



CHALMERS

Återbruk inom installationsteknik

Jämförelse av driftutsläpp och den inbyggda koldioxiden

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Oliver Brynte

Elli Hukic

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

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2025

www.chalmers.se

EXAMENSARBETE ACEX20

Återbruk inom installationsteknik

Jämförelse av driftutsläpp och den inbyggda koldioxiden

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Oliver Brynte

Elli Hukic

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Installationsteknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg 2025

Återbruk inom installationsteknik

Jämförelse av driftutsläpp och den inbyggda koldioxiden

Oliver Brynte

Elli Hukic

© OLIVER BRYNTE & ELLI HUKIC, 2025

Examensarbete ACEX20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Installationsteknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 1000

Avdelningen för Installationsteknik

Göteborg 2025

Återbruk inom installationsteknik

Jämförelse av driftutsläpp och den inbyggda koldioxiden

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Oliver Brynte

Elli Hukic

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Installationsteknik

Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

Bygg- och fastighetssektorn står för en betydande del av Sveriges totala klimatutsläpp. Installationsteknik och VVS-branschen är områden med stor potential för att minska dessa utsläpp. Denna studie syftar till att undersöka hur driftskedet påverkar klimatnyttan vid återbruk av fläktar, främst genom att analysera klimatpåverkan från driftskede i relation till byggskede.

Studien kombinerar litteraturstudier, scenarioanalyser och intervjuer med aktörer från branschen för att bedöma klimatpåverkan från nya och återbrukade fläktar. Identifiering av brytpunkter där återbruk inte längre är hållbart ligger som huvudfokus, där hänsyn till faktorer som livslängd, energieffektivitet och underhållsbehov tas fram.

Resultatet belyser återbrukets möjlighet att medföra klimatbesparingar, men att dessa kan minska eller upphöra om fläktens verkningsgrad är för låg. Slutsatsen förtydligar att återbruk av VVS-produkter kan vara klimatomått hållbart, men att tillräckligt hög verkningsgrad krävs för att det inte ska bli för höga driftutsläpp. Rapporten presenterar tydliga brytpunkter där återbruk slutar vara fördelaktigt, främst vid låg energieffektivitet. Betoning läggs på att det inte alltid är den mest energieffektiva lösningen som leder till störst klimatvinst, utan att rätt förutsättningar är avgörande.

Nyckelord: återbruk, klimatpåverkan, verkningsgrad, fläktar, livslängd

Reuse in Building Services Engineering

Comparison of Operational Emissions and Embodied Carbon

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Environmental Engineering

Oliver Brynte

Elli Hukic

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Building Services Engineering

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The construction and property sector accounts for a significant portion of Sweden's total climate emissions. Within this sector, building services engineering and the HVAC industry are areas that offer great potential for reducing these emissions. This study aims to investigate how the operational phase affects the climate benefit of reusing fans, primarily by analyzing the climate impact from the operational phase in addition to the construction phase.

The study combines literature studies, scenario analyses and interviews with industry stakeholders to assess the climate impact of new and reused fans. The key focus lies on identifying breakpoints where reuse is no longer sustainable, where factors such as lifespan, energy efficiency and maintenance needs are taken into account.

The results highlight the potential for reuse to lead to climate savings, but that these can be reduced or negated if the fan's efficiency is too low. The conclusion clarifies that reusing HVAC products can be climate-sustainable, but that sufficiently high efficiency is required to prevent excessive operational emissions. The report presents clear thresholds where recycling ceases to be beneficial, primarily at low energy efficiency. Emphasis is placed on the fact that it is not always the most energy-efficient solution that leads to the greatest climate benefit, but that the right conditions are crucial.

Keywords: reuse, climate impact, efficiency, fans, lifespan

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	I
ABSTRACT.....	II
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	III
FÖRORD.....	V
BEGREPP OCH DEFINITIONER.....	VI
1 INLEDNING.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Frågeställningar.....	1
1.4 Avgränsningar.....	1
1.5 Metod.....	2
2 TEORI.....	4
2.1 Definition återbruk.....	4
2.2 Byggnadens livscykel.....	4
2.3 Funktionskrav.....	5
2.4 Produkttyper.....	8
2.5 Klimatpåverkan från el.....	9
2.6 Riksdagen och regeringens arbete.....	11
2.7 Grön finansiering.....	12
3 LITTERATURSTUDIE.....	13
3.1 Återbruksguiden för installationer.....	13
3.2 Återbruk – en outnyttjad potential vid renovering.....	13
3.3 Byggandets klimatpåverkan.....	14
3.4 Återbrukstermometern: så stor är potentialen hos tekniska installationer.....	15
3.5 Ventilationen lever vidare i Mölndal.....	16
3.6 Humlegården räddade 2700 armaturer från soptippen.....	16
3.7 RE:3.....	17
3.8 RE:create.....	17
3.9 Återbruk i pilotprojekt.....	18
3.10 Potential, effekter och erfarenheter från återbruk i bygg- och fastighetssektorn.....	18
4. INTERVJUSTUDIE.....	20
4.1 Intervju med hållbarhetskonsult på VVS-konsultföretag.....	20
4.2 Intervju med VVS-konsult på VVS-konsultföretag.....	21
4.3 Intervju med ansvarig för Hållbarhet & Kvalitet / Forskning & Utveckling på VVS-produkttillverkande företag.....	22

4.4 Intervju med chef för Cirkulär affärsutveckling på VVS-produkttillverkande företag	24
4.5 Intervju med VD på fläkttillverkande företag	25
4.6 Intervju med hållbarhetschef på VVS-produkttillverkande företag.....	26
4.7 Intervju med säljingenjör på fläkttillverkande företag	27
5 RESULTAT AV BERÄKNINGSEXEMPEL.....	29
5.1 Undersökning verkningsgrad	30
5.2 Undersökning drifttid	32
5.3 Undersökning klimatförbättringsscenario	32
5.4 Undersökning av olika utbyten	33
5.5 Undersökning av kostnader	34
6 DISKUSSION	36
6.1 Intervjustudie	36
6.2 Klimatpåverkan och verkningsgrad.....	37
6.3 Drifttiden och klimatförbättringsscenarioets betydelse	37
6.4 Transport och underhållsbehov	38
6.5 Livslängd och driftsäkerhet.....	38
6.6 Ekonomi	38
6.7 Hur blir återbruk mer klimatvänligt?	38
7 SLUTSATS	40
8 REFERENSER.....	41

FÖRORD

Detta examensarbete är den avslutande delen av högskoleingenjörsprogrammet i Samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers tekniska högskola och har genomförts av Oliver Brynte och Elli Hukic. Examensarbetet har utförts med hjälp och handledning från konsultföretaget Bengt Dahlgren, som vi vill rikta stort tack till för värdefull hjälp och expertis. Vi vill även tacka alla respondenter som har tagit sig tiden att svara på våra frågor. Slutligen vill vi tacka Anders Trüschel och Torbjörn Lindholm på Chalmers tekniska högskola för deras handledning under arbetets gång.

Göteborg, juni 2025

Oliver Brynte

Elli Hukic

BEGREPP OCH DEFINITIONER

A_{temp} – Den golvarea i en byggnad som värms till mer än 10 °C och är avsedd för personer att vistas i.

BTA – Bruttoarea, byggnadens totala area mätt till ytterväggarnas utsida.

CAV – Ett ventilationssystem där luftflödet är konstant.

CO_{2e} – Koldioxidekvivalenter, är ett mått på utsläpp av växthusgaser.

kWh – Kilowattimme, enhet för energi, motsvarar en effekt på 1 kW under 1 timme.

VVS – Förkortning av termerna värme, ventilation och sanitet.

1 INLEDNING

Följande avsnitt presenterar bakgrunden till ämnet, rapportens syfte och de frågeställningar som utreds. Vidare presenteras även metod och avgränsning som rapporten förhåller sig till.

1.1 Bakgrund

Bygg- och fastighetssektorn stod år 2021 för 21,7 procent av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser (Boverket, 2024a). Ett område med stor potential där dessa utsläpp kan minskas är installationstekniken. Att återbruka produkter är en central del av övergången till en cirkulär ekonomi och ett mer hållbart samhälle (Svenska miljöinstitutet, 2025b). Genom att återanvända material och produkter kan sektorn minska sitt resursuttag och avfallsmängd, vilket därmed även minskar dess klimatpåverkan.

Samtidigt innebär återbruk stora utmaningar (Andersson Johanna, 2024), exempelvis när det gäller livslängd, energieffektivitet och standardisering, vilket gör det till ett område i snabb utveckling med stort behov av nya innovationer och metoder. Genom att återanvända VVS-produkter kan klimatbesparingar uppnås i byggskedet, men frågor kring livslängd, drift och energieffektivitet behöver utvärderas för att förstå klimatpåverkan över tid och identifiera brytpunkter.

1.2 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka hur driftskedet påverkar klimatnyttan vid återbruk av VVS-produkter genom att analysera klimatpåverkan från driftskede i relation till byggskedet. Målet är att identifiera förutsättningar för att återbruk av VVS-produkter ska vara klimatomfattigt hållbart.

1.3 Frågeställningar

- Hur påverkar energieffektivitet och underhållsbehov klimatnyttan av återbrukade VVS-produkter?
- Vilka brytpunkter finns då återbruk blir mindre fördelaktigt ur ett hållbarhetsperspektiv?
- Vilka krav på funktionalitet och prestanda behöver uppfyllas för att återbruk av VVS-produkter ska vara hållbart över både bygg- och driftskedet?

1.4 Avgränsningar

Studien fokuserar enbart på de undersökta VVS-produkternas klimatpåverkan och omfattar inte hela byggnadens klimatavtryck. I resultatet avgränsas beräkningar och

analys till enbart fläktar. Vidare avgränsas arbetet till svenska standarder och regler. Studien utvärderar återbruk ur ett hållbarhetsperspektiv men inkluderar inte utmaningar kopplade till lager, tillgång på varor och kvalitetssäkring.

1.5 Metod

Arbetet genomförs genom en kombination av litteraturstudier, empiriska undersökningar, intervjuer, beräkningar och scenarioanalyser.

Litteraturstudiens utformning

Inledningsvis genomförs en litteraturstudie av befintlig forskning, branschrapporter och relevant fakta inom återbruk av VVS-produkter. Syftet är att skapa en kunskapsbas och identifiera tidigare studier och metoder som kan tillämpas i analysen.

Empiriska undersökningar och intervjuer

För att komplettera litteraturstudien genomförs intervjuer med leverantörer och branschaktörer. De flesta intervjuerna genomförs skriftligt över e-post, medan några genomförs som semistrukturerade på plats. Syftet med intervjuerna är att få en praktisk förankring kring analysen genom insikter om driftprestanda, underhållsbehov, livslängd och energieffektivitet hos återbrukade produkter. Intervjuerna bidrar även till att identifiera eventuella hinder och möjligheter kopplade till hållbarhetsaspekter inom återbruk.

Produktval och analyskriterier

Efter analys och jämförelse av flera VVS-produkter via litteraturstudie samt diverse artiklar och intervjuer har valet av inriktning på fläktar gjorts. Fläktar utgör den röda tråden genom texten och är produkten som studien fokuserar på. För att möjliggöra jämförelsen mellan återbrukade och nya fläktar definieras funktionella krav såsom energieffektivitet, prestanda under drift, underhållsbehov, livslängd och klimatpåverkan i byggskedet.

Scenarioanalyser

För att bedöma långsiktiga effekter genomförs beräkningar av resurs- och energianvändning under drift. Scenarioanalyser används för att jämföra prestanda och energieffektivitet mellan återbrukade och nya fläktar. De används även vid jämförelse av de funktionella kraven mellan återbrukade och nya fläktar. Dessutom analyseras klimatpåverkan relaterad till energiproduktionen under drift för att kunna identifiera hur avgörande en sämre verkningsgrad hade varit för en återbrukad fläkt. Slutligen identifieras brytpunkter där återbruk blir mindre fördelaktigt ur ett

klimatperspektiv, vilket kan ge vägledning för framtida implementering av återbrukade fläktar.

Beräkning av CO₂e från driftenergi och transport

För att beräkna CO₂e-utsläppen måste först näteffekten beräknas enligt ekvation 1 nedan:

$$P = \frac{q * \Delta p}{\eta} \quad (1)$$

P = Näteffekt [kW]

q = Flöde [m³/s]

Δp = Tryckökning [kPa]

η = Verkningsgrad

Utsläppen från drift beräknas enligt ekvation 2 nedan:

$$Utsläpp = P * t * Emissionsfaktor \quad (2)$$

Utsläpp = Utsläpp [kg CO₂e]

P = Näteffekt [kW]

t = Drifttid [h]

Emissionsfaktor = Utsläpp från elmixen [kg CO₂e/kWh]

Utsläppen från transport beräknas enligt ekvation 3 nedan:

$$Utsläpp = (eR * dR + eN * dN) * Energislaget \quad (3)$$

Utsläpp = Utsläpp [kg CO₂e]

eR = Energiåtgång regionalt 1 [MJ/km]

dR = Körningssträcka regionalt [km]

eN = Energiåtgång närdistribution 1,5 [MJ/km]

dN = Körningssträcka närdistribution [km]

Energislaget = Utsläpp Diesel, reduktionsplikt (2023) 0,0695 [kg CO₂e/MJ]

2 TEORI

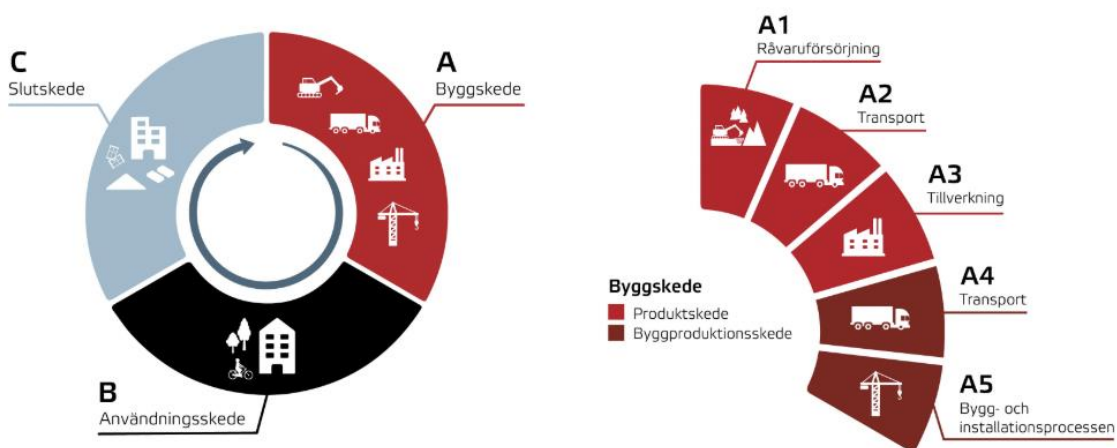
I denna del presenteras teorin som syftar till att öka förståelsen för resten av rapporten.

