

Linköpings universitets klimatavtryck år 2017–2019

David Andersson david.andersson@svalna.se

Maria Nordborg maria.nordborg@svalna.se

Ross Linscott ross.linscott@svalna.se

Svalna konsultrapport 2021:3

April 2021



Sammanfattning

Linköpings universitet har tillsammans med 36 andra svenska lärosäten anslutit sig till det så kallade Klimatramverket. Klimatramverket är ett ramverk för lärosätesspecifika klimatstrategier med syfte att engagera universitet och högskolor i Sverige att bidra till såväl nationella som internationella åtaganden att nå det så kallade 1,5-gradersmålet. Miljö- och säkerhetsenheten är en av enheterna inom Fastighetsavdelningen vid Linköpings universitet. Enheten har ett samordnande ansvar för bland annat för Linköpings universitets miljöarbete och miljöledningssystem. Linköpings universitets ledning har gett Miljö- och säkerhetsenheten i uppdrag att beräkna Linköpings universitets klimatpåverkan för att stärka hållbarhetsarbetet och uppfylla åtagandena i Klimatramverket. Under vintern 2020 gick Miljö- och säkerhetsenheten därför ut med en anbudsförfrågan för att anlita extern hjälp, och uppdraget tilldelades Svalna AB. Uppdraget redovisas i förevarande rapport.

Projektet genomfördes genom att först samla in ekonomiska data (såsom konteringsbelopp, bokföringskonto och leverantör) från Linköpings universitet, inköpsåren 2017–2019. Dataunderlaget analyserades, och köpen kategoriserades i syfte att matcha varje enskilt köp med en utsläppsintensitet i g CO₂e/SEK. Utsläppsintensiteterna som Svalna använder grundar sig på Statistiska Centralbyråns företagsregister och miljöräkenskaper. Samtliga verifikat analyserades (ca 254 500 verifikat), och 99% av de totala kostnaderna kategoriserades. Genom att granska ett slumpmässigt urval av verifikat kunde kategoriseringsalgoritmen förbättras, och osäkerheterna minskas.

Utsläppen uppskattades genom att multiplicera inköpsbeloppen med kategorispecifika utsläppsintensiteter. Utsläppen från transport och användning av energi beräknades med en kombination av fysiska och ekonomiska data. Förevarande rapport innehåller resultat på universitetsnivå för åren 2017–2019. Uppdaterade och mer detaljerade resultat, med utvecklad hantering av investeringar i anläggningstillgångar samt uppdelning på organisatoriska enheter, kommer att levereras i samband med att Linköpings universitet får tillgång till Svalnas Carbon Intelligence System™, som i skrivande stund (april, 2021) fortfarande är under utveckling.

Resultaten visar att Linköpings universitets klimatavtryck uppgick till 23,7, 28,4 och 26,2 kton CO₂e för åren 2017, 2018 och 2019. Mellan 2017 och 2018 ökade alltså klimatavtrycket med nästan 20%, för att därefter sjunka med 8%, jämfört med föregående år. Att klimatavtrycket ökade så kraftigt mellan 2017 och 2018 beror på utökad verksamhet vid Nationellt Superdator Centrum för en extern kunds räkning. De största utsläppskategorierna är (andel av totalt klimatavtryck i genomsnitt under perioden 2017–2019 inom parentes): Varor (23%), Transport & Resor (23%), och Fastigheter (20%).

Utsläppen inom kategorierna Energi, Tjänster, och Mat & Logi låg tämligen stabilt mellan åren 2017–2019, på i genomsnitt 4,3 kton CO₂e per år för Energi, 3,8 kton CO₂e per år för Tjänster, och 0,8 kton CO₂e per år för Mat & Logi. Inom kategorin Fastigheter däremot ökade utsläppen med

24% mellan 2017 och 2018, vilket hänger ihop med ökade utgifter för lokalhyra. Utsläppen inom kategorin Transport & Resor har ökat med 2-3% per år mellan 2017 och 2019, på grund av större utsläpp från resor med flyg, trots att Linköpings universitet har ett mål om att antalet flygresor ska minska med 15% från år 2017 till år 2021. I genomsnitt mellan 2017 och 2019 låg klimatavtrycket på 1,5 ton CO₂e per helårsstudent, eller 7,4 ton CO₂e per anställd årsarbetare. Klimatavtrycket per anställd vid Linköpings universitet är alltså ungefär lika stort som det genomsnittliga klimatavtrycket per capita i Sverige.

Tre olika målsättningar som skulle kunna antas för att uppfylla åtagandena i Klimatramverket och senast år 2030 ligga i linje med 1,5-gradersmålet presenteras och diskuteras. Vi argumenterar att mängden växthusgaser som får släppas ut över tid bör begränsas, snarare än att enbart anta ett tidsbaserat mål. De tre olika målsättningarna motsvarar koldioxidbudgetar på mellan 190 och 350 kton CO₂e under perioden 2020–2045. Linköpings universitet behöver eftersträva att minska sin klimatpåverkan inom samtliga områden (energi, resor, inköp av varor och tjänster, osv). Men för att åtagandena i Klimatramverket ska kunna nås krävs att hela samhället och alla branscher ställer om. Det Linköpings universitet kan göra är således, förutom att arbeta för att minska den direkta klimatpåverkan som verksamheten ger upphov till, att delta i projekt med olika samhällsaktörer för att främja och påskynda omställning på samhällsnivå; stödja klimatrelevant forskning och utbildning, och ställa krav på leverantörer vid upphandling.

GHG Protocol är ett populärt ramverk för att beräkna företag och organisationers klimatpåverkan. Svalnas beräkningsmetod kan ses som en sofistikerad tillämpning av GHG Protocol, och inkluderar utsläpp från samtliga scope (Scope 1, 2 och 3). Det finns dock flera osäkerheter som är viktiga att känna till för korrekt tolkning av resultaten. Vissa osäkerheter kan minskas med hjälp av bättre data och mer detaljerade analyser, medan andra är betydligt svårare att göra något åt. En källa till osäkerhet är att de sektorer som utsläppsintensiteterna grundar sig på är mycket grova. Svårigheter att korrekt kategorisera alla köp är en annan källa till osäkerheter.

Abstract

Linköping University has adopted the so-called Climate Framework for higher education institutions, together with 36 other Swedish universities. In short, the Climate Framework aims to engage universities and university colleges in Sweden to contribute to both national and international commitments to reach the so-called 1.5°C target of the Paris Agreement. “Environment and security” is one of the units within the Properties Division at Linköping University. The unit is responsible for, among other things, coordinating Linköping University's environmental work and environmental management system. The University Management at Linköping University has commissioned the Environment and security unit to calculate the carbon footprint of Linköping University in order to strengthen the sustainability work and fulfill the commitments in the Climate Framework. During the winter of 2020, the Environment and security unit therefore issued a request for external assistance, and the assignment was awarded to Svalna AB. The assignment is reported in this report.

The project began with collection and analysis of financial and physical data from Linköping University. All purchases were categorized and matched with emission intensities in g CO₂e/SEK. The emission intensities that Svalna uses are based on Statistics Sweden's environmental and national accounts. All invoices and other proofs of transactions were analyzed (approximately 254 500 documents), and more than 99% of the total costs were categorized by the calculation model. By manually examining a random selection of invoices, the categorization algorithm could be improved, and some uncertainties could be reduced.

The emissions were calculated by multiplying the purchase value by category-specific emission intensities. Emissions associated with transport and use of energy were calculated based on a combination of physical and economic data. This report contains results at university level for 2017–2019. Updated results, with more advanced handling of emissions associated with investments in fixed assets and a breakdown of the emissions across organizational units will be made available in Svalna's Carbon Intelligence System™, which at the time of writing (April, 2021) is still under development.

The carbon footprints of Linköping University have been estimated to 23.7, 28.4 and 26.2 kton of CO₂e, for the years 2017, 2018 and 2019, respectively. Between 2017 and 2018, the carbon footprint thus increased by almost 20%, and then fell by 8% compared to the previous year. The sharp increase in the carbon footprint between 2017 and 2018 is due to expanded operations at the National Supercomputer Center on behalf of an external client. The largest emission categories are (the share of total carbon footprint on average during the period 2017–2019 in parentheses): Products (23%), Transport & Travel (23%), and Properties (20%).

The emissions in the categories Energy, Services, and Food & Accommodation were fairly stable between the years 2017–2019, averaging 4.3 kton CO₂e per year for Energy, 3.8 kton CO₂e per

year for Services, and 0.8 kton CO₂e per year for Food & Accommodation. In the Properties category, on the other hand, emissions increased by 24% between 2017 and 2018, due to increased expenses for premises rent. The emissions in the Transport & Travel category increased by 2-3% per year between 2017 and 2019, due to larger emissions associated with air travel, despite Linköping University's goal of reducing the number of flights by 15% from 2017 to 2021. On average between 2017 and 2019, the carbon footprint was about 1.5 ton of CO₂e per full-time student, or 7.4 ton of CO₂e per annual workforce. The carbon footprint per employee at Linköping University is thus about the same size as the average carbon footprint per capita in Sweden.

Three different objectives that could be adopted to fulfill the commitments in the Climate Framework and latest by 2030 be in line with the 1.5-degree target are presented and discussed. We argue that the amount of greenhouse gases that may be emitted over time should be limited, rather than merely adopting a time-based target. The three different targets correspond to carbon dioxide budgets of between 190 and 350 kton of CO₂e during the period 2020–2045. Linköping University should aim to reduce its climate impact in all areas (energy, travel, purchasing goods and services, etc.). But in order to reach the targets in the Climate Framework, the whole society and all industries need to transform simultaneously. In addition to working to reduce the direct climate impacts, Linköping University should participate in projects with various actors in the society in order to promote and accelerate change at the societal level; support climate-relevant research and education, and set requirements for suppliers in procurement.

The GHG Protocol is a popular framework for calculating the climate impacts of companies and organizations. Svalna's calculation method can be seen as a sophisticated application of the GHG Protocol, that includes all emission scopes (Scope 1, 2 and 3). There are, however, several sources of uncertainty that are important to be aware of in order to correctly interpret the results. Some uncertainties can be reduced by using better data and more detailed analyzes, while others are much more difficult to address. One source of uncertainty is the rather broad sectors that the emission intensities are based on. Another source of uncertainty is difficulties in correctly categorizing purchases.

Innehåll

Bakgrund	1
Syfte	2
Omfattning och avgränsningar	2
Rapportstruktur	3
Del 1 Teoretisk bakgrund	4
Analysmetoder för att beräkna utsläpp från inköp av varor och tjänster	4
Processbaserade analysmetoder	4
Metoder baserade på input-output analys	4
Vad säger forskningslitteraturen?	5
GHG Protocol och olika utsläpps-scope	6
Hur förhåller sig Svalnas metod till GHG Protocol?	7
Del 2 Metod och datainsamling	8
Insamling av data	8
Utsläpp från inköp av varor och tjänster	8
Utsläppsintensiteter baserade på miljöanpassad multiregional input-output analys	9
Kategorisering av inköp	10
Iterativa förbättringar av utsläppsresultaten	11
Utsläpp från transport och användning av energi	11
Del 3 Resultat	15
Analys av effekten av åtgärder för att minska utsläppen	20
Så har vi räknat på åtgärderna	21
Del 4 Diskussion	24
Förslag på målformulering på övergripande nivå	24
Vilka åtgärder krävs för att nå målen?	30
Jämförelser med andra studier	30
Hur ska resultaten tolkas givet befintliga osäkerheter?	32
Framtida vidareutvecklingar och förbättringar av metoden	32
Förbättrad input-output modell och kvantitativa osäkerhetsuppskattningar	33
Gränssnitt för manuella kategoriseringar i Carbon Intelligence Systemet	33
Mål, analyser och förslag i Carbon Intelligence Systemet	33
Periodisering av utsläpp kopplade till investeringar i anläggningstillgångar	33
Rekommendationer för framtida förbättrade utsläppsberäkningar	34
Referenser	35

Bakgrund

Sverige ska minska utsläppen av växthusgaser till noll år 2045. För att lyckas med det behöver alla företag och organisationer i Sverige bidra genom att minska sin klimatpåverkan. [Svalna AB](http://www.svalna.se) (www.svalna.se) har sedan tidigare utvecklat en hybrid-metod som beräknar privatpersoners utsläpp av växthusgaser uttryckt i koldioxidekvivalenter (CO₂e). Tjänsten, som används av ca 18 000 privatpersoner (varav ca hälften använder Svalnas app), beräknar individers klimatpåverkan baserat på transaktionsdata från användarens bank i kombination med data från offentliga register och självrapporterad data. Inköp med bank- och/eller kreditkort klassificeras i olika kategorier, och utsläppen beräknas med hjälp av kategori-specifika utsläppsintensiteter i g CO₂e/SEK. Mer information om Svalnas tjänst för privatpersoner finns i Andersson (2020).

Under våren 2019 började Svalna utveckla en metod för att beräkna organisationers och företags klimatpåverkan, och metoden testades i en förstudie med Stockholms universitet. Förstudien resulterade i en metod som använder ekonomiska data från bokföringen i kombination med utsläppsdata från miljöanpassade multiregionala input-output modeller för att uppskatta utsläppen av växthusgaser från inköp av varor och tjänster. Arbetet skedde i samarbete med forskare på Norges teknisk-naturvetenskapliga universitet (som sedan tidigare utvecklat en liknande metod för Norge), och input-output analytiker på Statistiska Centralbyrån.

Universitetet köper in en stor mängd varor och tjänster som i samband med tillverkning, transport och användning genererar utsläpp av växthusgaser. De flesta lärosäten har tidigare endast mätt utsläppen från transport och användningen av energi, vilket bara är en begränsad del av de totala utsläppen. Den huvudsakliga anledningen är att det tidigare saknats verktyg som på ett heltäckande och kostnadseffektivt sätt kan mäta samtliga utsläpp.

Linköpings universitet har tillsammans med 36 andra svenska lärosäten anslutit sig till det så kallade Klimatramverket – ett initiativ som startades av Kungliga tekniska högskolan och Chalmers tekniska högskola. Klimatramverket är ett ramverk för lärosätesspecifika klimatstrategier med syfte att engagera universitet och högskolor i Sverige att bidra till såväl nationella som internationella åtaganden att nå det så kallade 1,5-gradersmålet.

Miljö- och säkerhetsenheten är en av enheterna inom Fastighetsavdelningen vid Linköpings universitet. Enheten har ett samordnande ansvar för bland annat för Linköpings universitets miljöarbete och miljöledningssystem. Ledningen vid Linköpings universitet har gett Miljö- och säkerhetsenheten i uppdrag att beräkna Linköpings universitets klimatpåverkan för att stärka hållbarhetsarbetet och uppfylla åtagandena i Klimatramverket. Under vintern 2020 gick Miljö- och säkerhetsenheten därför ut med en anbudsförfrågan (Dnr LiU-2020-03908) i syfte att anlita extern hjälp med att genomföra en sådan klimatberäkning, och uppdraget tilldelades Svalna AB. Projektet redovisas i förevarande rapport.

Hittills har tre svenska lärosäten, Stockholms universitet, Göteborgs universitet och Linköpings universitet, anlitat Svalna för att beräkna sina klimatavtryck, och fler lärosäten har visat intresse för metoden.

Syfte

Projektet syftar till att beräkna Linköpings universitets klimatavtryck för åren 2017–2019 uppdelat på olika konsumtionsområden, ge förslag på målformulering på övergripande plan samt ge förslag på åtgärder som kan bidra till att minska universitets klimatpåverkan. Vidare är syftet att ge Linköpings universitet fördjupad kunskap om verksamhetens klimatpåverkan och underlag för att kunna utveckla en strategi med effektiva åtgärder för att minska klimatpåverkan, i enlighet med förpliktelserna i Klimatramverket. Målsättningen är att resultaten och kunskapen som genereras inom ramen för projektet ska kunna användas för att följa och utvärdera utvecklingen; öka möjligheterna att nå uppsatta mål och leva upp till åtagandena i Klimatramverket.

