

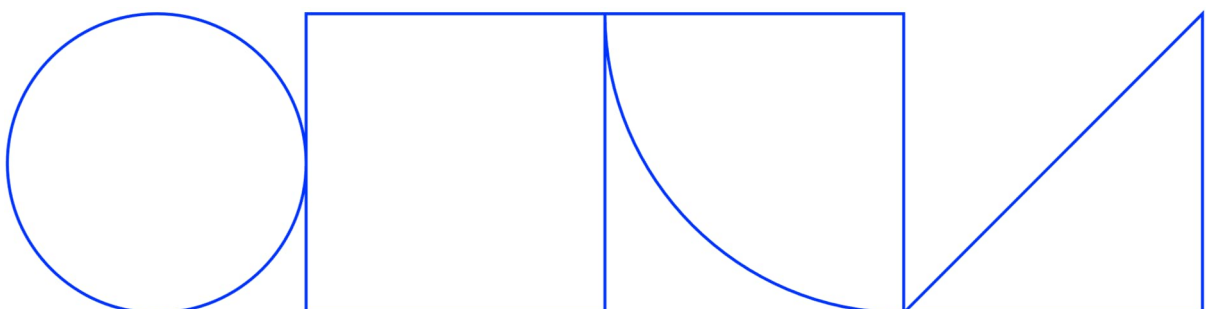
PROJEKTNR. 14299

Minskad klimatpåverkan från material i installationssystem i byggnader

Analys av system- och materialval

Anders Enebjörk, Niklas Wilk & Klara Sjö, NCC
Johan Hammar, JM

2025-10-09



Förord

Projektet har finansierats av SBUF, JM och NCC och genomförts av en arbetsgrupp från NCC, JM, Fagerhult och Swegon. Tack riktas till referensgruppen och projektörer som bidragit med underlag och erfarenheter.

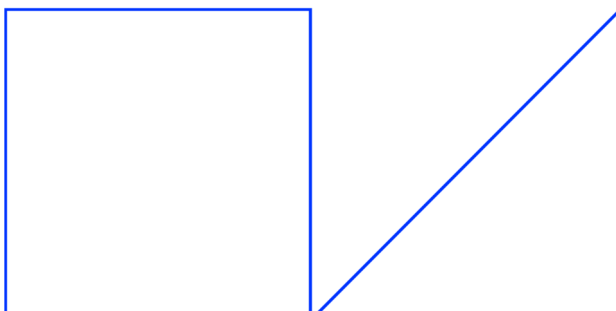
Arbetsgrupp:

- Anders Enebjörk, NCC
- Niklas Wilk, NCC
- Klara Sjö, NCC
- Johan Blomqvist, NCC
- Fredrik Neuman, NCC
- Johan Hammar, JM
- Olivia Fredriksson, Plant
- Tomas Zablocki, Fagerhult
- Mirko Sauvan, Swegon

Referensgrupp:

- Mirko Sauvan, Swegon
- Jarl Bengtsson, Climate Recovery
- Victoria Stigemyr Hill, WSP
- Anders Grahn, NCC PD
- Gustaf Olin, Bravida
- Andreas Martinsson Björkdahl, Svensk ventilation
- Jean Araujo Linhares, PEAB
- Rafed Sadek, Installatörsföretagen
- Johan Hammar, JM

Stockholm 2025-10-09

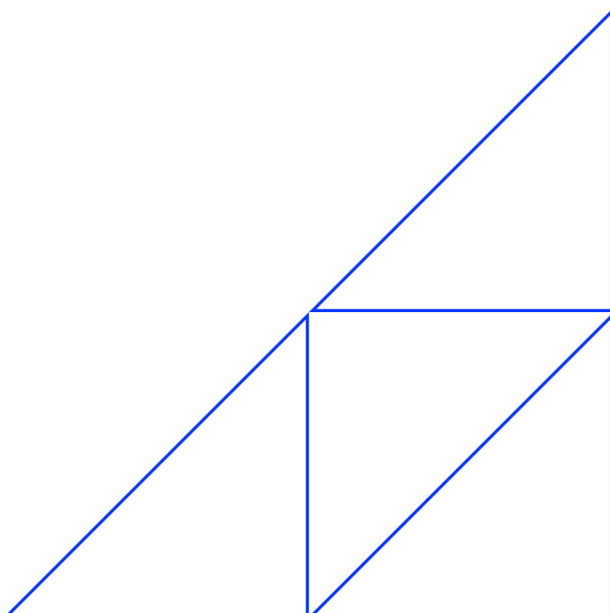


Sammanfattning

Material ingående i installationssystem i byggnader står för en betydande del av klimatpåverkan under en byggnads livscykel. Denna studie undersöker möjligheterna att minska klimatpåverkan från material ingående i installationssystem i byggnader. Detta kan göras genom noggranna materialval och systemoptimeringar. Resultaten visar att det finns betydande potential för att minska klimatpåverkan genom att optimera system och välja material med lägre klimatpåverkan.

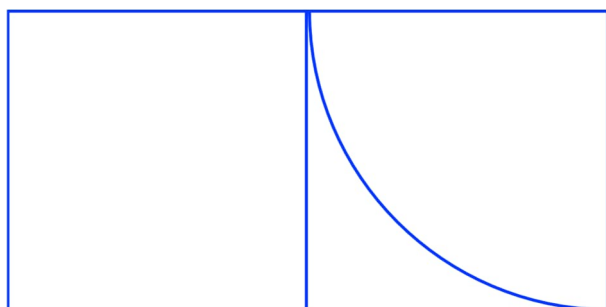
För att kunna göra rätt insatser behöver kunskap och metodik för beräkningar utvecklas och klimatdata för material ingående i installationssystem tas fram. Korrekta beräkningar har stor betydelse för att kunna göra bra analyser och därmed rätt åtgärder.

För att uppnå hållbarhetsmål är det viktigt att göra helhetsbedömningar av både bygg- och driftskede, överväga alternativa material med lägre klimatpåverkan, och säkerställa att alla nödvändiga komponenter inkluderas i klimatberäkningarna. Fortsatt forskning och innovation inom detta område är avgörande för att ytterligare förbättra byggsystemens miljöprestanda.



Innehåll

1. Inledning	4
1.1. Syfte	5
1.2. Avgränsningar	5
1.3. Genomförande	5
1.3.1. Produktspecifika data	6
2. Metodik	7
3. Resultat	8
3.1. Litteraturstudie	8
3.2. Bygghel 84, Sanitet och värme	9
3.2.1. Varmvattencirkulation kontra varmvattenberedare	9
3.2.2. FTX vs FX(P)	11
3.2.3. Rörmaterial i tappvattensystem	13
3.2.4. Isoleringsmaterial runt VVS-rör	13
3.2.5. Radiatorer kontra golvvärme	14
3.3. Bygghel 85, Kyla och luft	14
3.3.1. Ventilationssystem	15
3.3.2. Luftbehandlingsaggregat	16
3.3.3. Ventilationskanaler	17
3.4. Bygghel 86, El	18
3.4.1. Belysningsarmaturer	19
3.4.2. Elkabel	20
3.4.3. Kanalisation och kabelstege	21
3.5. Inköp av installationsprodukter	22
4. Diskussion och slutsats	23



1. Inledning

Byggsektorn utgör idag en stor del av klimatutsläppen från samhället. Det är främst uppströms påverkan från byggmaterial som står för en betydande andel av klimatpåverkan, sett över en byggnads hela livscykel (IVL 2016).

Från och med januari 2022 är det lagkrav på att klimatdeklarera alla nybyggnationsprojekt, med vissa undantag (Boverket 2021). Lagkravet har drivit på byggbranschen att utföra klimatberäkningar samt att hitta effektiva processer för detta. Idag ställs krav på entreprenörer från ett flertal beställare att leverera klimatkalkyler redan under projektering. Det är inte heller ovanligt med kravställning på optimeringar utifrån ett klimatperspektiv.

I lagkravet som infördes 2022 är installationssystemen i byggnaden (el och VVS) exkluderade och i beställarkrav idag är det ofta accepterat att antingen exkludera eller hantera dessa med schabloner. Det finns dock ett förslag på uppdatering av lagförslaget, där även installationerna föreslås ingå i deklarationen (Boverket 2020). Branschen kommer därmed behöva hantera installationerna i en byggnad med större noggrannhet än i dagsläget. Dessutom ser vi att beställare förekommer ändringar i lagkrav och börjar ställa krav på installationer. I lokala initiativ som LFM30 (Malmö), Uppsala klimatprotokoll och HS30/klimatarena Stockholm inkluderas installationssystem i klimatberäkningarna. Den klimatberäkning som ska utföras enligt EU-taxonomin ska även inkludera installationssystem vilket gör att det troligtvis kommer att öka efterfrågan på dessa beräkningar.

Generellt sett så har klimatverkan från exempelvis värme-, ventilation-, och AC-system inte studerats i detalj i byggprojekt och de flesta studier som har gjorts bygger på antaganden (Kiamili, et.al, 2020). I de studier som har genomförts har det visat sig att klimatpåverkan från installationerna är högre än vad som tidigare ansetts, till exempel så stod produktion av värme-, ventilation- och kylsystem systemet i ett kontor för 14–30% av klimatpåverkan för fyra av fem miljöpåverkanskategorier (Ylmén, et.al, 2019).