2.1 Definition återbruk

Återbruk är på plats två i avfallshierarkin, ett EU-direktiv som även är antaget i den svenska miljöbalken (Naturskyddsföreningen, 2021). Den anger hur avfall ska tas hand om och består av: minimera, återanvända, återvinna, utvinna energi och deponera. Återanvändning, även kallat återbruk, innebär att en produkt används på nytt utan att behöva bearbetas till råmaterial (Cirkulerad, 2023). Genom att återbruka produkter behöver det inte tillverkas lika mycket nya, samtidigt som livslängden för produkten förlängs, vilket bidrar till minskade utsläpp av växthusgaser samt minskad mängd avfall. Detta lägger grunden för en mer cirkulär ekonomi, där produkter används på nytt om och om igen.

2.2 Byggnadens livscykel

En byggnads livscykel kan delas upp enligt Figur 1 nedan i byggskede, användningsskede och slutskede, detta enligt den europeiska standarden EN 15978 (Boverket, 2024c). Skedena delas i sin tur upp i olika moduler enligt Figur 2 nedan som beskriver de olika processerna.



Figur 1 Byggnadens skeden

Livscykelinformation byggnad			
A1–A5 Byggskede		B1–B7 Användningsskede	C1–C4 Slutskede
A1–A3 Produktskede	A4–A5 Bygg- produktionsskede		
A1 Råvaru- försörjning	A4 Transport	B1 Användning	C1 Demontering, rivning
		B2 Underhåll	
A2 Transport	A5 Bygg- och installations- processen	B3 Reparation	C2 Transport
A3 Tillverkning		B4 Utbyte	C3 Restprodukt- behandling
		B5 Ombyggnad	
		B6 Driftsenergi	C4 Bortskaffning
		B7 Driftens vattenanvändning	

Figur 2 Byggnadens moduler

2.3 Funktionskrav

Funktionskrav beskriver och definierar vilka funktioner en produkt behöver utföra för att kunna uppfylla sitt avsedda syfte (Roskar Kristina, 2024). Relevanta funktionella krav som användas för produktanalys med avseende på återbruk är energieffektivitet, prestanda under drift, underhållsbehov, livslängd och klimatpåverkan i byggskedet.

Energieffektivisering

Energieffektivisering innebär att en produkt eller tjänst minskar i energianvändning samtidigt som produktionsmängden och resultatet förblir detsamma (INU, u.å.). Klimatbelastning, ett stort problem för samhället, kan bekämpas genom att skapa hållbara energisystem med hjälp av energieffektivisering, för att därmed öka medvetenheten kring energianvändningen. För VVS system kan detta avse komponenter i en byggnad som hanterar uppvärmning, ventilation och vatten, alla aspekter som kan dra stora mängder energi om inte effektivt utformade och hanterade (Energi nyheter, 2024).

Prestanda under drift

Prestanda visar en produkts eller systems kapacitet att utföra sin relevanta uppgift (Dinordbok, u.å.). Inom VVS-branschen är det avgörande att kunna kvantifiera en produkts effektivitet med siffror. Detta görs med en mängd olika metoder, alla beroende av produkttyp, där verkningsgrad ligger till fokus för rapporten.

Underhållsbehov

Installation och montering av VVS komponenter utgör enbart en del av ett välfungerande installationstekniskt system, men för att driftsäkerhet och effektivitet under byggnadens hela livstid ska garanteras finns det ett visst underhållsbehov.

Inom VVS branschen refererar underhållsbehov till det regelbundna underhållet och rutinkontroll som anordnas efter att produkten är installerad för att säkerställa att värme-, ventilations- och luftkonditioneringssystemet fungerar utan vidare problem (Comparesoft, u.å.). Exempelvis ska filter bytas i ett FTX-system var tredje till sjätte månad i fastigheter såsom restauranger och kontor, och var sjätte till tolfte månad i fastigheter med renare miljöer, eller där ventilationssystemet inte används lika ofta (Aerius, u.å.-a). Filterbyte är viktigt för att förhindra skador samt bibehålla systemets effektivitet och en god luftkvalitet.

Livslängd

Det finns ingen entydig definition av livslängd, då definitionen kan variera beroende på sammanhang, produkt och kategori (Naturvårdsverket, 2020). Livslängd kan beaktas ur olika perspektiv:

- Teknisk livslängd: Den period produkten fungerar tekniskt som den ska för avsatt ändamål.
- Förväntad livslängd: Den uppskattade tiden produkten förväntas fungera tekniskt för avsatt ändamål.
- Ekonomisk livslängd: Den tidsram inom vilken en investering bedöms vara lönsam för ett företag. Denna investering är alltid kortare eller lika med den tekniska livslängden.
- Faktisk livslängd: Tiden från att produkten tas i bruk till att den slutar användas eller avvecklas.

Livslängd kan mätas i tid eller i användning och kan uttryckas som en medellivslängd, medianlivslängd, minimilivslängd eller ett intervall (Naturvårdsverket, 2020). Beräkningar baseras vanligtvis på tillverkarens uppskattningar, tester och garantier, men kan även verifieras av tredje part.

Livslängder påverkas av många olika faktorer och kan variera från fall till fall, men några ungefärliga värden för specifika produkter är:

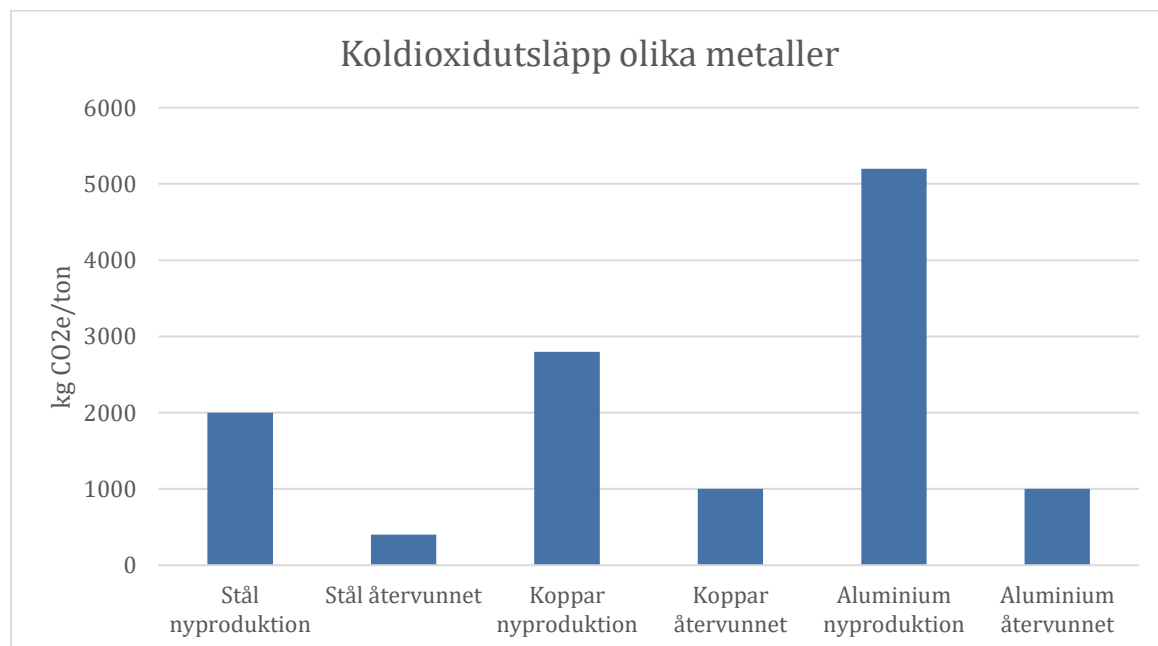
- FTX aggregat: 25-35 år (Storstadens Ventilation, 2025)

- Värmepump: 15-20 år (QVANTUM, 2024)
- Fläkt i VVS-system: 15-20 år (Alfa Fans, 2024)

Genom att uppgradera komponenter i ett luftbehandlingsaggregat går det att förlänga dess livslängd (Swegon, u.å.-c). Slitagekomponenter byts ut, ny styr installeras och fläktarna kan ersättas med modernare modeller. Resultatet blir ett smartare aggregat med förbättrad energieffektivitet, minskad miljöpåverkan och en längre livslängd, som dessutom blir billigare att köpa än ett nytt. Genom regelbundna rengöringar av ventilationskanaler kan livslängden förlängas även där (Aerius, u.å.-b). Vid ett rent ventilationssystem minskar slitage på komponenter och därav håller produkten längre.

Klimatpåverkan i byggskedet

En viktig aspekt kopplad till koldioxidutsläpp inom byggsektorn handlar om den så kallade inbäddade koldioxiden (Bluebeam Blog, 2022). Detta omfattar de material och byggprocesser som används för att leverera en produkt. Vanliga VVS-material är metaller som koppar, stål och aluminium (Topstar Scaffolding, 2024). Utsläppen från de olika metallerna redovisas i Figur 3 nedan (Tillväxtanalys, 2018). Viktigt att påpeka att detta gäller för svenska utsläpp, och att dessa siffror varierar mellan länder. I Polen är exempelvis utsläppen för aluminium ungefär tre gånger så högt som i Sverige. En av anledningarna till den signifikanta skillnaden mellan länderna beror på elproduktionen. I Sverige är koldioxidutsläppen kopplad till elmixen betydligt lägre än i många andra länder.



Figur 3 Koldioxidutsläpp i Sverige kg CO₂e/ton framställd metall

2.4 Produkttyper

Vid analys av möjlighet till återbruk finns det flera faktorer som måste beaktas, inte minst typen av produkt som ska återbrukas. VVS produkter brukar läggas under en av följande kategorier, passiva- eller aktiva produkter.

Passiva produkter

Passiva produkter karakteriserar av att deras funktion håller utan extern energitillförsel i form av motor, eldrift eller automatiska delar. Passiva produkter har ett lågt slitage, och därmed ses som mer lämpade till återbruk jämfört med aktiva produkter (Östlund Mats, 2022). Bristen på rörliga delar medför mindre slitage och nötning på produkterna, vilket ger produkterna längre livslängder. Rör och ledningar, ventilationskanaler, ventiler, isolering och radiatorer är alla exempel på passiva produkter.

Aktiva produkter

Aktiva produkter, till skillnad från passiva, anses vara en större utmaning att återbruka och inte lika lämpade för återbruk (Östlund Mats, 2022). Främsta anledningen kommer då aktiva produkter kräver energi i form av motor, rörliga delar eller eldrift för att deras funktion ska hålla. Produkter som aggregat, pumpar och fläktar är alla exempel på aktiva produkter, varav några kommer att utvecklas på nedan.

Aggregat

Ett aggregat kan betraktas som en enhet eller system som är uppbyggt av flera tekniska delar (DINORDBOK, u.å.). Inom VVS branschen däremot så specificeras begreppet mer till att bättre passa dess användning. Exempel på detta är ventilationsaggregat, luftbehandlingsaggregat, kylaggregat med mera, där alla är system som används till olika ändamål inom VVS.

Ventilationsaggregat har syftet att reglera byggnadens ventilation genom att tillföra frisk luft och föra bort förorenad luft (DELIVENT, u.å.). Begreppet användas synonymt med luftbehandlingsaggregat då och då, men anses i allmänhet inte behandla luft på samma sätt.

Luftbehandlingsaggregat anses vara ett mer avancerat system, som inte bara har som uppgift att reglera byggnadens ventilation, men även behandla luften till ett önskvärt inomhusklimat. Förutom ventilation så reglerar enheten temperatur och luftfuktighet, avlägsnar damm och andra insamlade partiklar från luften, fuktar eller

avfuktar luften och sedan levererar behaglig luft till rummet genom kanalerna (Panasonic, u.å.).

Fläkt

En fläkt är en motordriven maskin som används för att förflytta luft (CONTINENTAL FAN, 2019). I sin enklaste form består en fläkt av en motor, ett fläkthus och en roterande impeller. Fläktens rotationshastighet, impellerdesign och den effekt som tillförs motorn är de avgörande faktorerna som dikterar hur stor luftvolym som fläkten kan flytta.

Fläktar spelar en avgörande roll i VVS branschen, då system för uppvärmning, ventilation och luftkonditionering är alla utrustade med fläktar som fungerar som kyl- och luftcirkulerande enheter (Sofasco, 2021). Olika typer av fläktar används, vars utformning och design varierar beroende på deras funktion och prestandakrav. Exempel på fläktar som används är axialfläkt, centrifugalfläkt, kammarfläkt, tvärströmsfläkt med mera.

2.5 Klimatpåverkan från el

För att i ett senare skede kunna bedöma hur en sämre verkningsgrad påverkar klimatavtrycket behöver utsläppen från elmixen beaktas. Ur ett livscykelperspektiv, med hänsyn till både export och import, beräknades den genomsnittliga emissionsfaktorn för den nordiska elmixen till 90,4 g CO_{2e}/kWh (SMED, 2021). Den svenska elmixen har en ännu lägre emissionsfaktor på 37 g CO_{2e}/kWh (Boverket, 2024b). Sveriges elnät är sammankopplat med Europas elnät, där en stor del av elen tillverkas av fossila bränslen (Tekniska verken, u.å.). I Sverige produceras däremot el huvudsakligen från energikällor med låg klimatpåverkan, därav den signifikanta skillnaden. När Sverige har ett underskott av el importerar den från andra europeiska länder, där elen ofta medför högre utsläpp.