Linköpings universitet kommer inom ramen för projektet även att få tillgång till Svalnas Carbon Intelligence System™ – ett webbaserat, interaktivt beslutsstödsystemet som kan användas för att följa utvecklingen över tid och fungera som beslutsstöd på olika ledningsnivåer. Systemet är i skrivande stund (april, 2021), fortfarande under utveckling. Linköpings universitet kommer preliminärt att få tillgång till Svalnas Carbon Intelligence System™ senast i juni 2021.

Omfattning och avgränsningar

Studien inkluderar en så stor del som möjligt av de direkta och indirekta utsläppen av växthusgaser från inköp av varor och tjänster under åren 2017–2019, inklusive utsläpp från transport och resor (med flyg, bil, tåg, mm) och användning av energi (el, fjärrvärme, kyla, mm), samt investeringar i anläggningstillgångar, från samtliga campus (Valla, Norrköping, US och Lidingö), inklusive Kärnhuset. Det innebär att samtliga utsläppsscope, såsom de definieras i GHG Protocol, inkluderas.

Inga utsläpp har tillskrivits löneutbetalningar, skattebetalningar och inbetalningar till pensionssystem, då dessa transaktioner ses som intermediära pengaflöden som slutkonsumeras i senare led av privatpersoner och aktörer inom offentlig verksamhet, och vars utsläpp skall tillskrivas slutkonsumenten. Endast utsläpp från varor och tjänster som köpts in under åren 2017–2019 har inkluderats. Resultaten som presenteras i förevarande rapport har inte delats upp på olika organisatoriska enheter, t ex institutioner.

Anläggningstillgångar är materiella och immateriella tillgångar som anskaffats eller utvecklats för stadigvarande bruk eller innehav, t ex inventarier, fordon, maskiner, laboratorieutrustning, mm. Utsläppen från investeringar i anläggningstillgångar kan beräknas på två olika sätt: 1) genom att hela utsläppet tillskrivs det år som investeringen görs, och 2) genom att periodisera utsläppen på samma sätt som kostnaderna, alltså sprida ut utsläppen över hela avskrivningstiden. Resultaten

som presenteras i förevarande rapport inkluderar utsläppen från investeringar i anläggningstillgångar som gjorts under åren 2017–2019. Hela utsläppen har tillskrivits de år som investeringarna gjorts, i enlighet med den metod som GHG Protocol föreskriver (se Box 2.1 i WRI & WBCSD, 2013). Utsläpp kopplade till investeringar i anläggningstillgångar som gjorts *innan* 2017 ingår alltså *inte* i förevarande rapport, eftersom beräkningsmetoden för att periodisera utsläppen fortfarande är under utveckling.

Uppdaterade resultat, med utvecklad hantering av investeringar i anläggningstillgångar (möjlighet att periodisera utsläppen på samma sätt som kostnaderna), samt uppdelning på organisatoriska enheter, kommer att levereras i samband med att Linköpings universitet får tillgång till Svalnas Carbon Intelligence System™, som i skrivande stund (april, 2021) fortfarande är under utveckling. Systemet kommer erbjuda möjlighet att beräkna utsläppen från investeringar i anläggningstillgångar med båda metoderna.

Svalna arbetar i skrivande stund med flera viktiga vidareutvecklingar och förbättringar av beräkningsmetoden, t ex bättre anpassade utsläppsintensiteter. Det innebär att de uppdaterade resultaten kan komma att skilja sig en aning från de resultat som presenteras i förevarande rapport.

Ingen kvantitativ osäkerhetsanalys har genomförts, vilket innebär att inget specifikt osäkerhetsintervall för utsläppsresultaten kan anges. Osäkerheterna diskuteras däremot i Diskussionen.

Några olika förslag på målformulering på övergripande nivå presenteras och diskuteras. Vilka åtgärder som kan komma att krävas för att uppnå målen i Klimatramverket diskuteras också. Projektet omfattar dock inte att hjälpa Linköpings universitet uppfylla alla åtaganden i Klimatramverket.

Rapportstruktur

Rapporten är uppdelad i fyra delar. Del 1 innehåller generell information om olika metoder för att beräkna klimatpåverkan från inköp av varor och tjänster (teoretisk bakgrund). Del 2 beskriver Svalnas metod för beräkning av klimatpåverkan från ekonomiska verksamheter. Resultaten redovisas i Del 3, och diskuteras i Del 4.

Del 1 Teoretisk bakgrund

Analysmetoder för att beräkna utsläpp från inköp av varor och tjänster

Två konceptuellt olika analysmetoder kan användas för att beräkna utsläppen av växthusgaser från inköp av varor och tjänster: processbaserade analysmetoder såsom livscykelanalys (LCA), och miljöanpassade metoder baserade på input-output analys (Kennelly et al., 2018). De båda metoderna kan också kombineras i så kallade hybridmetoder. De olika metoderna har sina för- och nackdelar, och är mer eller mindre lämpliga att använda i olika fall, beroende på mål, syfte och omfattning.

Processbaserade analysmetoder

En processbaserad analys kan beskrivas som en mer eller mindre fullständig analys av användningen av energi och andra insatsvaror som krävs för att producera en vara eller tjänst, och samtliga utsläpp som genereras genom hela livscykeln, det vill säga, vid tillverkning inklusive tillverkning av insatsvaror uppströms i värdekedjan, transport, användning och hantering i produktens slutskede (WRI & WBCSD, 2013).

Processbaserad analys erbjuder möjligheten att göra väldigt detaljerade analyser och därmed erhålla stor precision i resultaten. Resultaten från väl genomförda LCA-studier kan ge detaljerad information med hög säkerhet om utsläppen från enskilda processer, varor eller tjänster, och kunskap om var det finns möjligheter att minska klimatpåverkan.

Processbaserad analys kräver generellt sett mycket data, vilket i sin tur kräver stora resurser i form av tid, pengar och arbetskraft, att samla in. Det innebär att stora, processbaserade analyser är svåra och dyra att genomföra i praktiken, särskilt för stora, komplexa verksamheter som ett universitet. Processbaserad analys passar bäst för enskilda processer, varor eller tjänster.

Metoder baserade på input-output analys

Input-output analys är en metod som går ut på att kartlägga de ekonomiska och fysiska flödena mellan branscherna i en ekonomi (inklusive import och export), i syfte att analysera samspelet, t ex hur konsumtion av en vara påverkar omsättningen i de andra branscherna (Huppés et al., 2009).

Att analysen är *multiregional* och *miljöanpassad* betyder att information om t ex användningen av energi och därtill kopplade utsläpp av växthusgaser har adderats till modellerna, och att modellerna fångar skillnader i el/transport och produktionssystem i olika regioner. Miljöanpassad multiregional input-output analys är en robust metod som kopplar samman utsläppen från produktionen med ekonomiska flöden mellan olika sektorer genom hela produktionskedjan.

Metoden används av statistiska myndigheter över hela världen, t ex för beräkning av nationella utsläpp inom ramen för UNFCCC.

Miljöanpassade input-output modeller kan anses vara tämligen heltäckande, då de representerar en fullständig sammanställning av globala (eller regionala) energi- och resursflöden som fördelats ut på olika sektorer i enlighet med ekonomiska transfereringar. Metoden är förhållandevis enkel att applicera, vilket innebär väsentliga besparingar i tid och arbetskraft jämfört med processbaserade analyser. Input-output analyser är det enda rimliga alternativet för analyser som inkluderar en stor mängd varor och tjänster.

Input-output analyser är dock betydligt grövre (det vill säga mindre detaljerade) än processbaserade analyser. Input-output baserade utsläppsuppskattningar avser genomsnitt för hela sektorer, och är inte alltid representativa för enskilda varor eller tjänster inom sektorerna. Input-output analyser baseras nämligen på ett antagande om att det råder ett linjärt samband mellan pris och miljöpåverkan. Men en tröja som kostar dubbel så mycket som en annan tröja orsakar inte nödvändigtvis dubbelt så stor klimatpåverkan. Eftersom input-output modeller beräknar utsläpp per monetär enhet inom en viss sektor innebär det att utsläppen för varor och tjänster som avviker i pris utan att skilja sig nämnvärt från genomsnittet avseende produktion, felskattas.

För en stor organisation som ett universitet är det mindre viktigt om utsläppen från enskilda inköp beräknas helt korrekt, då det är de totala utsläppen inom övergripande kategorier som är mest intressant. Men om inköpsprofilen inom en viss sektor avviker från genomsnittet finns det en risk att utsläppen antingen under- eller överskattas.

Input-output analyser kan alltså inte erbjuda lika hög säkerhet och detaljrikedom som LCA-studier, men i gengäld är systemgränserna mer enhetliga vilket gör att resultaten från olika studier enklare kan jämföras; utsläpp som ofta förbises i LCA (t ex utsläpp kopplade till tjänster i handelsledet) kan enklare inkluderas, och analysmetoden går relativt snabbt och smidigt att tillämpa, även på stora verksamheter med kvalitativt olika inköp. Men på grund av de osäkerheter och brister som nämnts ska resultaten från input-output analyser ändå inte ses som mer än indikativa.

Vad säger forskningslitteraturen?

Det finns ännu inte så mycket forskning inom det här området, och mer arbete krävs för att utveckla metoder som bättre kan mäta klimatpåverkan för ekonomiska verksamheter, rapporterar Kennelly et al. (2018). Vi har tittat närmare på vad ett par forskningsstudier inom området säger.

Pomponi & Lenzen (2018) använde LCA och input-output analys för att beräkna miljöpåverkan för en hypotetisk ekonomi med fem sektorer, och undersökte de möjliga felkällorna för respektive metod. Artikelförfattarna drog slutsatsen att en metod baserad på input-output analys troligen ger ett mer korrekt resultat eftersom trunkeringsfelet i processbaserad LCA (alltså felet som beror

på begränsningar i omfång) kan förväntas vara större än aggregeringsfelet i input-output analys (dvs. felet som beror på grov hopslagning av sektorer). Den slutsatsen ger stöd för Svalnas metod.

Kennelly et al. (2018) jämför resultaten från olika metoder för att beräkna klimatpåverkan för en koppartråd, däribland en processbaserad metod, fyra olika input-output baserade metoder, och en egenkonstruerad hybridmetod som anses representera *best practice*. Studien drar följande slutsatser: 1) processbaserade metoder dras i praktiken med relativt stora trunkeringsfel jämfört med input-output metoder, trots att de i teorin kan erbjuda en högre detaljnivå och säkerhet, och 2) hybridmetoder har potentialen att fånga det bästa från två världar, nämligen noggrannheten från LCA, med det breda omfånget från input-output analysen. Det är dock viktigt att se till så att systemgränserna matchar när olika metoder kombineras, för att undvika trunkeringsfel och dubbelräkning.

GHG Protocol och olika utsläpps-scope

Det finns en rad olika förslag på hur verksamheter kan beräkna sitt klimatavtryck. Ett populärt ramverk är GHG Protocol¹. Kortfattat är det en standardiserad metod som World Resources Institute och The World Business Council for Sustainable Development utvecklat. GHG Protocol inkluderar en lång rad beräkningsmetoder, verktyg, riktlinjer och annat stöd till företag, organisationer, städer, länder, och andra organisatoriska enheter, som vill mäta sin klimatpåverkan.

Enligt terminologi som GHG Protocol utvecklat, och som kommit att bli tämligen väletablerad, delas klimatpåverkan upp i tre olika så kallade *scope*. Scope 1 avser direkta utsläpp från verksamheten och bygger på en direkt inventering av utsläppen (ej baserat på ekonomiska data och input-output analys). Det kan t ex handla om direkta utsläpp från förbränning av bränslen inom tillverkningsindustrin. Scope 2 avser indirekta utsläpp från generering av inköpt energi, och Scope 3 avser indirekta utsläpp från aktiviteter uppströms och nedströms i värdekedjan, t ex kopplat till inköp av varor och tjänster, inklusive transporttjänster.

År 2011 lanserade GHG Protocol en standard med riktlinjer för att beräkna utsläpp kopplade till Scope 3 för en lång rad aktiviteter såsom inköp av varor och tjänster, företagsresor, utsläpp från transport och distribution uppström i värdekedjan, anställdas resor till och från jobbet, användning av försålda produkter, investeringar, mm. GHG Protocol tillåter att data både från processbaserade analyser och miljöanpassade input-output analyser kan användas för att beräkna utsläppen.

Hur förhåller sig Svalnas metod till GHG Protocol?

Svalnas beräkningsmetod kan ses som en sofistikerad tillämpning av GHG Protocol, som syftar till att på ett så heltäckande, kostnadseffektivt och tillförlitligt sätt som möjligt beräkna utsläppen

¹ <http://ghgprotocol.org/>

inom samtliga utsläppsscope. Svalnas metod är ännu inte helt kompatibel med GHG Protocol, men den långsiktiga målsättningen är att den ska bli det (för kunder som så önskar). Nedströms utsläpp kopplade till Scope 3; utsläpp från anställdas pendling till och från jobbet, samt utsläpp som genereras av avfallshantering i organisationens processer är exempel på utsläpp som Svalna ännu inte hanterar.

Det kan vara intressant att notera att GHG Protocol inte kräver att utsläpp kopplade till Scope 3 inkluderas i klimatberäkningar för verksamheter, vilket i praktiken innebär att många företag och organisationer väljer att bortse från dessa utsläppskällor, trots att en stor del av utsläppen ofta sker inom Scope 3. Det innebär givetvis att de totala utsläppen underskattas, och om resultaten från sådana analyser används som beslutsunderlag finns det en betydande risk att felgrundade beslut fattas. Det är viktigt att inkludera samtliga källor till utsläpp för att få en fullgod översikt och erhålla ett adekvat beslutsunderlag (vilket vi har gjort i förevarande studie).

Del 2 Metod och datainsamling

Metoden består av två tämligen separata, men till viss del överlappande, delar: 1) beräkning av utsläppen från inköp av varor och tjänster (Scope 3) baserat på hur mycket pengar som spenderats inom olika inköpskategorier (baserat på analys av bokföringsdata), och 2) beräkning av utsläppen från transport och användning av energi baserat på en kombination av ekonomiska och fysiska data.

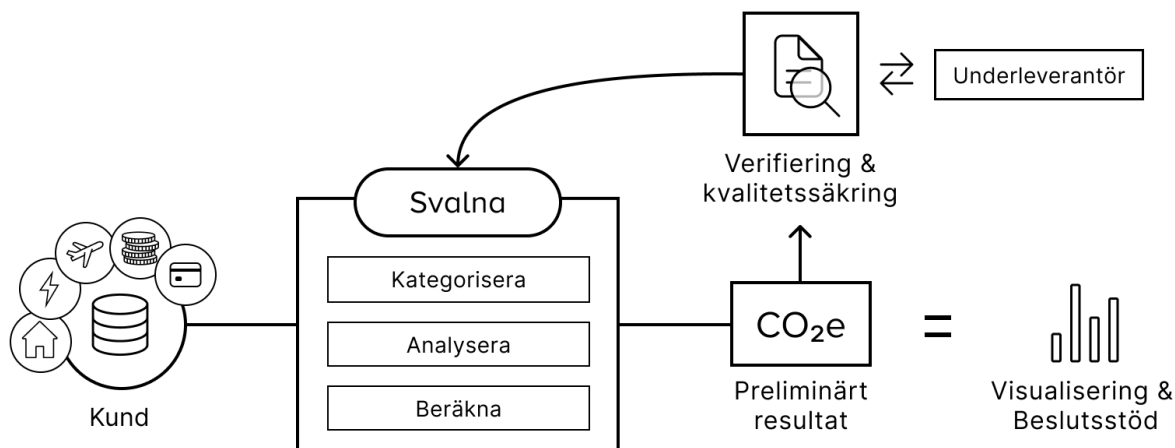
Insamling av data

Projektet inleddes med insamling av ekonomiska och fysiska data från Linköpings universitet. Ekonomiska data avser data från bokföringssystemet och inkluderar bland annat konteringsbelopp, bokföringskonto, leverantörens namn och organisationsnummer, samt tillhörande verifikat i pdf-format, för alla köp som gjorts mellan 1 januari 2017 och 31 december 2019. Fysiska data inkluderar bland annat kWh använd energi uppdelats på olika energislag, och information om avreseort, destination och mellanlandningar för flygresor. Svalna fick även tillgång till kontoplan och information om organisatorisk struktur.

