig kommunikation], 2023-05-11

Lappalainen, P. (2021) *Klimatpåverkan av VVS-installationer - Klimatberäkningar på flerbostadshus med Bengt Dahlgren AB:s klimatberäkningsverktyg*, Examensarbete, Miljösamordnare Byggnader, KYH Yrkehögskola

LFM30 (2019) *Så utvecklar vi tillsammans en klimatneutral bygg- och*

anläggningssektor i Malmö, <https://lfm30.se/wp-content/uploads/2020/10/Lokalfa%CC%88rdplan-LFM30-2019-06-.pdf>, Hämtad 2023-05-04

LFM30 (2022) *Klimatberäkningsstuga 1*, powerpointpresentation LFM30

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

LGG (2008) *Miljövarudeklaration Mega Power*

<https://siteassets.pagecloud.com/lgg/MEGA-POWER-Miljodeklaration-l624e.pdf>

Hämtad 2023-05-05

LGG (2008) *Topline ECM Datablad* <https://siteassets.pagecloud.com/lgg/TOPLINE-ECM-Datablad-n9c33.pdf>, Hämtad 2023-05-05

LGG (2015) *Mega Power DB* <https://siteassets.pagecloud.com/lgg/MEGA-POWER-DatabladInstruktion-m7968.pdf>, Hämtad 2023-05-05

LGG (2016) *Miljövarudeklaration Topline ECM*

<https://siteassets.pagecloud.com/lgg/TOPLINE-ECM-Miljodeklaration-a243d.pdf>

Hämtad 2023-05-05

Lindab (2023) *Lindab launches low-carbon emissions steel products in Sweden*

<https://mb.cision.com/Main/1983/3706206/1816355.pdf>, Hämtad 2023-05-24

Lindab (2018) *Lindab Safe Nippel NPU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/npu.pdf?v=1685264295>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2019) *Lindab Safe Reduktion RCFU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/rcfu.pdf?v=1685264304>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2019) *Lindab Safe Reduktion RCU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/rcu.pdf?v=1685264305>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2019) *Lindab Safe Reduktion RLU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/yjkw2q0ogytnjk1ns00yja3lwe5yzctyjmmme5zjqzntu4/5249788299095504431/rlu.pdf?v=1685265526>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2019) *Lindab Safe Renslucka KCIVU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/kcivu.pdf?v=1685264278>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Rekt Avgrening LKR100*

<https://www.lindab.dk/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/dk/technical/lkr100.pdf?v=1685264350>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Rekt Böj LBR*

<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/no/technical/lbr.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Lindab (2020) *Lindab Rekt Bøj LBXR*

<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/lbxr.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Rekt Dimensionsförändring LDR*

<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/ldr.pdf> Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Rekt Duct LKR*

<https://www.lindab.com/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/otrmyjawn2mtotkxzi00ygzgwlweydzdtogu2yji2ytmxzdrh/5249650236180034805/lkr.pdf?v=1685267380>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Rekt Ändlock LEPR*

<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/lepr.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Bøj – falsad BFU 90°*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/owy0ngzmyzetyzy5mc00mmi0ltg1yjatzm3ntnlodq5odk5/5249872120984732592/bfu.pdf?v=1685264813>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Bøj – kort BKU 90°*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/bku90.pdf?v=1685264253>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Bøj – kort, falsad BKFU 90°*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/otjlndfjnwutyvtviys00odcxltlizgqtm2jmn2uzmdblzda2/5249878189303040551/bkfu90.pdf?v=1685265352>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Cirkulär kanal SR*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/sr.pdf?v=1685263812>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Formförändring LORU*

<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/loru.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Inloppsror ILU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/ilu.pdf?v=1685264277>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Lockad cirkulär kanal SRL*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/se/technical/srl.pdf?v=1685264312>, Hämtad 2023-03-30

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Lindab (2020) *Lindab Safe Muff MF*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/mf.pdf?v=1685264291>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Påstick PSU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/psu.pdf?v=1685264301>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Reduktion RCFLU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/rcflu.pdf?v=1685264303>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Reduktion RCLU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/rcflu.pdf?v=1685264305>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Renslucka EPFH*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production /ymjmogv1zjytyzc3yi00nzdjltlmymutzdaxy2q2nwnioduw/5249892889853288359/epfh .pdf?v=1685265519>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe T-rör TCPU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/tcpu.pdf?v=1685264314>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe X-rör XCPU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/xcpu.pdf?v=1685264324>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Ändlock EPF*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production /mgeyzde3owetntfjzs00ywu2ltg2zgzqtmjbyjqzyj3yzdk/5249824797687992372/epf.pd f?v=1685266117>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2020) *Lindab Safe Ändlock ESU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/esu.pdf?v=1685264267>, Hämtad 2023-03-30