Klimatpåverkan från el i framtiden

Enligt Naturvårdsverket har utsläppen av växthusgaser från el- och fjärrvärmeproduktionen minskat med 41% sedan 1990 (Naturvårdsverket, 2024). För att Sverige ska uppnå målet om nettonollutsläpp av växthusgaser senast 2045 krävs en utbyggnad av elförsörjningen (Hamberg Roger, 2023). Att övergå till fossilfria energikällor är avgörande för att minska Sveriges växthusgasutsläpp, då en ökad andel fossilfri el kan sänka utsläppen per producerad kilowattimme. Regeringen satsar på flera områden för att främja elektrifieringen och utbyggnaden av fossilfri

elproduktion. I budgetpropositionen för 2025 föreslår regeringen investeringar på över en miljard kr för att stödja den gröna omställningen (Regeringskansliet, 2024a). Regeringen satsar även på forskning och innovation för att stärka konkurrenskraften och kompetensutvecklingen (Regeringskansliet, 2024b). Sammanfattningsvis pekar trender och regeringens satsningar på att Sveriges elproduktion kommer att bli ännu mer klimatvänlig i framtiden.

EU har satt upp mål för förnybar energi och strävar efter att påskynda dess utbyggnad för att uppnå en minskning av nettoutsläppen med 55% till år 2030 (European Commission, u.å.). För att minska utsläppen måste användningen av gas, kol och olja minska inom EU (European Environment Agency, 2024). Under de senaste decennierna är det trots allt en minskad trend för utsläpp av växthusgaser kopplat till energiproduktion. Klimat- och energipolitiken har effektivt sänkt utsläppen av växthusgaser kopplade till elproduktionen, hela 35% mindre CO_{2e}/kWh beräknas ha släppts ut 2023 jämfört med ett decennium sedan. Enerdata är en webbplats och modell som kan ge en uppskattning av hur stora utsläppen från elmixen kommer att vara i framtiden. Enligt modellen kommer kolhalten för energiproduktionen att minska med 88% globalt mellan åren 2022-2050 (Enerdata, u.å.). Genom deras EnerBlue scenario kan en trend skapas för gCO₂/kWh och tid. Enligt Europa trenden kommer Europa ha ett genomsnittligt utsläpp på 175 gCO₂/kWh år 2025, 47 gCO₂/kWh år 2035 och 12 gCO₂/kWh år 2050.

För beräkning av klimatförbättringsscenario för modul B6 (driftenergi) beräknas en linjär minskning från 100% till 60% fram till år 2050, därefter konstant (Svenska miljöinstitutet, 2025a). Detta beräknas enligt ekvation 4 nedan och kan användas för att se hur utsläppen från driftenergi kommer att förbättras med åren fram till år 2050.

$$X_j + X_j * \frac{60\% - 100\%}{2050 - A\ddot{a}} * (\ddot{A}_j - A\ddot{a}) \quad (4)$$

X_j = LCA-data för energibärare j aktuellt år, 0,037 [kg CO_{2e}]

$A\ddot{a}$ = Aktuellt år då beräkningen skickas in, 2025 [år]

\ddot{A}_j = Det specifika året man önskar ta fram LCA-data för

2.6 Riksdagen och regeringens arbete

I februari 2022 fick Boverket i uppdrag av regeringen att ta fram ett förslag för påskyndandet av gränsvärden för byggnader samt utvidgning av klimatdeklarationer (Boverket, 2023). I rapporten från Boverket framgår det att gränsvärden tidigast kan införas 1 juni 2025 och ska då omfatta modulerna A1-A5 i kg CO₂e/m² BTA.

Rapporten redovisar olika gränsvärden för olika typer av byggnader, vilka ska sänkas var 5:e år. Exempelvis ligger gränsvärdet för ett flerbostadshus på 375 kg CO₂e/m² BTA, där nya byggnader får inte överskrida dessa nivåer för att bli godkända.

Gränsvärdena inkluderar alla byggnadsdelar, inklusive tekniska installationer, dock inte fast utrustning och solceller. Dagens klimatdeklarationer omfattar inte tekniska installationer, men enligt det nya förslaget kommer detta att ändras. Det är Boverkets uppgift att kontrollera uppgifterna i klimatdeklarationen så de stämmer överens med gränsvärdet. Om gränsvärdet överskrids har Boverket rätten att utfärda sanktioner.

Vidare föreslås ytterligare lagändring 1 januari 2027, där klimatdeklarationen ska utökas och ska inkludera hela livscykeln modul A1-A5 (byggskede), B2 (underhåll), B4 (utbyte), B6 (driftenergi i användningsskedet), C1 (demontering), C2 (rivning), C3 (transport) och C4 (restproduktsbehandling och bortskaffning i slutskedet). Lagen ska även omfatta ändringar av byggnader som kräver bygglov enligt plan- och bygglagen.

Många motioner har tillkommit riksdagen angående återbruk inom byggsektorn. I en motion av Larry Söder anförs incitament för företag, organisationer och kommuner som aktivt arbetar med att främja och tillämpa återbruk inom byggsektorn (Söder Larry, 2024). Riksdagen ställer sig bakom motionen och vidarebefordrar den till regeringen. I en annan motion av Katarina Luhr med fler om rivning och återbruk inom byggsektorn anförs en rad olika yrkanden (Luhr Katarina m.fl., 2024). Bland annat ställer sig riksdagen bakom anförandet angående ett nationellt mål för att mer byggmaterial ska återbrukas från rivning, reovering och nybyggnation. Dessutom ställer sig riksdagen bakom anförandet att se över effekterna av styrmedel, för att identifiera vilka styrmedel som kan användas för att öka återanvändning av byggmaterial vid byggnation. Riksdagen stödjer även anförandet kring att införa kvotplikt för användning av återbrukade material vid byggnationer. Dessa anföranden tillkännages från riksdagen till regeringen.

2.7 Grön finansiering

Vid hållbara eller miljövänliga investeringar är det möjligt att ansöka om gröna lån, som innebär att företag får billigare lån eller byggnadskreditiv (Sparbanken, u.å.).

Förutsättningarna för lånet omfattar investeringar i aktioner som bidrar till ett grönare samhälle och minskade koldioxidutsläpp. Lånet är framtagna som incitament och stöd i klimatarbetet (Handelsbanken, u.å.). Det kan fås genom att företaget visar hur pengarna ska användas och återkopplar regelbundet till banken angående framsteg. Lånet har ofta förmånligare villkor och kan spara pengar i projektet, samtidigt som det minskar klimatpåverkan.

3 LITTERATURSTUDIE

I följande avsnitt presenteras tidigare rapporter, studier och artiklar. Återbruk ligger till fokus för dessa källor, men även klimatpåverkan inom byggnation påpekas. Syftet med litteraturstudien är att ge läsaren en stadig bakgrund och förståelse kring återbruk, som grund för fortsatt analys av rapporten.

3.1 Återbruksguiden för installationer

Återbruksguiden för installationer (Bengt Dahlgren, 2022) är en guide framtagen av Bengt Dahlgren. Den syftar till att ge en vägledning kring återbruk av VVS-produkter för att minska klimatpåverkan inom bygg- och fastighetssektorn. Studien lyfter fram att installationsprodukter står för en betydande del av byggnadens klimatavtryck. Guiden lyfter fram vikten av att väga klimatfördelarna med återbruk mot eventuella konsekvenser kopplade till energieffektivitet, underhåll, livslängd och prestanda. Utifrån detta identifierar guiden ett antal installationsprodukter med särskilt hög potential för återbruk. Motivet för valet är passiva produkter som är gömda och har en stor klimatpåverkan vid tillverkning. Dessa produkter är: apparatskåp/el-skåp, ventilationskanaler och passiva don, porslin och blandare, rumsvärmare och rumskylare, belysning och kabelstegar.

För att möjliggöra återbruk beskriver guiden arbetsmoment som omfattar inventering, demontering, rekonditionering, transport, projektering, återförsäljning och installation. Vidare belyses utmaningar med återbruk såsom CE-märkning, försäkringsfrågor, kostnader samt miljö- och hälsofarliga ämnen.

3.2 Återbruk – en outnyttjad potential vid renovering

I en rapport skriven av Paula Femenias med fler lyfts behovet av att återuppväcka återbruksperspektivet inom byggsektorn, ett område som har haft låg prioritet under många år, trots sin stora potential (Femenias Paula m.fl., 2017). Författarna betonar vikten av att förändra den rådande uppfattningen av att "nytt är bättre" och att i stället se värdet i att återbruka.

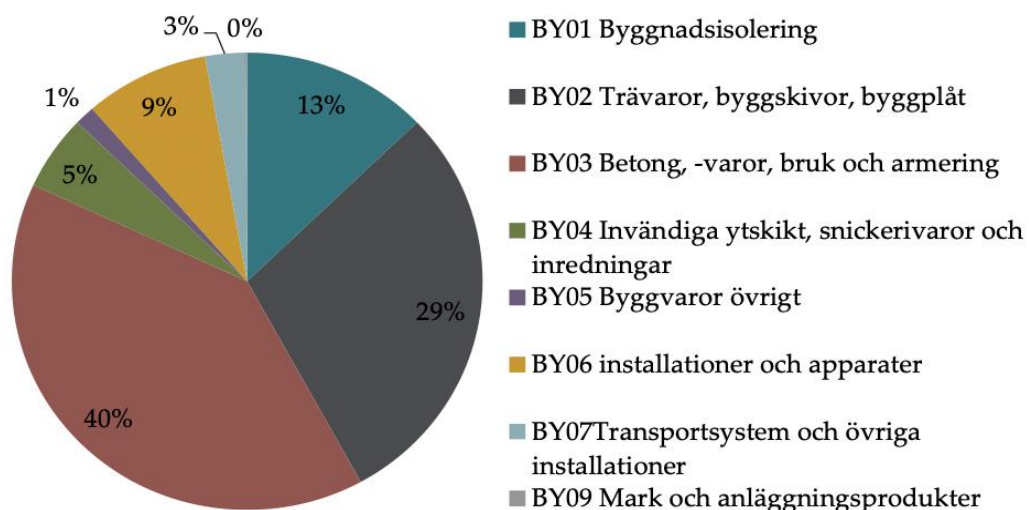
Rapporten lyfter även de negativa miljökonsekvenserna av att ersätta fungerande material med nyttillverkade och lyfter fram återbruk som en outnyttjad affärsmöjlighet. Vidare betonar rapporten att det krävs betydligt mer kompetens inom området för att möjliggöra en mer hållbar byggsektor. Syftet är att minska materialanvändning, främja en cirkulär ekonomi och skapa arbetstillfällen, samtidigt som klimatavtrycket

minskar. Genom att belysa dessa aspekter vill författarna bidra till en mer hållbar och ansvarsfull byggsektor, där återbruk prioriteras och blir en naturlig del av bygg- och renoveringsprocesser. Sammanfattningsvis framhålls återbrukets roll i att förena social hållbarhet, resurseffektivitet, kulturhistoriska värden och ekonomiska incitament.

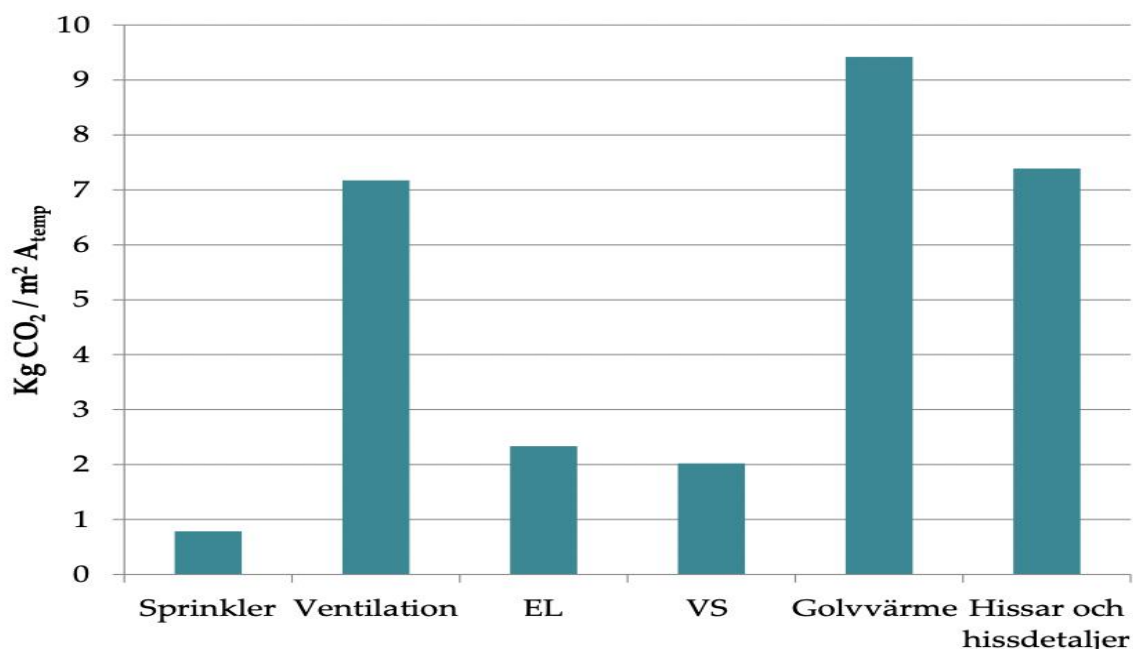
3.3 Byggandets klimatpåverkan

I en rapport från Svenska Miljöinstitutet utvärderas klimatpåverkan från ett flerbostadshus (Svenska Miljöinstitutet, 2016). Studien undersöker bland annat livslängder för olika komponenter genom att använda sig av kortast och längst livslängd. Detta utgör ett spann av möjliga livslängder som en komponent eller byggnadsmaterial kan ha. Faktorer som kan påverka livslängden inkluderar kvaliteten på materialet, underhåll, användningsförhållande och installation. Studien har som syfte att ge mer robusta och realistiska underlag till deras livscykelanalyser, samt möjlighet att fånga in variationer. Exempelvis har ventilation enligt rapporten en kortast livslängd på 50 år och en längst livslängd på 70 år. Detta tillvägagångssätt betonar vikten av att vara medveten om att den faktiska livslängden för en produkt kan skilja sig betydligt från genomsnittet.

Rapporten undersöker även modulerna A1 - A5, som är den europeiska standarden EN15978, vilket innebär byggprocessen, och beskriver allt ifrån utvinningen av råmaterial till att byggnaden står färdig. I Figur 4 nedan redovisas klimatpåverkan för olika varugrupper i flerbostadshuset, där installationer och apparater står för 9% av byggnadens klimatpåverkan. Vidare i Figur 5 nedan redovisas klimatpåverkan fördelat på olika installationer under materialproduktionsskedet, modul A1-A3. Där står golvvärme och ventilation för stora delar av dessa utsläpp.



