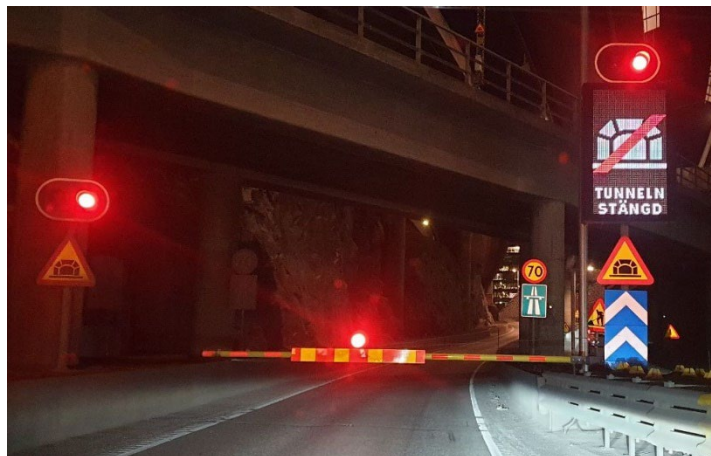


# Klimatberäkning av indirekta växthusgasutsläpp inom bygg- och anläggningssektorn

En fallstudie utifrån GHG-protokollets ramverk på  
en tunnelavstängning utförd av Ramudden

Nova Hedberg | Sophia Rosenlöf

2023



Examensarbete, Grundnivå (kandidatexamen), 15 hp  
Miljöteknik  
Miljöstrateg

Handledare: Nikhilesh Dharmala  
Examinator: Karl Hillman

---

Omslagsbild: En infart till Norra länken som stängts av. Foto: Hedberg Rosenlöf, 2023.

## Förord

Efter tre års investering i kunskap genom studier på Miljöstrategiprogrammet kan vi belysa miljö- och resursproblemen från olika synvinklar. Nu ska vi ut i samhället och arbetslivet för att bidra brett och tvärvetenskapligt med kunskap som berikar arbetet med hållbar utveckling. Vi vet att kraftfulla ansträngningar krävs på alla nivåer: medborgare, näringsliv, offentlig sektor, politik och samhället i stort är alla avgörande och styrande aktörer kring den förändring som krävs.

Valet av ämne för vårt examensarbete – att utföra en klimatberäkning – grundar sig på nyfikenheten kring mätning, inventering och redovisande av växthusgasutsläpp. Det är ett högst aktuellt ämne och är väsentligt för att identifiera var utsläppsreducerande åtgärder kan placeras. Att klimatberäkna blev vårt sätt att omsätta våra kunskaper till ett konkret och praktiskt utförande.

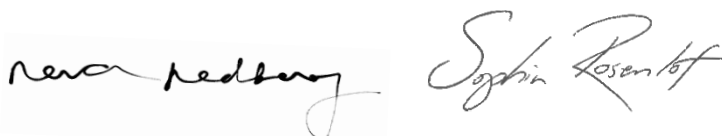
Vi vill tacka Ramudden som tog emot vårt intresse med stor entusiasm, och som ihärdigt förhöll sig hjälpsamma och engagerade till vår studie i sann Ramuddenanda. Stort tack för hur ni bjöd oss på en generös avslutning i samband med vår slutpresentation. Tack till er alla på Ramudden – ni har varit många!

Vi vill också tacka vår handledare Nikhilesh Dharmala för sin varma uppmuntran, konkreta råd och glada uppsyn. Vi har också anledning att tacka utbildningsledare och examinerare Karl Hillman för god tillgänglighet och vägledning. Stort tack till utbildningsledare Anna Högberg som gav oss tipset om Ramudden!

Det stöd som våra familjer har gett oss i form av tid, uthållighet och matlagning har varit helt avgörande. Tacksamheten gentemot er är störst av allt.

Efter en långvarig och energisk process där det flera gånger kändes som att ”it just got one degree hotter” (enligt IPCC blev det faktiskt det), så gick vi slutligen i mål med vår leverans, våra lärdomar och ett väldigt givande, ömsesidigt och utvecklande samarbete.

Till varandra vill vi önska den andre glädje och framgång i kommande yrkesval – låt oss börja där vi är, använd det vi har, vidareutveckla våra kunskaper, göra vad vi kan och göra gott!