En del schabloner har tagits fram för installationssystemen i en byggnad per BTA (IVL 2020). Under 2023 publicerades utredning som gjorts på uppdrag av Boverket där mer detaljerade schabloner för installationssystemen (byggdel 8) redovisas för olika byggnadstyper (Malmqvist T.et al (2023). Schabloner återfinns även i LCA-databaser så som i One Click LCA (Bionova 2021). En svårighet med dessa schabloner är bristen i transparens kring hur dessa är framräknade och osäkerheten bedöms som stor.

Studier har visat att metallinnehållet har den enskilt största klimatpåverkan vad gäller installationer (Jerléus, K. 2020). Åtgärder eller system som reducerar mängden material blir därför relevant att undersöka. Generellt så saknas utvärdering av optimeringspotential av installationssystemen med avseende på klimatpåverkan i de utförda studierna.

Under 2021–2022 genomförde NCC i samverkan med andra aktörer en SBUF-finansierad studie för att hitta metodik och beräkna klimatpåverkan från installationssystem i fyra projekt (SBUF 14042 Klimatpåverkan av installationssystem i byggnader). Resultatet visade att det finns god potential att hitta åtgärder för att minska klimatpåverkan från material ingående i installationssystem och detta projekt avser att utreda dessa frågor vidare för att identifiera de åtgärder som har störst potential samt undersöka hur de påverkar andra funktionskrav i projekt. Några exempel på identifierade åtgärder som

behöver utredas vidare är systemval för radiatorsystem, materialval i rörsystem och ventilationssystem. Det har på kort tid skett en produktutveckling med nya produkter med lägre klimatpåverkan i bland annat rörsystem, ventilationskanaler och isolering, dessa behöver utredas vidare för att utvärdera totala potentialen för minskad klimatpåverkan.

1.1. Syfte

Projektet avser att utreda och ta fram förslag på åtgärder för hur klimatpåverkan från material ingående i installationssystem i byggnader kan minskas. Baserat på tidigare studier där nyckeltal tagits fram för att visa vilka delar som har störst klimatpåverkan kommer de delar som har störst påverkan att identifieras och utredas vidare.

Två olika byggnadstyper; flerbostadshus och kontor, kommer att vara fokus i arbetet då installationssystem i dessa byggnadstyper skiljer sig åt i stor utsträckning. Slutsatser från dessa kan sedan dras till andra byggnadstyper som skolor, vårdboenden och hallbyggnader.

Fokus kommer att ligga på följande byggdelar; 84 Sanitet/värme, 85 Kyla/luft, och 86 El

Både åtgärder som har med systemuppbyggnad att göra och rena materialval kommer att utredas samtidigt som en diskussion för en del system lyfts gällande energianvändning och långsiktig påverkan under byggnadens driftskede.

1.2. Avgränsningar

En viktig del i att utföra en klimatberäkning är att bestämma avgränsningar. Både utifrån jämförbarheten med andra beräkningar samt vilka skeden och produkter som ska ingå i beräkningen. Avgränsningen sett till livscykeln är avgränsad till produktskedet, A1-A3 samt A5.1 enligt standarden EN15978. Övriga skeden är ej medräknade för de flesta delar, men kommer ändå beaktas i rapporten och efterföljande diskussion eftersom de utgör en viktig del.

1.3. Genomförande

I den inledande fasen genomförs en kortare litteraturstudie för att säkerställa att kunskap från utförda studier kommer med i detta projekt. Litteraturstudien följs av ett praktiskt genomförande där data samlas in och beräkningar utförs och alternativa utföranden analyseras.

Arbetet baseras på referensprojekt i tidigare studier samt nya projekt där installationssystem inkluderas i klimatberäkningar för att detta projekt inte i lika stor utsträckning ska behöva fokusera på datainsamling.

En viktig del i arbetet är att undersöka, analysera och utvärdera nya och alternativa system, material och produkter som finns på marknaden. Detta görs i samverkan med leverantörer och aktörer i branschen.

1.3.1. Produktspecifika data

För att göra beräkningar med god noggrannhet är det värdefullt med så specifik information som möjligt. Bästa information är därmed EPD. I en EPD redovisas resultatet från en livscykelanalys utifrån regler specifika för en produktgrupp. Ett alternativ till EPD är PEP som även det är resultat från en livscykelanalys men uppbyggt enligt annat regelverk för att det ska vara mer anpassat för tekniska produkters förutsättningar. Framtagande av PEP följer ISO 14025. (PEP, 2025)

Det har inom projektet undersökts i vilken omfattning EPD/PEP finns för produkter inom installationssystem. Det finns få tillgängliga EPD, endast för några produkter inom ventilationssystem och rörsystem. PEP finns till viss del för främst produkter inom elsystem, dessa är främst baserade på europeiska förhållanden. För att kunna göra noggranna beräkningar är det av vikt att leverantörer tar fram fler EPD:er och att fler produktgrupper tar fram bättre underlag.

De produktspecifika underlag som finns har huvudsakligen tagits fram de senaste åren. Det har inom projektet framkommit information om att flera leverantörer arbetar med att ta fram EPD vilket innebär att tillgången väntas bli bättre.

2. Metodik

I detta kapitel presenteras metodiken som använts när klimatberäkningar genomförts för att jämföra olika material- och systemval. Projektet har synkroniserat sin metodik tillsammans med det samtidigt pågående SBUF-projektet *14320 Klimatpåverkan av luft- respektive vattenburen kyla från material och driftskede*.

Projektet har valt att avgränsa sig till att endast beräkna byggskedet som benämns som livscykelmodul A (Boverket, 2024). Trots att endast livscykelmodul A beaktas i beräkningen kommer även drift-skedet och system- och materialvalens påverkan på inneklimat att avhandlas för en del systemval.

A1–A3 Råvaruförsörjning, transport och tillverkning i produktskedet

Eftersom det fortfarande finns många produkter på installationssidan som saknar både specifika klimatdata i form av EPD:er samt generiska värden i boverkets klimatdatabas behövs en prioritetsordning kring hur beräkningarna ska göras när specifika och generiska värden saknas för produkterna. I de fall när specifika klimatdata saknas för produkter så har generiska data använts enligt följande prioriteringsordning:

1. Boverkets klimatdatabas
2. Finska klimatdatabasen
3. Ökobaudat

När produkter saknar klimatdata från EPD:er eller någon av ovan nämnda databaser måste klimatpåverkan beräknas manuellt. Klimatpåverkan beräknas då genom att ta reda på produktens vikt, materialsammansättning och sedan beräkna klimatavtrycket från materialen. Eftersom denna beräkningsmetodik har en större osäkerhet har ett påslag på 25% gjorts på klimatpåverkan. För att beräkna materialens klimatpåverkan har följande prioriteringsordning använts:

1. Boverkets klimatdatabas
2. Ökobaudat
3. Ecoinvent

3. Resultat

3.1. Litteraturstudie

Lagen om klimatdeklaration för byggnader, som trädde i kraft den 1 januari 2022, syftar till att minska klimatpåverkan från byggsektorn genom att kräva redovisning av klimatpåverkan vid uppförande av nya byggnader. Denna lag omfattar flera byggdelar, men byggdelen 8, som avser installationer, är för närvarande inte inkluderad. Det finns en pågående diskussion om att utvidga lagen om klimatdeklaration för att inkludera fler byggdelar, inklusive byggdelen 8. Byggdelen 8 omfattar installationer som är avgörande för byggnadens funktion och komfort, såsom elektriska system, värme-, ventilations- och sanitetssystem (VVS), samt andra tekniska installationer, se tabell 3.1.1. I denna studie kommer fokus ligga på byggdelen 84 Sanitet/värme, 85 Kyla/luft och 86 El.

Det finns i Sverige en mängd lokala initiativ som exempelvis LFM30 (Malmö), Uppsala klimatprotokoll och HS30/Klimatarena Stockholm där även byggdelen 8 inkluderas i instruktioner för klimatberäkningar och gränsvärden.

Tabell 3.1.1 BSAB-koder för installationer

8	Installationer	Ingår i byggdelen
80	Installationer sammansatta	Ej relevant i denna studie
81	(vankant)	Ej relevant i denna studie
82	Process	Ej relevant i denna studie
83	(vakant)	Ej relevant i denna studie
84	Sanitet/värme	Vatten och avlopp, värmeanläggning, sprinkleranläggning, gasledningar, köldbärarledningar, bergvärmeanläggning
85	Kyla/luft	Ventilationsanläggning ev. komfortkylanläggning
86	El	Ställverk, transformatorer, centraler, ledningsdragning för kraft och belysning samt ingående armatur, teleanläggning, fiber, brandlarm
87	Transport	Ej relevant i denna studie
88	Styr/regler	Ej relevant i denna studie
89	Installation övrigt	Ej relevant i denna studie

Allt fler byggherrar ställer idag högre klimatkrav på de byggnader som ska uppföras. Med tydligare gränsvärden och mål på en byggnads totala klimatpåverkan utgör byggdelen 8 en betydande del, enligt uppsatta schablonvärden. Ett ambitiöst klimatmål på en kontorsbyggnad om 250–300 kgCO₂e/m² BTA innebär att klimatpåverkan från installationer står för cirka 20–30% av klimatpåverkan från byggskedet då schablonen för installationer i ett kontorshus idag ligger på 64 kgCO₂e/m² BTA, se tabell 3.1.2. I flerbostadshus står installationer för en mindre andel av klimatpåverkan då bostäder är mindre installationstunga och schablonen som ligger på 24 kgCO₂e/m² BTA utgör 12–16% av klimatpåverkan i ett projekt med ambitiösa klimatmål om 150–200 kgCO₂e/m² BTA.