Lindab (2021) *Lindab Safe Böj BU 90°*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production /otg2mjjkngmtmmiwnc00nduxlwezzdatodbmzwm2zmeyztg0/5249884190621216961/ bu.pdf?v=1685265271>, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2014) *Produktdatablad Kontrollventil KSU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/pdf/documentatio n/ads/se/technical/ksu.pdf?v=1684658733>, Hämtad 2023-03-30

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Lindab AB (2018) *Produktdatablad Dysa GTI*

https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/zmi0nmi4zmqtywmlzi00mza4ltg0ywitmzmzotflmjhmmwzk/5249789220114720108/gti_se.pdf?v=1684660616, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2020) *Cirkulär rak lågbyggd ljuddämpare LRCA*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/mzk3ngzmnwmtotbizs00n2u0ltk0zgmtnwvjdtk5zdjnjji4/5249860204701559675/lrca.pdf?v=1684659730>, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2022) *Building product declaration Valves 1 – KSU*

https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/ya5nznviodytody4oc00yqwzlw5ngqtyjczntixmtc5mzc3/5249739145909487377/valves_1.pdf?v=1684660694, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2023) *Building product declaration Damper manual 1 - DIRU, DRU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/ywzmyzbinzctnthmzi00zmm4lwi3yzutmmu5yjnlodmlntbm/5249883541073520593/diru.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2023) *Building product declaration Nozzle 3 – GTI*

https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/njvkm2e0ytutymnhms00zde0ltk1ntmtyznmymzlmjdy2mzfim/5249806499160082382/nozzle_3.pdf?v=1684660500, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2023) *Building product declaration Pressure Control – OLC*

https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/zdbizdjlotutztyxnc00ytuzlwjmntatnzjn2ezndkzmtm5/5249806502747285399/pressure_control_2.pdf?v=1684660500, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2023) *Building product declaration Safe Silencer Insulated 1 LRCA*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/zwzlodlingetmtu4zs00n2u2lwfmntmtmdhiy2e0ygzgzywnk/5249883558380869712/dru.pdf?v=1684659261>, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2023) *Building product declaration Valves 9 – AIRY*

https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/zgmxyta3ntytmze4my00ntm3ltljmjktyymm3mzdiytm4mgvj/5249795437455549556/valves_9.pdf?v=1684660597, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB (2023) *Produktdatablad Tilluftsventil AIRY*

https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/mtfjowrjowutzgm2ni00yjc3ltg1nwytmvdvhzwy0nmy1nmq1/5249843598628748012/airy_se.pdf?v=1684659840, Hämtad 2023-03-30

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Lindab AB (2023) *Produktdatablad Överluftsdon OLC*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/ztm4odbkowqtnjc0mc00y2rjlthlmzmtnjizm2fmmti5mtay/5249793715380565958/olc.se.pdf?v=1684660585>, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB *Injusteringsspjäll DRU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/zwzlodlingetmtu4zs00n2u2lwfmntmtmdhiy2e0ygzzywnk/5249883558380869712/dru.pdf?v=1684659261>, Hämtad 2023-03-30

Lindab AB *Irisspjäll DIRU*

<https://www.lindab.se/globalassets/commerce/lindabwebproductsdoc/assets/production/ywzmyzbinzctnthmzi00zmm4lwi3yzutmmu5yjinlodm1ntbm/5249883541073520593/diru.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Lindab *Lindab Rekt Avstick LAR*

<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/no/technica/lar.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Lindab *Lindab Rekt Avstick på cirkulär kanal LPSR*

<https://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/ads/no/technica/lpsr.pdf>, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent (2016) *BVD TTC*

https://www.lindinvent.se/media/56984/ttc_e15bvd_102.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent (2017) *BVD HMK* [https://www.lindinvent.se/media/56953/hmk-](https://www.lindinvent.se/media/56953/hmk-250_400_e15bvd10.pdf)

[250_400_e15bvd10.pdf](https://www.lindinvent.se/media/56953/hmk-250_400_e15bvd10.pdf), Hämtad 2023-03-30