Nera Pedberg Sophia Rosenthal



## Sammanfattning

Den pågående klimatkrisen kan otvivelaktigt förklaras av antropogena aktiviteter på jorden. Växthusgaserna som orsakar den globala uppvärmningen uppstår huvudsakligen genom förbränning av fossila ämnen och mätningar visar på exceptionella koncentrationer av växthusgaser i atmosfären – för koldioxid de högsta på 800 000 år. Planetens medeltemperatur har rubbats och lämnar idag inte någon del av planeten oberörd.

Den globala uppvärmningen och klimatförändringarna bekämpas genom globala överenskommelser, så som Parisavtalet, om drastiskt minskade nettoutsläpp av växthusgaser. Sveriges krav på utsläppsminskningar genom EU ligger på 50 procent fram till 2030. Näringslivet har en väsentlig och ansvarsfull roll för en hållbar utveckling, den gröna omställningen och genomförandet av de globala klimatmålen.

GHG-protokollet är en icke-vinstdrivande organisation som etablerades i slutet av 1990-talet utifrån det ökande behovet av ett globalt standardiserat ramverk för redovisning och rapportering av växthusgasutsläpp. Enligt GHG-protokollet sorteras utsläppen som direkta eller indirekta i tre scope: scope 1 (direkta), 2 (indirekta) och 3 (indirekta, som uppstår i värdekedjan utanför företagets grindar).

Genom en fallstudie på Ramudden, ett företag inom bygg- och anläggningssektorn, utför den här studien klimatberäkningar inom scope 3 på ett trafikprojekt gällande en tunnelavstängning. Studiens utförande baseras på primär datainsamling från Ramudden, sekundär datainsamling från internationellt erkända databaser och med metodstöd genom GHG-protokollet. Målsättningen med studien är att utreda var de största växthusgasutsläppen uppstår i tunnelavstängningen, inom områdena material, transport och avfall, och var utsläppen kan minskas.

Resultatet visar att de största utsläppen härrör från området transport, specifikt förbränning av diesel. Störst utsläppsreducering anses kunna uppnås inom området transport genom undvikande av nyinköpt material och byte från fossila bränslen till förnybara.

Slutsatserna som dras är att inköp av nya produkter följer med höga växthusgasutsläpp genom transporten av dem. Vidare ger fossil diesel (miljöklass 1) sex gånger större växthusgasutsläpp än fossilfri diesel i form av HVO.

*Nyckelord: Klimatberäkningar, GHG-protokollet, scope 3, växthusgaser, koldioxidekvivalenter, emissionsfaktorer, aktivitetsdata.*



## Abstract

The current climate crisis can undoubtedly be explained by anthropogenic activities on Earth. The greenhouse gases enter the atmosphere through the burning of fossil fuels and cause global warming. Measurements show exceptional concentrations of greenhouse gases – for carbon dioxide the highest in 800 000 years. The planet's average temperature has been thrown out of balance and does not leave any part of the planet unaffected.

Global warming and climate change are combated through global agreements, such as The Paris Agreement, with demands on drastically reduced net emissions of greenhouse gases. Sweden's requirement within the EU is a 50 percent emission reduction until 2030. The business sector has an essential and responsible role for sustainable development, the green transition, and the implementation of global climate goals.

The GHG protocol is a non-profit organization established in the late 1990s that arose out of the growing need for a globally standardized framework for accounting and reporting greenhouse gas emissions. The GHG protocol classifies emissions as direct or indirect emissions, into three scopes: scope 1 (direct), 2 (indirect) and 3 (indirect emissions that occur in the value chain and are not included in scope 2).

Through a case study on Ramudden, a company in the building and construction sector, this study performs scope 3 climate calculations on a traffic project regarding a tunnel closure. The execution of the study is based on primary data collection from Ramudden, secondary data from international databases and a methodological guidance from the GHG protocol. The aim of this study is to examine where the largest greenhouse gas emissions occur within the project, in the areas of material, transport and waste, and identify where the emissions most effectively can be reduced.

The result shows that the greatest emissions come from the transport area, specifically diesel emissions. The greatest emission reductions are achievable by avoiding purchases of new equipment and therefore avoiding its transportation emissions, and by switching from fossil fuels to renewable.