Malmqvist et.al, (2023) har tagit fram schablonvärden för A1-A3 för byggdelen 8. Sammanställning har presenterats i Atemp och i denna rapport har resultaten presenterats i BTA genom att ändra från Atemp till BTA med en faktor 0,9.

Tabell 3.1.2 Schabloner klimatpåverkan installationer för olika byggnadstyper per BTA (Malmqvist et. al, 2023).

Tekniska installationer (byggdel 8) A1-A5.1 (kg CO ₂ e/m ² BTA)											
Byggnadstyper	Totalt byggdel 8	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
Flerbostadshus	24	0	0	0	0	8	9	5	2	0	0
Förskolor	54	0	0	0	0	25	18	11	0	0	0
Kontorsbyggnader	64	0	0	0	0	25	23	14	2	0	0
Skolor	67	0	0	0	0	25	26	14	2	0	0
Småhus	14	0	0	0	0	3	8	3	0	0	0
Specialbostäder	35	0	0	0	0	17	8	8	2	0	0

En utmaning vid val av tekniska system är att dessa beslut ofta tas tidigt i projekteringen av byggnader, men det är först under detaljprojekteringen som tillräckligt detaljerad information finns tillgänglig för att kunna beräkna installationernas klimatpåverkan (WSP, 2024). Därför är det viktigt att i ett tidigare skede besluta vilka system och produkter som kommer att byggas in för att tidig få en förståelse för den slutliga klimatpåverkan från byggdel 8.

3.2. Byggdel 84, Sanitet och värme

Tidigare studie från NCC visar att klimatpåverkan från byggdel 84, Sanitet och värme i flerbostadshus och kontorsbyggnader varierar beroende på system och materialval. I de två flerbostadshusen som studerades visade resultatet att vattenklosetter och tappvattensystem är de största bidragsgivarna till klimatpåverkan. Traditionella värmesystem med radiatorer samt prefabricerade våtrumskassetter har också en betydande påverkan. För de två flerbostadshusen låg klimatpåverkan för byggdel 84 på 4 respektive 8 kg CO₂e/BTA. Beräkningar utförda av JM i denna studie visar på 12 kg CO₂e/BTA (radiatorer, ventiler och mätare, WC). De lägsta värdena är för byggnader utan radiatorsystem vilket är förklarar en del av den stora skillnaden

För de två kontorsbyggnaderna som studerades i tidigare studie visade resultatet att uppvärmningssystemen, särskilt radiatorer och rörsystem för värme och kyla, är de största källorna till klimatpåverkan. För de två kontorshusen låg klimatpåverkan på 9 respektive 3 kg CO₂e/BTA (NCC, 2022).

I denna studie studeras klimatoptimering ur fyra material- och systemval; Varmvatten-cirkulation kontra varmvattenberedare, rörmaterial i tappvattensystem, uppvärmning med radiatorer eller luft, uppvärmning med radiatorer eller golvvärme, isolering runt VVS samt ventilationssystem med FXP vs FTX.

3.2.1. Varmvattencirkulation kontra varmvattenberedare

Skillnaden mellan en lösning med varmvattencirkulation (VVC) och en varmvattenberedare (VVB) är betydande, även om de båda är relaterade till varmvattenförsörjning i byggnader. VVC innebär att varmt vatten cirkulerar kontinuerligt genom rörsystemet i en byggnad. Detta görs för att säkerställa att varmt vatten är omedelbart tillgängligt vid varje tappställe utan att behöva vänta på att kallt vatten ska rinna ut. Eftersom vattnet cirkulerar konstant leder det till energiförluster. VVB är en enhet som värmer och lagrar

varmvatten för användning i byggnaden. VVB kan vara en central källa för varmvatten som distribueras till olika delar av byggnaden men i detta fall har vi fokuserat på mindre VVB placerade i olika delar av byggnaden där det finns behov av varmvatten.

I denna studie har två verkliga kontorsprojekt beräknats utifrån klimatpåverkan från ett VVC- kontra VVB-system, i tabell 3.2.1 kan resultat från en av beräkningarna läsas. Endast en av beräkningarna redovisas i denna rapport då de båda beräkningarna visar på ett mycket liknande resultat. Även klimatpåverkan för energianvändning av de två systemen har beräknats för de två systemen. Pumpar, ventiler och injusteringar har ej inkluderats i beräkningar i detta exempel.

Tabell 3.2.1 Skillnad klimatpåverkan VVC kontra VVB

VVC							
	Dim [mm]	l [m]	d [kg/m]	m [kg]	Klimatpåverkan [kgCO ₂ e/kg]	Klimatpåverkan [kgCO ₂ e]	Källa klimatdata
Plaströr							
VV-ledning	32	365	0,48	175,2	4,76	834	EPD LK systems PAL
VVC-ledning	20	255	0,296	75,5	4,76	359	EPD LK systems PAL
	Dim [mm]	l [m]	a [m ²]	V [m ³]	Klimatpåverkan [kgCO ₂ e/m ³]	Klimatpåverkan [kgCO ₂ e]	
Isolering (stenull)							
VV-ledning	32	365	220,1	17,6	120,9	2129	Boverket
VVC-ledning	20	255	112,5	6,7	120,9	816	Boverket

VVB				
	Antal [st]	Klimatpåverkan per VVB [kgCO ₂ e/VVB]	Klimatpåverkan 54 VVB [kgCO ₂ e]	Källa klimatdata
Nibe Eminent 35 l	54	75,5	4131	Proxyberäkning baserad på data från Boverket

Skillnad klimatpåverkan VVC kontra VVB	
	Klimatpåverkan [kgCO ₂ e]
VVC	4138
VVB	4131
Skillnad	7

Skillnad klimatpåverkan årlig energiförlust användning VV+VVC vs VVB. Energiförluster enligt projektets energiberäkning.					
	Energianvändning [kWh/år]	Energikälla	Klimatpåverkan [kgCO ₂ e/kWh]	Klimatpåverkan [kgCO ₂ e/år]	Källa klimatdata
VVC	23 250	Fjärrvärme	0,056	1302	Boverket
VVB	11 800	El	0,037	436,6	Boverket
Skillnad	-11 450			-865,4	

Som nämnt tidigare har två kontorsprojekt beräknats i denna studie. Kontorsprojektet vars data ej kan avläsas i ovan tabell visar på en motsvarande skillnad i klimatpåverkan. Den totala klimatpåverkan landade i det fallet på en skillnad på 661 kg CO₂, vilket bidrar till en skillnad på mindre än 0,01 kgCO₂e/BTA i projektet. Skillnaden i beräkning som redovisas ovan är något mindre men i samma storleksordning. Resultatet från klimatpåverkan från ett VVC eller ett VVB visar att skillnaden i A-skedet är nära till obefintlig. Däremot kan en större skillnad ses i klimatpåverkan från det två systemens energianvändning, Klimatpåverkan påverkas av vilka emissionsfaktorer som används för energin men på totalen blir inte skillnad i klimatpåverkan särskilt stor även när energianvändning inkluderas.

Motsvarande studie har av WSP utförts på uppdrag av Göteborgs stad där två förskolor med VVC respektive VVB jämfördes. Resultatet från denna jämförelse är att skillnaden i klimatpåverkan från skede A där klimatpåverkan från materialen framgår är mycket liten. På samma sätt som i studien för kontor visar WSP:s studie att energianvändningen blir högre i VVC-system där klimatpåverkan påverkas mycket av vilka emissionsfaktorer som används.

3.2.2. FTX vs FX(P)

I denna studie har skillnaden i klimatpåverkan från FX(P)-ventilation och FTX-ventilation undersökts i två flerbostadshus.

I ett FX(P)-system används en frånluftvärmepump för att återvinna värmen från den utgående luften som ventileras ut mekaniskt och värma varmvatten till radiatorer (och varmvatten). Tilluft tas in genom friskluftskanaler i fasad genom att ett undertryck skapas i byggnaden.

I ett FTX-system både tillförs och avlägsnas tilluft mekaniskt. Det använder en värmeväxlare för att värma tilluften med värme från frånluften. Skillnaden i systemen gör att FTX-systemet har separata ventilationskanaler för till- och frånluft där FX(P)-systemet enbart har frånluftskanaler vilket resulterar i att det är en betydligt mindre mängd kanaler. Då FTX-systemet delvis värmer byggnaden med tilluft medan FX(P)-systemet enbart värmer byggnaden med radiatorer resulterar det också i att FX(P)-systemet har betydligt större dimensioner på radiatorerna. Det är också här som de stora skillnaderna i klimatpåverkan från de olika systemen syns. Andra faktorer som har mindre påverkan är skillnaden i storlek på aggregat/värmeväxlare)

Energiåtgången skiljer sig också i de två systemen då FX(P)-system använder mer el eftersom frånluftsvärmepumpen kräver elektricitet för att driva kompressorn och fläktarna. Det använder mindre fjärrvärme eftersom värmen återvinns från den utgående luften och används för att värma upp huset.