Lindinvent (2017) *BVD HTK* [https://www.lindinvent.se/media/56955/htk-](https://www.lindinvent.se/media/56955/htk-160_250_htk-250_400_e15bvd10.pdf)

[160_250_htk-250_400_e15bvd10.pdf](https://www.lindinvent.se/media/56955/htk-160_250_htk-250_400_e15bvd10.pdf), Hämtad 2023-03-30

Lindinvent (2017) *BVD MTC*

https://www.lindinvent.se/media/56962/mtc_e15bvd10.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent AB (2022) *Lindinvent släpper tredjepartsverifierade EPDer för don och*

spjäll, <https://press.lindinvent.se/posts/news/lindinvent-slapper-tredjepartsverifierade-epd>, Hämtad 2023-05-04

Lindinvent *Produktbeskrivning DCV-BL – Flödesstyrning*

https://www.lindinvent.se/media/57262/dcv-bl_b03_pb282_ngp_sv.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent *Produktbeskrivning DCV-CF – Tryckstyrning med flödesmätning*

https://www.lindinvent.se/media/57261/dcv-cf_b03_da_pb24_ngp_sv.pdf, Hämtad 2023-03-30

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Lindinvent *Produktbeskrivning DCV-RC – Rumsklimatstyrning*

https://www.lindinvent.se/media/219955/dcv-rc_rcx_a01_pb19_ngp_sv.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent *Produktbeskrivning HMK*

https://www.lindinvent.se/media/56548/hmk250_400_c_pb16_ngp_sv.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent *Produktbeskrivning HTK*

https://www.lindinvent.se/media/56555/htk160_250_400pb442_ngp3_sv_pdfsamling.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent *Produktbeskrivning MTC*

https://www.lindinvent.se/media/56566/mtc_a_pb212_ngp_sv.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent *Produktbeskrivning Rektangulär mätfläns SMRD*

https://www.lindinvent.se/media/459457/smrd_b_pb65_sv.pdf, Hämtad 2023-03-30

Lindinvent *Produktbeskrivning TTC*

https://www.lindinvent.se/media/459582/ttc_a30_pb32_ngp_sv.pdf, Hämtad 2023-03-30

Livsmedelsverket. (2021) *Klimatanalys*, Hämtad 30 april, 2023, Hämtad från

https://www.livsmedelsverket.se/foretagande-regler-kontroll/dricksvattenproduktion/kaskad-handbok-for-klimatanpassning_dricksvattenproduktion/analys-av-forutsattningar/klimatanalys

Marceau, N. & Fogelmark, V. (2019). *Klimatdeklarationer och byggnaders miljöpåverkan: Utvärdering av byggnaders miljöpåverkan utifrån krav på klimatdeklaration*, Examensarbete (30 hp) i hållbart byggande, Uppsala universitet, Institutionen för teknikvetenskaper, Hämtad från <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1573731/FULLTEXT01.pdf>

Naturvårdsverket, *Sveriges Klimatmål*, Hämtad 2023-05-23 från

<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimatmalsarbetet/Klimatmalslagen/>

Nilsson A. Affärschef Assemblin Ventilation AB, *mejlkonversation om Avluftshuv I specialutförande* [personlig kommunikation], 2023-05-22

Nilsson A. Affärschef på Assemblin Ventilation AB, *mejlkonversation om omräkningsfaktor för rektangulära kanaler* [personlig kommunikation], 2023-05-22

Paroc AB *Miljödokumentation*, <https://www.paroc.se/hjalpmedel/miljodokumentation>, Hämtad 2023-05-06

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Sjölund E. Energispecialist Lindab AB, *mejlkonversation om plåtkanaler med återvunnet material och EPD-utkast* [personlig kommunikation], 2023-05-22

SMHI (2013) *RCP scenarier*,

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatmodeller-och-scenarier/rcp-er-den-nya-generationen-klimatscenarier-1.32914>, Hämtad 2023-05-07

Systemair *KVK Isolerade kanalfläktar* <https://www.systemair.com/sv-se/produkter/flaktar/kanalflaktar/isolerade-kanalflaktar/kvk/kvk?sku=92160>, Hämtad 2023-03-30

Systemair *KVK Isolerade kanalfläktar* <https://www.systemair.com/sv-se/produkter/flaktar/kanalflaktar/isolerade-kanalflaktar/kvk/kvk?sku=92159>, Hämtad 2023-03-30