Transaktioner kopplade till utsläpp beräknade baserat på fysiska data (t ex flygresor och användningen av el) exkluderades från bokföringsdatan för att undvika dubbelräkning av utsläppen. Transaktioner i form av löneutbetalningar, skatteinbetalningar, och inbetalningar till pensionssystemet för anställda, har också exkluderats. Det innebär att inga utsläpp tillskrivits dessa transaktioner. Kreditfakturer har identifierats genom att matcha belopp och leverantör, och inga utsläpp har tillskrivits fakturer som har krediterats.

Utsläpp från inköp av varor och tjänster

Utsläppen från inköp av varor och tjänster har beräknats baserat på ekonomiska data (spenderade kronor inom olika kategorier). Grundprincipen går ut på att matcha varje köp mot en utsläppsintensitet i g CO₂e/SEK, se Figur 1. Metoden hanterar även relativprisförändringar och inflation.



Figur 1 Illustration av Svalnas metod för att beräkna klimatpåverkan från inköp av varor och tjänster.

Utsläppsintensiteter baserade på miljöanpassad multiregional input-output analys

Utsläppsintensiteter är genomsnittliga mått på klimatpåverkan per spenderad krona (g CO₂e/SEK) för olika branscher. Utsläppsintensiteterna som vi använt för att beräkna utsläppen från inköp av varor och tjänster kommer från Svalnas utsläppsdatabas som har utvecklats baserat på miljöanpassad multiregional input-output analys, se Figur 2 (för mer information om miljöanpassad multiregional input-output analys, se Del 1).

Svalnas utsläppsdatabas bygger på parametrar från SCB:s miljöräkenskaper i kombination med input-output matriser och tillgångs- och användningstabeller från SCB:s nationalräkenskaper. Matriserna är uppdelade i kategorier enligt en kategorisering som bygger på standarden för svensk näringsgrensindelning (SNI) 2007². SCB:s miljöräkenskaper innehåller information om utsläpp från produktion och import i olika branscher. Svalnas input-output modell skiljer sig från SCB:s input-output modell i avseendet att företagets investeringar också räknas som ekonomiska flöden (i miljöräkenskaperna räknas företagets investeringar enbart som en form av slutanvändning). Detta är viktigt att ta hänsyn till när man ska modellera miljöpåverkan från ekonomin, något som beskrivs i mer detalj i Södersten et al. (2018).

Utsläppsintensiteterna i Svalnas utsläppsdatabas har beräknats med hänsyn till produktkategori, typ av leverantör, om köpet sker direkt från producent eller från en återförsäljare (partihandel, detaljhandel, eller fordonshandel), och om köpet sker från en svensk eller utländsk återförsäljare. Den andel av beloppet som antas gå till så kallade handelsmarginaler, och den andel av volymen som antas vara importerad, beror på producentens kategori men också vilket typ av leverantör det är. Vissa utländska leverantörer finns i Svalnas utsläppsdatabas och kan identifieras på namn eller organisationsnummer, även om de inte finns i SCB:s register.

² <http://www.sni2007.scb.se/>



Figur 2 Illustration över flöden av pengar, varor och växthusgaser, som ligger till grund för beräkning av utsläppsintensiteter med hjälp av miljöanpassad multiregional input-output analys. Utsläppsintensiteter är genomsnittliga mått på klimatpåverkan per spenderad krona för olika branscher.

Kategorisering av inköp

För att alla köp ska kunna matchas mot en lämplig utsläppsintensitet behöver de först kategoriseras. Svalna använder en algoritmbaserad lösning som automatiskt kategoriserar alla köp baserat på information om leverantörens SNI-kod(er) och vilket bokföringskonto köpet är bokfört på. Kategoriseringsalgoritmen bygger på att alla bokföringskonton har mappats mot en rangordnad lista med lämpliga SNI-kategorier (på tvåsiffernivå) genom en statistisk skattning av de leverantörer som hör till de konteringar som gjorts på kontot. Mappningen fungerar oberoende av vilken kontoplan som används. Undantaget är konton där det inte finns något bra statistiskt urval av leverantörer, t ex för att nästan alla betalningar går till samma leverantör. Dessa konton kan dock lätt identifieras, och listan med lämpliga kategorier för berörda konton kan korrigeras manuellt genom uppslag i kontoplanen.

Lösningen ger en avsevärt bättre automatisk kategorisering än en ren leverantörsbaserad kategorisering (som Svalna tidigare använde), eftersom många leverantörer levererar flera olika typer av varor och tjänster. Lösningen drar nytta av den manuella granskning och kategorisering av inköp som redan skett i samband med bokföringen, samtidigt som systemet också identifierar och flaggar för möjliga felkonteringar, som därefter kan granskas manuellt. Alla köp kategoriseras separat vilket innebär att kategoriseringsalgoritmen även kan hantera fakturor med flera olika kvalitativt olika inköp som bokförts på olika konton.

Algoritmen använder alltså den tillgängliga informationen för att göra en "bästa gissning" av vilken typ av vara eller tjänst som köpts, för att på så sätt kunna matcha köpet till en viss utsläppsintensitet i g CO₂e/SEK. Algoritmen har även inbyggda system för kontinuerliga förbättringar, vilket innebär att den blir bättre och bättre på att avgöra vilken typ av vara eller tjänst som köpts.

För att ytterligare förbättra Svalnas kategoriseringsalgoritm har vi undersökt vad enskilda köp faktiskt representerar genom att granska ett delvis slumpmässigt urval av verifikat. På så sätt kunde vi identifiera fall där algoritmen lyckades mindre bra med att kategorisera köpen, och vidta åtgärder för att förbättra den. Samtliga verifikat i bokföringen för verksamhetsåren 2017–2019 analyserades (ca 254 500 st verifikat) och över 99% av de totala kostnaderna kategoriserades.

Iterativa förbättringar av utsläppsresultaten

Svalnas metod appliceras i iterationer i syfte att successivt förbättra utsläppsresultaten och minska osäkerheterna. Det innebär att vi 1) beräknar utsläppen, 2) identifierar de största osäkerheterna, 3) vidtar lämpliga åtgärder för att minska osäkerheterna, och därefter upprepar proceduren (mer om osäkerheter i Diskussionen).

Efter att utsläppen har beräknats kan de grupperas efter kategoriseringsmetod, kategori, bokföringskonto eller leverantör, och sorteras efter belopp eller utsläpp. På så sätt kan de preliminärt största och mest osäkra kostnads- och utsläppsposterna identifieras. Andra kostnads- och utsläppsposter som av någon annan anledning är särskilt intressanta att titta närmare på kan också väljas ut för närmare granskning. Det kan t ex handla om att manuellt identifiera de specifika varor eller tjänster som köpts in i ett statistiskt urval av verifikat, och koppla dem till specifika utsläpp, eller göra lämpliga omkategoriseringar.

Utsläpp från transport och användning av energi

Utsläpp från transport och användning av energi har delvis beräknats baserat på ekonomiska data (kostnader) och delvis baserat på fysiska data som Linköpings universitet själva sammanställt inom ramen för inrapportering till Naturvårdsverket enligt förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter (Linköpings universitet, 2020a). För varje område har vi använt den beräkningsmetod som vi bedömt ger mest korrekt resultat givet tillgänglig data och andra beräkningstekniska avvägningar. Fysiska data är t ex kWh använd energi uppdelat på olika energislag och information om avreseort, destination och mellanlandningar för flygresor. Vi har alltså *inte* använt de utsläppsresultat som Linköpings universitet har beräknat inom ramen för inrapportering till Naturvårdsverket. Utsläppsresultaten som vi har beräknat, och som ligger till grund för resultaten som presenteras i Del 3 av rapporten, visas i Tabell 1.

Utsläpp från flygresor har beräknats med Svalnas flygkalkylator (Andersson, 2020). Fördelen med att använda Svalnas flygkalkylator är att resultaten blir jämförbara med andra universitet vars utsläpp Svalna har beräknat, samt att Svalnas flygkalkylator är baserad på den senaste forskningen om klimatpåverkan från flyg. Det är ett forskningsområde där kunskapsläget går fort framåt i takt med att vi lär oss mer, och i takt med att flygtekniken förändras (se t ex Lee et al., 2020). Svalnas flygkalkylator inkluderar utsläpp från förbränning, inklusive förstärkt klimatpåverkan på grund av utsläpp på hög höjd. Utsläpp kopplade till infrastruktur (flygplatser) ingår inte, då det i dagsläget saknas bra modeller för dessa utsläpp. Utsläppen kopplade till infrastruktur bedöms även vara relativt små i förhållande till utsläppen från förbränning. Utsläpp

från flygresor beräknas säkrast med fysiska data (snarare än ekonomiska data), eftersom relationen mellan pris och flygdistans kan variera väldigt mycket, samt att utsläppsfaktorer baserade på input-output data inte inkluderar svenskarnas flygresor i andra länder.

Tabell 1 Utsläpp av växthusgaser från transport och användning av energi år 2017–2019 enligt Svalnas beräkningar.

Område	ton CO ₂ e			Kommentarer
	2017	2018	2019	
Energianvändning vid Linköpings universitet exkl. Kärnhuset tillhörande Nationellt Superdator Centrum				
Verksamhetsel	926	891	848	Beräknat baserat på användning av kWh el, och ett utsläppsvärde på 47 g CO ₂ e/kWh (inga utsläpp för solel)
Fastighetsel	296	291	225	Beräknat baserat på användning av kWh el, och ett utsläppsvärde på 47 g CO ₂ e/kWh (inga utsläpp för solel)
Fjärrvärme	2735	2956	2851	Beräknat baserat på användning av kWh fjärrvärme, och ett utsläppsvärde på 96 g CO ₂ e/kWh
Fjärrkyla	41	57	48	Beräknat baserat på användning av kWh fjärrkyla; den mängd el som krävs för att generera fjärrkylan, och ett utsläppsvärde på 47 g CO ₂ e/kWh el
Energianvändning vid Nationellt Superdator Centrum				
Verksamhetsel	202	206	329	Beräknat baserat på användning av kWh el, och ett utsläppsvärde på 47 g CO ₂ e/kWh (inga utsläpp för solel)
Fjärrkyla	18	20	32	Beräknat baserat på användning av kWh fjärrkyla; den mängd el som krävs för att generera fjärrkylan, och ett utsläppsvärde på 47 g CO ₂ e/kWh el
Transport				
Resor med bil, buss och tåg	1401	1337	1342	Beräknat baserat på ekonomiska data
Flyg under 50 mil	42	44	44	Beräknat med Svalnas flygkalkylator
Flyg 50-300 mil	3094	3285	3370	Beräknat med Svalnas flygkalkylator, och inkluderar den så kallade höghöjdseffekten
Flyg över 300 mil	915	1029	1046	Beräknat med Svalnas flygkalkylator, och inkluderar den så kallade höghöjdseffekten

Utsläppen från flygresor har delats upp på tre distanser, eftersom det kan vara intressant att särskilja långa flygresor över 300 mil. Utsläppen från alla flygresor över 50 mil inkluderar den så kallade höghöjdseffekten. Resultaten skiljer sig ganska mycket från de resultat som Linköpings universitet själva har beräknat (Linköpings universitet, 2020a), vilket troligen beror på olika beräkningsmetoder och antaganden. Beräkningsunderlaget som Svalna har fått tillgång till visar att även de utsläppsresultat från flyg som Linköpings universitet själva har beräknat varierar inom ett stort spann, beroende på olika beräkningsmetoder och antaganden.

Utsläppen från tågresor har beräknats baserat på ekonomiska data (kostnader för tågresor), vilket har bedömts ge ett mer korrekt resultat jämfört med att beräkna utsläppen baserat på resesträcka (km), eftersom merparten av utsläppen från tågresor kommer från byggande och underhåll av infrastrukturen: utsläpp som fångas bättre genom att använda ekonomiska data.

Utsläppen från resor med bil och buss har också beräknats baserat på ekonomiska data. Ett alternativ hade varit att beräkna utsläppen baserat på det fysiska dataunderlag som finns, men eftersom det saknas dedikerade bokföringskonton för bil och buss låter det sig inte göras utan risk för dubbelräkning. Dessutom är det fysiska dataunderlaget för resor med taxi inte heltäckande, på grund av svårigheter att få tillgång till tillförlitligt dataunderlag från upphandlade resebyråer gällande både flygtaxiresor och andra typer taxiresor (Wessman, pers. komm. 2021). Det är även anledningen till att utsläppen från taxi inte har inkluderats i rapporteringen till Naturvårdsverket (Linköpings universitet, 2020a).

Svalnas beräknade resultat för utsläpp från resor med bil, buss och tåg skiljer sig relativt mycket från de resultat som Linköpings universitet själva har beräknat (se Linköpings universitet, 2020a), vilket beror på skillnader i dataunderlag och beräkningsmetoder. Vi har t ex inkluderat utsläppen från samtliga resor med taxi och hyrbilar, samt utsläpp kopplade till tåginfrastruktur. En annan möjlig orsak till att resultaten skiljer är att det troligen var något fel i Naturvårdsverkets beräkningsmall som gjorde att mängden koldioxid för bussar 2019 beräknades till noll (Wessman, pers. komm., 2021).

Systemgränserna för utsläppsfaktorerna som vi använt för att beräkna utsläppen från resor med bil, buss och tåg definieras av vad branschen betalar för. Det innebär att tågresor till viss del åläggs utsläpp kopplade till utbyggnad och underhåll av infrastrukturen, eftersom infrastrukturen delvis ägs av staten, och delvis av privata bolag. Vägnätet däremot ägs i huvudsak av staten, vilket gör att resor med bil och buss inte åläggs utsläpp kopplade till utbyggnad och underhåll av infrastrukturen.

Systemgränserna för utsläppsfaktorerna som baseras på input-output data inkluderar med andra ord de utsläpp som ingår i branschekonomin. Det innebär ofrånkomligen att systemgränserna inte alltid är exakt lika. Det ska dock inte ses som något fel, utan snarare som en egenskap hos modellen. Olika branschekonominer ser olika ut, vilket återspeglas i utsläppsfaktorerna.

Solcellsanläggningar har installerats på Campus Valla, Campus Norrköping och Kärnhuset (Linköpings universitet, 2020a). Initiativen och finansieringen kommer delvis från Linköpings universitet, och delvis från fastighetsägarna Akademiska hus och Klöver (Tegehed Dahlin, pers. komm. 2021). Inga utsläpp har tillskrivits användningen av den lokalt producerade solelen (utsläpp kopplade till inköp och drift av anläggningarna fångas med ekonomiska data). I brist på information om var den lokalt producerade solelen används har vi för enkelhetens skull antagit att en lika stor andel används överallt; det är dock inget som påverkar de totala utsläppen från användningen av el, utan endast fördelningen mellan verksamhetsel, fastighetsel samt verksamhetsel vid Nationellt Superdator Centrum. År 2017 var 0,6% av den totala mängden el som användes lokalt producerad solel. Motsvarande siffror för 2018 och 2019 var 2,1% och 3%; alltså en stadig ökning.