FTX-system använder också el för att driva fläktar och värmeväxlare, men den totala elförbrukningen är ofta lägre än för FX(P)-system. Systemet använder mer fjärrvärme eftersom systemet är utformat för att balansera till- och frånluft, vilket innebär att det kan behöva kompletteras med fjärrvärme för att hålla inomhustemperaturen stabil.

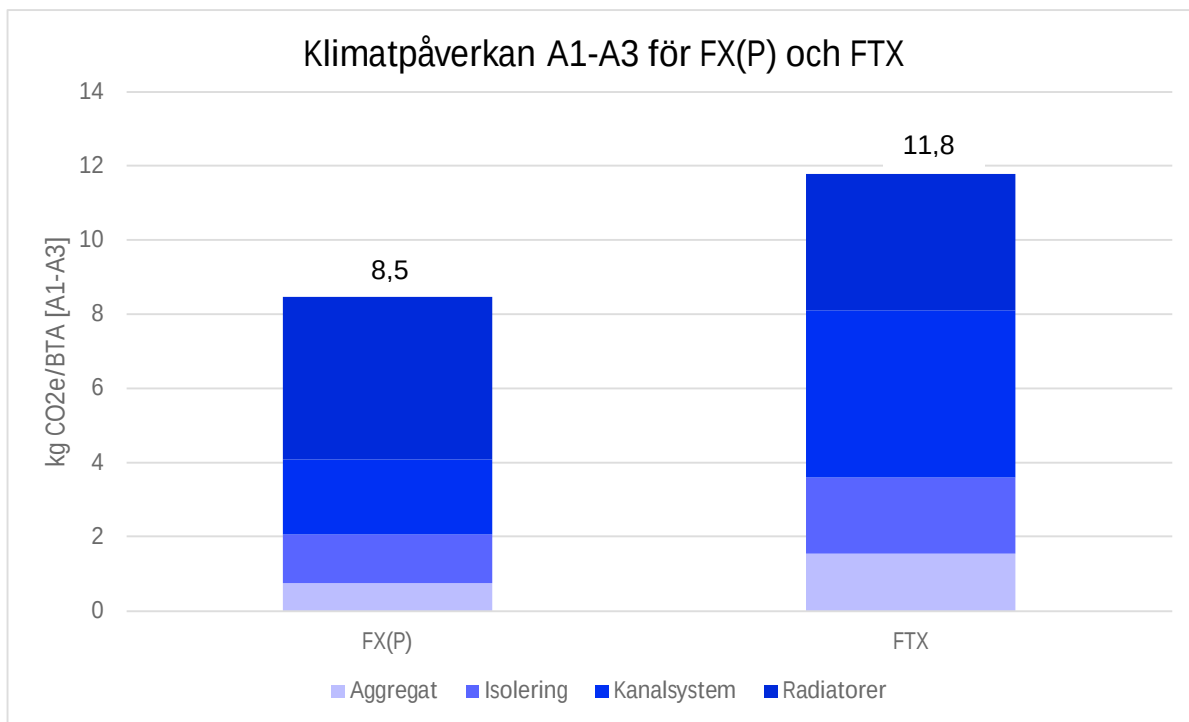
Klimatpåverkan från energi är beräknad med ett genomsnitt för energianvändning i ett

100-tal projekt med FX(P) alt. FTX. Boverkets värden för Svensk elmix och svenskt medelvärde för fjärrvärme har använts. Energianvändningens klimatpåverkan över 50 år har beräknats enligt IVLs beräkningsanvisningar med framtidsscenario. Som ett alternativ har ett lokalt värde (inom parentes) för fjärrvärme (Norrenergi) beräknats för att belysa att skillnaden mellan systemens klimatpåverkan från driften påverkas kraftigt av fjärrvärmenätets lokala miljövärden.

Tabell 3.2.2 Skillnad klimatpåverkan FX(P) kontra FTX

Skillnad klimatpåverkan FX(P) kontra FTX (A1-A3)		
	FX(P) Klimatpåverkan [kgCO ₂ e/BTA]	FTX Klimatpåverkan [kgCO ₂ e/BTA]
Radiatorer	4,4	3,7
Ventilationskanaler	2,0	4,5
Isolering	1,3	2,1
Aggregat/vvx	0,8	1,5
Total	8,5	11,8

Skillnad klimatpåverkan FX(P) kontra FTX (B6)							
	FJV kWh/m ²	Kg CO ₂ e/ BTA,50 år	El Värme- pump kWh/m ²	Kg CO ₂ e/ BTA,50 år	El Fastig- het (fläktar mm) kWh/m ²	Kg CO ₂ e/ BTA,50 år	Totalt Kg CO ₂ e/ BTA,50 år
FXP	34	61 (4)	15	18	8	9	88 (31)
FTX	54	97 (7)	0	0	11	13	110 (20)



Figur 1 Jämförelse klimatpåverkan från material (A1-A3) för FX(P) och FTX

3.2.3. Rörmaterial i tappvattensystem

I denna studie undersöks klimatpåverkan från rör i tappvattensystem mellan två olika material, kopparrör och PEX-rör. Dessa två varianter är de vanligaste för tappvattensystem. Både koppar- och PEX-rör har sina fördelar och nackdelar, och valet kan variera beroende på specifika behov och förhållanden. Kommentarer kring för och nackdelar med respektive material kommer från NCC:s installationsexperter som har intervjuats.

Kopparrör är mycket hållbara och kan hålla i flera decennier om de installeras korrekt. De är motståndskraftiga mot korrosion och bildar inte avlagringar på insidan, vilket håller vattnet rent. Dock är kopparrör tunga och kan vara svårare att hantera under installationen. Kopparrör är enkla och lämpliga att materialåtervinna när de är uttjänta.

PEX-rör är väldigt flexibla, vilket gör dem lämpliga för både rak och böjd installation. Detta kan minska behovet av många rörkopplingar och förenkla installationen. PEX-rör kan hantera både varmt och kallt vatten bra, men tål inte lika höga temperaturer som koppar.

För att skapa jämförelsebara dimensioner mellan kopparrör och PEX-rör har en installationsspecialist från NCC rådfrågats. För att få jämförelsebara egenskaper behövs olika dimensioner av ett PEX- kontra kopparrör, se dimensioner för PEX- och kopparrör i tabell 3.2.3. Även tjockleken på röres vägg varierar så inre diameter anges. Generellt har ett PEX-rör något tjockare vägg än ett kopparrör. Dimensionerna skiljer mellan olika fabrikat, efter jämförelse av några olika fabrikat har data från Uponor Aquapipe använts för PEX och data från Ahlsells använts för kopparrör. Data är avrundat i tabell 3.2.3. Beräkning i tabell 3.2.3 visar skillnad i klimatpåverkan per meter för fyra olika dimensioner.

Tabell 3.2.3 Klimatpåverkan från PEX- kontra kopparrör

Yttre diameter [mm]		Inre diameter [mm]		Massa material per m [kg/m]		Klimatpåverkan [kg CO2e/kg]		Klimatpåverkan [kgCO2e/m]	
PEX	Koppar	PEX	Koppar	PEX	Koppar	PEX	Koppar	PEX	Koppar
20	18	14	16	0,14	0,48	3,21	2,38	0,46	1,14
25	22	18	20	0,22	0,59	3,21	2,38	0,71	1,40
32	28	23	26	0,36	0,9	3,21	2,38	1,15	2,14
40	35	29	32	0,56	1,41	3,21	2,38	1,79	3,36

Emissionsdata för PEX-rör är representativa data från finska klimatdatabasen. Emissionsdata för kopparrör är från Boverkets klimatdatabas.

Resultatet visar att klimatpåverkan från kopparrör är cirka dubbelt så hög som klimatpåverkan från PEX-rör. Det finns även kopparrör med hög andel återvunnet material där EPD visar på betydligt lägre klimatpåverkan men det finns även EPD för PEX-rör med betydligt lägre klimatpåverkan.

3.2.4. Isoleringsmaterial runt VVS-rör

I denna studie jämförs klimatpåverkan från isolering runt VVS-system med två olika isoleringsmaterial: stenull och glasull. Båda materialen har goda isoleringsegenskaper, men glasull presterar något bättre. För att uppnå samma isoleringsprestanda som glasull behöver stenullen vara cirka 10–15% tjockare. De olika isoleringsmaterialen har sina för-

och nackdelar; exempelvis har stenull ett högre brandmotstånd än glasull men eftersom glasull inte behöver vara lika tjock som stenull för att uppnå motsvarande isoleringsprestanda, är glasull fördelaktigt att använda i trånga utrymmen.

För att jämföra klimatpåverkan mellan de två materialen har följande klimatdata använts, se tabell 3.2.4. Data hämtat från leverantörers produktblad och boverkets klimatdata-bas.

Tabell 3.2.4 Klimatpåverkan glas- respektive stenull.

	A [m ²]	t [m]	V [m ³]	d [kg/m ³]	m [kg]	Klimatpåverkan per kg [kgCO ₂ e/kg]	Klimatpåverkan per m ² [kgCO ₂ e/m ²]
Glasull	1	0,100	0,100	75	7,5	0,89	6,7
Stenull	1	0,115	0,115	65	7,5	1,28	9,6

Resultatet i tabell 3.2.4 visar att klimatpåverkan från stenull är cirka 1,4 gånger högre än motsvarande isoleringsförmåga för glasull.