The conclusions are that the purchase of new equipment generates large emissions from the equipment transportation. Furthermore, fossil diesel (environmental class 1) produces six times greater greenhouse gas emissions than fossil-free diesel (HVO).

*Keywords: Climate calculation, GHG protocol, scope 3, greenhouse gases, carbon dioxide equivalents, emission factors, activity data.*

## **Inledande förklaringar**

I studien används begreppen växthusgasutsläpp, utsläpp, koldioxidekvivalenter och CO<sub>2</sub>e synonymt. Generellt används de tre förstnämnda i löpande text medan CO<sub>2</sub>e, används i tabeller, diagram och beräkningar.

Enheten kilogram förekommer endast i löpande text medan dess förkortning kg används i tabeller, diagram och beräkningar.

Enheten kilometer förekommer endast i löpande text medan dess förkortning km används i tabeller, diagram och beräkningar.

Enheten liter förekommer endast i löpande text medan dess förkortning l används i tabeller, diagram och beräkningar.

Med begreppet aktiviteter avses aktiviteter som genererar växthusgasutsläpp vid framtagning, användning eller sluthantering.

Begreppet produkter definieras i studien som både varor och tjänster.

# Innehållsförteckning

|  |     |
|--|-----|
| Förord .....   | i   |
| Sammanfattning .....   | iii |
| Abstract.....  | v   |
| Inledande förklaringar .....   | vi  |
| 1    Introduktion .....  | 1   |
| 1.1    Inledning.....  | 1   |
| 1.2    Bakgrund.....   | 2   |
| 1.3    Syfte och mål.....  | 4   |
| 1.4    Frågeställningar.....   | 5   |
| 1.5    Avgränsningar.....  | 5   |
| 2    Teoretisk referensram .....   | 6   |
| 2.1    Deskriptiv fallstudie .....   | 6   |
| 2.2    Ramudden .....  | 6   |
| 2.3    Entreprenadkontrakt mellan Ramudden och Trafikverket .....                | 8   |
| 2.3.1    Stängning av Norra länkens tunnelsystem .....                           | 8   |
| 2.4    GHG-protokollet .....   | 9   |
| 2.4.1    Scope 1, scope 2 och scope 3 .....                                      | 10  |
| 2.4.2    Corporate value chain (scope 3) accounting and reporting standard ..... | 12  |
| 2.4.3    Uppströms och nedströms utsläpp.....                                    | 14  |
| 2.4.4    De 15 kategorierna inom scope 3.....                                    | 15  |
| 2.4.5    Aktivitetsdata och emissionsfaktorer .....                              | 16  |
| 2.4.6    Metoder för datainsamling .....   | 17  |
| 3    Metod.....  | 18  |
| 3.1    Systemgräns .....   | 18  |
| 3.2    Processbeskrivning.....   | 18  |
| 3.3    Processbild .....   | 20  |
| 3.4    Angreppssätt per undersökt område.....                                    | 21  |
| 3.5    Insamling av data .....   | 21  |
| 3.5.1    Primärdata från Ramudden .....  | 22  |
| 3.5.2    Primärdata från övriga aktörer .....                                    | 22  |
| 3.5.3    Sekundärdata genom litteraturstudie.....                                | 22  |
| 3.5.4    Sökord för vetenskapliga artiklar.....                                  | 23  |
| 3.6    Antaganden och beslut .....   | 23  |
| 3.7    Bearbetning av data .....   | 25  |
| 3.8    Metoder och beräkningsformler.....  | 25  |
| 3.8.1    Material.....   | 26  |
| 3.8.2    Transport.....  | 26  |
| 3.8.3    Avfall.....   | 26  |
| 3.9    Metodkritik .....   | 27  |
| 3.9.1    Reliabilitet och validitet .....  | 27  |
| 3.9.2    Etik och sekretess .....  | 27  |
| 4    Resultat.....   | 29  |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 4.1      | Resultat material .....                   | 29 |
| 4.2      | Resultat transport .....                  | 31 |
| 4.3      | Resultat avfall .....                     | 32 |
| 4.4      | Resultat totala utsläpp .....             | 34 |
| 4.5      | Möjligheter till utsläppsreducering ..... | 34 |
| 5        | Diskussion .....                          | 37 |
| 6        | Slutsatser .....                          | 40 |
| 6.1      | Framtida studier .....                    | 43 |
| Bilaga A | .....                                     | A1 |
| Bilaga B | .....                                     | B1 |
| Bilaga C | .....                                     | C1 |
| Bilaga D | .....                                     | D1 |