Systemair *MUB 062 560EC Multibox-20* <https://www.systemair.com/en/p/mub-062-560ec-multibox-20-51027#tech-specs-data-technical-parameter>, Hämtad 2023-03-30

Systemair *MUB Insulated duct fans* <https://www.systemair.com/en/products/fans/duct-fans/insulated-duct-fans/mub/mub?sku=338475#certifications>, Hämtad 2023-03-30

Systemair *Produktblad K 160-315 L EC*

https://shop.systemair.com/upload/assets/K_EC_160-315_PRODUKTBLAD_20190426_004134986.PDF?e1fa43bd, Hämtad 2023-03-30

Systemair *TFS Roof Fans* <https://www.systemair.com/en/products/fans/roof-fans/tfs?sku=76868#tech-specs-data-technical-parameter>, Hämtad 2023-03-30

Vasakronan (2021) *Fastigheten Priorn prisas av Malmö stad*,

<https://vasakronan.se/aktuellt/fastigheten-priorn-prisas-av-malmo-stad/>, Hämtad 2023-05-19

Vasakronan *Priorn*, <https://vasakronan.se/projekt/priorn/>, Hämtad 2023-05-06

VästLCA AB *Vanliga frågor om livscykelanalys*, <https://vastlca.se/information>, Hämtad 2023-05-04

Warfvinge C och Dahlblom M (2020) *Projektering av VVS-installationer*, Studentlitteratur AB, Lund

Bilagor

Bilaga A

Pivottabell i bilagan visar tillverkare, produkttyp, seriekod och produktkod och ger en överblick över ventilationssystemets ingående produkter.

Tillverkare	Typ	Serie	Produkt
Airmaid	Luftrenare	OG1	500W
Camfil	Luftrenare	LF2	CamCube HF-L 1510
Ekovent	Avluftshuv	TH12	HRK
	Backspjäll	YG25	EKO-SV
	Brandspjäll	BBG11	EKO-SRBG
		BG21	EKO-JBG2
		BGS11	EKO-SRB
	Kontrollventil	TD12	TV
	Skyddsgaller	NG11	EKO-NR
	Spjäll	SP22	EKO-J
	Takgenomföring	TG11	EKO-T
	Tallriksventil	FD12	TV
	Tilluftsdon	TD13	NR
	Ytterväggsgaller	FD32	EKO-N
		YG11	NR
		YG12	YR
		YG13	EKO-YR
		YG21	EKO-YL
YG23		EKO-N	
Överluftsdon		ÖD13	NR
Eveco	Luftvärmare (vätska-luft)	CV01	VCF-B-150-V
		CV02	VCF-B-100-V
		CV03	VCF-B-150-V
		LB01-EB03	QJHD-500
Fläktgroup	Aggregat	LB01-TF01/FF01 - LB01-TF04/FF04	eQL-64 QLHG-050-030-02-30-16-0-A
		LB01-EB01	
	Luftvärmare (vätska-luft)	LB01-EB02	QJHD-400

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

	Tilluftsfläkt	LB02-TF01	eQ-020
Isover	Teknisk kanalisolering	Ljud- och brandisolering	U Protect Slab 4.0 Alu1 Black
		Termisk isolering	CLIMCOVER Lamella Alu2
Klimatbyrån	Frånluftsdon	FD21	E50
	Ljuddämpare	LD22	RC-Låg
	Överluftsdon	ÖD12	E50
		ÖD21	BYSE
LGG	Luftkylare (vätska-luft)	LB01-FK01	MEGA POWER (MP)
		LB01-FK02	MEGA POWER (MP)
		LB01-FK03	MEGA POWER
		LB01-FK04	TOPLINE ECM
		LB01-FK05	TOPLINE ECM
		LB01-FK06	TOPLINE ECM
		LB01-FK07	TOPLINE ECM
Lindab	Avstick	LAR2	LAR
		LKR100	LKR100
		LPSR	LPSR
	Böj	1 LINDAB SAFE	Lindab Safe Locked
		BFU	BFU
		BKFU	BKFU
		BKU	BKU
		BU	BU
		LBXR2	LBXR
		LBXR4	LBXR
		LBR1	LBR
	Böj	1 LINDAB SAFE	SR
		LINDAB SAFE MÅL	SRL
	Dimensionsförändring	LDR1	LDR
	Dimensionsändring	LDR1	LDR
		LDR3	LDR
		TD10	GTI
	Dysa	TD10	GTI
	Formförändring	LORU1	LORU
		LORU3	LDR
Formförändring	LORU1	LORU	