Figur 4 Klimatpåverkan fördelat på varugrupper (modul A1-A5)



Figur 5 Klimatpåverkan fördelat på olika installationer (modul A1-A3)

3.4 Återbrukstermometern: så stor är potentialen hos tekniska installationer

I en artikel från Byggindustrin skriver de om återbrukspotentialen hos tekniska installationer (Byggindustrin, 2024b). Enligt deras återbrukstermometer rankas tekniska installationer en 5:a på en 10-gradig skala, där syftet är att bedöma hur lämpade olika produkter är för återbruk. En bedömning av kostnader, möjligheter, tillgänglighet och tidigare erfarenheter avgör hur enkelt eller svårt det är att genomföra återbruk. Artikeln skriver att branschen över lag uppfattar tekniska installationer svåra att återbruka, då tekniken ständigt utvecklas. Detta leder till att äldre produkter kan ha sämre prestanda, men även svårare att kontrolleras med moderna styr- och kontrollsystem. Även garantifrågan är ett stort frågetecken, då det

finns många osäkerheter kring ansvar, kvalitet och garantitid för återbrukade produkter.

För att underlätta återbruk rekommenderar Byggindustrin att äldre installationer byggs om genom att enbart ersätta komponenter som påverkar prestandan. Alternativt kan äldre produkter flyttas till platser där de inte är i konstant drift. Det betonas att mer fokus bör läggas på cirkularitet och inte bara på energieffektivitet för att återbruk ska bli mer lönsamt och intressant. Vidare framhålls att aktiva produkter såsom fläktar, aggregat och pumpar kan vara utmanande att återbruka, men att det möjligtvis går att flytta nyare aktiva produkter mellan fastigheter. Passiva produkter har inte lika många hinder och är därav enklare att återbruka.

3.5 Ventilationen lever vidare i Mölndal

I en artikel från Byggindustrin skrivs om ett projekt mellan Vestia Construction Group och Mölndals stad, där ett ventilationsaggregat flyttades från en skola till en annan (Byggindustrin, 2024c). Vestia och Mölndals stad ingick i ett samarbete vars syfte var byggnation av 6-8 förskolor, där återbruk skulle vara i fokus. När Östergårdsskolan skulle rivas togs ett beslut att aggregatet som endast var 5 år gammalt skulle återbrukas till en annan skola. Enligt servicerapporten bedömdes aggregatet ha flera år kvar på sin tekniska livslängd, vilket låg till grund för genomförandet. Aggregatet transporterades och monterades i den nya skolan, samt kompletterades ytterligare med ett nyköpt aggregat. Vestia ansvarade för transporten och installationen på plats, men tog endast garantiansvar för själva förflyttningen. Projektet blev lyckat och sparade kommunen cirka 300 000 kr tack vare återbruket.

3.6 Humlegården räddade 2700 armaturer från soptippen

I en artikel från Byggindustrin beskrivs ett återbruksprojekt i Solna, där Skatteverkets kontor rustades (Byggindustrin, 2024a). Genom en kombination av upprustning och modernisering kunde 2700 armaturer och 980 kylbafflar återbrukas. Rent ekonomiskt blev återbruket av armaturerna ingen vinstaffär, men det sparade fastighetsbolaget stora kostnader då undertaket kunde behållas, tack vare att samma mått på undertaksplattorna användes. Därmed visade sig lösningen ändå vara lönsam. Dessutom ledde alla cirkulära lösningar såsom återbruk och koldioxidminskning till en ränterabatt på mellan 5 och 10 punkter för fastighetsbolaget.

Projektet gav även stora klimatfördelar. Genom att återanvända armaturerna minskade avfallet med 7 ton och koldioxidutsläppen reducerades med 75 ton jämfört med att installera helt nya armaturer. En av projektcheferna berättar att det största klimatavtrycket för fastighetsbolaget kommer från byggskedet och inte från driftskedet. Av den anledningen är det väldigt viktigt att arbeta med byggmaterialets klimatpåverkan. För att motivera entreprenörerna att återbruka ännu mer hade upphandlingen genomförts till ett fast pris, vilket gav entreprenörerna möjlighet att spara mer pengar.

3.7 RE:3

RE:3 är ett koncept utvecklat av Swegon och består av RE:duce, RE:use och RE:vitalise (Swegon, u.å.-a). Detta tillvägagångssätt syftar till att minska koldioxidnivåerna i tillverkning av byggnader, det vill säga den inbäddade koldioxiden. Swegon skriver att RE:3 bygger på grunderna av cirkularitet, där de olika initiativen definieras som:

- RE:duce – Handlar om att minska mängden material som innehåller mycket inbäddad koldioxid. Detta genomförs genom ny design eller användning av alternativa beståndsdelar med mindre koldioxid.
- RE:use – Handlar om att produkter ska användas på nytt genom att tas tillbaka och renoveras eller uppgraderas, varefter de kan sättas på marknaden igen.
- RE:vitalise – Handlar om att produkter ska uppgraderas på plats så att livslängden förlängs och funktionaliteten blir modernare. Allmän service och underhåll räknas inte in under denna punkt.

När en produkt är märkt med RE:3-symbolen innebär det att produkten minskar koldioxidhalten i byggnaden. Swegon skriver att vid renovering eller rustning av en byggnad är det vanligt att fungerande utrustning slängs och ersätts med ny. Således vill Swegon hitta ett storskaligt sätt att ta tillbaka produkter och genom rengöringar, renoveringar och kvalitetskontroller, återföra dem till marknaden igen, så att deras fullständiga livslängd kan uppnås. Enligt Swegon kan återbruk av ett luftbehandlingsaggregat minska klimatavtrycket med 75% jämfört med ett nytt.

3.8 RE:create

RE:create är ett nätverk framtaget av Swegon, där de och andra svenska fastighetsägare arbetar tillsammans mot att lösa utmaningar som är kopplade till återbruk av tekniska installationer (Swegon, u.å.-b). Swegon anser att det behövs

samarbete i branschen, med fokus på lösningar inom allt från logistik till lagkrav. Inom RE:create är syftet också att minimera det inbyggda klimatavtrycket och främja hållbarhet, med målet att expandera återbruket till en industrialiserad klass. För att möjliggöra detta måste krav, funktion och entreprenadjuridik undersökas gemensamt för att lösa svårigheterna. RE:create är alltså en plattform där aktörer kan mötas, dela erfarenheter och diskutera lösningar för att främja återbruk av tekniska installationer. Swegons ambition inom RE:create är att sälja renoverade produkter i återbrukat skick, det vill säga tidigare använda produkter med likvärdiga villkor och prestanda som nya.

3.9 Återbruk i pilotprojekt

I en artikel från energi och miljö beskrivs ett pilotprojekt där installationsföretaget KiWi testar återbruk av ventilationsprodukter (Energi & miljö, 2024). KiWi har lanserat återbruksinitiativet Re:use, som arbetar med två inriktningar. Den ena är ett lager som kallas för Cirkulärbutik, som tar emot material som kan återanvändas i nya projekt. Mestadels ligger fokuset på den andra inriktningen, vars syfte är att erbjuda återbruksprojekt till kunder. Initiativet är framtaget av KiWi utifrån synsättet att återbruk inte har kommit så långt inom installationsbranschen, med syfte att bidra till en mer hållbar planet. I slutet av pilotprojektet fick fastighetsägaren en miljörapport om hur mycket koldioxid som hade sparats via återbruket. Artikeln förklarar att fastighetsägaren då kan ansöka om gröna lån, samtidigt som miljörapporten kan locka hyresgäster med hållbarhetsprofil. Therese Tapper på KiWi förklarar att återbruk inte alltid innebär lägre kostnader, utan att det bör i stället ses som en investering i mindre koldioxidutsläpp. Följaktligen har företaget fått ekonomiskt stöd från Västra Götalandsregionen via hållbarhetschecken. Vidare förklarar Therese att många produkter kasseras trots att de är välfungerande, vilket hon anser vara onödigt då det finns stor potential inom området.

3.10 Potential, effekter och erfarenheter från återbruk i bygg- och fastighetssektorn

I en rapport från Svenska miljöinstitutet skriver de om återbruks potentialen i byggsektorn. Det visade sig att i projekten de inventerade fanns det en möjlighet att minska avfallsmängder och resursanvändning med ca 870 ton, en klimatbesparingspotential på ca 650 ton koldioxidekvivalenter och ett ekonomiskt produktvärde på ca 6,6 miljoner kr (Andersson Johanna m.fl., 2021). Produkter som inventerades för återbruk bedömdes vara i gott skick, där endast var tionde produkt behövde åtgärdas. Trots den stora potentialen med återbruk har det faktiska eller

planerade återbruket endast uppkommit till ca 350 ton avfallsmängder och resursanvändning. Klimatbesparingen kom upp till ca 240 ton koldioxidekvivalenter och ekonomiskt produktvärde till ca 1,7 miljoner kr. Rapporten lyfter fram insatser och åtgärder som kan genomföras för att öka det faktiska återbruket. Dessa inkluderar bland annat att skapa förutsättningar från erfarenhetsutbyte och kunskapsuppbyggnad, underlätta samverkan, systematisera arbetssätten på både projekt och organisationsnivå samt underlätta och skapa praktiska förutsättningar.

4. INTERVJUSTUDIE

I följande kapitel presenteras sammanfattningar av både muntliga och skriftliga intervjuer som genomförts med konsulter och leverantörer inom VVS-branschen. Målet med intervjuerna var att få en överblick över den tillfälliga synen på återbruk samt få svar på mer specifika frågor som var svårare att hitta i tillgänglig litteratur. Enbart företagets karaktär och respondenternas roll kommer presenteras, medan övriga uppgifter förblir anonyma.

4.1 Intervju med hållbarhetskonsult på VVS-konsultföretag

Respondenten arbetar som hållbarhetskonsult på ett VVS-konsultföretag och har som främsta arbetsroll att samordna hållbarhetsprojekt. Arbetet är mest inriktat på återbruksämnet, med fokus på den installationstekniska sidan. Ett av de aktiva projekten handlar om utföring av återbruksinventering för en fastighetsägare som jobbar med logistikfastigheter. Målet med projektet är att identifiera produkter som passar för återbruk till de nya fastigheterna, både för att uppnå bättre klimatvärden och för ekonomisk vinning genom vidareförsäljning av produkter. Respondenten har även arbetat med ett leverantörsföretag för att hjälpa de etablera en cirkulär del inom återbruk, där fokuset låg på lagkrav och implementering av cirkulära processer.

Respondenten förtydligar att trots ett stort engagemang inom återbruk är den allmänna mängden återbruksprojekt inom VVS-branschen fortfarande låg. Detta beror delvis på lågkonjunkturen i byggbranschen och delvis på att återbruk är ett relativt nytt och utforskat område inom branschen.

Vidare nämns flera fördelar med återbruk, såsom minskad klimatpåverkan, ökad hållbarhet och möjligheten till ekonomisk vinning beroende på situation.

Respondenten anser inte att det finns några direkta nackdelar med återbruk, men att det finns utmaningar för att det ska ses som ett attraktivt alternativ. En av utmaningarna är den ekonomiska aspekten, då det kan vara svårt att få alla parametrar för återbruk att samverka och samtidigt uppnå besparingar jämfört med att köpa nya produkter. En annan utmaning är att både hitta och sälja återbrukade produkter som passar in i specifika och redan befintliga system. I relation till utmaningar ställs frågan om befintligt fungerande produkter och system kastas eller ersätts mot helt nya produkter vid renovation. Respondenten svarar att det inte är

ovanligt att byta ut fungerande produkter och att dessa produkter inte används till hela sin livslängd.

Framtiden av återbruk inom VVS-branschen uppskattas vara positivt och ett steg i rätt riktning. Respondenten hoppas på att fler återbruksprojekt kommer att ske, men även att dess projekt kommer fokusera mer på storskaligt återbruk, där fokuset ligger på återbruk av stommar och tyngre koldioxidprodukter. Respondenten betonar att införandet av fler rekommendationer, men främst lagkrav, hade underlättat för införandet av återbruk.

4.2 Intervju med VVS-konsult på VVS-konsultföretag

Respondenten har erfarenhet av återbruk genom olika utvecklingsprojekt, bland annat genom framtagningen av återbruksguiden och andra utvecklingsprojekt med andra aktörer som CCBuild. Ett av projekten har varit med Göteborgs stad, där en arbetsmetodik för återbruk av ventilationskanaler och radiatorer utvecklades.

Dessutom påpekas praktiska exempel från ett projekt där fläktlufts kylare, ventilationsstommar och radiatorer återbrukats. Respondenten förklarar att återbruksprojekt är ovanliga men att de blir allt vanligare. När de började med återbruksprojekt runt 2021 fanns det få sådana projekt.

Bland de främsta fördelarna med återbruk lyfter respondenten fram koldioxidbesparingar samt möjliga ekonomiska fördelar som beror på projektets omfattning. Återbruk kan även bidra till att uppfylla krav för miljöcertifieringar vid byggnation. Samtidigt finns det utmaningar såsom garantifrågor. Respondenten förklarar att det finns ingen som kan ta i garantifrågan på produkterna, utan att det måste vara i samråd med byggherren. För mer komplexa grejer kan återbruk även vara dyrare än att köpa nytt. För att göra återbruk vanligare anser respondenten att kravställning är det absolut enklaste. Det krävs att beställare, fastighetsförvaltare och kravställare vill arbeta med återbruk, vilket utgår från en tydlig kravbild på vad man ska arbeta med och hur man ska arbeta med det.

Gällande kasserade produkter framhåller respondenten att när ventilationssystem uppgraderas eller renoveras är det ofta för att de är gamla och ineffektiva. Luftbehandlingsaggregat är en produkt som ofta byts ut, då dagens alternativ är betydligt mer energieffektiva jämfört med äldre modeller. Det går att rädda

luftbehandlingsaggregat, men det krävs en stor insats med att byta fläktar och batterier. Däremot går det ofta att spara på kanaler, don och spjäll, något som gjorts även innan begreppet återbruk fanns, med främsta målet att spara pengar. En aspekt att beakta dock är att äldre system inte alltid lever upp till dagens krav på täthetsklasser.