3.2.5. Radiatorer kontra golvvärme

WSP har på uppdrag av Stadsfastighetsförvaltningen, Göteborgs stad genomfört en jämförelse av system för uppvärmning med radiatorsystem och golvvärme i förskola. Klimatpåverkan från material ingående i systemen är relativt lika där radiatorsystemets klimatpåverkan (A1-A5.1+B4) är beräknad till 4,1 kg CO₂e/Atemp och material i golvvärmesystemet är beräknat till 5,3 kg CO₂e/Atemp. Det är även endast mindre skillnader i klimatpåverkan från energianvändning. Det som påverkar mycket är övriga material och konstruktioner. I jämförelsen har golvvärmen gjutits in/flytspacklats och just denna lösning får stor påverkan, ca 20 kg CO₂e/Atemp. Det är därmed viktigt att ta hänsyn till vad olika systemval får för effekt på andra konstruktioner.

3.3. Byggdel 85, Kyla och luft

Beräkningar och utredningar i denna rapport har samordnats med SBUF-projekt 14320. SBUF 14320 har genomförts av WSP under 2024 och är en studie där klimatpåverkan jämfördes mellan att använda VAV-system, kontra att använda ett kylbaffelsystem. Resultatet från WSP:s studie påvisar att klimatpåverkan från byggskedet (A1-A5.1) skiljer mellan dessa båda systemlösningar. VAV-systemet har en klimatpåverkan på 19–21 kgCO₂e/m² BTA och kylbaffelsystemet har en klimatpåverkan på 28–31 kgCO₂e/m² BTA. Studien visade även vilka delar i de två systemen som stod för den största klimatpåverkan. Genom att fokusera på dessa produkttyper är det möjligt att kravställa klimatreducerande lösningar för att minska klimatpåverkan:

- Ventilationskanaler, luftbehandlingsaggregat, don och kanalisolering står för ca 85% av VAV-systems klimatpåverkan från materialen (A1-A5.1)
- Ventilationskanaler, kylbafflar, luftbehandlingsaggregat och rörledningar står för ca 85% av ett kylbaffelsystems klimatpåverkan från materialen (A1-A5.1)

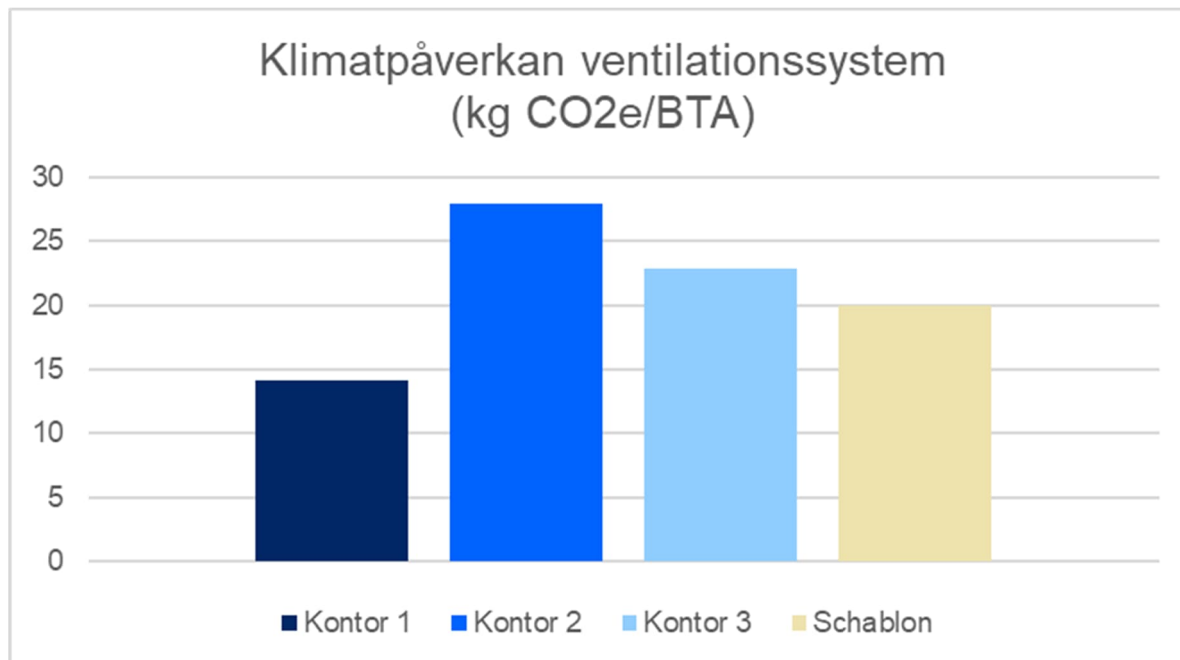
Enligt WSP:s studie bidrar klimatpåverkan från ventilationskanaler med mellan ca 35–50 % av det totala klimatutsläppet för både VAV-systemet och kylbaffelsystemet. Att välja material och optimeringslösningar för kanalsystemen skulle därmed kunna ha en stor betydande roll i klimatpåverkan från byggdel 85, kyla och luft (WSP, 2024).

3.3.1. Ventilationssystem

Material som ingår i ventilationssystem (Byggdel 85) utgör en betydande del av installationssystemens klimatpåverkan i lokaler. Studier av olika kontor visar att ventilationssystemens klimatpåverkan varierar mellan cirka 15 och 28 kg CO₂/BTA, beroende på systemlösning. För flerbostadshus redovisas detta mer detaljerat i jämförelse 3.2.2 ovan.

Enligt IVL:s anvisningar för klimatberäkning är schablonvärdet 26 kg CO₂/BTA med ett påslag på 25 % för att representera konservativa värden, vilket ger ett värde på 20 kg CO₂/BTA med faktiska värden, vilket är jämförbart med dessa beräkningar.

Luftbehandlingsaggregat står för en stor del av ventilationssystemens klimatpåverkan i lokaler. Det finns endast ett fåtal EPD:er för ventilationsaggregat, så jämförelser har gjorts med data från dessa EPD, schablonvärden från den finska databasen och proxyberäkningar. Proxyberäkningarna har identifierat respektive ingående material i ventilationsaggregaten med generiska emissionsdata samt ett påslag på 25 % på totalen. Värdena från dessa olika källor är relativt lika, men osäkerheten bedöms vara hög. Jämförelser mellan olika system kan dock göras när samma beräkningsmetodik används.



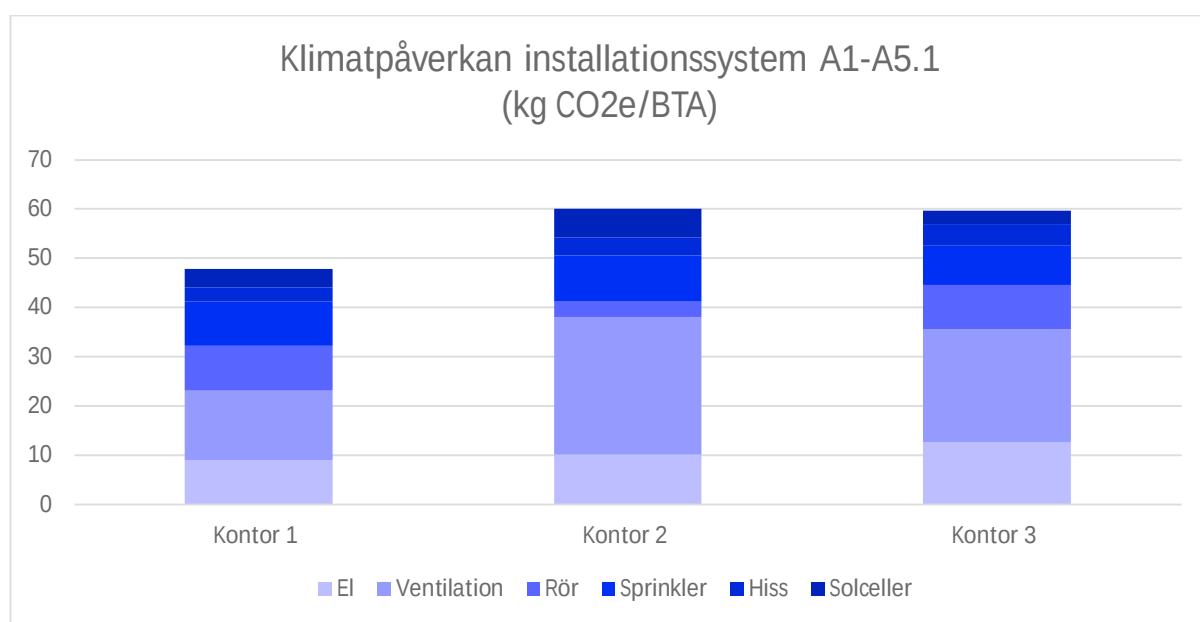
Figur 2 Klimatpåverkan ventilationssystem, A1-A5.1

Kontor 1 har ett ventilationssystem med VAV-don utan kylbafflar. Luftbehandlingsaggregaten på taket är platsbyggda utifrån moduler med roterande värmeåtervinning. Delar av ventilationskanalerna är tillverkade av material utan stål, och isoleringen har valts för att minimera klimatpåverkan. Byggnaden värms med ett radiatorsystem.