Utsläppen från inköpt el har beräknats baserat på användningen el i kWh (exklusive användningen av solel), samt ett utsläppsvärde på 47 g CO₂e/kWh, som avser el konsumerad el i Sverige ("svensk

konsumtionsmix”) från Energimyndigheten (2020), trots att Linköpings universitet mellan 2017 och 2019 köpt in 100% förnybar el (Linköpings universitet, 2020a). Den huvudsakliga anledningen är att valet att köpa förnybar el, t ex märkt som “Grön el” eller med “Bra Miljöval” (vilket bland annat inkluderar vattenkraft), för närvarande inte kan anses ha någon systemdrivande effekt, i meningen att det inte skapar något incitament för elleverantörer att öka produktionen av förnybar energi (se Gode et al. 2009). Det beror på att det finns en överproduktion av förnybar el i Sverige och övriga Norden på grund av den stora vattenkraftskapaciteten.

Det är möjligt att argumentera att Linköpings universitets val att köpa förnybar el tar elsystemet ett steg närmare den punkt då efterfrågan på förnybar el överstiger utbudet vilket skulle tvinga elproducenter att göra investeringar för att öka produktionen av förnybar el, och att valet i sig därför förtjänar att premieras genom att utsläppen bättre motsvarar produktionsutsläppen. Detta resonemang har viss förtjänst, men så länge denna brytpunkt fortfarande är avlägsen och valet de facto inte har någon effekt på elsystemet så anser Svalna att det i nuläget är mest korrekt att räkna med utsläppsvärdet för svensk konsumtionsmix för den mängd el som köps in.

Utsläppen från fjärrvärme har beräknats baserat på användning av kWh fjärrvärme per år, och ett utsläppsvärde på 96 g CO₂e/kWh, som avser utsläpp av växthusgaser från fjärrvärme i Linköpings kommun ur ett bokföringsperspektiv för miljöredovisning år 2020, enligt information från Tekniska verken³.

Utsläppen från fjärrkyla har beräknats baserat på användning av kWh fjärrkyla per år (uppdelat på Linköpings universitet och Kärnhuset, se Tabell 1); beräknad mängd el (kWh) som krävs för att generera fjärrkylan, samt ett utsläppsvärde på 47 g CO₂e/kWh el, som avser “svensk konsumtionsmix” från Energimyndigheten (2020). Enligt Tekniska verken, som levererar fjärrkyla till Linköpings universitet, går det åt 0,09 kWh el för att producera 1 kWh fjärrkyla⁴. Fjärrkylan som används på alla campus har beräknats på samma sätt.

Eftersom utsläppen från användningen av energi har beräknats baserat på fysiska data behöver kostnaderna för energi exkluderas från bokföringsdatan, för att undvika dubbelräkning av utsläppen. Det var dock inte helt lätt att avgöra vilka bokföringsposter som skulle exkluderas eftersom 1) en betydande del av kostnaderna för användningen av energi ingår i lokalhyran, och har bokförts som “lokalhyra” (tidigare bokfördes den andel som motsvarar energi på ett separat bokföringskonto för energi, men det görs inte längre), och 2) den andel av hyran som avser kostnad för energi varierar mellan olika hyresavtal, och för el, värme och kyla. Genom att granska ett urval av fakturor från Akademiska hus (den största fastighetsägaren) kunde ungefärliga pris per kWh för varje energislag uppskattas och användas för att bestämma hur stor andel av kostnaden för hyra som kunde anses motsvara energi, och därmed exkluderas från bokföringsdatan.

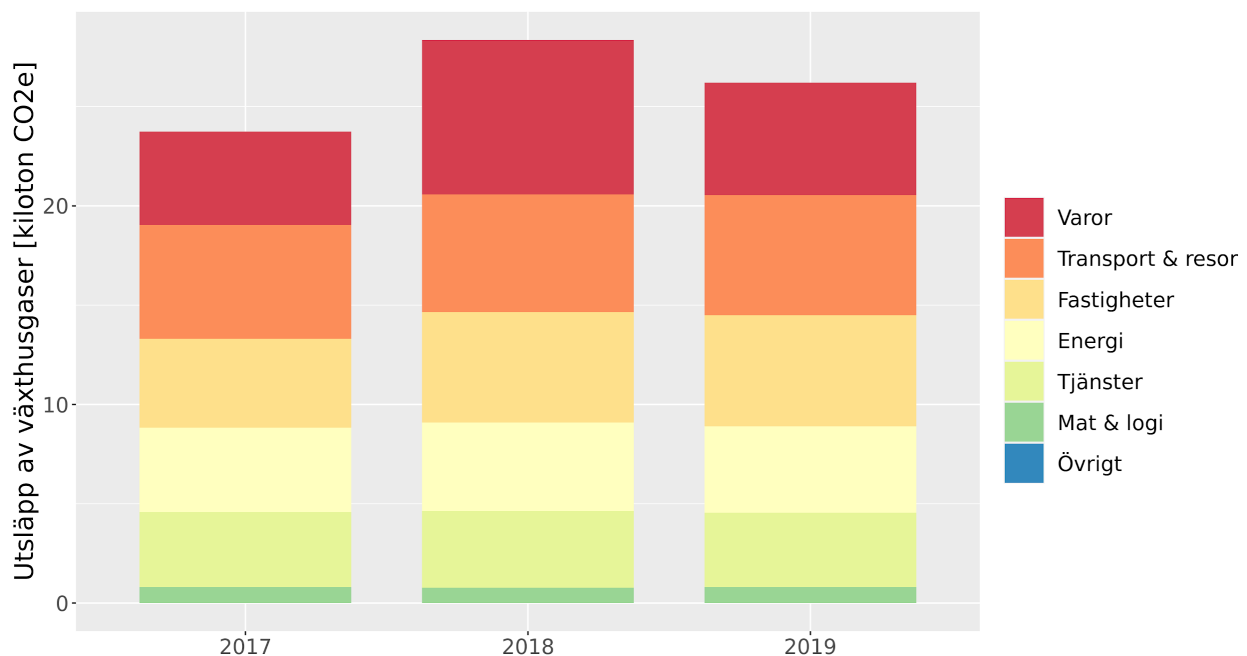
³ <https://www.tekniskaverken.se/miljo/miljorapporter-och-statistik/miljovarden/fjarrvarme2020> (besökt 30 mars, 2021)

⁴ <https://www.tekniskaverken.se/miljo/miljorapporter-och-statistik/miljovarden/fjarrkyla/> (besökt 29 mars, 2021)

Del 3 Resultat

Linköpings universitets klimatavtryck har beräknats till 23,7, 28,4 och 26,2 kton CO₂e, för åren 2017, 2018, och 2019, se Figur 3. I genomsnitt mellan 2017 och 2019 låg klimatavtrycket på 26,1 kton CO₂e. Figurerna 4-10 presenterar mer detaljerade resultat för de övergripande kategorierna.

Mellan 2017 och 2018 ökade alltså klimatavtrycket med nästan 20%, för att därefter sjunka med 8%, jämfört med föregående år. Att klimatavtrycket ökade så kraftigt mellan 2017 och 2018 beror på utökad verksamhet vid Nationellt Superdator Centrum för en extern kunds räkning (Linköpings universitet, 2020a). Det syns tydligare i Figur 5 som visar att utsläppen i kategorin Varor ökade kraftigt ökade mellan 2017 och 2018, kopplat till stora investeringar i utrustning från en leverantör vid namn Hammer PLC som bland annat tillverkar stora datorer. I Svalnas Carbon Intelligence System™ kommer det gå att separera utsläppen kopplade till Nationellt Superdator Centrum. Det kommer även gå att periodisera utsläppen kopplade till investeringar i anläggningstillgångar såsom superdatorer, för att undvika utsläppstopp av det slaget.



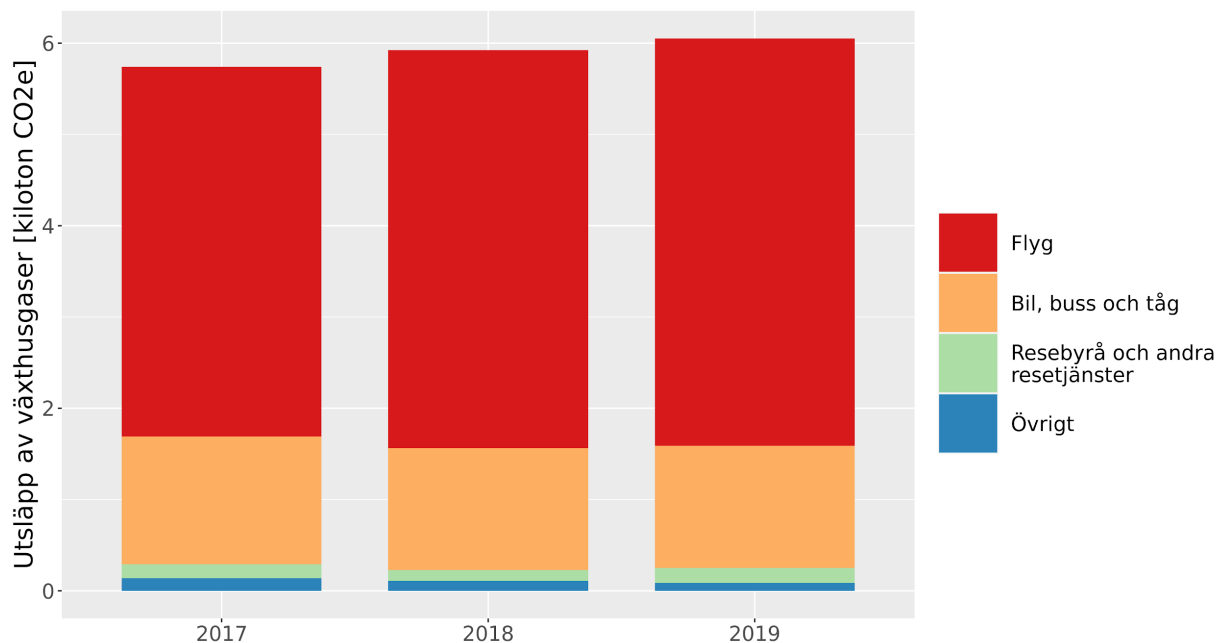
Figur 3 Linköpings universitets klimatavtryck från inköp av varor och tjänster, samt från transport och användning av energi, inköpsåren 2017–2019, uppdelat på övergripande kategorier.

De största utsläppskategorierna är (andel av totalt klimatavtryck i genomsnitt under perioden 2017–2019 inom parentes): Varor (23%), Transport & Resor (23%), och Fastigheter (20%). Varor och Transport & Resor var de två största utsläppskategorierna alla tre år, men vilken av dem som var störst varierar mellan åren. År 2017 och 2019 var Transport & Resor den största utsläppskategorin, medan Varor var den största utsläppskategorin år 2018 (på grund av stora investeringar i Nationellt Superdator Centrum).

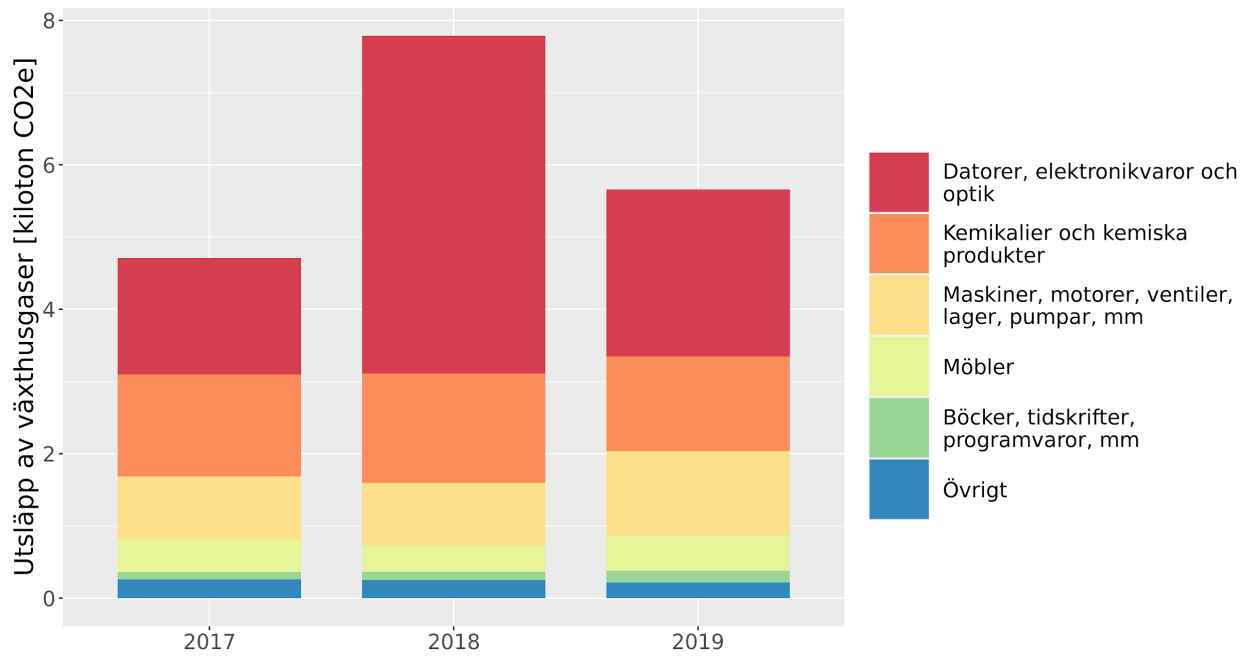
Utsläppen inom kategorin Transport & Resor har ökat med 2-3% per år mellan åren 2017–2019, från 5,7 kton CO₂e år 2017, till 6,1 kton CO₂e år 2019. Ökningen beror på större utsläpp från resor med flyg, trots att Linköpings universitet har ett mål om att antalet flygresor ska minska med 15% från år 2017 till år 2021, och trots att Linköpings universitet har en rese- och mötespolicy som bland annat säger att tjänsteresor i så stor utsträckning som möjligt ska ersättas med video-, telefon- och webbkonferenser (Linköpings universitet, 2020a).

För att minska utsläppen från tjänsteresor bedrivs även arbete för att öka användningen av resfria mötesalternativ. Bland annat har ett 20-tal konferensrum försetts med teknik för distanskonferenser och medarbetare har utbildats i hur tekniken ska användas för att genomföra effektiva möten på distans. Det är en bra början, men uppenbarligen krävs mer för att nå målen och minska utsläppen. Resultaten visar att kraftigare, och bättre riktade, åtgärder krävs för att vända utvecklingen.

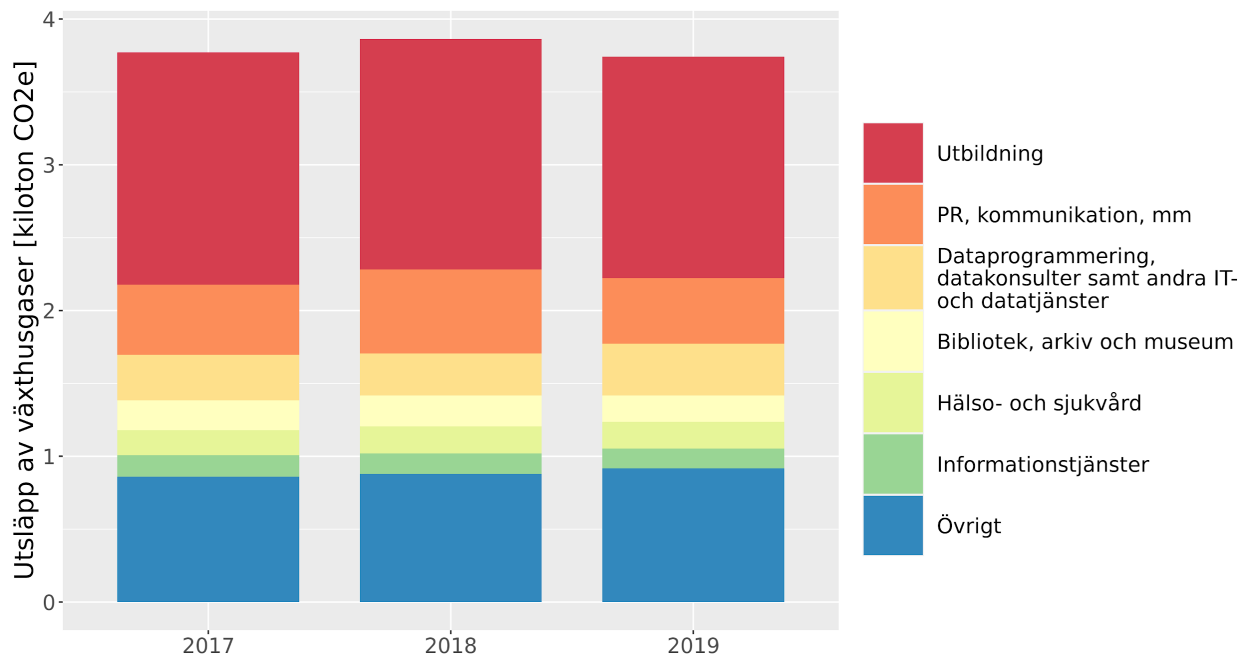
Antagligen har utsläppen från flyg minskat kraftigt under pandemiåret 2020. Det har vi dock inte haft möjlighet att analysera inom ramen för förevarande rapport. Samtliga resultat ska på grund av olika källor till osäkerheter tolkas med viss försiktighet. Osäkerheterna diskuteras i nästa kapitel.