När det gäller återbruk av specifika produkter såsom fläkt, pump och luftbehandlingsaggregat svarar respondenten att det är svårt men möjligt. Motorerna i äldre fläktar har sällan EC-motorer, men det kan finnas PM-motorer så att de kan uppgraderas på något sätt. För detta behövs troligen hjälp från pump- och fläktleverantörer, men detta är något respondenten aldrig varit med om tidigare. Har fläkten för dålig verkningsgrad så byts oftast hela fläkten ut, förklarar respondenten.

Ur ett ekonomiskt perspektiv beror lönsamheten av återbruk på sammanhanget. Om återbruk sker inom samma fastighet kan det vara ekonomiskt fördelaktigt, särskilt om installationen kan behållas på plats och rengöras. Däremot innebär återbruk mellan fastigheter mer arbete i form av demontering, ett moment som behövs ändå, och medför att kostnaden blir plus minus noll. Dock tillkommer fortfarande kostnader i form av bortföring, lagring och återmontering. Respondenten menar att kostnaderna beror lite på hur man applicerar återbruket.

Inför framtiden för återbruk ser respondenten att intresset fortsätter att öka. En utmaning är dock att många aktörer fortfarande saknar kunskap om hur återbruk ska genomföras. Respondenten anser att återbruk är här för att stanna, och berättar att en tydlig indikation på utvecklingen kommer då återbruk nu inkluderas i AMA VVS & kyla 25. Detta är helt nytt för i år, där råd och anvisningstexter lagts till baserat på tidigare erfarenheter. Respondenten berättar ett exempel där det nu finns råd kring hur radiatorer och ventilationskanaler ska kontrolleras vid återbruk. Med hänsyn till faktorer såsom tryckklass, tidigare användning och förekomst av magnetitfällor eller avgasare i systemet.

[4.3 Intervju med ansvarig för Hållbarhet & Kvalitet / Forskning & Utveckling på VVS-produkttillverkande företag](#)

Respondenten uppger att företaget inte arbetar direkt med återbruk, men att de återvinner det som är möjligt. När respondenten får frågan om vad hen tror om

möjligheten till återbruk av produkter såsom pump, fläkt och luftbehandlingsaggregat svarar hen att själva fläktmotorerna är det som ses som en förbrukningsvara.

Företaget har i dagsläget inga specifika siffror på utsläpp av koldioxidekvivalenter för en produkt från modul A1-A5. Däremot har de uppgifter om sina interna utsläpp samt från de största komponenterna i sina produkter, såsom tunnplåt och isolering. När det gäller teknisk livslängd uppger respondenten att ett värmeåtervinningsaggregat beräknas ha en livslängd på tio år. Mekaniskt kan aggregatet ha en mycket längre livslängd än så, men elektronik och styrning blir snabbt utdaterad. Respondenten säger att den verkliga livslängden på fläktar är "oändlig", där det som kan behöva bytas är motorn, då höljet i princip inte slits.

Prestandan för äldre produkter försämras inte alls under livslängden, så länge filter byts efter behov. Rotorer är självrengörande och tappar aldrig prestanda, så problem med lägre värmeåtervinningsgrad förekommer endast om filterbyten inte görs eller om filter inte sätts i ordentligt. Däremot kan driftstopp förekomma på äldre produkter då motorer slits, varefter respondenten förklarar att motorer är den vanligaste reservdelen som de säljer. Det tydliggörs att verkningsgraden inte blir sämre med åren och att underhåll inte behöver ske oftare på äldre produkter.

Det är möjligt att byta ut enskilda komponenter för att förlänga en produkts livslängd. Enligt respondenten är det motorer och drivremmar som slits och kan behövas bytas ut under produktens livslängd, medan höljet och aggregatet i sig kan användas hur länge som helst om placerade i korrekt miljö. För att rusta upp en produkt inför återbruk behöver rörliga delar som motorer och drivremmar bytas ut för att den ska få en lång livslängd. Styrsystemet är ofta det som är utdaterat och ibland krävs det då helt nya kabelstammar och nya sensorer, vilket gör att i princip hela produkten skulle behöva rivas upp och monteras om med ny el. Företaget har dock ännu inget styrsystem som de inte supportrar eller har reservdelar till. Respondenten avslutar med att förklara att upp till 20 år gamla värmeåtervinningsaggregat kan fortfarande fungera, om man då klarar sig utan de senaste funktionerna.

4.4 Intervju med chef för Cirkulär affärsutveckling på VVS-produkttillverkande företag

Respondenten beskriver att företaget arbetar med återbruk på olika sätt. Det görs genom både uppgradering av produkter på plats och genom retur av tidigare installerade produkter.

Gällande möjligheten att återbruka specifika produkter såsom luftbehandlingsaggregat, uppger respondenter att möjligheten är god, i den omfattning att återbrukade produkter med rätt energiprestanda kan passa in i nya applikationer. Respondenten förklarar att utmaningen är att hitta rätt produkt till aktuellt fall, eftersom rätt energiprestanda kräver rätt konfiguration på aggregatet, där variationen på konfigurationer blir allt större.

När det gäller livslängd anges att ett luftbehandlingsaggregat vanligtvis har en förväntad teknisk livslängd på 15-20 år, men det är vanligt att de används längre än så. Under de åren behöver vissa komponenter bytas. Dessa kan vara serviceartiklar som filter och förslitningskomponenter som rem och tätningar till rotor, men även andra delar som lager och om något händer med styrkomponenter. Respondenten berättar att genom utbyte av delar som slits eller går sönder kan aggregatet fungera länge. Vidare förklarar respondenter att även korrosion kan påverka livslängden. Värmeväxlare kan korrodera i olika takt, främst beroende på dess miljö, men de kan bytas ut vid behov.

Livslängden på ett aggregat kan variera, främst beroende på dess drifttid. Respondenten ger exempel med ett behovsstyrt ventilationssystem, där vissa kan gå dagtid 5 dagar i veckan, medan andra går dygnet runt. Det finns 30-40 år gamla aggregat som trots sin ålder fungerar väl. När det gäller prestanda har fläktarna blivit bättre och bättre, främst genom bättre fläkthjul och bättre motorteknik. Gamla remdrivna kåpfläktar med AC-motorer har mycket sämre verkningsgrad än moderna kammarfläktar med EC/PM motorer. Vidare förklarar respondenter att plattvärmeväxlare har blivit bättre med tiden och att roterande värmeväxlare kan ha en bra verkningsgrad, även i äldre modeller. Med åren slits produkter, och i vissa fall går komponenter sönder, vilket kan leda till driftstopp. Respondenten berättar att för att få bra prestanda i ett aggregat strävar man efter höga verkningsgrader i fläktar

och värmexchangers samt så låga tryckfall som möjligt. Vilken prestanda som uppnås beror dock på hur systemet är utformat i fastigheten.

Underhållsbehovet som filterbyte är densamma för äldre och nya aggregat. Däremot medför äldre produkter en ökad risk att komponenter når sitt "end of life", så ett visst behov av ökat underhåll på ett äldre aggregat bör förväntas enligt respondenten. Om värmexchangers och fläkt hålls rena och filtren byts som de ska bör inte verkningsgraden påverkas så mycket på ett äldre aggregat.

Respondenten berättar att det är möjligt att byta ut enskilda komponenter för att förlänga en produkts livslängd. Respondentens företag erbjuder reservdelar under en lång tid och ett REFURB KIT, där hela styrsystemet och fläktar byts ut till moderna komponenter, vilket leder till att deras GOLD aggregat i princip får samma prestanda som dagens produkter. Även om deras GOLD aggregat är 20-30 år gammalt så har rotorn en bra verkningsgrad. Med ett nytt styrsystem och moderna fläktar med EC-motorer blir prestandan ofta i paritet med ett motsvarande nytt aggregat.

Företaget arbetar mycket med deras koncept RE:vitalise, där de genomför uppgraderingar på plats hos kund med nya reservdelar som styrsystem och fläktar för att förbättra funktionalitet och prestanda. Företaget arbetar även med RE:use, där tidigare installerade aggregat genomgår rengöring, service och kvalitetssäkring för att kunna installeras i en ny applikation.

Slutligen nämner respondenten att hen ser ett ökat intresse för återbruk inom branschen och tror att kommande lagkrav och regleringar kommer att driva möjligheterna för återbruk ytterligare.

4.5 Intervju med VD på fläkttillverkande företag

Respondenten berättar att företaget arbetar med återbruk genom att erbjuda kunder möjligheten att renovera sina fläktar. I vissa fall återbrukar kunderna även fläktarna på egen hand. När det gäller möjligheten för återbruk av fläktar uppger respondenten att företaget genomför detta i den mån kunderna efterfrågar det.

Företaget har inga specifika siffror på vad en fläkt kostar i koldioxidekvivalenter och har heller inga tekniska livslängder för sina fläktar. Därför kan de inte uttala sig om hur exakta livslängdsuppskattningar är eller om de kan vara underskattade.

Gällande äldre fläktars prestanda menar respondenten att de mest känsliga komponenterna är motorn och fläkthjulet. Underhållet på äldre produkter består främst av byte av lager på motor. Vidare berättar respondenten att verkningsgraden för fläktarna försämras troligtvis väldigt lite över tid. För att förlänga livslängden på en fläkt kan specifika komponenter som motor och fläkthjul bytas ut, men enligt respondenten hade upprustning av en återbrukad fläkt kostat lika mycket som att köpa en ny.

Avslutningsvis reflekterar respondenten över framtiden för återbruk inom branschen och nämner att företaget ibland får in fläktar som är över 20 år gamla och ser över motorbyte. De säger att deras fläktar håller länge och tillverkas för en lång livslängd, till skillnad från många andra branscher.

4.6 Intervju med hållbarhetschef på VVS-produkttillverkande företag

Respondenten berättar att de arbetar i hög grad med återbruk. I stället för att göra fullständigt utbyte av gamla ventilationsaggregat så återbrukas delar som kapslingen, medan slitna interna komponenterna byts ut.

Respondentens syn på återbruk av specifika komponenter som pumpar, fläktar och ventilationsaggregat är mycket positiv. Vissa produkter anses ha betydligt längre livslängder än andra och blir därmed mer lämpade till återanvändning. Respondenten lyfter fram kapslingar, kanaler och värmeöverföringsytor som komponenter med god potential till återbruk. Det finns dock komponenter såsom fläktar och pumpar, som har kortare livslängd då de anses vara mer utsatta för slitage och därmed behöver utbyte för förbättrad effektivitet.

Företaget har ännu inte tillgång till specifika klimatdata enligt modulerna A1-A5, men att det är under utveckling. Vidare på frågan om teknisk livslängd förklarar respondenten att företaget använder uppskattade livslängder som varierar beroende på komponentens syfte, men att dessa livslängdsuppskattningar är konservativt

satta. Livslängderna beror mycket på förhållandena under drift, där korrekt drift och underhåll är avgörande för att produkter ska hålla så länge som förväntat.

Vidare förklarar respondenten att äldre produkter ofta medför en ökad risk för driftstörningar och potentiella svårigheter att uppfylla moderna krav och regelverk. Försämringen i prestanda kan förklaras via faktorer såsom nedsmutsade ytor, komponentnötning, sensorfel, blockering av flödesvägar på grund av damm och smuts med mera. Även faktorer som innovation och utveckling av produkter kan medföra att gamla produkter inte längre uppfyller kravet på effektivitet.

Respondenten förklarar att äldre produkter behöver underhållas mer regelbundet, men lägger vikt på att prestandaförsämringen beror mycket på själva underhållsstrukturen, och att utan korrekt underhåll varierar prestandaförmågan kraftigt mellan olika komponenter.

Strategier om att byta ut enskilda komponenter ur befintliga system lyfts fram som ett sätt att öka livslängden på systemet. Renovering av denna sort varierar mycket mellan produkttyper. Respondenten lyfter flera exempel på hur olika komponenter kan renoveras inför återbruk. Kapslingar kräver för det mesta rengöring och eventuellt ny tätning. Värmeåtervinningsenheter kräver ofta utbyte av utslitna delar såsom lager, bälten, tätningar och drivmotorer. Fläktar kräver sannolikt ett komplett motorbyte och eventuellt återbruk av impeller. Styrsystem brukar oftast bytas ut helt på grund av de äldre enheters brist på prestanda.

Som avrundning på intervjun ställs frågan om återbrukets framtid inom branschen, på vilket respondenten tydliggör att det redan är ett prioriterat ämne, som troligtvis kommer bli allt viktigare framöver.

4.7 Intervju med säljingenjör på fläkttillverkande företag

Respondenten uppgav att företaget i dagsläget inte arbetar med återbruksfrågor. Vid frågan om möjlighet till återbruk av specifika produkter såsom fläktar och luftbehandlingsaggregat uttryckte respondenten att fläktar i teori kan återbrukas, men att marknaden för detta saknas fortfarande.

Kring frågor gällande miljöpåverkan från fläktar i form av koldioxidekvivalenter från modul A1-A5 kunde inga exakta siffror presenteras. Vidare på frågan om exakt teknisk livslängd på fläktar varierade svaret beroende på specifik produkt, men i huvudsak baseras livslängden på hållbarheten av fett som används till lagerna i fläkten, vilket uppskattas till runt 50 000 timmar. Denna siffra antas vara något underskattad, men att marginaler behöver tas för eventuella variationer i applikationer och drift.

Respondenten förklarar vidare att äldre produkter anses ha något sämre prestanda jämfört med nyare, men att underhållsbehovet inte nödvändigtvis är större än för nya. Driftstopp förknippas främst med lager eller uttjänt elektronik. Informationen saknas kring försämring av verkningsgraden för produkten över tid.

Lager anses vara den främsta komponenten som skulle kunna bytas ut för att förlänga livslängden på en fläkt. Respondenten anser att ersättning av något som motor skulle inte vara ekonomiskt gynnsamt, och att köp av ny produkt skulle ofta vara billigare. Renovering av en fläkt skulle omfatta byte av lager och ombalansering, och skulle omfatta drygt hälften av priset på en ny fläkt.

Enligt respondenten ligger det främsta hindret för återbruk i att det saknas en marknad för äldre, renoverade fläktar. Trots att de äldre fläktar skulle fungera i moderna system, efterfrågar kunder främst nya och energieffektiva produkter.

Sammanfattningsvis bedöms framtiden av återbruk inom branschen som utmanande, främst på grund av utveckling av teknik, ökat krav på energieffektivitet och låg efterfrågan på renoverade produkter.