# 1 Introduktion

Klimatet har alltid varit i förändring men de samtida klimatförändringar som pågår förklaras utom allt tvivel vara orsakat av mänskliga aktiviteter på planeten (Naturvårdsverket, u.å.). Den globala uppvärmningen orsakas av växthusgasutsläpp som huvudsakligen uppstår genom förbränning av fossila bränslen (Naturvårdsverket, 2022). Växthusgaser har egenskaper som förstärker atmosfärens förmåga att värma upp jordytan, vilket motsvaras av den effekt som kallas för växthusgaseffekten. De tre viktigaste växthusgaserna – koldioxid, metan och kväveoxid – fortsätter att öka i atmosfären (Världsmeteorologiska organisationen [WMO], 2022). Granskade metankoncentrationer visade 2021 på exceptionella ökning sedan mätningarna påbörjades för cirka 40 år sedan. Samma år var ökningen av koldioxidkoncentrationer större än den genomsnittliga årliga ökningen under det senaste decenniet. Dessa nivåer fortsatte att stiga under 2022 över hela världen och enligt WMO (2017) är koldioxidhalten i atmosfären högre än på minst 800 000 år. Den förstärkta växthuseffekten leder till omfattande och hotande effekter när polarisar smälter och havsnivåer stiger, hela världen påverkas när både människor, djur och natur tvingas bemöta klimatförändringarna (Europeiska kommissionen, u.å.).

Växthusgasutsläpp sker på olika nivåer i samhället, alla varor och tjänster som används följer med en klimatpåverkan (Naturvårdsverket, u.å.). Både politiken, offentliga sektorn, näringslivet och samhället i stort behöver ta del av den utveckling och de åtgärder som krävs för att den gröna omställningen<sup>a</sup> ska genomföras, vilket gör oss alla till samhällsaktörer på olika nivåer (Borglund et al., 2021).

I följande kapitel presenteras bakgrundsbeskrivning, studiens syfte och dess frågeställningar och avgränsningar.

## 1.1 Inledning

Parisavtalets<sup>b</sup> föregångare Kyotoprotokollet undertecknades år 1997 med sitt historiska syfte att ha bindande mål och åtgärder för att reducera utsläppen av skadliga växthusgaser och därigenom bekämpa klimatförändringarna (European environment agency, 2021). Fundamentet för det internationella klimatarbetet – som både Kyotoprotokollet och Parisavtalet är underavtal till – utgörs av FN:s globala klimatkonvention (UNFCCC) som bär på principen att de länder som genererar mest utsläpp bär störst ansvar för arbetet med att minska sina utsläpp (Naturvårdsverket, u.å.).

---

<sup>a</sup> Övergången till en ekologiskt hållbar ekonomi och tillväxt utan överkonsumtion av naturresurser och fossila bränslen (Miljöministeriet, u.å.).

<sup>b</sup> Parisavtalet är ett globalt klimatavtal där världens länder 2015 enades om att minska växthusgasutsläppen för att begränsa den globala uppvärmningen till 1,5 grader Celsius (United nations [UN], u.å.).

Nettoutsläppen av växthusgaser måste minska skyndsamt om miljömålen i Parisavtalet ska nås (IPCC, 2022). År 2019 antog Europeiska unionen (EU) målet om ett klimatneutralt EU till 2050, vilket var en följd av undertecknandet av Parisavtalet (European council, 2022). I slutet av 2022 godkände medlemsländerna förslaget om att höja kraven inom det europeiska klimatarbetet. Det tidigare målet på 30-procentiga utsläppsminskningar<sup>c</sup> inom Unionen fram till 2030 ökades till 40 procent (Europaportalen, 2022; European commission, 2021). I och med de nya kraven ökades Sveriges krav på utsläppsminskningar fram till 2030 från 40 procent till 50.