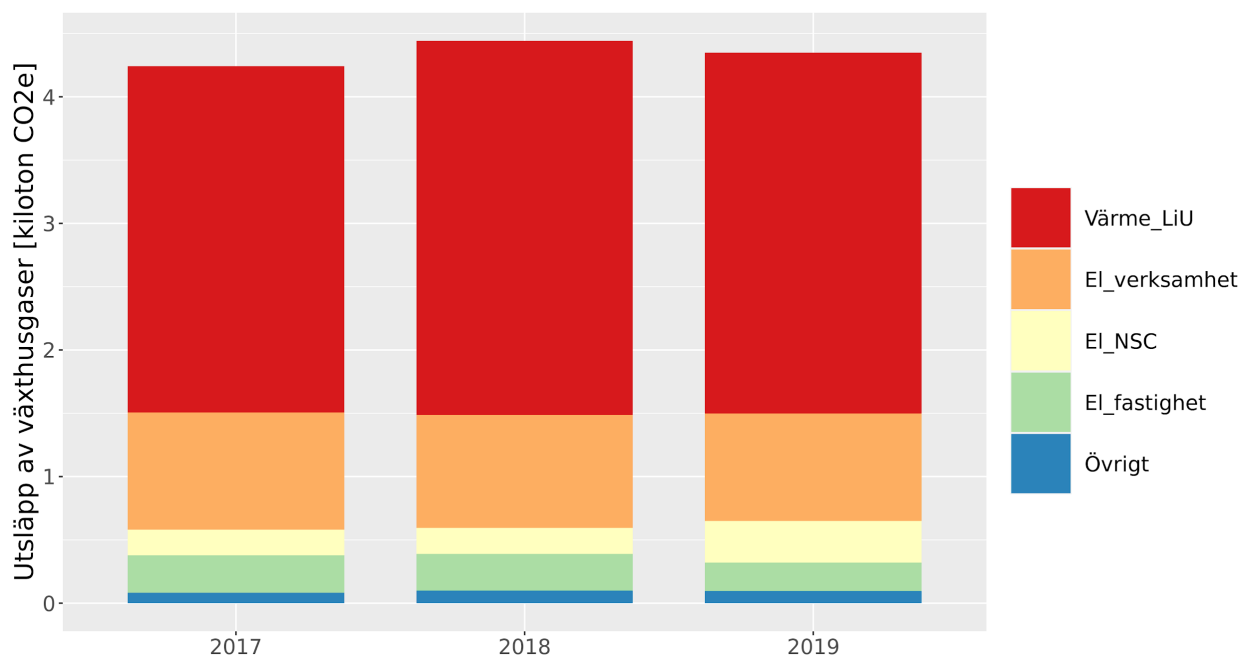
Figur 4 Linköpings universitets klimatavtryck inom kategorin Transport & Resor, inköpsåren 2017–2019, samt uppdelat på underliggande kategorier.



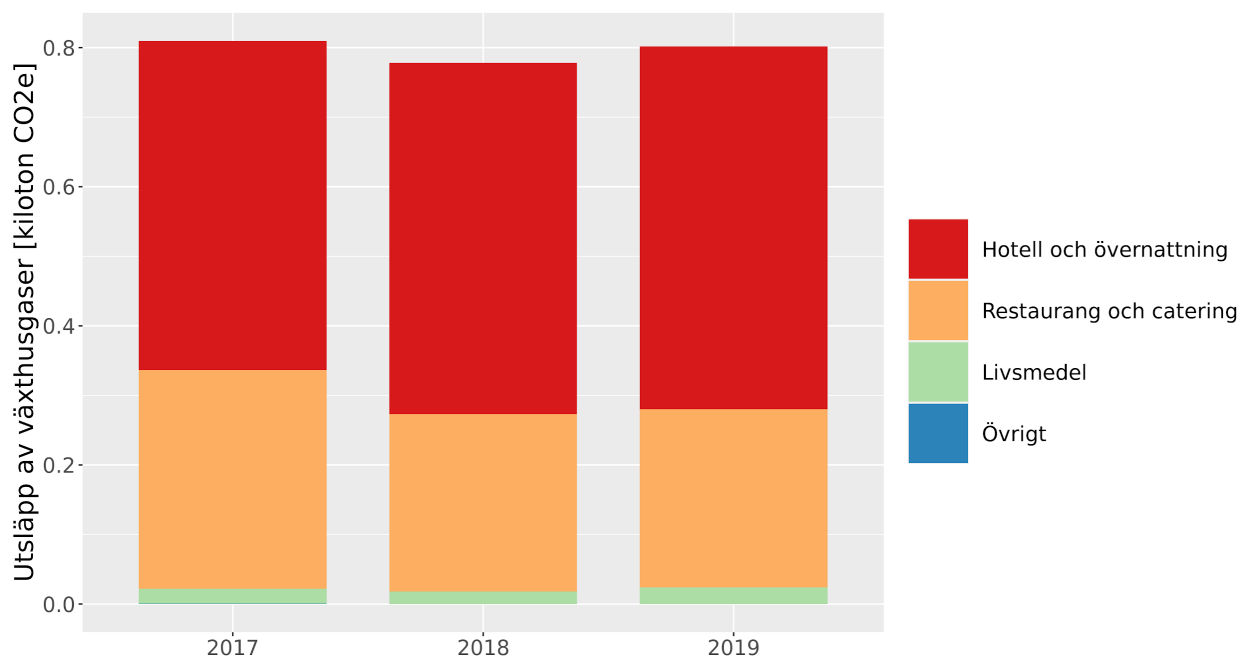
Figur 5 Linköpings universitets klimatavtryck inom kategorin Varor, inköpsåren 2017–2019, samt uppdelat på underliggande kategorier.



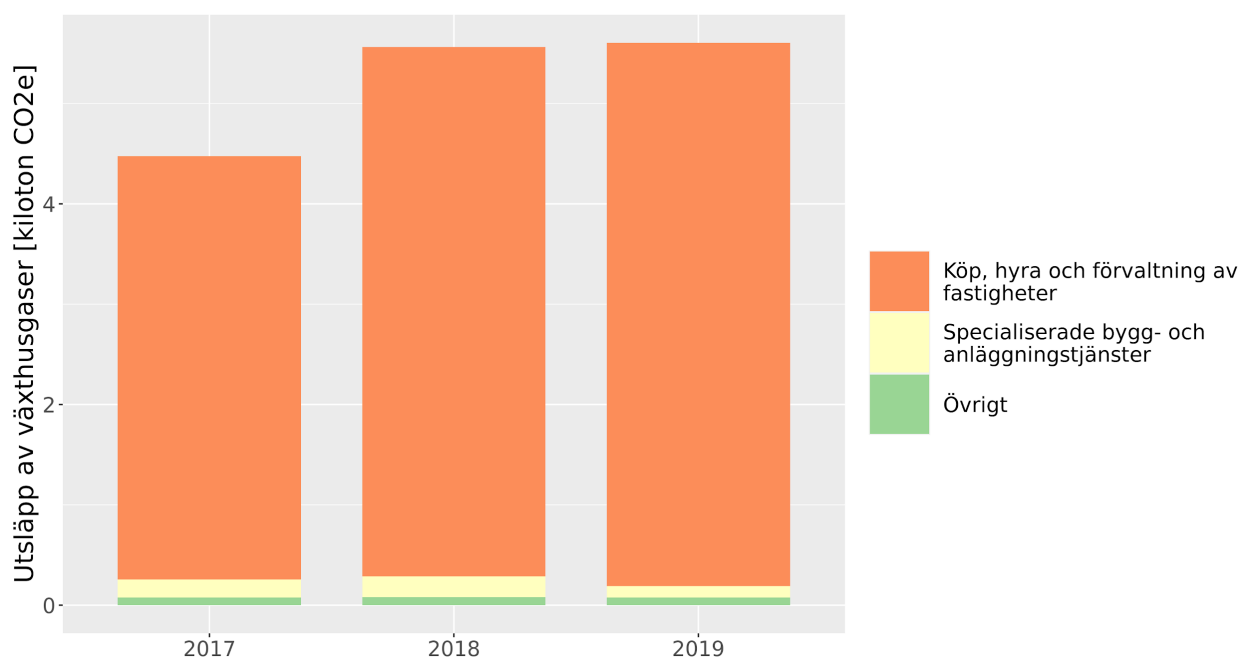
Figur 6 Linköpings universitets klimatavtryck inom kategorin Tjänster, inköpsåren 2017–2019, samt uppdelat på underliggande kategorier.



Figur 7 Linköpings universitets klimatavtryck inom kategorin Energi, inköpsåren 2017–2019, samt uppdelat på underliggande kategorier. Utsläppen från fjärrkyla ingår i kategorin "Övrigt".



Figur 8 Linköpings universitets klimatavtryck inom kategorin Mat & Logi, inköpsåren 2017–2019, samt uppdelat på underliggande kategorier.



Figur 9 Linköpings universitets klimatavtryck inom kategorin Fastigheter, inköpsåren 2017–2019, samt uppdelat på underliggande kategorier.

Det totala klimatavtrycket för Linköpings universitet kan slås ut per student, eller per anställd, för att få en bättre bild av klimatpåverkan per person verksam vid lärosätet, se Tabell 2. I genomsnitt mellan 2017 och 2019 låg klimatavtrycket på 1,5 ton CO₂e per helårsstudent, eller 7,4 ton CO₂e per anställd årsarbetare.

Tabell 2 Klimatavtryck per helårsstudent och per anställda (årsarbetare) vid Linköpings universitet för åren 2017–2019 (avrundade värden). Information om antal helårsstudent och anställda har hämtats från Tabell 2.1 och 5.6 i Linköpings universitets årsredovisning avseende budgetåret 2019 (Linköpings universitets, 2020b). Helårsstudenter inkluderar helårsstudenter både på program och fristående kurser.

År	ton CO ₂ e per helårsstudent	ton CO ₂ e per anställd (årsarbetare)
2017	1,4	6,8
2018	1,6	8,1
2019	1,5	7,3
Genomsnitt	1,5	7,4

Den genomsnittliga utsläppsintensiteten för Linköpings universitets konsumtion av varor och tjänster under perioden 2017–2019 har uppskattats till 16,2 g CO₂e/SEK inklusive moms.

I genomsnitt under de tre åren har 17% av utsläppen kategoriserats som Scope 2 (indirekta utsläpp från generering av inköpt energi), och 83% av utsläppen har kategoriserats som Scope 3

(indirekta utsläpp från aktiviteter uppströms och nedströms i värdekedjan, t ex kopplat till inköp av varor och tjänster, inklusive transporttjänster). Endast 0,05% av utsläppen har kategoriserats som Scope 1 (direkta utsläpp från verksamheten).

Analys av effekten av åtgärder för att minska utsläppen

Effekten av några olika åtgärder som potentiellt sett skulle kunna införas och bidra till utsläppsminskningar har uppskattats. Uppskattningarna är ofrånkomligen baserade på flera förenklingar och antaganden, varför de beräknade effekterna endast ska ses som indikativa med avseende på effekt, och främst användas som startpunkt för vidare diskussion kring möjliga policies som skulle kunna införas.

Vi har valt ut och analyserat effekten av sju stycken åtgärder, se Tabell 3. Åtgärderna har valts ut i samråd med representanter från Linköpings universitet, dels med hänsyn till vad som är praktiskt möjligt att i nuläget räkna på, dels med hänsyn till vad som är praktiskt genomförbart att införa. Det ska tilläggas att Linköpings universitet redan har flera miljömål, och redan har infört flera åtgärder för att nå målen för direkt miljöpåverkan, se kapitel 5a och 6a i Miljöledningsrapporten (Linköpings universitet, 2020a).

Resultaten visar att åtgärd nr 4, "Digitala möten istället för flygresor", är den som har störst potential att bidra till utsläppsbesparingar. På andra och tredje plats kommer åtgärd nr 6, "Använda IT-utrustning längre tid", och åtgärd nr 3, "Tåg istället för flyg på korta och långa resor".

Tabell 3 Uppskattningar av effekten från olika åtgärder (alla siffror avser genomsnitt för åren 2017–2019).

	Utsläppsbesparing i ton CO ₂ e/år	Minskning i % inom övergripande kategorin	Övergripande kategori som åtgärden avser	Minskning i % av totalt klimatavtryck på universitetsnivå
1. Tåg istället för flyg på korta resor	36	1%	Transport & Resor	0,1%
2. Tåg istället för flyg på korta resor och delsträckor	108	2%	Transport & Resor	0,4%
3. Tåg istället för flyg på korta och långa resor	283	5%	Transport & Resor	1%
4. Digitala möten istället för flygresor	2232	38% ^a	Transport & Resor	9%
5. Endast vegetariskt	108	14%	Mat & Logi	0,4%
6. Använda IT-utrustning längre tid	506	8%	Varor	2%
7. Använda möbler längre tid	110	2%	Varor	0,4%

^a Hela utsläppsminskningen har i detta fall tillskrivits kategorin Transport & Resor trots att en viss del av minskningen sker inom kategorin Mat & Logi, på grund av undvikna hotellövernattningar.

Att utsläppsbesparingen blir så stor med åtgärd nr 4, "Digitala möten istället för flygresor", beror på ett antagande om att 50% av flygresorna kan undvikas. Antagandet baseras på resultat från Stockholms universitet och Göteborgs universitet som kraftigt minskat (-75%, resp. -69%) sina

flygresor mellan 2019 och 2020 och samtidigt bibehållit verksamheten (Andersson et al., 2021a och 2021b) – vilket givetvis beror på pandemin och inte på någon åtgärd som införts i syfte att minska klimatpåverkan.

Pandemiåret 2020 visar att det är möjligt att upprätthålla en stor del av den ordinarie verksamheten och samtidigt kraftigt dra ner på resandet och hotellövernattningarna. Förhoppningsvis kan lärdomarna från år 2020 göra att fler verksamheter vågar införa striktare resepolitics. En flygresa till Amsterdam, München, Stockholm eller Köpenhamn (de fyra vanligaste destinationerna dit medarbetare från Linköpings universitet flyger) orsakar ca 310 kg CO₂e i utsläpp, vilket kan jämföras med uppskattningsvis 1,4 kg CO₂e för ett digitalt möte, enligt vår uppskattning.

Att övergå helt till vegetarisk mat skulle minska utsläppen inom kategorin Mat & Logi med 14%, men endast ha en liten effekt totalt, eftersom Mat & Logi är en relativt liten utsläppskategori totalt sett (se Figur 3). Det finns exempel på svenska företag som infört policies om att endast servera vegetarisk mat. Ett exempel är företaget Telavox som arbetar med kommunikationslösningar⁵. Telavox slutade servera kött helt från ett specifikt datum. Ett annat alternativ är att successivt införa mer vegetariskt på menyn och på så vis ge en knuff i rätt riktning, gärna i kombination med insatser för att öka medarbetarnas medvetenheten om matens klimatpåverkan, och på så sätt öka acceptansen för åtgärden. Den typen av åtgärder kan bidra till förändrade normer kring vegetarisk mat, vilket även kan bidra till utsläppsminskningar på hushållsnivå.