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

		LORU3	LORU	
		LORU4	LORU	
		ILU	ILU	
		Inloppsrör		
		Kontrollventil	FD11	KSU
		Ljuddämpare	LD21	LRCA
		Lockad cirkulär kanal	1 LINDAB SAFE	SRL
		Muff	1 LINDAB SAFE	MF
		Nippel	NPU	NPU
		Påstick	1 LINDAB SAFE	PSU
		Reduktion	PSU1	PSU
			RCFLU1	RCFLU
			RCFU1	RCFU
			RCLU1	RCLU
			RCU1	RCU
			RLU1	RLU
		Rektangulär kanal	1 LINDAB REKT	Lindab Rekt Galv LKR
			LINDAB REKT ALZ	Lindab Rekt Aluzinkplåt LKR
		Renslucka	EPFH	EPFH
			RL11	EPFH
			RL13	KCIVU
		Spjäll	SP11	DIRU
			SP12	DRU
		T-rör	1 LINDAB SAFE	TCPU
			TCPU1	TCPU
		Tilluftsventil	TD14	Airy
		X-rör	XCPU1	XCPU
		Ändlock	EPF	EPF
			ESU	ESU
			LEPR	LEPR
Överluftsdon	ÖD11	OLC		
Lindinvent	VAV-don	TD91	TTC+HTK	
		TD92	TTC	
		TD95	MTC+HMK	

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

	VAV-spjäll	SP31	DCV-CF	
		SP32	DCV-BL	
		SP35	DCV-RC	
	VAV-spjäll (mätfläns)	MF20	SMRD	
		SP33	DCV-CF (JSPM)	
		SP34	DCV-BL (JSPM)	
Systemair	Filterkassett	LF1	FGR	
	Frånluftsfläkt	FF01	TFSK 160 EC	
		FF02	KVK EC SILENT Ø160	
		FF03	KVK EC SILENT Ø125	
		FF04	KVK EC SILENT Ø160	
		LB02-FF01	MUB 062 560EC	
	Tilluftsfläkt	TF01	K 315 L EC	
		TF02	K 125 EC	
		TF03	K 125 EC	
		TF04	K 125 EC	
		TF05	MUB 025 355EC	
	VEAB	Luftvärmare (el-luft)	LB01-EB04 - EB06	CV10
			LB01-EB07	CV20
	Avluftshuv	I specialutförande		

Bilaga B

Bilagan visar de mest använda funktionerna i Excel-beräkningarna.

Formel	Funktion
<i>Summa</i>	Användes för att summerar cellerna som markerats.
<i>Summa.OMF</i>	Användes för att summera värden i kolumnerna i BOM-listan och kopplades till beräkningsfilen. Formeln användes på specifikationen produktkod (tillverkarens koder), användningskod (Assemblins koder) och dimensioner. <i>Summa.OMF</i> -formeln användes för att summera vikter, areor och längder från BOM-listan.
<i>Antal.OMF</i>	Användes för att summera värden i kolumnerna i BOM-listan och kopplades till beräkningsfilen. Formeln användes på specifikationen produktkod (tillverkarens koder), användningskod (Assemblins koder) och dimensioner. <i>Antal.OMF</i> -formeln användes för att summera antalet från BOM-listan.
Wildcard-tecken <i>***</i>	En del produkter hade många unika användningskoder som exempelvis 1 <i>Lindab Rekt</i> (rektangulära kanaler) med produktkoden LKR- följt av värden för bredd, höjd, längd och ändprodukt. LKR-serien hade över 1000 poster och kunde som minst sorteras till 600 rader, därför användes ett wildcard-tecken <i>***</i> i <i>Summa.OMF</i> -formeln för att formeln skulle söka på allt som innehåller <i>LKR</i> .

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Bilaga C

Bilagan visar ett utdrag från Excelverktyget. Beräkningarna avser spjäll i VAV-system. Grön rubrik visar produktdata, blå rubrik visar omräkning till kilogram och orangea rubriker avser klimatdata, där näst sista kolumnen redovisar klimatpåverkan.