Det övergripande svenska miljömålet är att Sverige senast 2045 inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser, och därefter uppnå negativa utsläpp<sup>d</sup> (Sveriges miljömål, 2023). De växthusgasutsläpp som skedde inom Sveriges gränser 2021 var 47,9 miljoner ton koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) (Sveriges miljömål, u.å.). För att Sverige ska uppnå sitt övergripande miljömål till 2045 återstår drygt 50 procent minskade utsläpp.

Bygg- och anläggningssektorn står för cirka 20 procent av Sveriges växthusgasutsläpp och för att nå Sveriges mål om netto nollutsläpp av växthusgaser till 2045 utförs en rad åtgärder (Fossilfritt Sverige, u.å.). Inom den lanserade färdplanen för att nå målen finns bland annat insatser som elektrifiering och effektivisering av produktions- och transportprocesser, ökad användning av förnybara bränslen och effektivare transporter och resursanvändning (Fossilfritt Sverige, 2018). Bransch- och arbetsgivarorganisationen Byggföretagen har ansvaret att driva och vägleda arbetet för att aktörer inom sektor ska nå uppsatta klimat- och miljömål (Byggföretagen, 2023).

## 1.2 Bakgrund

GHG-protokollet uppstod vid millennieskiftet utifrån ett tilltagande behov av standardiserade metoder för redovisning av växthusgasutsläpp, och tillhandahåller idag ett globalt standardiserat ramverk för hanterandet av utsläpp från både privat och offentlig sektor, likväl för produkter och värdekedjor (World resource institute, u.å.). Ramverket tillhandahåller redovisnings- och rapporteringsstandarder, vägledning för sektorer, beräkningsverktyg och utbildningar för olika aktörer.

---

<sup>c</sup> Jämfört med 2005 års utsläppsnivåer (Europeiska unionens råd, 2022).

<sup>d</sup> Negativa utsläpp uppnås genom tekniker som på olika vis fångar in koldioxid från atmosfären (Egan, 2020).

Inom GHG-protokollet redovisas utsläppen i olika scope för att skapa en bild av vilka utsläpp som är direkta och indirekta: scope 1, 2 och 3 (GHG protocol, 2011). Scope 1 är direkta utsläpp som organisationen har direkt kontroll över och kan exempelvis vara utsläpp från fordon som verksamheten äger eller kontrollerar. Scope 2 är indirekta utsläpp från inköpt energi, och kan exempelvis vara förbrukning av el eller fjärrvärme. Scope 3 är indirekta utsläpp, utöver inköpt energi, som sker utanför verksamhetens gränser. Dessa delas vidare in i uppströms och nedströms utsläpp, vilket är en sortering utifrån om utsläppen sker före (uppströms) eller efter (nedströms) den egna verksamheten i värdekedjan<sup>°</sup>. Uppströms aktiviteter som genererar utsläpp kan exempelvis vara materialinköp, och motsvarande nedströms kan vara avfallshantering (GHG protocol, 2011).

För organisationer som vill utföra klimatberäkningar finns olika metodikstöd att nå på flera ställen; utöver GHG-protokollet finns uppsättningar av metoder hos SME Climate hub business calculator, Boverket och Trafikverket (Naturvårdsverket, u.å.). När klimatberäkningar ska utföras behöver ett livscykelperspektiv tillämpas för att infånga alla växthusgasutsläpp som föremålet för beräkningen ger upphov till under hela sin livstid (Naturvårdsverket, u.å.). Klimatberäkningarna behöver också definieras med en systemgräns som anger avgränsningarna för det som ska undersökas, vilket exempelvis görs genom att förklara vilka aktiviteter och processer som ligger innanför eller utanför systemgränsen (Boverket, 2019).

---

<sup>°</sup> Värdekedjan beskriver det flöde av alla aktiviteter och processer som bidrar till slutprodukten (Harvard business school, u.å.).