Åtgärd nr 6, "Använda IT-utrustning längre tid", överskattar eventuellt potentialen eftersom Linköpings universitet redan har ett återbrukningsystem för IT-utrustning, vars effekt i nuläget inte är känd. Förhoppningsvis bidrar det redan till att IT-utrustning används längre tid. Det samma gäller möbler.

I Svalnas Carbon Intelligence System™ kommer det i framtiden att finnas fler åtgärder och möjlighet att experimentera, för att se sammanlagda effekter av olika kombination av åtgärder.

Så har vi räknat på åtgärderna

För åtgärd nr 1, "Tåg istället för flyg på korta resor", har vi antagit att alla flygresor som *sammanlagt* är kortare än 55 mil (mellan Stockholm och Köpenhamn) ersätts med tåg (exklusive destinationer som ej går att resa till med tåg). Åtgärden avser resor med Linköping av avreseort / slutdestination.

Åtgärd nr 2, "Tåg istället för flyg på korta resor och delsträckor" inkluderar även åtgärd nr 1. I tillägg har vi antagit att alla *delsträckor* som är kortare än 55 mil (flygavståndet mellan Stockholm och Köpenhamn) ersätts med tåg (exklusive destinationer som ej går att resa till med tåg). En delsträcka kan ligga var som helst i världen, och behöver inte ha Linköping av avreseort / slutdestination.

⁵ <https://blog.telavox.com/sv/nu-har-vi-frossat-fardigt-pa-kott> (besökt 28 mars, 2021)

Åtgärd nr 3 "Tåg istället för flyg på korta och långa resor" inkluderar även åtgärd nr 2. I tillägg har vi antagit att alla flygresor inom Europa ersätts med tåg om det är *praktiskt möjligt*, baserat på analys av alla destinationer dit medarbetare från Linköpings universitet flugit mer än 100 gånger mellan 2017 och 2019 (dataunderlaget innefattar 80% av utsläppen från flyg), och vår bedömning om det går att resa dit med tåg, baserat på information från Interrail och/eller Google Maps om restid och antal byten. Vad som är "praktiskt möjligt" har här definierats som att resan går att göra på under 24 timmar. Åtgärd nr 3 är tänkt att representera en mycket ambitiös klimatpolicy.

Alla tågresor i åtgärderna 1-3 har uppskattats vara 35% längre än motsvarande resa med flyg, baserat på jämförelse av resvägar med flyg och tåg på sju sträckor i Europa: Linköping-Umeå; Amsterdam-Frankfurt am Main; Berlin-Köpenhamn; Göteborg-Stockholm; Paris-Berlin; Rom-Milano; Köpenhamn-Stockholm. Utsläppen från tågresor har beräknats med en utsläppsintensitet på 11 g CO₂e/person-km som avser snabbtåg i Europa inklusive utsläpp från infrastruktur (Baron et al., 2011).

För åtgärd nr 4, "Digitala möten istället för flygresor", har vi antagit att 50% av flygresorna kan undvikas, och samtidigt bibehålla verksamheten, baserat på resultat från Stockholms universitet och Göteborgs universitet, som kraftigt minskat sina flygresor mellan 2019 och 2020 (-75%, resp. -69%), utan att antal publicerade artiklar eller examinerade studenter nämnvärt påverkats (Andersson et al., 2021a och 2021b). För varje resa under 300 mil som undviks har vi antagit att en hotellnatt utgår, och för varje resa över 300 mil som undviks har vi antagit att fem hotellnätter utgår baserat på analys av resestatistik. Vidare har vi antagit att varje flygresor som undviks ersätts med fyra digitala möten. Klimatpåverkan per digitalt möte har uppskattats till 1,4 kg CO₂e/möte baserat på uppskattade kostnader för Zoom och en utsläppsintensitet för informationssystem på 7 g CO₂e/SEK. Åtgärden är separat från övriga flygåtgärder, vilket innebär att det inte går uppskatta den sammanlagda effekten om denna åtgärd skulle kombineras med några av de andra flygåtgärderna⁶.

Åtgärd nr 5, "Byt till vegetariskt", baseras på analys av hur stor andel av de totala kostnaderna som utgörs av mat och dryck respektive "annat" i tre utvalda inköpskategorier (SNI 10 "Livsmedel", SNI 55 "Hotell och övernattnings" och SNI 56 "Restaurang och catering"), baserat på granskning av 10 st slumpmässigt utvalda fakturor inom de tre kategorierna. Resultaten från analysen visar att i SNI 10 ("Livsmedel") är 1% av kostnaderna mat och dryck (den största andelen visade sig vara djurfoder till försöksdjur). Motsvarande siffror för SNI 55 och 56 är 20% och 13%. Vidare har vi antagit att 10% av all mat som köps in redan är vegetarisk. Utsläppsminskningen har beräknats baserat på uppskattning av klimatavtrycken för en genomsnittlig måltid med kött (2,7 kg CO₂e/måltid) och en genomsnittlig vegetarisk måltid (0,5 kg CO₂e/måltid).

⁶ Att åtgärd nr 4 inte kan kombineras med några av de andra flygåtgärderna beror på hur åtgärderna har definierats och beräknats inom ramen för den här rapporten. I teorin går det att kombinera åtgärderna, men då behöver de definieras om, och beräknas annorlunda, så att det analyserade dataunderlaget inte överlappar. Särskilt behöver interaktionen definieras, dvs vad som händer med de flygresor eller delsträckor som berörs av båda åtgärderna.

För åtgärd nr 6, "Använda IT-utrustning längre tid", har vi antagit att alla datorer, elektronikvaror och optisk utrustning (SNI 26) används en tredjedel längre tid (exklusive varor från leverantören Hammer PLC), vilket gör att de årliga utsläppen från nya inköp minskar med en fjärdedel.

För åtgärd nr 7, "Använda möbler längre tid", har vi antagit att alla möbler (SNI 31) används en tredjedel längre tid, vilket gör att de årliga utsläppen från nya inköp minskar med en fjärdedel.

Del 4 Diskussion

Vi inleder med att presentera och diskutera några olika förslag på målformulering på övergripande nivå och vilka åtgärder som kan komma att krävas för att uppnå målen i Klimatramverket. Därefter jämförs resultaten från denna rapport med resultat från andra studier, och vi diskuterar hur resultaten ska tolkas, givet existerande osäkerheter. Sedan beskrivs kommande framtida vidareutvecklingar och förbättringar av beräkningsmetoder. Vi avslutar med några rekommendationer för framtida förbättrade utsläppsberäkningar.

Förslag på målformulering på övergripande nivå

Linköpings universitet har anslutit sig till Klimatramverket som tagits fram mot bakgrund av Sveriges nationella utsläppsmål och Parisavtalet. En konkret målsättning i Klimatramverket är att lärosäten förbinder sig att till 2030 ha genomfört "åtgärder i linje med 1,5-gradersmålet". Vilka utsläppsminskningar det innebär och vilka åtgärder som kan vara nödvändiga att genomföra framgår dock inte från Klimatramverket.

Flera antaganden och värderingar behöver göras för att översätta 1,5-gradersmålet till en konkret ambition för framtida utsläppsminskningar. Hur ska osäkerheter kring klimatkänsligheten hanteras? Hur bör det kvarvarande utsläppsutrymmet fördelas mellan världens länder eller människor? Hur bör utsläppsminskningar fördelas mellan olika samhällssektorer – bör universitet och offentlig sektor hanteras separat? Dessa frågor är var för sig komplexa att besvara och kräver en tydlig diskussion kring antaganden och värderingar som sträcker sig utanför detta uppdrag.

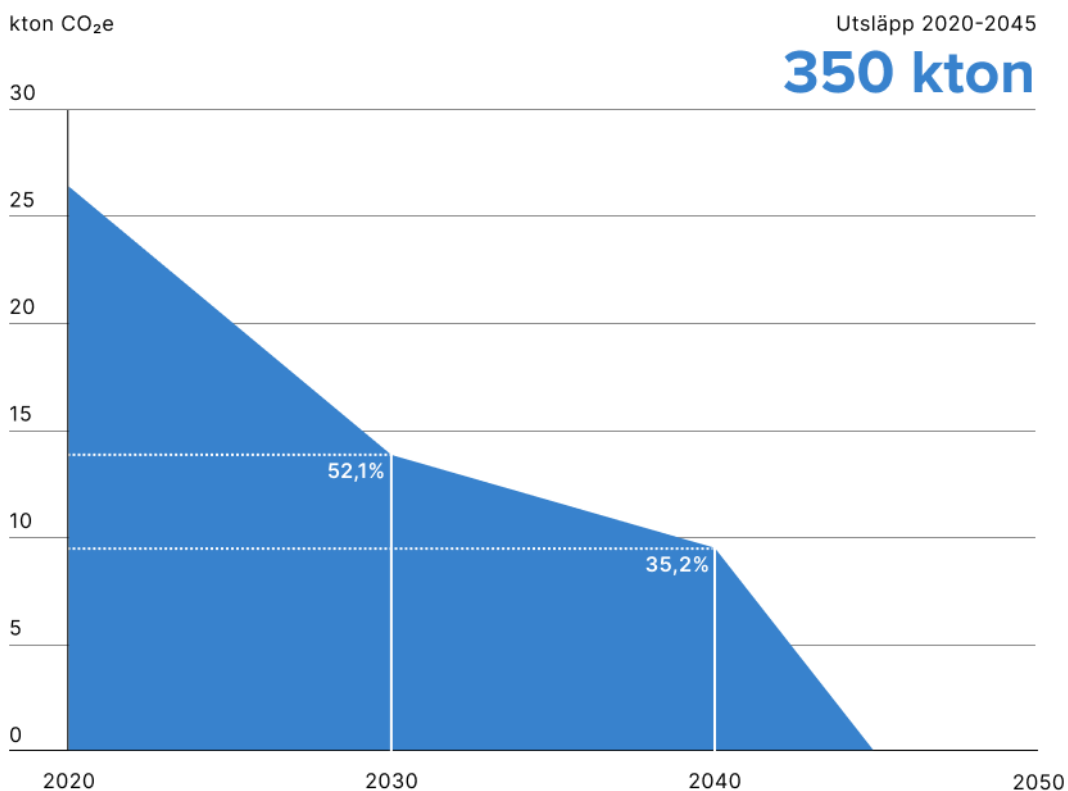
För att illustrera olika framtidsscenario har vi formulerat tre olika målsättningar baserat på: 1) Sveriges långsiktiga klimatmål, 2) den av Rockström et al. (2017) föreslagna "Carbon Law", och 3) den mer restriktiva utsläppsbudget som Anderson et al. (2020) beräknat. Baserat på dessa tre alternativ har vi undersökt hur Linköpings universitets utsläpp skulle behöva minska för att nå målen. Utsläppen har prognostiserats baserat på respektive målsättning. Startvärdet för år 2020 har antagits varit samma som år 2019, det vill säga 26,2 kton CO₂e. Några förtydliganden krävs innan vi beskriver vad de olika målsättningarna skulle implicera.

Svalna har beräknat Linköpings universitets utsläpp av växthusgaser kopplat till alla varor och tjänster som köps in och används, oavsett var i världen utsläppen sker, vilket brukar benämnas som konsumtionsbaserade utsläpp. Det ska skiljas mot Sveriges territoriella utsläpp, det vill säga de utsläpp som sker inom Sveriges gränser. De territoriella utsläppen är de som mäts och följs upp i internationella avtal. Sveriges långsiktiga klimatmål innebär att de territoriella utsläppen ska minska till netto noll senast år 2045, för att därefter uppnå negativa utsläpp⁷. För de konsumtionsbaserade utsläppen finns än så länge inga officiellt antagna målsättningar, men en

⁷ <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket/> (besökt 15 april, 2021)

utredning undersöker nu möjligheten att anta ett kompletterande konsumtionsbaserat utsläppsmål.

Vidare innebär Sveriges långsiktiga klimatmål en tidpunkt när de årliga utsläppen ska vara på en viss nivå. Problemet med att endast definiera ett tidsbaserat mål är att de totala utsläppen av växthusgaser över tid inte explicit regleras. Eftersom en stor del av växthusgaserna som släpps ut idag stannar i atmosfären i tusentals år och bidrar till ökad uppvärmning, är det mer relevant att anta en målsättning som direkt begränsar mängden koldioxid som får släppas ut över tid, alltså en så kallad koldioxidbudget.



Figur 10 Förslag på målsättning, utsläppsminskningstakt och koldioxidbudget om Linköpings universitets utsläpp följer samma minskningskurva som krävs för att nå Sveriges klimatmål om nollutsläpp till år 2045, med etappmålen om att minska utsläppen med 63% till år 2030 och med 75% till år 2040, jämfört med år 1990⁸. Utsläppstakten mellan 1990 och år 2019 har antagits vara samma som i riket i helhet, det vill säga en minskning på 29% mellan 1990 och 2019 (Naturvårdsverket, 2020). Det innebär att utsläppen behöver minska med 48% mellan 2020 och 2030 (34% av den schablon vi antagit för 1990) för att nå målet om 63% minskning till år 2030, och därefter minska till noll år 2045. För att beräkna minskningskurvan har vi antagit att startvärdet år 2020 är 26,2 kton CO₂e; samma som Linköpings universitets klimatavtryck år 2019.

Trots ovanstående komplicerande faktorer har vi undersökt vad minskningstakten som anges i Sveriges långsiktiga klimatmål skulle innebära för Linköpings universitet. På längre sikt är det rimligt att anta att de territoriella och konsumtionsbaserade utsläppen harmoniseras i takt med

⁸ <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket/> (besökt 15 april, 2021)

att alla världens länder behöver minska sina utsläpp för att nå klimatmålen. Vi har även beräknat hur stor koldioxidbudget de olika utsläppsmålen som presenteras motsvarar.

Figur 10 visar att en målsättning baserad på Sveriges långsiktiga klimatmål ger Linköpings universitet en koldioxidbudget på 350 kton CO₂e fram till år 2045. KTH har formulerat sin målsättning om klimatneutralitet år 2045 baserat på Sveriges långsiktiga klimatmål⁹. Stockholms universitet å andra sidan, som har undertecknat *FN:s avtal om globala hållbarhetsmål för högre utbildning*, siktar på att vara koldioxidsneutrala redan år 2040¹⁰. Det kan också noteras att vad som räknas som koldioxidsneutralt skiljer sig åt. I Sveriges klimatmål som riksdagen antagit är det accepterat att kompensera utsläpp genom att använda sig av kolsänkor eller investera i klimatprojekt utomlands, med högst 8 respektive 2 procentenheter till etappmålen 2030 respektive 2040, och med 15% av utsläppen år 2045¹¹.

En målsättning och koldioxidbudget kan också formuleras utifrån vad Rockström et al. (2017) funnit krävs globalt för att uppvärmningen ska begränsas till max 2°C, nämligen att utsläppen behöver minska med cirka 50% per årtionde. Samma målsättning återkommer även i Exponential Roadmap Initiative´s 1,5 C Business playbook¹². De relativa utsläppsminskningarna är samma varje år vilket genererar stora absoluta minskningar i närtid för att sedan plana ut i takt med att de årliga absoluta utsläppsnivåerna sjunker, se Figur 11. Det innebär att "bördan" av utsläppsminskningarna fördelas jämnt över perioden. En målsättning baserad på Rockströms Carbon Law ger Linköpings universitet en koldioxidbudget på 327 kton CO₂e fram till 2045, se Figur 11.