5 RESULTAT AV BERÄKNINGSEXEMPEL

Av intervjustudien framgår det av respondenterna att produkter ofta byts ut mot energieffektivare varianter då det anses miljövänligare. För att undersöka huruvida detta stämmer har vi analyserat ett antal olika scenarier, vilka presenteras nedan. Tillsammans med Bengt Dahlgren tog vi fram data från ett 10 år gammalt projekt för att jämföra verkningsgraden hos återbrukade fläktar med verkningsgraden hos nya fläktar under samma förutsättningar. Det aktuella aggregatet är ett CAV-system med ett luftflöde på 2,3 m³/s för både till och frånluftssidan.

Verkningsgraden för de 10 år gamla fläktarna som ska användas till återbruk är 67% på både till och frånluftssidan, medan de nya fläktarnas verkningsgrad är 71% på tilluftssidan och 69,9% på frånluftssidan.

Miljöpåverkan har analyserats enligt modul A1-A4 och B6, där modul A5 uppskattas och redovisas i avsnitt 5.4. Modul A1-A3 beräknas till noll för en återbrukad produkt och enligt Bengt Dahlgrens programvara motsvarar en ny fläkts A1-A3 utsläpp 234 kg CO_{2e}, varav 173 kg kommer från motorn. Modul A4 för en ny fläkt beräknas genom ett avstånd från leverantör (Jönköping) till Göteborg, medan modul A4 för en återbrukad produkt beräknas genom ett antagande på 30 km stadskörning.

Verkningsgraden efter ett eventuellt motorbyte antas vara oförändrad.

Vi utgår från ett aggregat där fläktarna behöver bytas ut och undersöker fyra scenarier enligt Tabell 1 nedan.

Tabell 1 Översikt av de olika scenarierna som ska analyseras

Scenario	Beskrivning	Verkningsgrad
1	Installera nya fläktar som används i 20 år	71% (tilluft), 69,9% (frånluft)
2	Installera återbrukade fläktar som är 10 år gamla. Dessa används i 10 år och byts sedan ut mot ett nytt par återbrukade fläktar, även dessa 10 år gamla vid installationen	Första återbrukade 67% (till och frånluft). Andra återbrukade 71% (tilluft) och 69,9% (frånluft)
3	Installera en återbrukad fläkt som är 10 år gammal som sedan används i 20 år	67% (till och frånluft)
4	Installera en återbrukad fläkt som är 10 år gammal men som får ett motorbyte och som sedan används i 20 år	Antas till samma efter motorbytet 67% (till och frånluft)

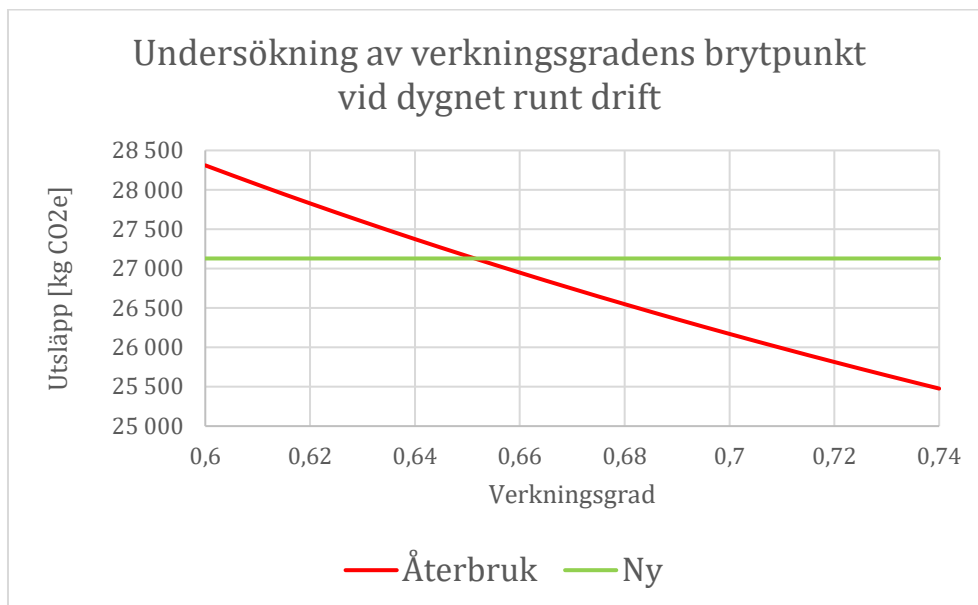
De parametrar som undersöks och som påverkar resultatet av scenarierna är verkningsgrad, drifttid, klimatförbättringsscenario och kostnad. Sedan undersöks olika utbyten för att se vilka olika typer av scenarion som skulle kunna uppstå. Alla figurer nedan körs på en 20 års period, där grönt ska motsvara de nya fläktarna och röd ska motsvara de återbrukade fläktarna.

5.1 Undersökning verkningsgrad

Den nya fläktens klimatpåverkan uppgår till 27 128 kg CO_{2e} (scenario 1), medan de återbrukade fläktarnas klimatpåverkan uppgår till 26 745 kg CO_{2e} (scenario 2).

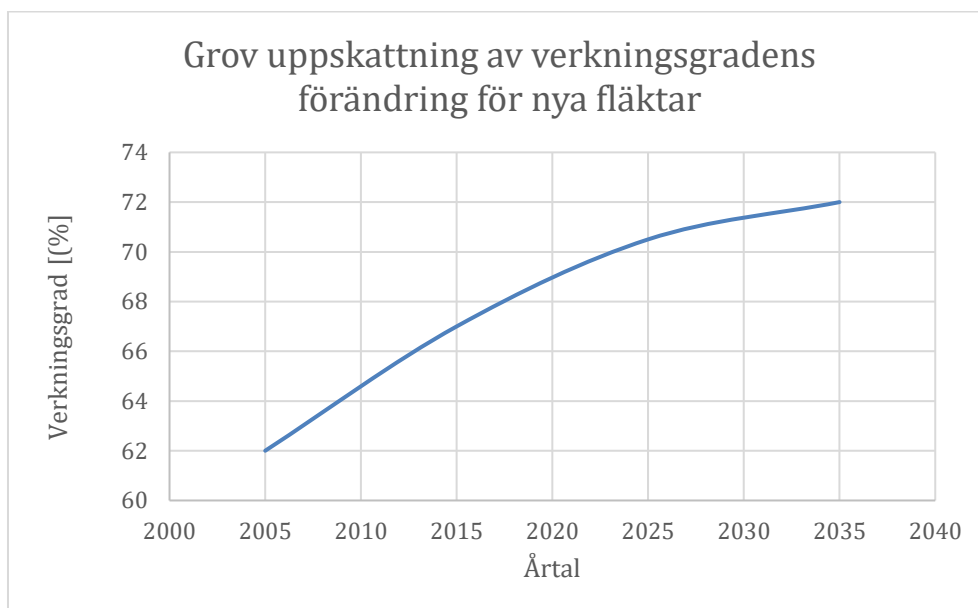
Resultatet medför att återbruk är att föredra i detta fall. Figur 6 nedan illustrerar hur verkningsgraden påverkar bedömningen av återbruket som ett hållbar alternativ. Där går det att avläsa hur en varierande verkningsgrad för den första återbrukade fläkten påverkar utsläppen.

Verkningsgraden för den första återbrukade fläkten får inte understiga ca 65% eftersom återbruket då inte kommer att löna sig klimatomåttligt. Resultat utgår på att fläktarna är i gång dygnet runt alla dagar i veckan. Den nya fläktens verkningsgrad är konstant och är inte en funktion av verkningsgraden, men illustreras i grafen ändå, för att enklare tolka brytpunkten mellan de två scenarierna.



Figur 6 Undersökning av verkningsgrad scenario 1 och 2 vid dygnet runt drift

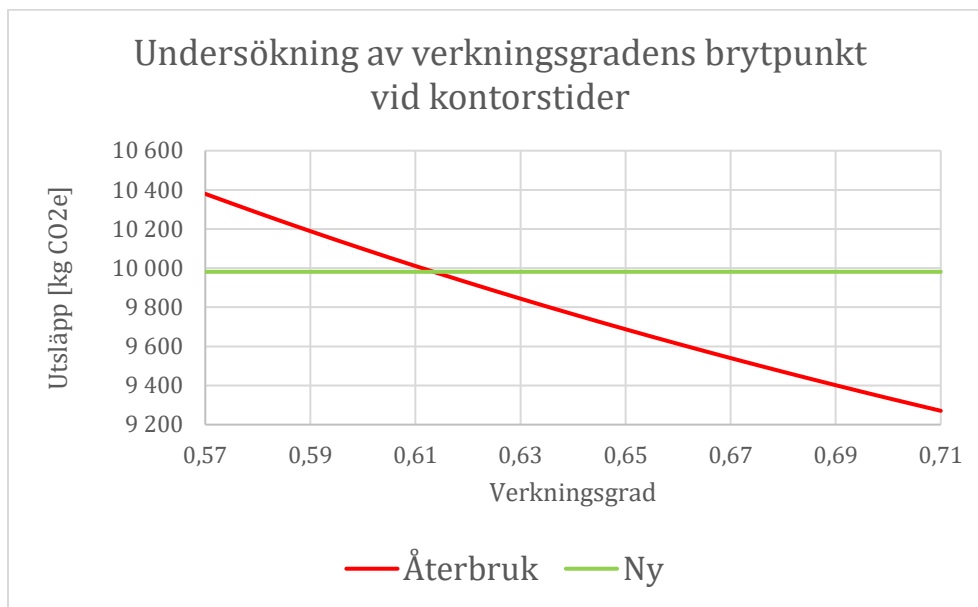
Nedan i Figur 7 visas en grov uppskattning av hur verkningsgraden förändras över tid. En redan installerad fläkt antas inte tappa i verkningsgrad över tid. Däremot blir nya fläktar successivt mer effektiva, vilket innebär att verkningsgraden hos nya fläktar förbättras med åren. Ungefärlig avläsning kan därmed göras kring hur gammal en fläkt får vara för att återbruk ska vara lämpligt. Det är dock viktigt att notera att fläktens återstående livslängd kan begränsa möjligheten till återbruk, även om verkningsgraden bedöms som tillräcklig.



Figur 7 Grov uppskattning av verkningsgradens förändring för nya fläktar baserat på branschdata

5.2 Undersökning drifttid

Vidare undersöks drifttidens betydelse. I Figur 8 nedan avläses hur en varierande verkningsgrad för den första återbrukade fläkten påverkar utsläppen när fläktarna endast är i gång under kontorstider. Resultatet visar att verkningsgraden på den första återbrukade fläkten inte får understiga ca 61,5% eftersom återbruket då inte lönar sig klimatmässigt. Slutsatsen blir att ju kortare drifttid det är på fläktarna, desto mindre betydelse kommer modul B6 att ha, vilket innebär att sämre verkningsgrader kan accepteras. Kortare drifttider gynnar därmed återbruk.



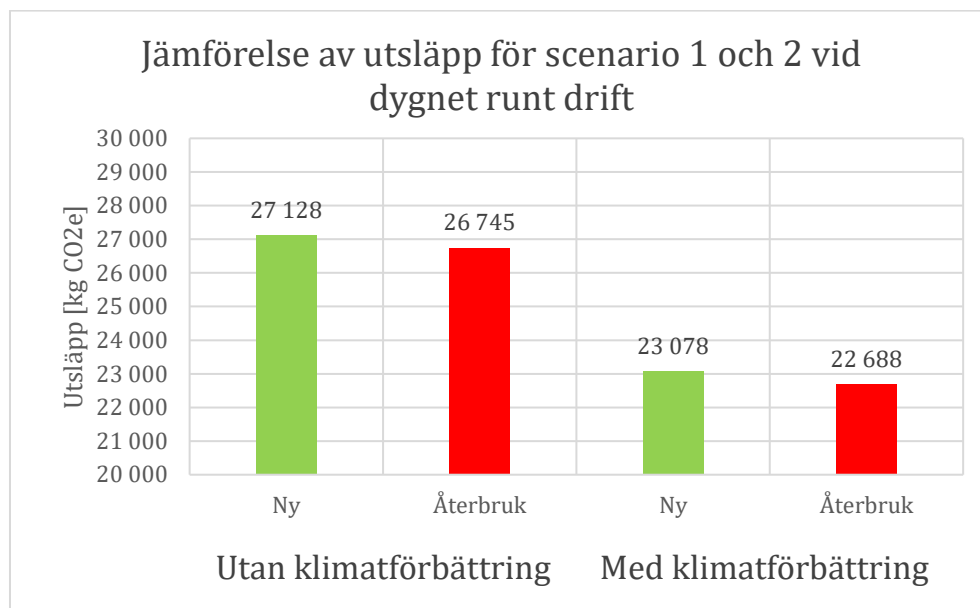
Figur 8 Undersökning av verkningsgrad scenario 1 och 2 vid kontorsdrift

5.3 Undersökning klimatförbättringsscenario

Vidare undersöks mängden utsläpp av CO2e då fläkten arbetar dygnet runt under 20 år. Nedan i Figur 9 jämförs utsläpp för scenario 1 och 2, där de första två staplarna analyserar fläkten i konstant drift utan klimatförbättring, och de sista två analyserar fläkten i konstant drift med klimatförbättring. För fallet utan klimatförbättring fås slutsatsen att det inte är klimatmässigt värt att byta ut fläktarna i aggregatet till nya. Likadan slutsats fås för fallet med klimatförbättring, att det fortfarande inte lönar sig klimatmässigt att byta ut fläktarna i aggregatet till nya.