Företagens samhällsansvar har en framstående betydelse både globalt och i det egna landet eftersom en betydande del av de globala växthusgasutsläppen kommer från företagssektorn (CDP, 2017). Företagens uttryck för samhällsansvar i form av hållbarhetsrapportering har funnits sedan 1970-talet men har ökat det senaste dryga årtiondet, inte minst mot bakgrund av ökade regulatoriska rapporteringskrav. Den nylig tillkomna EU-taxonomin<sup>f</sup> bidrar ytterligare till att företagssektorns arbete med klimatomställningen trappas upp (Coen, Herman, & Pegram, 2022). Genom medias nyhetsrapportering märks det ökade intresset för företagens moral- och ansvarsfrågor för miljömässiga aspekter (Borglund, o.a., 2021). Granskning av huruvida företagens klimat- och miljöarbete verkligen är substantiellt och inte utgörs av symboliska löften och åtaganden är väsentligt för att konsumenterna och investerarna ska kunna avgöra om företagens utfästelser är greenwashing<sup>g</sup> (Coen, Herman, & Pegram, 2022). Studier visar dock att företagens ökande ansträngningar för att uppnå utsläppsminskningar och driva på övergången till en koldioxidsnål ekonomi förstärker genomförande av klimatmål på nationell nivå (Krabbe, o.a., 2015).

Ramudden är ett företag inom bygg- och anläggningssektorn som arbetar med väg- och arbetsplats säkerhet (Ramudden, 2023). Den här studien ämnar klimatberäkna indirekta utsläpp inom scope 3 i ett projekt där Ramudden utför en tillfällig tunnelavstängning. Avstängningen är en av flera och utgör en del av ett omfattande entreprenadkontrakt upprättat mellan Ramudden och Trafikverket. Studien behandlar tre områden: material, transport och avfall.

### 1.3 Syfte och mål

En av Ramuddens tunnelavstängningar avser tunnelsystemet längs Norra länken i Stockholms län. Avstängningen utförd natten mellan den 20 och 21 april 2023 utgör underlaget för denna studie. Valet av den specifika tunnelavstängningen grundar sig främst på möjligheten att kunna vara på plats under utförandet, vilket ger en direkt uppfattning om de aktiviteter som utförs.

---

<sup>f</sup> Taxonomin är ett ramverk för att nå EU:s klimatmål och innehåller ett klassificeringssystem miljöjämnt hållbara verksamheter och investeringar (Regeringskansliet, 2022).

<sup>g</sup> Greenwashing innebär att företag marknadsför sig själva som hållbara, men egentligen saknas initiativ som har positiva effekter på miljön (Globalportalen, 2022).

Syftet med att klimatberäkna växthusgasutsläppen från tunnelavstängningen är att identifiera vilka aktiviteter inom områdena transport, material och avfall, som är mest utsläppsgenererande utifrån ett livscykelperspektiv nedbrutet på det antal timmar som tunnelavstängningen pågår, vilket är sju timmar. Klimatberäkningarna utförs i enlighet med GHG-protokollet och resultatet presenteras i koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e).

Målet är att och kunna påvisa var de största växthusgasutsläppen uppstår och var utsläppen kan minskas.

## 1.4 Frågeställningar

Frågeställningarna baseras på klimatberäkningar på utsläpp från avstängningen av Norra länkens tunnelsystem natten mellan den 20 och 21 april 2023. Frågeställningarna avgränsas till utsläpp som inom GHG-protokollet sorteras som scope 3.

- a. Hur stora växthusgasutsläpp genereras inom områdena material (vagga-till-grind), transport (källa-till-hjul<sup>h</sup>) och avfall (grind-till-grav)?
- b. Inom vilket undersökt område genereras störst utsläpp?
- c. Vilken enskild aktivitet inom respektive område genererar störst utsläpp?
- d. Var kan utsläppsreducering enklast åstadkommas inom de undersökta områdena?

## 1.5 Avgränsningar

Studien avgränsas till undersökning av växthusgasutsläpp inom GHG-protokollets scope 3. Vidare avgränsas undersökningen till scope 3-kategorierna 1, 2, 3, 4, 9, 11 och 12, varinom områdena material, transport och avfall behandlas.

Studien hanterar endast den specifika tunnelavstängningen natten mellan den 20 och 21 april 2023. Av aktiviteterna utförda under tunnelavstängningen är det endast Ramuddens aktiviteter, och dess underentreprenörs aktiviteter som utgör underlag för studien.

---

<sup>h</sup> Källa-till-hjul, även kallat Well-to-wheel (WTW), betyder att växthusgasutsläppen beräknade för bränslet ifråga inkluderar utsläppen från alla faser i bränslets livscykel, från utvinning till användning (European commission, u.å.). Tank-till-hjul, tank-to-wheel (TTW), däremot inkluderar endast utsläppen från själva förbränningen av bränslet.