⁹ <https://intra.kth.se/styrning/miljo-hallbar-utveckling/styrande-dokument-for-mhu/overgripande-hallbar-klimat/> (besökt 15 april, 2021)

¹⁰ <https://www.su.se/medarbetare/organisation-styrning/milj%C3%B6arbete/om-milj%C3%B6arbetet/klimatf%C3%A4rdplan> (besökt 14 april, 2021)

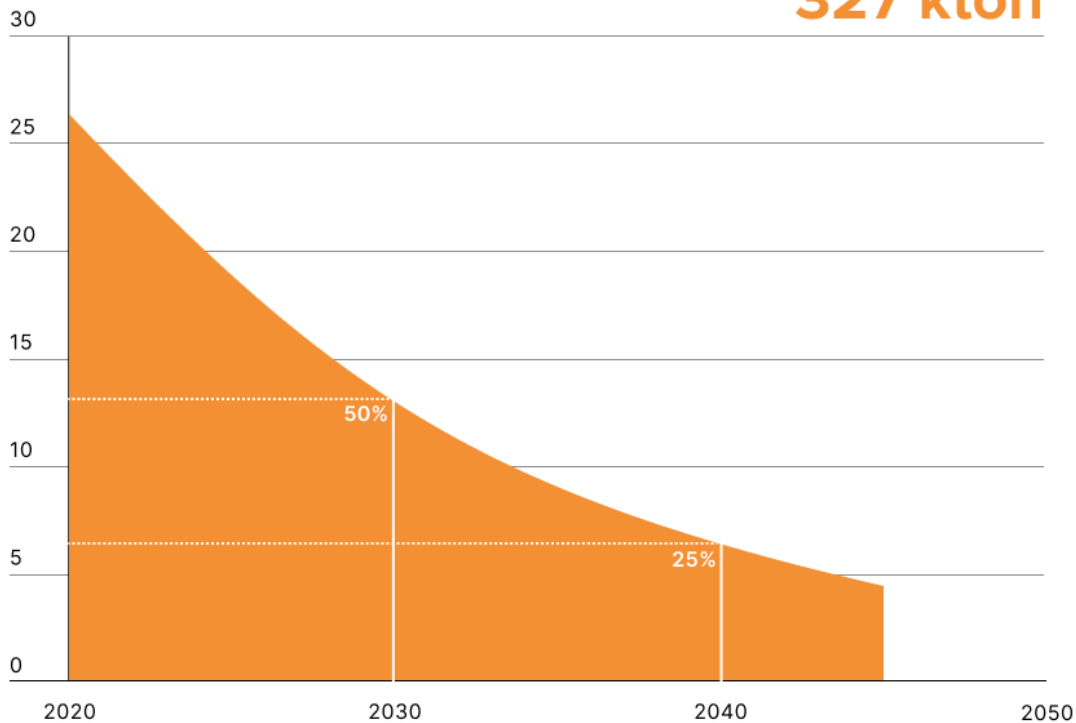
¹¹ <https://www.regeringen.se/artiklar/2017/06/det-klimatpolitiska-ramverket/> (besökt 15 april, 2021)

¹² <https://exponentialroadmap.org/1-5c-business-playbook/> (besökt 16 april, 2021)

kton CO₂e

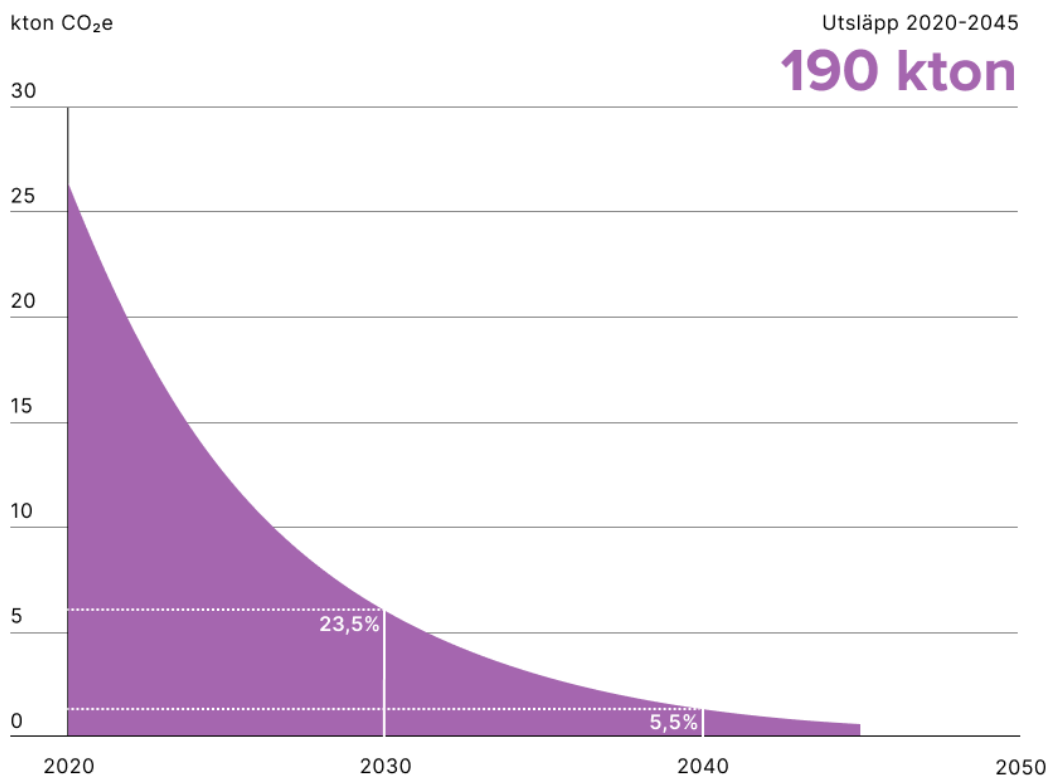
Utsläpp 2020-2045

327 kton



Figur 11 Förslag på målsättning, utsläppsminskningstakt och koldioxidbudget baserat på Carbon Law enligt Rockström et al. (2017), som innebär en halvering av utsläppen varje decennium. För att beräkna minskningskurvan har vi antagit att startvärdet år 2020 är 26,2 kton CO₂e; samma som Linköpings universitets klimatavtryck år 2019.

Det finns de som menar att Sveriges mål om nollutsläpp år 2045 inte räcker för att uppnå Parisavtalet, och att ännu mer ambitiösa mål krävs. Anderson et al. (2020) menar att de konsumtionsrelaterade utsläppen inom energisektorn bör vara noll redan år 2035. Det innebär att de nationella koldioxidutsläppen måste minska med 12-15% per år om Sverige ska kunna uppfylla sina åtaganden i Parisavtalet. Andersson et al. (2020) har inte räknat med negativa utsläpp från framtida tekniska lösningar för att fånga in och lagra koldioxid då de bedöms som oprövade (i princip alla andra beräkningar antar att sådana teknologier introduceras och bidrar till negativa utsläpp under seklets andra hälft). En målsättning baserad på Anderson et al. (2020) ger Linköpings universitet en koldioxidbudget på 190 kton fram till 2045, se Figur 12.

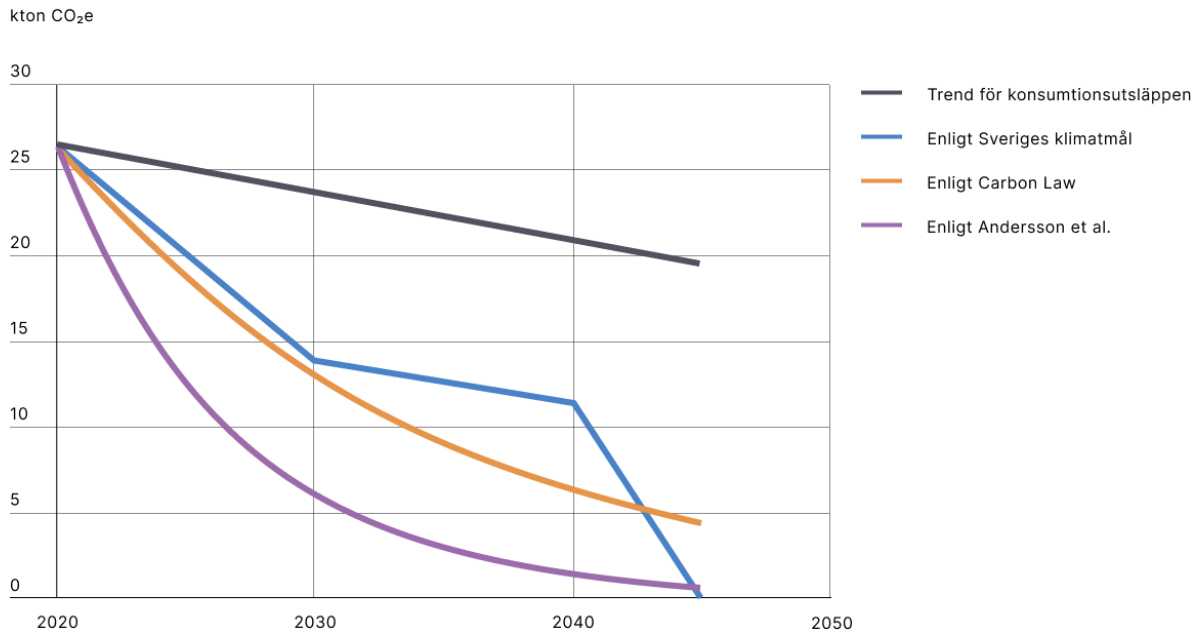


Figur 12 Förslag på målsättning, utsläppsminskningstakt och koldioxidbudget baserat på Anderson et al. (2020) som menar att utsläppen måste minska med 12-15% per år (här har vi räknat med en årlig minskningstakt på 13,5% per år). För att beräkna minskningskurvan har vi antagit att startvärdet år 2020 är 26,2 kton CO₂e; samma som Linköpings universitets Klimatavtryck år 2019.

För att enklare kunna jämföra de olika förslagen visar Figur 13 utsläppskurvorna för de olika målsättningarna som presenterats i Figur 10-12. Den svarta linjen visar hur utsläppen skulle minska om de minskar i samma takt som Sveriges konsumtionsutsläpp mellan 2008 och 2017.

Linköpings universitet skulle som en försiktighetsprincip kunna välja en målsättning i linje med Anderson et al. (2020), med mål att minska utsläppen med 12-15% per år på övergripande nivå. Det är dock en mycket hög minskningstakt. Inget industrialiserat land har historiskt lyckats minska utsläppen i den takten. Ett mer realistiskt och praktiskt genomförbart utsläppsmål skulle kunna vara att sikta på att halvera klimatpåverkan under loppet av en rimlig tidsperiod, t ex i linje med den målsättning som Göteborg universitet, som också har skrivit på Klimatramverket, har antagit. Göteborg universitet siktar på att halvera lärosätets koldioxidbelastning till år 2030 för att öka chanserna att nå 1,5-gradersmålet¹³. Det är också vad som slås fast i Carbon Law samt Sveriges långsiktiga klimatmål.

¹³ <https://issuu.com/universityofgothenburg/docs/gu-journalen1-2020> (besökt 12 april, 2021)



Figur 13 Kurvor som visar hur utsläppen behöver minska för de olika målsättningarna under perioden 2020–2045. Den svarta linjen visar hur utsläppen skulle minska om de minskar i samma takt som Sveriges konsumtionsutsläpp 2008–2017 (minskningen på ca 1% per år beror på effektiviseringar och förändringar i elmixen).

Linköping universitet skulle kunna anta ett mål som ligger någonstans mellan Sveriges nationella klimatmål, med en koldioxidbudget på 350 kton, och det mer restriktiva målet om nollutsläpp till år 2035, med en koldioxidbudget på 190 kton, som Anderson et al. (2020) föreslår.

Det finns alltså flera olika möjliga målsättningar, vilket visas av att andra lärosäten, och olika forskare, gjort olika bedömningar. Det handlar också om hur ambitiösa utsläppsmål Linköpings universitet vill sätta upp, och om lärosätet vill gå i bräschen för omställningen eller avvakta att framtida teknologier sänker kostnaderna för nödvändiga utsläppsminskningar och eventuell framtida tekniker. Det handlar också om vad som är praktiskt genomförbart och ekonomiskt möjligt.

Till sist är det viktigt att notera att storleken på koldioxidbudgeten påverkas av hurvida minskningstakten antas vara linjär eller procentuell. En procentuell minskningstakt innebär att den relativa storleken på minskningen är jämnt fördelad över tid, samt att stora minskningar i absoluta tal sker i närtid. Ett långsiktigt mål om att nå nettonollutsläpp bör kombineras med en årlig minskning och ett procentuellt riktvärde på minskningstakten med hårda etappmål var femte eller tionde år för att underlätta måluppföljningsarbetet och leva upp till punkten *“Vi ska sätta upp långtgående mål för klimatarbetet och också avsätta resurser så att vi kan nå dessa mål och göra uppföljningar”* i Klimatramverket.

Vilka åtgärder krävs för att nå målen?

Vilka åtgärder som kan vara nödvändiga att genomföra för att ligga i linje med 1,5-gradersmålet framgår inte från Klimatramverket, utan behöver bestämmas baserat på regelbunden analys av vilka de största utsläppskällorna är för varje enskilt universitet. Ett första och viktigt steg på vägen mot minskade utsläpp och att uppfylla åtaganden i Klimatramverket är således att på ett heltäckande sätt mäta utsläppen, såsom gjorts i förevarande rapport.

Det ingår inte inom ramen för förevarande rapport att fullständigt utreda vilka minskningar eller åtgärder som krävs för att Linköpings universitet senast år 2030 ska ligga i linje med 1,5-gradersmålet, men med ovan mål i åtanke är det tydligt att de åtgärder som vi har analyserat effekten av (se Tabell 3) inte räcker för att uppnå de utsläppsminskningar som krävs för att nå Parisavtalet och begränsa den globala uppvärmningen till max 1,5 °C, oavsett vilken målformulering som väljs. I takt med att Svalnas analysverktyg förbättras kommer vi att kunna göra mer kvalificerade analyser av vilka åtgärder som krävs för att nå målen.

Linköpings universitet kommer behöva eftersträva att minska sin klimatpåverkan inom samtliga områden (energi, resor, inköp av varor och tjänster, osv). Men det är också viktigt att påpeka att huruvida målen kan nås, inte bara beror på vad Linköpings universitet gör. För att målen ska kunna nås krävs att hela samhället och alla branscher ställer om.

Det Linköpings universitet kan göra är således att förutom att arbeta för att minska den direkta klimatpåverkan som verksamheten ger upphov till (t ex genom att införa och följa upp policier för resande, inköp av mat och kontorsutrustning, etc), delta i projekt med olika samhällsaktörer för att främja och påskynda omställning på samhällsnivå; stödja klimatrelevant forskning och utbildning (för att på så sätt öka chanserna att t ex ny grön teknik snabbare kommer ut på marknaden), och ställa krav på leverantörer vid upphandling. Att kommunicera klimatarbetet för att på så sätt sprida goda exempel som andra kan inspireras av bedöms också vara viktigt.

Jämförelser med andra studier

Flera studier har på olika sätt kvantifierat klimatpåverkan för universitet runt om i världen, se Tabell 4. Svalna har beräknat klimatavtrycken för svenska tre universitet; i Linköping, Stockholm och Göteborg (denna studie, samt Andersson et al., 2021a och 2021b). Olika studier har generellt sett olika omfattning och beräkningsmetoder, vilket gör att siffrorna inte direkt är jämförbara. De studier som Svalna genomfört kan ses som mer jämförbara än andra studier som olika forskargrupper på olika universitet gjort.

Då olika universitet är olika stora, är det mest relevant att jämföra utsläppen per student. Tabell 4 visar att det finns ett relativt stort spann i utsläpp per student mellan olika studier. Det finns många möjliga orsaker till att resultaten skiljer sig mellan studier, t ex olika lokaler och energisystem, olika systemgränser för vilka utsläppsposter som inkluderas i beräkningarna, olika metodik för att beräkna utsläppen, olika studieinriktningar och kurser som orsakar olika stora

utsläpp, olika sätt att räkna antalet studenter (t ex antalet helårsstudenter, eller registrerade studenter), osv.