Klimatförbättringsscenarioet bygger på att den framtida elproduktion blir alltmer klimatvänlig. Detta innebär att skillnaden i driftutsläpp minskar och att mer fokus går över till den inbyggda koldioxiden vid analys av den totala klimatpåverkan. På grund av detta spelar driftenergin inte lika stor roll i framtiden, vilket i sin tur stärker motivationen till återbruk av installationstekniska komponenter i stället för att ersätta

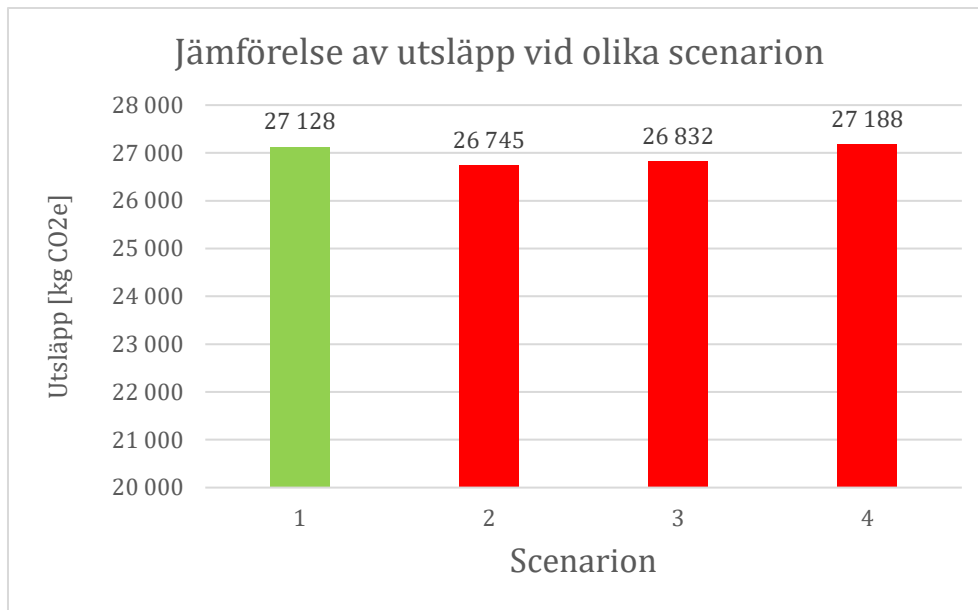
de med nya. Skillnaden mellan scenario 1 och 2 utan klimatförbättring är 383 kg CO₂e och med klimatförbättring 390 kg CO₂e. Klimatförbättring gynnar alltså återbruk, men väldigt lite i detta fall.



Figur 9 Jämförelse av utsläpp för scenario 1 och 2 vid konstant drift, utan och med klimatförbättring

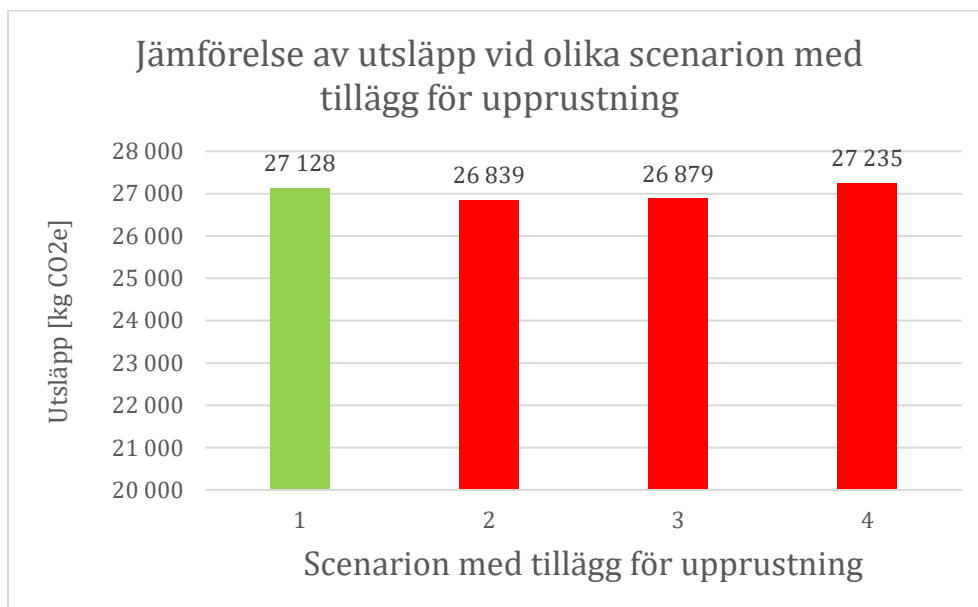
5.4 Undersökning av olika utbyten

För att undersöka hur olika typer av utbyten påverkar lönsamheten i återbruk har några olika scenarion ställts upp nedan i Figur 10. I scenario 4 sker ett motorbyte där motorn står för 173 kg CO₂e för respektive fläkt. Verkningsgraden efter motorbytet antas till samma värde som innan för att få ett underskattat värde. Enligt figuren nedan är Scenario 4 det enda scenariot som inte lönar sig jämfört med att införskaffa nya fläktar, då motorn står för den betydande delen av fläktens totala klimatskuld. Enligt leverantör är motorbyte i praktiken inte möjligt på valda fläkten, utan fläkten byts oftast ut i sin helhet. Detta scenario har ändå inkluderats i analysen i teoretiskt syfte.



Figur 10 Jämförelse av utsläpp vid olika utbyten, scenario 1, 2, 3 och 4

En faktor som kan påverka resultaten men som är svår att kvantifiera är modul A5, som omfattar åtgärder såsom rengöring, arbetet och mindre utbyten av slitagekomponenter, med målet att förbereda fläkten för återbruk. Därav har en schablonmässig uppskattning på 10% av hela fläktens klimatskuld adderats till varje återbruksscenario. Även då kvarstår scenario 4 som det enda alternativet som inte är klimatomkostligt lönsamt, vilket visas i Figur 11 nedan.



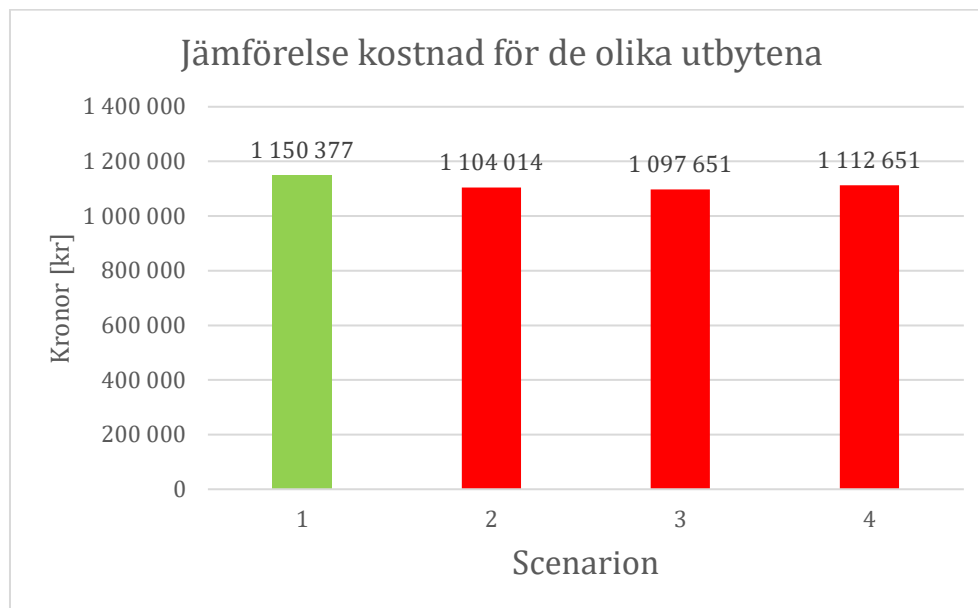
Figur 11 Jämförelse av utsläpp vid olika utbyten med tillägg för upprustning, scenario 1, 2, 3 och 4

5.5 Undersökning av kostnader

Nedan i Figur 12 sammanställs kostnaderna för de olika typerna av utbyte. Det är den totala kostnaden som analyseras, där drift, inköp och arbete är de kostnaderna

som iakttas. Inköp för de återbrukade fläktarna har räknats som gratis, vilket gör att de nya fläktarna blir det dyraste alternativet. Genom att jämföra skillnaden i kostnad mellan alternativen kan man se hur mycket en återbrukad fläkt får kosta för att det fortfarande ska löna sig att välja återbruk.

Enligt leverantör har fläkten ett budgetpris på ca 30 000 kr, medan frakt och montage uppskattas till 10 000 kr, och pris för motor uppskattas till ca 15 000 kr. Vid beräkning av kostnad för drift används ett genomsnittligt pris på 1,5 kr/kWh.



Figur 12 Total kostnad för de fyra olika scenarierna över 20 år

6 DISKUSSION

Följande avsnitt diskuterar resultatet med hänsyn till intervjuerna. Resultaten från beräkningarna av de olika scenarierna jämförs med varandra för att se vilka likheter och skillnader som kan hittas.

6.1 Intervjustudie

Klimatbesparingar lyfts fram som en av de främsta fördelarna med återbruk av VVS-produkter, där energieffektivitet är en avgörande faktor för klimatnytta vid återbruk.

Många respondenter förklarar att äldre produkter som fläktar och luftbehandlingsaggregat ofta har lägre verkningsgrader jämfört med moderna alternativ. Om ett återbrukat aggregat har mycket högre energiförbrukning än ett nytt, riskerar den höga energiförbrukning motverka den initiala klimatnyttan som uppnås genom att undvika nyproduktion.

Samtidigt är underhållsbehovet en viktig aspekt. Respondenter menar att så länge filter och slitkomponenter byts behöver inte äldre produkter ha större underhållsbehov, men att äldre produkter kan möta en ökad risk för driftstörningar. Därav kan ett visst behov av ökat underhåll förväntas på äldre produkter. Faktorer som kan påverka prestandan är smuts, slitage, sensorfel och blockeringar. Korrekt underhåll som filterbyten är viktigt för att bibehålla prestandan.

En brytpunkt som uppstår kommer då äldre produkter inte uppnår tillräcklig hög verkningsgrad för att återbruk ska vara värt. En annan brytpunkt kommer då återbruk kräver omfattande demontering, transport, lagring och ombyggnation. I dessa fall kan både ekonomiska och klimatomständiga vinster motverkas av arbetet och logistiken. Dessutom är det en utmaning att hitta återbrukade produkter som passar in i specifika system. Äldre system uppfyller inte alltid dagens krav på täthet och styrning, vilket kan leda till svårigheter att hitta produkter med rätt energiprestanda för nya applikationer då konfigurationerna blir mer varierande. För komplexa produkter kan återbruk dessutom vara dyrare än köp av nya produkter, vilket minskar dess intresse.

För att återbruk ska vara hållbart krävs att produkter uppfyller följande krav:

- Hög energieffektivitet
- Kompatibilitet med dagens styrteknik

- Tillräcklig prestanda
- Bra driftsäkerhet
- Möjlighet till underhåll
- Tillgång till reservdelar

6.2 Klimatpåverkan och verkningsgrad

Av resultatet framgår att återbrukade fläktar i scenario 2 och 3 genererar något lägre klimatpåverkan än nya fläktar i scenario 1, vilket innebär att återbruk kan konkurrera med nyproduktion. Marginalen är däremot relativt liten, vilket gör att resultaten är känsliga för variationer i verkningsgrad som visas i Figur 6 och 8.

Det är alltså inte värt klimatomkostigt att installera nya energieffektivare fläktar i stället för återbrukade, så länge de gamla fungerar. Den klimatbesparing som uppnås i drift väger inte upp den initiala klimatpåverkan som produktion av nya fläktar omfattar. Detta stärker återbruket, vars mål är att undvika den inbyggda klimatpåverkan.

Scenario 4, där ett motorbyte sker på en återbrukad fläkt, visade sig vara det enda alternativet som inte är klimatomkostigt hållbart. Detta beror främst på motorn, som står för en stor andel av fläktens totala klimatpåverkan, vilket gör att ett byte tar bort en stor del av återbrukets klimatomkost. Om motorn byts ut mot en energieffektivare variant blir scenario 4 klimatomkostigt fördelaktigt, och hade kanske gjort scenariot mer hållbart än scenario 1, men i detta fall används motorbytet endast till att förlänga fläktens livslängd. Dessutom uppger leverantör att motorbytet inte är något som görs på den aktuella fläkten, vilket gör scenario 4 till enbart ett teoretiskt resonemang.

6.3 Drifttiden och klimatförbättringsscenarioets betydelse

Jämförelsen mellan olika drifttider visar att återbruk är särskilt fördelaktigt vid kortare drifttider, där driftens klimatpåverkan utgör en mindre andel av den totala mängden utsläpp. Detta gäller exempelvis kontorslokaler, skolor eller byggnader med begränsad användning. När ett klimatförbättringsscenario appliceras stärks argumenten för återbruk. Även om skillnaden i utsläpp mellan nya och återbrukade fläktar ökar endast marginellt med 7 kg CO₂e visar det att driftens betydelse minskar med tiden. Eftersom återbruk har nollutsläpp i modul A1-A3, får renare el större betydelse i framtiden. Verkningsgraden blir mindre avgörande, både för kortare drifttider och med klimatförbättring, vilket innebär att även något äldre och mindre effektiva fläktar kan vara hållbara val i framtiden.

6.4 Transport och underhållsbehov

I denna studie antogs ett transportavstånd på tre mil för återbrukade fläktar, men i verkligheten kan transportavstånden variera mycket. Kortare avstånd medför mindre utsläpp och gör därmed mer värt. Dessutom är det viktigt att ha i åtanke att om återbrukade fläktar kräver mellanlagring eller transport i flera steg kommer det att påverka resultatet och bör inkluderas i framtida analyser. Enligt intervjustudien kan underhållsbehovet antas öka lite för äldre produkter men bör inte vara någon avgörande faktor. I Figur 11 går det att se den totala klimatpåverkan med tillägg för upprustningen inför återbruk, vilket är en typ av underhållsbehov. Jämfört med den i Figur 10, som är utan tillägg, blir det inga drastiska skillnader och inga scenarion ändrar plats i totala utsläpp.

6.5 Livslängd och driftsäkerhet

Resultaten visar också att den tekniska livslängden inte är avgörande för återbrukets klimatfördelar. Även om återbrukade fläktar används i 20 eller 30 år, är de fortfarande bättre ur klimatsynpunkt jämfört med nya. Det krävs ungefär 52 år för att en ny fläkt ska ta igen koldioxidkulden gentemot en återbrukad fläkt enligt denna studies förutsättningar. Detta talar för att livslängd inte behöver vara ett hinder, så länge fläkten fungerar och presterar tillräckligt bra.

Samtidigt måste hänsyn tas till driftsäkerhet, särskilt i kritiska byggnader som sjukhus, där kontinuerlig tillgång till ren luft är livsavgörande. Där kan det vara olämpligt att återbruka äldre fläktar, eftersom risken för driftstopp ökar med ålder. Däremot kan återbrukade fläktar i stället lämpas i exempelvis kontorshus, där ett driftstopp inte alls hade varit lika allvarligt, eller i större byggnader med redundans i systemet, där det är möjligt för andra fläktar att täcka upp vid ett eventuellt bortfall.