Klass	Typ	Storlek	Serie	Produkt	Antal	Isol [mm]	Ytarea [m2]
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø125	SP31	DCV-CF	56	870	0
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø160	SP31	DCV-CF	36	240	3,3
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø200	SP31	DCV-CF	13	30	1,3
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø250	SP31	DCV-CF	14	90	1,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø315	SP31	DCV-CF	1	30	0,1
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø400	SP31	DCV-CF	1	0	0,2

Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø125	SP32	DCV-BL	2	0	0
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø160	SP32	DCV-BL	4	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø200	SP32	DCV-BL	27	120	6
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø250	SP32	DCV-BL	14	60	2,8
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø315	SP32	DCV-BL	16	30	4,8
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø400	SP32	DCV-BL	3	0	1,6

Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	600x500	SP33	DCV-CF (JSPM)	5	150	2,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	900x900	SP33	DCV-CF (JSPM)	1	30	0,8
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1000x300	SP33	DCV-CF (JSPM)	1	30	0,6
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1000x600	SP33	DCV-CF (JSPM)	12	360	8,4
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1200x500	SP33	DCV-CF (JSPM)	1	30	0,7
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1200x600	SP33	DCV-CF (JSPM)	2	60	1,6
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1400x700	SP33	DCV-CF (JSPM)	1	30	0,9

Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	500x300	SP34	DCV-BL (JSPM)	2	0	0,8
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	600x300	SP34	DCV-BL (JSPM)	8	0	3,2
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	600x400	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0,4
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	700x300	SP34	DCV-BL (JSPM)	4	0	1,6
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	700x400	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	700x500	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	800x200	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0,4
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	800x300	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	800x400	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	900x200	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1000x300	SP34	DCV-BL (JSPM)	1	0	0,6
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1000x400	SP34	DCV-BL (JSPM)	2	0	1,2

Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø200	SP35	DCV-RC	3	90	0,6
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø315	SP35	DCV-RC	1	30	0,3
Flow damper VAV	VAV-spjäll	ø400	SP35	DCV-RC	1	30	0,4

Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	500x300	MF20	SMRD	2	0	0,8
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	600x300	MF20	SMRD	8	0	3,2
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	600x400	MF20	SMRD	1	0	0,4
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	700x300	MF20	SMRD	4	0	1,6
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	700x400	MF20	SMRD	1	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	700x500	MF20	SMRD	1	0	0
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	800x200	MF20	SMRD	1	0	0,4
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	800x300	MF20	SMRD	2	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	800x400	MF20	SMRD	1	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	900x200	MF20	SMRD	1	0	0,5
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1000x300	MF20	SMRD	1	0	0,6
Flow damper VAV	VAV-spjäll (mätfläns)	1000x400	MF20	SMRD	2	0	1,2

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Spjällmotor [kg]	Regulator [kg]	Spjäll [kg]	Vikt [kg]	Källa [kg/st]
0,7	0,3	1	112	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
0,7	0,3	1,5	90	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
0,7	0,3	2	39	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
0,7	0,3	2,5	49	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
0,7	0,3	4,5	5,5	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
0,7	0,3	6	7	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
0,7	0,3	1	4	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
0,7	0,3	1,5	10	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
0,7	0,3	2	81	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
0,7	0,3	2,5	49	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
0,7	0,3	4,5	88	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
0,7	0,3	6	21	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			7	35 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
			19	19 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
			9	9 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
			16	192 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
			16	16 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
			18	36 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
			22	22 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-CF
			6	12 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			6,5	52 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			7,8	7,8 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			7	28 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			8,8	8,8 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			10	10 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			6,1	6,1 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			7,8	7,8 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			9,3	9,3 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			6,5	6,5 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			27	27 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
			28	56 Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-BL
0,7	0,4	2	9,3	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-RC
0,7	0,4	4,5	5,6	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-RC
0,7	0,4	6	7,1	Produktbeskrivning Lindinvent - DCV-RC
			3,7	7,4 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			4	32 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			4,5	4,5 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			4,2	16,8 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			5	5 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			5,5	5,5 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			3,8	3,8 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			4,5	9 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			5,2	5,2 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			4	4 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			14	14 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD
			15	30 Produktbeskrivning Lindinvent - SMRD