Kontor 2 har ett ventilationssystem med VAV-don där byggnaden både värms och kyls via luft, utan kylbafflar eller radiatorer. Systemet har två prefabricerade luftbehandlingsaggregat med roterande värmeåtervinning per våning.

Kontor 3 har ett ventilationssystem med prefabricerade luftbehandlingsaggregat med roterande värmeåtervinning placerade i källaren. Systemet använder VAV-don med kylbafflar. Uppvärmning sker med radiatorsystem.

För att ge helhetsbilden för de tre jämförda byggnaderna redovisas i figur 3 klimatpåverkan från de i byggnaderna ingående installationssystemen.



Figur 3 Klimatpåverkan installationssystem för de tre jämförda byggnaderna, A1-A5.1

3.3.2. Luftbehandlingsaggregat

I de utförda beräkningarna står luftbehandlingsaggregaten för cirka 30–50 % av respektive systems klimatpåverkan. Olika systemlösningar påverkar klimatpåverkan avsevärt. Det är tydligt att systemet med våningsvisa luftbehandlingsaggregat har betydligt högre klimatpåverkan jämfört med de med centralt placerade aggregat. Systemet med våningsvisa aggregat har 6 respektive 8 kg CO₂e/BTA högre klimatpåverkan när endast luftbehandlingsaggregaten och klimatpåverkan från A1-A5 beaktas. Det bör noteras att system med våningsvisa luftbehandlingsaggregat möjliggör optimerad och energibesparande styrning av olika delar av byggnaden, samt ökar möjligheten att driftsätta och stänga av olika delar av byggnaden i etapper.

Det finns olika utföranden av luftbehandlingsaggregat, exempelvis platsbyggda eller prefabricerade, samt med roterande värmeåtervinning eller plattvärmeväxlare. I projektering av kontorsprojekt har analyser av olika lösningar för luftbehandlingsaggregat genomförts, där fyra varianter har jämförts, se tabell 3.3.2.

Tabell 3.3.2 Klimatpåverkan luftbehandlingsaggregat.

Systemlösning	Värmeåtervinningsgrad	Massa [ton]	Klimatpåverkan A1-A5 [ton CO2e]
Prefabricerade aggregat baserade på moduler med roterande värmeåtervinning SFP 1,2	85 %	49	315
Platsbyggda aggregat med plattvärmewäxlare 65 m2, SFP 1,2	87 %	79	407
Platsbyggda aggregat med plattvärmewäxlare 35 m2, SFP 1,4	87 %	52	269
Platsbyggda aggregat med roterande värmeåtervinning SFP 1,2	85 %	32	207

Enligt analysen har platsbyggda aggregat med roterande värmeåtervinning hälften så stor klimatpåverkan jämfört med motsvarande aggregat med plattvärmewäxlare. Prefabricerade aggregat med roterande värmeåtervinning innehåller mer material och har därmed högre klimatpåverkan jämfört med motsvarande platsbyggda. En stor del av denna skillnad beror på att det krävs stora mängder stål i stommen runt ventilationsaggregaten där de olika komponenterna monteras för att kunna flyttas.

Det är även intressant att se att materialåtgången varierar beroende på effektivitet och storlek på aggregaten. Vid val av lösning måste även klimatpåverkan från energianvändning i driftskedet vägas in, exempelvis genom att jämföra SFP 1,2 och SFP 1,4 och göra en detaljerad energiberäkning.

Det är även intressant att jämföra system med kylbafflar eller VAV-don samt väga in möjligheten att även försörja byggnaden med värme via ventilationssystemet och då ta bort eller minimera behov av radiatorer. Om systemet kan byggas utan kylbafflar blir klimatpåverkan från ingående material lägre. Detta har analyserat utförligt där även driftskedet vägts in i SBUF projekt WSP, se 3.3 i denna rapport.

3.3.3. Ventilationskanaler

I NCC:s tidigare studie visar att klimatpåverkan från ventilationskanaler står för mellan 45–57% av klimatpåverkan från ventilationen i ett flerbostadshus och mellan 32–52% av klimatpåverkan från ventilationen i ett kontor. I studien fastslås det att ventilationssystemet ger lägre klimatpåverkan om ventilationskanaler av stål byts till kanaler av presad isolering av glasull. Detta då glasullsbaserade ventilationskanaler har lägre klimatpåverkan än stål och eventuell isolering av stålkanaler kan utgå (NCC, 2022).

I denna studie har klimatpåverkan för en genomsnittlig stålventilationskanal och en kanal med glasullsisolering gjorts. Fördelen med att använda en ventilationskanal i glasull i stället för stål är, utöver en minskad klimatpåverkan, även att ventilationskanalen har en låg vikt, kan fraktas som platt paket vilket minskar på antalet transporter samt att kanalen redan är isolerad genom att vara uppbyggt av isolering. Detta innebär att klimatpåverkan från en yttre isolering av ventilationskanalen utesluts.

Även beräkning av klimatpåverkan från ventilationskanaler av återvunnet stål tillverkad med fossilfri energi, vilket idag finns att hitta på marknaden, har gjorts i denna studie. Idag finns EPD:er ej framtagna för ventilationskanaler i fossilfritt stål, data är därmed

hämtad från EPD från en svensk stålleverantör, SSAB Zero. Det finns även fossilfritt stål i mindre mängder som en leverantör marknadsför, det finns dock inte EPD för detta material så det har inte inkluderats i studien.

3.3.3.1. Ventilationskanaler i glasull

Beräkning av skillnad i klimatpåverkan mellan en genomsnittlig stålkanal och kanal av glasull har gjorts för ett flerbostadshus med en total BTA på 2753 m². Resultatet visar på en 50% minskning genom användande av ventilationskanal i glasull jämfört med stålkanal. Dessutom har en kompletterande beräkning gjorts för om brandisoleringen kan ersättas, detta visar att klimatpåverkan mer än halveras. I dagsläget finns dock inte glasullsbaserade ventilationskanaler som kan ersätta brandisolering på marknaden.

Tabell 3.3.3a Klimatpåverkan ventilationskanaler i stål respektive glasull

Material	Klimatpåverkan [kg CO ₂ e]	Klimatpåverkan [kg CO ₂ e/BTA]	% besparing
CO ₂ e Stålkanal	17 400	6,3	0%
CO ₂ e Climate recovery	8 700	3,2	50%
CO ₂ e Climate recovery (om brandisolering också kunde ersättas)	5 900	2,1	66%

3.3.3.2. Ventilationskanaler i återvunnet stål

För beräkning av skillnad i klimatpåverkan mellan en genomsnittlig stålkanal och kanal av återvunnet stål görs ett antagande gällande att motsvarande mängd stål och isolering krävs som vid en genomsnittlig stålkanal. Idag finns det ej någon framtagna EPD för ventilationskanaler i fossilfritt stål, därför hämtas klimatdata från SSAB:s EPD för återvunnet stål tillverkat med fossilfri energi, kallvalsat.

Tabell 3.3.3b Klimatpåverkan ventilationskanaler i stål kontra fossilfritt stål

Material	Klimatpåverkan [kg CO ₂ e]	Klimatpåverkan [kg CO ₂ e/BTA]	% besparing
CO ₂ e Stålkanal	17 400	6,3	0%
Stål SSAB Zero	6 900	2,5	60%

Resultatet visar på en 60% minskning genom användande av ventilationskanal i återvunnet stål jämfört med en generell stålkanal. Om det är en oisolerad kanal ger ändring till återvunnet stål en minskning av klimatpåverkan med 74%.

3.4. Byggsdel 86, EI

Resultatet i tidigare studie från NCC visar att klimatpåverkan uppgår till drygt 4 kg CO₂e/BTA i flerbostadshus. Störst påverkan har kablar, följt av el-central, rör och armaturer. Belysningsarmaturer har relativt låg påverkan i flerbostadshus.

Klimatpåverkan från material och produkter som ingår i elsystemet uppgår för kontorsbyggnad till cirka 10 kg CO₂e/BTA. Belysningsarmaturer utgör den största delen av klimatpåverkan inom elsystemet, detta följt av kanalisation (kabelstegar, fönsterbänkskanaler) och kabel

I denna studie undersöks möjligheter att välja material med lägre klimatpåverkan i områden belysningsarmaturer, elkabel och kanalisation.

3.4.1. Belysningsarmaturer

Från tidigare studie framkommer det att det är stor skillnad på klimatpåverkan från olika belysningsarmaturer. Klimatpåverkan är ofta relaterad till mängden material och denna skiljer mycket mellan olika produkter med motsvarande ljusmängd. Det finns andra skillnader mellan produkterna men tidigare studie visar att genom aktiva val av belysningsarmaturer kan klimatpåverkan påverkas då just belysningsarmaturerna är den största posten inom elsystemet för kontorsbyggnader (NCC, 2022).