6.6 Ekonomi

Ur ett ekonomiskt perspektiv är återbruk det mest fördelaktiga alternativet, särskilt om fläktarna kan erhållas utan inköpskostnad. Den största besparingen sker i scenario 3, där den återbrukade fläkten har en livslängd på 30 år. Driftkostnaderna mellan nya och återbrukade fläktar skiljer sig väldigt lite, vilket innebär att den höga investeringskostnaden för nya fläktar är mest avgörande.

6.7 Hur blir återbruk mer klimatvänligt?

- Lokal återbrukskedja, exempelvis inom samma stad eller fastighet, transport av eldrivna fordon och att undvika mellanlagring.

- Identifiera fläktar med god prestanda och hög verkningsgrad innan återbruk.
- Vid förlängning av livslängden, använd motorer som är energieffektivare och inte likadana nya.

7 SLUTSATS

Studien visar att energieffektiviteten (verkningsgraden) har en avgörande påverkan på klimatnyttan av återbrukade produkter. För låga verkningsgrader på den återbrukade fläkten kan göra återbruket ofördelaktigt. Parametrar som påverkar och gör att en sämre verkningsgrad kan accepteras är kortare drifttider och klimatförbättring. Underhållsbehovet kan anses öka lite för återbrukade produkter men ska inte vara avgörande.

Brytpunkter där återbruk blir mindre fördelaktigt finns tydligt relaterat till verkningsgraden. Enligt scenario 2 med konstant drift får inte verkningsgraden för den första återbrukade fläkten understiga ungefär 65% för att vara klimatmässigt lönsam jämfört med en ny fläkt. Vid drifttider motsvarande kontorstider ligger brytpunkten lägre på ungefär 61,5%. En annan brytpunkt handlar om utbyte av klimatmässigt tunga komponenter som motorn. Det är alltså inte lönsamt att byta motor på produkten om det endast förlänger dess livslängd.

För att återbruk av VVS-produkter ska vara hållbart krävs det en tillräcklig energieffektivitet för att hålla driftutsläppen på en acceptabel nivå, där drifttiden påverkar den nivån. Verkningsgraden blir inte sämre med åren och prestandan ska inte påverkas något särskilt med korrekta underhåll.

De totala utsläppen för de olika scenarierna skiljer inte med några betydande siffror. Så att hela tiden jaga den mest energieffektiva lösningen spelar inte lika stor roll som många tror och framför allt lönar det sig inte alltid.

Våra resultat kommer från vår valda fläkt och dess förutsättningar. För framtida studier vore det bra att kolla på större fläktar och se om resultaten förändras. Det skulle också vara bra att undersöka affärsmodeller, hur försäljning och inköp kan genomföras smidigt och standardiserat, samt undersöka garantifrågor för återbrukade produkter.

8 REFERENSER

- Aerius. (u.å.-a). *Hur ofta ska jag byta ventilationsfilter i ett FTX-system?* Hämtad 28 februari 2025, från <https://aerius.se/hur-ofta-ska-man-byta-filter-i-ftx-ventilation/?srsltid=AfmBOophfLr-wAfuXY1jwJ4eGX6t3bzAV6wX4KFW9a9SWFjsLD-Aryrn>
- Aerius. (u.å.-b). *Rengöring ventilationskanaler i hus: Expertens 9 skäl.* Hämtad 25 februari 2025, från https://aerius.se/rengora-ventilationskanaler-9-skal/?srsltid=AfmBOoqumRXQ7_7867TzLmjZNPkbgdlVz2xJ6wbMvkOgzAv4tcWknPiX
- Alfa Fans. (2024, augusti). *How Long Do Industrial Fans Last?* <https://www.alfafans.com/lifespan-of-industrial-fans>
- Andersson Johanna. (2024, september 24). *Är det klimatsmart att återanvända installationer? Förvaltarforum.* <https://forvaltarforum.se/2024/09/24/ar-det-klimatsmart-att-ateranvanda-installationer/>
- Andersson Johanna, Moberg Sandra, Gerhardsson Hanna, & Loh Lindholm Carina. (2021). *Potential, effekter och erfarenheter från återbruk i bygg- och fastighetssektorn.* Svenska miljöinstitutet.
- Bengt Dahlgren. (2022). *Återbruksguiden för installationer.* <https://www.datocms-assets.com/74636/1664543791-aterbruksguiden-for-installationer-bd-2022-04-22.pdf>
- Bluebeam Blog. (2022, april 26). *Vad är inbäddad koldioxid i byggbranschen och hur kan den minska?* <https://blog.bluebeam.com/se/what-is-embodied-carbon-in-construction-and-how-can-it-be-reduced/>
- Boverket. (2023). *Gränsvärde för byggnaders klimatpåverkan.* <https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2023/slutrapport-gransvarde-for-byggnaders-klimatpaverkan.pdf>
- Boverket. (2024a). *Byggsektorns utsläpp av växthusgaser ökar.* Via TT. <https://via.tt.se/pressmeddelande/3410330/byggsektorns-utslapp-av-vaxthusgaser-okar?publisherId=3236499&lang=sv>
- Boverket. (2024b, september 25). *Indata om energi.* <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/underlag/indata-om-energi/>
- Boverket. (2024c, september 25). *Klimatdeklarationens omfattning.* <https://www.boverket.se/sv/klimatdeklaration/gor-sa-har/omfattning/>
- Byggindustrin. (2024a, augusti 28). *Humlegården räddade 2700 armaturer från soptippen.* <https://www.byggindustrin.se/utveckling/hallbarhet/humlegarden-raddade-2-700-armaturer-fran-soptippen/>
- Byggindustrin. (2024b, augusti 28). *Återbrukstermometern: så stor är potentialen hos tekniska installationer.* <https://www.byggindustrin.se/utveckling/hallbarhet/aterbrukstermometern-sa-stor-ar-potentialen-hos-tekniska-installationer/>
- Byggindustrin. (2024c, augusti 29). *Ventilationen lever vidare i Mölndal.* <https://www.byggindustrin.se/utveckling/hallbarhet/ventilationen-lever-vidare-i-molndal/>
- Cirkulerad. (2023, maj 25). *Vad är skillnaden på återvinning och återbruk.* CIRKULERAD. <https://cirkulerad.se/blogs/konkreta-tips-for-att-hall-it-utrustning-cirkulerad-genom-hela-livscykeln/vad-ar-skillnaden-pa-atervinning-och-aterbruk?srsltid=AfmBOor1cO8JABsirUXC1FRksNsMKc4jC3Ujxp9DF9f0S1LJoAmeDHZm>

- Comparesoft. (u.å.). *What Is HVAC Maintenance: Tips, Tools & Checklists For Successful Planning*. Hämtad 10 februari 2025, från <https://comparesoft.com/facilities-management-software/hvac-maintenance/>
- CONTINENTAL FAN. (2019, februari 18). *Fan Basics: What is a Fan?* <https://continentalfan.com/fan-basics-what-is-a-fan/>
- DELIVENT. (u.å.). *ventilationsaggregat - en guide*. Hämtad 26 februari 2025, från <https://delivent.se/ventilationsaggregat/>
- DINORDBOK. (u.å.). *Definition av aggregat*. Hämtad 10 februari 2025, från <https://www.dinordbok.no/sv/definitioner/svenska/?q=aggregat>
- Dinordbok. (u.å.). *Definition av prestanda*. Hämtad 05 mars 2025, från <https://www.dinordbok.no/sv/definitioner/svenska/?q=prestanda>
- Enerdata. (u.å.). *CO2 intensity of electricity generation*. Hämtad 18 februari 2025, från <https://eneroutlook.enerdata.net/forecast-world-co2-intensity-of-electricity-generation.html>
- Energi & miljö. (2024, november 25). *Återbruk i pilotprojekt*. <https://www.energi-miljo.se/aterbruk-i-pilotprojekt/>
- Energi nyheter. (2024). Kan VVS system skapa energieffektiva byggnader? *Energi nyheter*. <https://energinyheter.com/vvs-system/>
- European Commission. (u.å.). *Renewable energy targets*. Hämtad 18 februari 2025, från https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en?prefLang=sv
- European Environment Agency. (2024, oktober 31). *Greenhouse gas emissions intensity of electricity generation in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>
- Femenias Paula, Meurk Sofia, & Mjörnell Kristina. (2017). *Återbruk - en outnyttjad potential. BYGG & TEKNIK*. https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/248426/local_248426.pdf
- Hamberg Roger. (2023). *Sveriges behov av metaller och material för energiomställning 2025-2050*. <https://resource.sgu.se/dokument/publikation/sgurapport/sgurapport202310rapport/s2310-rapport.pdf>
- Handelsbanken. (u.å.). *Gröna lån för hållbara investeringar*. Hämtad 05 mars 2025, från <https://www.handelsbanken.se/sv/foretag/finansiera/hallbar-finansiering/gronalan>
- INU. (u.å.). *Vad betyder energieffektivisering?* Hämtad 07 februari 2025, från <https://inu.se/kunskapsbank/vad-betyder-energieffektivisering/>
- Luhr Katarina, Söderberg Elin, Alm Ericson, Le Moine Rebecka, Lakso Linus, Nohren Emma, Hirvonen Annika, Stenevi Märta, & Risberg Jacob. (2024). *Rivning och återbruk inom byggsektorn*. I *Sveriges riksdag*. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-och-lagar/dokument/motion/rivning-och-aterbruk-inom-byggsektorn_hc021753/html/
- Naturskyddsföreningen. (2021, april 7). *Avfallstrappan*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/avfallstrappan/>
- Naturvårdsverket. (2020). *Produkters livslängd och återvinningsbarhet - översiktlig beskrivning av befintlig kunskap*. <https://www.naturvardsverket.se/globalassets/amnen/plast/dokument/produkters-livslangd-och-atervinningsbarhet.pdf>

Naturvårdsverket. (2024, december 17). *El och fjärrvärme, utsläpp av växthusgaser*.
<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/vaxthusgaser-utslapp-fran-el-och-fjarrvarme/>

Panasonic. (u.å.). *What is an air handling unit?* Hämtad 26 februari 2025, från
<https://www.panasonic.com/global/hvac/products/ahu.html>

QVANTUM. (2024, oktober 10). *Hur lång livslängd har en värmepump?*
<https://www.qvantum.com/sv/hur-lang-livslangd-har-en-varmepump/>

Regeringskansliet. (2024a, september 9). *Satsningar på elektrifiering och grön omställning*. <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2024/09/satsningar-pa-elektrifiering-och-gron-omstallning>

Regeringskansliet. (2024b, december 16). *Tydligare mål och ny inriktning för energiforskningen - fokusera, accelerera, leverera*.
<https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2024/12/tydligare-mal-och-ny-inriktning-for-energiforskningen--fokusera-accelerera-leverera>

Roskar Kristina. (2024, oktober 25). *What are functional requirements? In-depth guide with examples*.

SMED. (2021). *Emissionsfaktor för nordisk elmix med hänsyn till import och export*.
<https://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1540012/FULLTEXT01.pdf>

Sofasco. (2021, juni 1). *Different Types of Fans and Their Roles in HVAC Systems*.
<https://sofasco.com/blogs/article/different-types-of-fans-used-in-hvac-systems?srsltid=AfmBOoo3-S8S2VN3VbaaoqJhdrWbr004Wr7TZhp4U2uQJbxXiLEpvNpR>

Sparbanken. (u.å.). *Vad är grön finansiering?* Hämtad 05 mars 2025, från
<https://www.sparbankentanum.se/foretag/verksamhet/hallbart-foretagande/gron-finansiering.html>

Storstadens Ventilation. (2025, februari 19). *Hur länge håller ett FTX system?*
<https://storstadensventilation.se/hur-lange-haller-ett-ftx-system/>

Svenska Miljöinstitutet. (2016). *Byggandets klimatpåverkan*.
<https://www.ivl.se/download/18.694ca0617a1de98f472d49/1628414613468/FULLTEXT01.pdf>

Svenska miljöinstitutet. (2025a). *Anvisningar för LCA-beräkning av byggprojekt*.
<https://www.ivl.se/download/18.3d781b21194d85bfa42e8ab/1739194547290/Anvisningar%20f%C3%B6r%20LCA-ber%C3%A4kningar%20av%20byggprojekt,%20version%202025-02.pdf>

Svenska miljöinstitutet. (2025b, mars 11). *Cirkulärt byggande*.
<https://www.ivl.se/projekt/kunskapsbank-for-klimat-och-bebyggelse/byggnation/cirkulart-byggande.html>

Swegon. (u.å.-a). *RE:3 - ett koncept för RE:duse, RE:use och RE:vitalise*. Hämtad 25 februari 2025, från <https://www.swegon.com/sv/om-swegon/hallbarhet/recreate/>

Swegon. (u.å.-b). *RE:create*. Hämtad 25 februari 2025, från
<https://www.swegon.com/sv/om-swegon/hallbarhet/recreate/>

Swegon. (u.å.-c). *Uppgradering av GOLD luftbehandlingsaggregat*. Hämtad 25 februari 2025, från <https://www.swegon.com/sv/om-swegon/hallbarhet/cirkularitet/uppgradering-av-GOLD-aggregat/>

Söder Larry. (2024). *Återbruk i byggsektorn. I Sveriges riksdag*.
<https://data.riksdagen.se/fil/A3BD9E97-9784-4354-B446-A78108301656>

- Tekniska verken. (u.å.). *Vår syn på elens roll för klimatet*. Hämtad 18 februari 2025, från <https://www.tekniskaverken.se/om-oss/vilka-vi-ar/var-syn-pa-elens-roll-for-klimatet/>
- Tillväxtanalys. (2018). *Metaller och deras betydelse för produkters klimatavtryck*. <https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.62dd45451715a00666f1c3c1/1586366166371/Metaller>
- Topstar Scaffolding. (2024, januari 12). *Kan Du Blanda Koppar Och Rostfritt Stål VVS?* <https://se.tsscaffold.com/info/can-you-mix-copper-and-stainless-steel-plumbin-93511508.html>
- Östlund Mats. (2022, december 30). Hållbara VVS-produkter - hur ska man tänka? *Energi & miljö*.

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, Sverige 2025
www.chalmers.se



CHALMERS