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval i kontorsbyggnad

Massa deklarerad i EPD	A1-A3	Total A1-A3	A4	Total A4	Total CO2	Databas
1,25	14,90	1333,39	0,17	15,12	1348,51	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	1071,47	0,17	12,15	1083,62	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	464,30	0,17	5,27	469,57	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	583,36	0,17	6,62	589,97	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	65,48	0,17	0,74	66,22	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	83,34	0,17	0,95	84,28	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	47,62	0,17	0,54	48,16	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	119,05	0,17	1,35	120,40	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	964,32	0,17	10,94	975,26	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	583,36	0,17	6,62	589,97	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	1047,66	0,17	11,88	1059,54	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	250,01	0,17	2,84	252,85	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,00	2,22	77,70	1,00	34,83	112,53	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	42,18	1,00	18,91	61,09	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	19,98	1,00	8,96	28,94	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	426,24	1,00	191,04	617,28	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	35,52	1,00	15,92	51,44	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	79,92	1,00	35,82	115,74	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	48,84	1,00	21,89	70,73	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	26,64	1,00	11,94	38,58	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	115,44	1,00	51,74	167,18	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	17,32	1,00	7,76	25,08	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	62,16	1,00	27,86	90,02	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	19,54	1,00	8,76	28,29	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	22,20	1,00	9,95	32,15	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	13,54	1,00	6,07	19,61	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	17,32	1,00	7,76	25,08	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	20,65	1,00	9,25	29,90	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	14,43	1,00	6,47	20,90	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	59,94	1,00	26,87	86,81	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	124,32	1,00	55,72	180,04	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,25	14,90	110,72	0,17	1,26	111,97	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	66,67	0,17	0,76	67,43	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,25	14,90	84,53	0,17	0,96	85,49	EPD-HUB - Dampers, <i>Klimaoprema RVP-C</i>
1,00	2,22	16,43	1,00	7,36	23,79	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	71,04	1,00	31,84	102,88	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	9,99	1,00	4,48	14,47	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	37,30	1,00	16,72	54,01	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	11,10	1,00	4,98	16,08	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	12,21	1,00	5,47	17,68	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	8,44	1,00	3,78	12,22	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	19,98	1,00	8,96	28,94	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	11,54	1,00	5,17	16,72	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	8,88	1,00	3,98	12,86	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	31,08	1,00	13,93	45,01	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>
1,00	2,22	66,60	1,00	29,85	96,45	EPD-HUB - Dampers, <i>Lindinvent AB</i>

Bilaga D

Bilagan visar hur det vattenburna komfortkylsystemet med kylbafflar projekterats. Beräkningen avser

Tabellerna visar beräkningen av de liggande och stående rörens längd samt dess mantelarea.

<u>Omkrets [m]</u>			
Plan	Huskropp A	Huskropp B	
1	Garage	Garage	
2	457,2	327,6	
3	535,2	327,6	
4	535,2	327,6	
5	436,8	257,6	
6	-	-	
7	303,8	0	
8	303,8	0	
9	Takplan	Takplan	

<u>Takhöjd [m]</u>			
Plan	Huskropp A	Huskropp B	
1	Garage	Garage	
2	4,533	4,533	
3	4	4	
4	4	4,485	
5	4	3,685	
6	-	-	
7	4	0	
8	3,67	0	
9	Takplan	Takplan	

<u>Rörarea</u>		
Rördimension	Mantelarea per meter	
0,015	0,0471	
0,054	0,16956	
0,0889	0,279146	

Analys av klimatpåverkan från ventilationssystem vad avser utformning och systemval
i kontorsbyggnad

Tabellen visar antalet kylbafflar per våning.

Antal bafflar

Storlek/Plan	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	-	7	69	40	20	-	8	14	-
S	-	74	88	54	36	-	38	21	-

Tabellerna nedan visar rörlängden för varje rördimension.

Rörlängd till kylbafflar Ø 15 mm, inlopp 2m och retur 2 m

Plan	Total
1 Garage	
2	324
3	628
4	376
5	224
6	-
7	184
8	140
9 Takplan	
Σ	1876

Liggande rörlängd Ø 54 mm, inlopp och retur

Plan	Huskropp A	Huskropp B	Total
1 Garage	Garage		Garage
2	914,4	655,2	1569,6
3	1070,4	655,2	1725,6
4	1070,4	655,2	1725,6
5	873,6	515,2	1388,8
6	-	-	-
7	607,6	0	607,6
8	607,6	0	607,6
9 Takplan	Takplan		Takplan
Σ			7624,8