Under denna studies gång har intervjuer hållits med en av de stora belysningsarmaturstillverkarna i Sverige för att förstå hur det kommer sig att klimatpåverkan från belysningsarmaturer skiljer sig så pass mycket som det gör. Miljövarudeklarationer (EPD:er) för belysningsarmaturer saknar tydliga riktlinjer för vad de ska innehålla. Detta innebär att olika EPD:er kan redovisa olika beståndsdelar, där vissa EPD:er exkluderar komponenter som är nödvändiga för att belysningsarmaturen ska uppfylla sin funktion. Ett exempel på en sådan komponent är belysningsarmaturens drivdon, även kallat driver, vilket är en komponent som omvandlar inkommande spänning till en lämplig strömstyrka för att effektivt driva ljuskällan. Drivdonet väger ofta över 200 gram och har en klimatpåverkan på 6–10 kg CO₂e per enhet för skede A1-A3. Den nuvarande standarden för EPD:er för belysningsarmaturer specificerar inte om drivdonet ska inkluderas och därför är det viktigt att kontrollera om drivdonet är inkluderat i EPD:n. Om det inte är det, måste drivdonets EPD och klimatpåverkan läggas till armaturens EPD för att korrekt förstå belysningsarmaturens totala klimatpåverkan.

Under projektets gång undersöktes ett stort antal miljövarudeklarationer (EPD:er) för fem typer av belysningsarmaturer för att analysera skillnader i klimatpåverkan (A1-A3). De undersökta armaturerna inkluderade pendlade armaturer, infällda armaturer, runda plafonder, fyrkantiga plafonder och spotlights/downlights. EPD:er från åtta olika leverantörer granskades. Klimatpåverkan bedömdes både utifrån ett 50-årsperspektiv och per kilogram produkt. Klimatpåverkan per deklarerad enhet redovisades inte på grund av stora variationer i hur enheterna deklarerades. Många produkter hade en deklarerad enhet som motsvarade en produkt, medan andra använde enheter som "en armatur med x lumen under x timmar". Skillnader i deklarerad enhet innebär en svårighet i att jämföra olika produkters klimatpåverkan.

Undersökningen av EPD:er på belysningsarmaturerna påvisade en stor variation i armaturens klimatpåverkan, se tabell 3.4.1. En del av skillnaderna kan härledas till olika livslängder på armaturerna och därmed att vissa produkter behövs bytas ut oftare än andra produkter. Även produktens massa och ingående material påverkar produktens klimatpåverkan, samt otydliga riktlinjer gällande vad som ska ingå i belysningsarmaturens EPD.

Tabell 3.4.1. Klimatpåverkan belysningsarmaturer

Armatur	Max	Min	Medel
Pendlande armatur			
Klimatpåverkan /kg [kgCO ₂ e/kg]	20,0	7,5	12,0
Infälld armatur			
Klimatpåverkan /kg [kgCO ₂ e/kg]	24,9	5,8	11,9
Rund plafond			
Klimatpåverkan /kg [kgCO ₂ e/kg]	20,1	5,7	13,0
Fyrkantig plafond			
Klimatpåverkan /kg [kgCO ₂ e/kg]	22,1	9,4	14,2
Spotlight/downlight			
Klimatpåverkan /kg [kgCO ₂ e/kg]	55,9	9,8	23,2

3.4.2. Elkabel

Vid val av kabelmaterial och kabelstorlek finns det möjlighet att göra val utifrån ett klimatperspektiv. I denna studie görs en jämförelse mellan aluminiumkabel och kopparkabel med motsvarande elektiska egenskaper. Koppar har högre elektrisk ledningsförmåga än aluminium, vilket innebär att kopparkablar kan vara tunnare än aluminiumkablar för samma strömstyrka. Detta innebär att en aluminiumkabel med samma elektriska egenskaper tar upp mer utrymme och kan vara svårare att installera på grund av sin större diameter. Dock är kopparkablar tyngre, vilket kan innebära mer arbete vid installation av kopparkablar jämfört med motsvarande aluminiumkablar.

För att möjliggöra en jämförelse i klimatpåverkan från elkablar i aluminium kontra koppar har en installationsspecialist på NCC kopplats in till projektet. Installationssamordnaren har tagit fram förslag på kablar i de båda materialen som har motsvarande elektriska egenskaper, se tabell 3.4.2a.

Tabell 3.4.2a Jämförelsebara faskablar

	Namn	Area [mm ²]
Jämförelse 1		
Koppar	FXQJ 1 kV 4x35/16	35
Aluminium	AXQJ Easy 1 kV 4X70/21	70
Jämförelse 2		
Koppar	FXQJ 1 kV 4x50/25	50
Aluminium	AXQJ Easy 1 kV 4X95/50	95
Jämförelse 3		
Koppar	FXQJ 1 kV 4x120/70	120
Aluminium	AXQJ Easy 1 kV 4X158/57	185

För att jämföra klimatpåverkan har endast metallen i kablarna jämförts då EPD på två motsvarande kablar ej har varit möjlig. Resultatet visar att en meter kopparkabel har en lägre klimatpåverkan jämfört med en meter aluminiumkabel med motsvarande elektriska egenskaper, se tabell 3.4.2b. Emissionsdata från Boverkets klimatdatabas, primär råvara har använts, återvinningsgrad kan påverka då emissionsdata förändras.

Tabell 3.4.2.b Klimatpåverkan koppar- respektive aluminiumkabel.

	Namn	A [mm ²]	L [m]	V [m ³]	d [kg/m ³]	m [kg]	Klimatpåverkan per kg [kgCO ₂ e/kg]	Klimatpåverkan per meter [kgCO ₂ e/m]
Jämförelse 1								
Koppar	FXQJ 1 kV 4x35/16	35	1	0,000040	8960	0,3136	4,2	1,3
Aluminium	AXQJ Easy 1 kV 4X70/21	70	1	0,000070	2700	0,189	10,0	1,9
Jämförelse 2								
Koppar	FXQJ 1 kV 4x50/25	50	1	0,000050	8960	0,448	4,2	1,9
Aluminium	AXQJ Easy 1 kV 4X95/50	95	1	0,000095	2700	0,2565	10,0	2,6
Jämförelse 3								
Koppar	FXQJ 1 kV 4x120/70	120	1	0,000120	8960	1,0752	4,2	4,6
Aluminium	AXQJ Easy 1 kV 4X158/57	185	1	0,000185	2700	0,4995	10,0	5,0

3.4.3. Kanalisation och kabelstege

Vid val av kanalisation i form av fönsterbänkskanaler finns det möjlighet att göra val utifrån ett klimatperspektiv. I denna studie görs en jämförelse mellan fyra olika fönsterbänkskanaler, två i plast, en i stål och två i aluminium, se tabell 3.4.3. Varje material har egna fördelar och användningsområden enligt NCC:s elinstallatör. Plast är lättviktigt, kostnadseffektivt och enkelt att installera, vilket gör det vanligt i bostäder och kontor. Halogenfri plast är brandsäker, lämplig för offentliga byggnader och IT-miljöer. Aluminium är lätt och korrosionsbeständigt. Stål är mycket starkt, hållbart och självjordande, ofta använt i industriella miljöer och offentliga byggnader.

I denna studie har klimatpåverkan från fönsterbänkskanaler jämförts mellan fyra olika versioner. Längden på fönsterbänkskanaler, ca 1300 m, är hämtad från ett verkligt projekt med en BTA på 9914 m². Jämförelse av tillgängliga underlag i form av PEP visar följande skillnader. Det bör observeras att det är lite olika prestanda och troligtvis livslängd på dessa kanaler.

Resultatet visar att klimatpåverkan från plast 1 har lägst klimatpåverkan av de fyra varianterna. Det är stora variationer mellan de två leverantörerna som undersökts även när de har samma material, det går inte att utläsa vad detta beror på men indikerar att resultatet kan vara något osäkert.

Tabell 3.4.3 Jämförelse klimatpåverkan fönsterbänkskanaler

Material	Längd [m]	Klimatpåverkan per meter [kgCO ₂ e/m]	Total klimatpå- verkan [kgCO ₂ e]	BTA [m ²]	Klimatpåverkan per BTA [kgCO ₂ e/m ²]
Plast 1, PEP Hager HAGE-00676-V01.01 Hager	1300	2,29	2 977	9914	0,3
Plast 2, PEP Schneider SCHN-00071-V02.02	1300	14,3	18 650	9914	1,9
Stål, PEP Hager HAGE-00223-V02.01 Hager	1300	22,6	29 380	9914	3,0
Aluminium, PEP Schneider SCHN-101019-V01.01	1300	38,3	49 790	9914	5,0
Aluminium, PEP Hager HAGE-00552-V01.01	1300	9,1	11 809	9914	1,2

Gällande kabelstegar visade beräkningar i tidigare SBUF-projekt (SBUF, 2022) att kanalisation och kabelstegar utgör en betydande andel av klimatpåverkan från elinstallationer. För kabelstegar identifierades inga klimatförbättrande åtgärder på materialsidan. Däremot finns det möjligheter att återbruka kabelstegar, vilket medför att klimatpåverkan blir i princip noll.

3.5. Inköp av installationsprodukter

Det finns i arbetet med minskad klimatpåverkan från installationsprodukter vissa utmaningar när det gäller datainsamling. Det är vanligt att installatörer lämnar ett kvadratmeterpris för sitt arbete utan att specificera hur mycket av kostnaden som avser arbete respektive material. Denna typ av redovisning kan skapa svårigheter när lagen om klimatdeklarationer även kommer att inkludera klimatpåverkan från byggdel 8, Installationer. Utan detaljerad redovisning framgår det inte vilka produkter som använts, vilket försvårar arbetet med klimatberäkningar och klimatoptimering.