Tabell 4 Sammanställning av studier som på olika sätt kvantifierat klimatavtrycken för olika universitet.

Klimatavtryck per student / hela universitetet		Referens	Universitet, år	Kommentarer
ton CO ₂ e per student	kton CO ₂ e totalt			
1,5	26,1	Denna studie	Linköpings universitet, Sverige, 2017-2019	Utsläppen från inköp av varor och tjänster inkl. utsläpp från transport och användning av energi i genomsnitt mellan 2017 och 2019.
1,4 ^a	37	Andersson et al. (2021a)	Stockholms universitet, Sverige, 2016-2019	Utsläppen från inköp av varor och tjänster inkl. utsläpp från transport och användning av energi i genomsnitt mellan 2016 och 2019.
1,5 ^b	41	Andersson et al. (2021b)	Göteborgs universitet, Sverige, 2019	Utsläppen från inköp av varor och tjänster inkl. utsläpp från transport och användning av energi.
4,6	92	Larsen et al. (2013)	NTNU, Norge, 2005	De största utsläppskällorna är energi inkl. el och uppvärmning (19%), byggnation och underhåll av byggnader (19%) och utrustning inkl. datorer (19%).
4,0	84,9	Letete et al. (2011)	University of Cape Town, Sydafrika, 2007	De största utsläppskällorna är energi varav mest el (81%) och transport för anställda och studenter (18%). Varor och tjänster inkluderar endast ett begränsat antal produkter.
4,0-36,4	8,9-215	Letete et al. (2011), Appendix A	Intervall för nio universitet runt om i världen.	Data från litteratursammanställning i Letete et al., (2011). Min- och maxvärdena avser University of Cape Town och Massachusetts Institute of Technology (referensår 2003).
1,9	2,2	Alvarez et al. (2014)	The School of Forestry Engineering, Spain, 2010	Utsläpp kopplade till Scope 3 står för 59% av totala utsläppen, följt av utsläpp kopplade till Scope 1 och 2.
2,4	51,1	Ozawa-Meida et al. (2013)	De Montfort University, UK, 2008/2009	De största utsläppskällorna är energi (34%) och transport (29%). Beräknat med GHG Protocol.

^a Avser klimatavtrycket per helårsstudent i genomsnitt mellan 2016 och 2019.

^b Avser klimatavtrycket per helårsstudent år 2019.

Ett annat mått som kan vara intressant att jämföra är de beräknade utsläppen per krona i g CO₂e/SEK. Linköpings universitets utsläppsintensitet för konsumtion av varor och tjänster år 2019 har uppskattats till 15,7 g CO₂e/SEK (inklusive moms). Det kan jämföras med motsvarande siffror för Stockholms och Göteborgs universitet som år 2019 låg på 16,6 och 14,6 g CO₂e/SEK, enligt samma beräkningsmetod (Andersson et al., 2021a och 2021b). Det visar att alla tre universitet orsakar ungefär lika stora utsläpp per spenderad krona.

Den genomsnittliga utsläppsintensiteten för Norges teknisk-naturvetenskapliga universitet har tidigare uppskattats till 35 g CO₂e/SEK med en liknande metod (Larsen et al., 2013), alltså väsentligt högre. Anledningen är förmodligen en kombination av att Larsen et al. (2013) räknat på ett hög schablonvärde för utsläpp från energianvändning (europeisk elmix), medan vi har använt

data från Energimyndigheten för utsläpp från el konsumerad i Sverige och data på utsläppen från fjärrvärme och fjärrkyla specifikt i Linköpings kommun (som kan förväntas vara väsentligt lägre).

Hur ska resultaten tolkas givet befintliga osäkerheter?

Det finns flera typer av osäkerheter som är viktiga att känna till för att kunna tolka och använda resultaten på ett lämpligt sätt. Vissa typer av osäkerheter kan minskas med hjälp av bättre data och mer detaljerade analyser, medan andra är betydligt svårare att göra något åt.

För det första är sektorerna i SCB:s input-output modeller mycket grova. Det innebär att alla varor eller tjänster inom en viss sektor har samma utsläppsintensitet, även om det i praktiken rör sig om många olika typer av varor och tjänster. Samtidigt är det viktigt att ha i åtanke att utsläppsintensiteterna utgör ett *genomsnitt* av de varor och tjänster som konsumeras i sektorn som helhet. Felkällan uppstår därför i den mån inköpen systematiskt avviker från en genomsnittlig slutkonsument i Sverige. Svalna arbetar med att minska dessa osäkerheter genom att utveckla en mer detaljerad input-output modell baserad mikrodata från SCB.

För det andra är det svårt att korrekt kategorisera alla inköp av varor och tjänster. Svalnas kategoriseringsalgoritm är sofistikerad, men lyckas inte alltid göra helt korrekta kategoriseringar. Genom att manuellt granska slumpvis utvalda verifikat, samt listan med SNI-koder som olika bokföringskonton mappar mot, har kategoriseringsalgoritmen förbättrats (se Del 2), men mer arbete krävs för att säkerställa att en tillräckligt stor andel av köpen kategoriseras korrekt. Liknande analyser för andra verksamheter bidrar till att kategoriseringsalgoritmen förbättras. För att köp ska kunna kategoriseras så korrekt som möjligt är det viktigt att de i så hög utsträckning som möjligt bokförs på dedikerade och specifika bokföringskonton.

Resultaten från Svalnas analysmetod ska framförallt användas för att göra jämförelser mellan enskilda år, och mellan olika avdelningar. Resultaten kan även användas för att t ex identifiera vilka inköp som genererar störst utsläpp, och vad som är mindre viktigt att fokusera på när åtgärder ska utformas. Jämförelser kan även göras med andra universitet i Sverige som använt samma metod för att beräkna sina utsläpp, men stor försiktighet måste vidtas om jämförelser görs med andra studier där andra metoder använts för att kartlägga klimatpåverkan.

Framtida vidareutvecklingar och förbättringar av metoden

Svalna arbetar kontinuerligt med flera metodmässiga förbättringar och vidareutvecklingar av metoden för att minska osäkerheterna och förbättra uppskattningarna, bland annat med stöd från Energimyndigheten för att med hjälp av data från SCB förbättra beräkningarna, ett arbete som har påbörjats under vintern 2020 och kommer att fortsätta under 2021. Nedan beskrivs de viktigaste metodmässiga förbättringar och vidareutvecklingar vi arbetar med just nu.

Förbättrad input-output modell och kvantitativa osäkerhetsuppskattningar

Svalna samarbetar med SCB för att vidareutveckla en input-output modell baserad på mer detaljerad ekonomisk och miljörelaterad mikrodata från SCB, information från Bolagsverket, och information om offentliga organisationers konsumtion inom olika sektorer. Modellen kommer att kunna beräkna enskilda leverantörers utsläppsintensiteter på mer detaljerad nivå än vad som för närvarande är möjligt. Utvecklingsarbetet förväntas väsentligt kunna förbättra utsläppsuppskattningarna, och möjliggöra kvantitativa uppskattningar av osäkerheterna.

Gränssnitt för manuella kategoriseringar i Carbon Intelligence Systemet™

Kategoriseringsalgoritmen kommer aldrig att kunna korrekt kategorisera alla inköp, då det helt enkelt inte framgår från bokföringsdatan eller verifikatet vad som köpts in. Därför kommer vi att införa ett gränssnitt i Carbon Intelligence Systemet™ där användaren själv på ett enkelt sätt kan söka bland utsläpp och kategoriseringar, för att identifiera och korrigera köp som blivit felkategoriserade. De nya, rätta kategoriseringarna kommer att sparas, så att systemet direkt väljer rätt kategorisering, nästa gång samma vara eller tjänst köps in.

Mål, analyser och förslag i Carbon Intelligence Systemet™

Svalnas Carbon Intelligence System™, som just nu utvecklas, kommer att göra det lättare att förstå och analysera resultaten. Systemet kommer bland annat erbjuda möjlighet att utforska utsläppen, se hur utsläppen fördelas mellan organisatoriska enheter, sätta upp mål, utvärdera måluppfyllnaden, och få förslag på vilka förändringar som skulle kunna bidra till att uppnå olika mål. På så sätt kommer det att kunna fungera som beslutsstöd. Det kommer också finnas möjlighet att se effekten av olika åtgärder.

Inom områden såsom flyg kan flera olika skarpa och välutvecklade förslag utvecklas för att ge en ökad förståelse för vilka förändringar eller interna policies som skulle kunna bidra till störst minskning och upplevas som enkla att genomföra i organisationen. Inom områden där det snarare handlar om att köpa in andra varor eller tjänster kommer Svalna undersöka vilka utsläppsbesparingar som är möjliga att göra inom olika sektorer och/eller för enskilda varor.

Systemet kommer även erbjuda möjlighet att analysera leverantörers faktureringsmönster för att kunna rapportera trender och avvikelser under året trots att kostnader kan bokföras oregelbundet. Systemet är för närvarande fortfarande under utveckling.

Periodisering av utsläpp kopplade till investeringar i anläggningstillgångar

Utsläpp kopplade till investeringar i anläggningstillgångar (såsom maskiner och fordon) som köpts in tidigare än 2017 och vars kostnader skrivs av under flera år, ingår *inte* i föreliggande rapport. För köp som gjorts under åren 2017–2019 har hela utsläppsmängden tillskrivits det aktuella inköpsåret, i enlighet med den metod som GHG Protocol förespråkar (se Box 2.1 i WRI & WBCSD, 2013). För att underlätta analys av trender och utveckling av utsläppen över tid så kommer Carbon Intelligence Systemet™ erbjuda möjlighet att periodisera utsläppen från investeringar i

anläggningstillgångar på samma sätt som kostnaderna, istället för att hela utsläppsmängden tillskrivs det aktuella inköpsåret.

Rekommendationer för framtida förbättrade utsläppsberäkningar

Svalnas metod baseras i stor utsträckning på analys och kategorisering av ekonomiska data från bokföringen, varför kvalitén och detaljnivån på nämnda data i stor utsträckning avgör hur korrekt utsläppsberäkning som kan göras. För att möjliggöra bättre uppskattningar av utsläppen från inköp av varor och tjänster, samt från transport och användning av energi, vore det önskvärt om dedikerade, specifika, bokföringskonton användes i så stor uträkning som möjligt.

Det var t ex inte möjligt att beräkna utsläppen för resor med bil, buss och tåg baserat på det fysiska dataunderlag som finns utan risk för dubbelräkning eftersom det saknas dedikerade bokföringskonton för resor med bil och buss, då motsvarande kostnader i så fall behöver exkluderas från bokföringsdatan.

Utsläppen från användningen av energi hade kunnat beräknas med större säkerhet om alla kostnader för energi hade bokförts på särskilda bokföringskonton för energi. Lokalhyra inkluderar kostnader för energi, och i dagsläget bokförs hela kostnaden för lokalhyra på bokföringskonton för lokalhyra, trots att en del av kostnaden avser energi. Tidigare bokfördes den andel som motsvarar energi på separata bokföringskonton för energi, men det görs inte längre (Liman, pers. komm., 2021).

Även för att minska antalet felkategoriserade köp är det viktigt att köp i så stor utsträckning som möjligt bokförs på ändamålsenliga och specifika bokföringskonton, och att generella konton av typen "övrigt" där många olika slags varor och tjänster bokförs, i största möjligaste mån undviks. Köp bokförda på bokföringskonton av typen "övrigt" är svåra att mappa mot rätt utsläppsintensitet.

Referenser

- Alvarez, S., Blanquer, M., & Rubio, A. (2014) Carbon footprint using the Compound Method based on Financial Accounts. The case of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid. *Journal of Cleaner Production*, 66, 224–232.
- Anderson, K., Broderick, J. F., & Stoddard, I. (2020) A factor of two: How the mitigation plans of 'climate progressive' nations fall far short of Paris-compliant pathways. *Climate Policy*, 20(10), 1290-1304.
- Andersson, D. (2020) A novel approach to calculate individuals' carbon footprints using financial transaction data–App development and design. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120396
- Andersson, D., Linscott, R., Nordborg, M. (2021a) [Stockholms universitets klimatavtryck 2016–2020](#). Svalna konsultrapport 2021:1 (mars, 2021).
- Andersson, D., Linscott, R. Nordborg, M. (2021b) [Göteborgs universitets klimatavtryck 2019–2020](#). Svalna konsultrapport 2021:2 (mars, 2021).
- Baron, T., Tuchschild, M., Martinetti, G., & Pépion, D. (2011) High Speed Rail and Sustainability. Background Report: Methodology and results of carbon footprint analysis, International Union of Railways (UIC), Paris.
- Energimyndigheten (2020) Drivmedel 2019 Redovisning av rapporterade uppgifter enligt drivmedelslagen, hållbarhetslagen och reduktionsplikten, ER 2020:26 Eskilstuna
- Gode, J., Byman, K., Persson, A., & Trygg, L. (2009). Miljövärdering av el ur systemperspektiv. En vägledning för hållbar utveckling. Stockholm: IVL Svenska Miljöinstitutet.
- Huppés, G., de Koning, A., Guinée, J., Heijungs, R., van Oers, L., & CML, R. K. (2009) Environmental Impacts of Diet Changes in the EU Annex: Description of E3IOT.
- Kennelly, C., Berners-Lee, M., & Hewitt, C. N. (2018) Hybrid life-cycle assessment for robust, best-practice carbon accounting. *Journal of Cleaner Production*.
- Larsen, H. N., Pettersen, J., Solli, C., & Hertwich, E. G. (2013). Investigating the Carbon Footprint of a University - The case of NTNU. *Journal of Cleaner Production*, 48, 39–47.
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., ... & Gettelman, A. (2020). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 244, 117834.
- Letete, T., Mungwe, N. W., Guma, M., & Marquard, A. (2011) Carbon footprint of the University of Cape Town. *Journal of Energy in Southern Africa*, 22(2), 2-12.
- Liman, G. (2021) Personlig kommunikation. Administratör, Fastighetsavdelningen, Universitetsförvaltningen.
- Linköpings universitet (2020a) Redovisning av miljöledningsarbetet 2019 Linköpings universitet - Enligt förordning (2009:907) om miljöledning i statliga myndigheter.
- Linköpings universitet (2020b) Årsredovisning för Linköpings universitet budgetåret 2019. Linköpings universitet (februari, 2020:1).
- Naturvårdsverket. (2020) Fördjupad analys av den svenska klimatomställningen. ISBN 978-91-620-6945-2.

- Ozawa-Meida, L., Brockway, P., Letten, K., Davies, J., & Fleming, P. (2013) Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. *Journal of Cleaner Production*, 56, 185–198.
- Pomponi, F., & Lenzen, M. (2018) Hybrid life cycle assessment (LCA) will likely yield more accurate results than process-based LCA. *Journal of cleaner production*, 176, 210-215.
- Rockström, J., Gaffney, O., Rogelj, J., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Schellnhuber, H.J. (2017) A roadmap for rapid decarbonization, *Science*, 355, 1269-1271
- Steffen, W., Rockström, J., Richardson, K., Lenton, T. M., Folke, C., Liverman, D., ... & Schellnhuber, H. J. (2018). Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(33), 8252-8259.
- Södersten, C. J. H., Wood, R., & Hertwich, E. G. (2018) Endogenizing capital in MRIO models: the implications for consumption-based accounting. *Environmental science & technology*, 52(22), 13250-13259
- Tegehed Dahlin, H. (2021) Personlig kommunikation. Koordinator Miljö- och säkerhet, Fastighetsavdelningen, Universitetsförvaltningen
- Wessmann, H. (2021) Personlig kommunikation. Miljö- och säkerhetsenheten, Universitetsförvaltningen.
- WRI & WBCSD (2013) Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions, version 1.0. Supplement to the Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting & Reporting Standard. World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development.