För att adressera dessa problem är det viktigt att tidigt i upphandlingsprocessen ställa krav på särredovisning av material och arbete. Dessutom är det viktigt att de projekterade installationsprodukterna faktiskt är det som köps in och används under produktionen för att undvika risken att projekt inte klarar sina klimatkrav. När utbyte till likvärdig produkt sker ska även klimatpåverkan från ingående material värderas.

4. Diskussion och slutsats

En generell slutsats efter studien är att branschens förmåga att beräkna klimatpåverkan från material i installationssystem fortsatt är under utveckling. Första steget i arbetet med att kunna minska klimatpåverkan från material och optimera installationssystemen är att beräkningar av dess klimatpåverkan behöver standardiseras och utvecklas för att det ska vara möjligt för en större del av branschen att kartlägga sin påverkan från installationsystemet. Eftersom det i dagsläget inte finns referensvärden från Boverket likt för övriga byggnadsdelar (bortsett från byggdelen 7) finns det mycket större utmaningar för branschen att beräkna dessa. När klimatdeklarationen infördes 2022 var det ett första steg i att driva arbetet med att minska klimatpåverkan genom att öka kunskapen i branschen kring vilka delar som stod för stora klimatutsläpp. Samma resa behöver nu göras för installationer. En rekommendation är därför att både Boverket, lokala initiativ samt olika miljöcertifieringssystem i största möjliga mån inkluderar installationer i sina klimatberäkningskrav.

Trots slutsatserna ovan har studien visat på att det finns potential för att minska klimatpåverkan från installationssystem i byggnader genom materialval och systemoptimeringar. Viktiga fynd indikerar att alternativa material som PEX/PAL-rör och glasull kan minska klimatpåverkan jämfört med traditionella material som koppar och stennull. Dessutom kan valet av ventilationssystem och komponenter, såsom användning av glasullkanaler och platsbyggda luftbehandlingsaggregat med roterande värmeåtervinning, ytterligare minska klimatpåverkan.

Ventilationssystemens klimatpåverkan varierar beroende på systemlösning och materialval. Resultaten visar att ventilationskanaler av glasull kan minska klimatpåverkan jämfört med stålkanaler. Stålkanaler har stor potential att bytas till stål med lägre klimatpåverkan, i dagsläget främst återvunnet stål men i förlängningen även fossilfritt stål. En utmaning med att öka användningen av återvunnet stål är att utbudet av återvunnen stålråvara inte ökar då stål redan idag återvinns i mycket stor omfattning så den totala klimatbesparingen är med denna typ av åtgärder är något tveksam. Platsbyggda luftbehandlingsaggregat med roterande värmeåtervinning har enligt beräkningar lägre klimatpåverkan än prefabricerade aggregat. Detta indikerar att det finns möjligheter att minska klimatpåverkan genom att välja rätt material och systemlösningar för ventilation. Det är dock av stor vikt att ta hänsyn till projektets förutsättningar och inte suboptimera dessa lösningar eftersom livslängd och energianvändning också har stor påverkan på klimatavtrycket. Här behövs ytterligare studier som tar med ett bredare perspektiv på klimatpåverkan från ventilationssystemen.

Belysningsarmaturer och elkablar är andra områden där materialval spelar en avgörande roll. Studien visar att aktiva val av belysningsarmaturer kan ha en betydande inverkan på den totala klimatpåverkan från elsystemet i lokalbyggnader. Det är viktigt att säkerställa att EPD:er för belysningsarmaturer inkluderar alla nödvändiga komponenter för att få en korrekt bild av deras klimatpåverkan. De EPD:er som finns idag visar på kvalitetsbrister och skillnader i avgränsningar vilket gör att de är svåra att använda för jämförelser. Jämförelsen mellan koppar- och aluminiumkablar visar att kopparkablar har lägre klimatpåverkan per meter jämfört med aluminiumkablar med motsvarande elektriska egenskaper, vilket kan göra kopparkablar till ett mer hållbart val.

Valet av systemlösningar, såsom varmvattencirkulation (VVC) kontra varmvattenberedare (VVB), påverkar också den totala klimatpåverkan. Även om skillnaden i klimatpåverkan under byggskedet är marginell, kan energiförbrukningen under driftskedet ha en betydande inverkan. Likadant så är skillnaden i klimatpåverkan från materialen som ingår i FTX- och FX(P)-system relativt liten i förhållande till hur stor skillnaden potentiellt kan vara i energianvändningens klimatpåverkan över 50 års drift. Det är avgörande vilka framtidsscenario som används för att räkna på framtida klimatpåverkan från energianvändning.

En möjlighet till besparing av CO₂ som inte undersökts lika grundligt i denna studie är möjligheten till återbruk av installationsprodukter. Vi vet att det finns möjlighet att återbruka till exempel ventilationskanaler, rörsystem, radiatorer och sanitetsporslin som samtliga utgör en betydande del av klimatpåverkan. Detta görs ofta vid ombyggnation och renovering då material och system bevaras men är inte lika vanligt vid nyproduktion då demonterade produkter behöver användas. Att vidare utreda möjligheten till återbruk av installationsprodukter är något som bör undersökas med vidare forskning.

För att uppnå de klimatmål som ställs i byggprojekt är det viktigt att tidigt i upphandlingsprocessen ställa krav på särredovisning av material och arbete. Detta säkerställer att de projekterade installationsprodukterna faktiskt används under produktionen och att projektet klarar sina klimatkrav.

Studien har också belyst vikten av att inkludera installationssystem i klimatdeklarationer, vilket idag ofta exkluderas eller hanteras med schabloner. Förslag på uppdateringar av lagkrav och lokala initiativ som LFM30 och Uppsala klimatprotokoll visar att det finns en växande efterfrågan på mer detaljerade klimatberäkningar för installationssystem. Detta kommer att kräva att branschen utvecklar mer transparenta och noggranna metoder för att beräkna klimatpåverkan från dessa system.

Sammanfattningsvis visar denna studie att det finns potential att minska klimatpåverkan från installationssystem genom noggranna materialval och systemoptimeringar. För att uppnå detta är det viktigt att göra helhetsbedömningar av både bygg- och driftskede, överväga alternativa material med lägre klimatpåverkan, och säkerställa att alla nödvändiga komponenter inkluderas i klimatberäkningarna. Genom att implementera dessa åtgärder kan byggsektorn bidra till att minska sin klimatpåverkan och uppnå hållbarhetsmål. Fortsatt forskning och innovation inom detta område är avgörande för att ytterligare förbättra byggsystemens miljöprestanda. Eftersom denna studie utrett möjligheterna att minska klimatpåverkan från installationer har inte möjligheten funnits att gå in på djupet och utreda samtliga åtgärder ur alla perspektiv. Rapporten kan därför användas som underlag för framtida studier som vill utreda potentialen i olika klimatförbättrande åtgärder.

Referenser

Bionova (2021). One Click LCA, program för LCA-beräkningar i byggprojekt.

Boverket (2024). *Klimatdeklarationens omfattning*. <https://www.boverket.se/sv/klimat-deklaration/gor-sa-har/omfattning/>

Boverket (2021). Klimatdeklaration av byggnader. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/klimatdeklaration/>

Boverket (2020). Utveckling av regler om klimatdeklaration av byggnader. <https://www.boverket.se/sv/om-boverket/publicerat-av-boverket/publikationer/2020/utveckling-av-regler-om-klimatdeklaration-av-byggnader/>

IVL Svenska Miljöinstitutet (2025). Anvisningar för LCA-beräkning i byggprojekt. [Anvisningar LCA beräkning byggprojekt - IVL.se](https://www.ivl.se/anvisningar-lca-berakning-byggprojekt).

IVL Svenska Miljöinstitutet (2016). Rapport B 2260 - Byggandets klimatpåverkan. Larsson, M., Erlandsson, M., Malmqvist, T., Kellner, J.

Jerléus, K. (2020). *Ett ventilationssystem miljöpåverkan*. Examensarbete Linneuniversitetet

Kiamili, C., Hollberg, A., Habert, G. (2020). *Detailed Assessment of Embodied Carbon of HVAC Systems for a New Office Building Based on BIM*

Malmqvist T. et al. (2023): Referensvärden för klimatpåverkan vid uppförande av byggnader. Version 2. KTH skolan för arkitektur och samhällsbyggnad, ISBN: 978-91-8040-518-8. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-324853>

NCC (2022). *Klimatpåverkan av installationssystem i byggnader* [Klimatpåverkan av installationssystem i byggnader](https://www.ncc.se/klimatpa-verkan-av-installationssystem-i-byggnader)

Ylmén, P., Peñaloza, D., Mjörnell, K. (2019). *Life Cycle Assessment of an Office Building Based on Site-Specific Data*

WSP (2024). *Klimatpåverkan av luft- respektive vattenburen kyla från material och driftskede*. [14320 SBUF Slutrapport Klimatpåverkan av luft- respektive vattenburen kyla från material och driftskede \(1\).pdf](https://www.wsp.se/14320-SBUF-Slutrapport-Klimatpa-verkan-av-luft-respektive-vattenburen-kyla-fran-material-och-driftskede-1.pdf)

P.E.P. Association (2025) <http://www.pep-ecopassport.org/pep-association/>