## 2 Teoretisk referensram

Kommande kapitel inleds med information rörande studiens utformning. Därefter kommer en presentation av Ramudden och av den för studien aktuella tunnelavstängningen, samt en beskrivning av kontraktförhållandet mellan Ramudden och Trafikverket. Vidare följer en teoretisk anknytning till GHG-protokollet och dess guider och standarder, samt hur de 15 scope 3-kategorierna kan appliceras på tunnelavstängningen. Kapitlet avslutas med en beskrivning av den vägledning som GHG-protokollet tillhandahåller för hur datainsamling bör ske.

### 2.1 Deskriptiv fallstudie

En fallstudie kan vara en studie på ett enskilt fall eller på ett flertal fall inom samma studie (Backman, 2016). Beroende på avsikten med fallstudien utförs den förklarande, explorativt eller deskriptivt.

Deskriptiva fallstudier är koncentrerade till att framställa en fullständig beskrivning av en företeelse (Biggam, 2017). Dess syfte är inte att ange skäl till orsak och verkan, utan att få en djupare förståelse för företeelsen i fråga. När en deskriptiv fallstudie ska genomföras är det centralt att tidigt identifiera systemgränsen för studien.

### 2.2 Ramudden

Ramudden har som verksamhetsuppdrag att utforma och utrusta trafiksäkerhetslösningar till väg- och byggarbetsplatser (Ramudden, 2023). Nödvändig säkerhetsutrustning för att säkra dessa arbetsplatser är exempelvis TMA-fordon<sup>i</sup>, barriärer, trafikljus och vägmärken vilka Ramudden tillhandahåller sina kunder. Ramuddens kunder finns bland kommuner, myndigheter, entreprenörer och byggföretag. De tjänster som Ramudden erbjuder är upprättande av trafikplaneringsplaner, utförande av tillståndsansökningar, utbildning, trafikplanering och en rad olika säkerhetsrelaterade tjänster såsom avstängningar, trafikdirigering, bevakning och händelsehantering på arbetsplatsen med mera.

---

<sup>i</sup> Truck mounted attenuator (TMA) är en lastbilsmonterad krockdämpare är ett energiabsorberande skydd mot påkörningar bakifrån, som monteras bakom en lastbil eller annat fordon (Trafikverket, 2013). Ramuddens TMA-fordon är utrustade med en lysande informationstavla, variable message sign (VMS-tavla), en lysande informationstavla för trafikinformation och är därför energikrävande. Dessa fordon används vid vägarbeten under korttidsarbeten och i trånga utrymmen (J. Olsson, personlig kontakt, 25 april 2023).

Sedan starten i Valbo 2005 har koncernen vuxit till att finnas på 80 platser i Norden, Baltikum och Kanada med 850 heltidsanställda, 7 000 kunder (Ramudden, 2023). Under 2022 omsatte Ramudden 2 016 miljoner kronor. Sedan 2020 ingår Ramudden i WZS Group<sup>j</sup>, som är världens största specialist på tillfälliga trafik och säkerhetslösningar, och med verksamhet i tolv länder ändrades bolagsnamnet till Ramudden Global i februari 2023. Ramudden ägs av riskkapitalbolaget Triton sedan 2017. Enligt svensk näringslivsindelning (SNI) verkar Ramudden i tre branscher (SCB, 2023):

- 71121 Teknisk konsultverksamhet inom bygg- och anläggningsteknik
- 77320 Uthyrning och leasing av bygg- och anläggningsmaskiner
- 77390 Uthyrning och leasing av övrig utrustning och övriga maskiner och materiella tillgångar.

Ramudden arbetar för att ställa om sin verksamhet till att bli en mindre klimatpåfrestande aktör och har som mål att minska koldioxidutsläppen i linje med Parisavtalet. De har upprättat ledningssystem, rutiner och utbildningsplaner för att säkerställa att lagar, förordningar och standarder följs. Ramudden möter i ökande takt kund- och beställarkrav på rapportering av koldioxidutsläpp i deras projekt och framhåller att deras mest väsentliga miljö- och klimatpåverkan är sammanbundna med utsläpp som genereras av transporter och verksamhetsfordon. Ramudden arbetar med inventering och mätning av sina växthusgasutsläpp i scope 1 och scope 2 i enlighet med GHG-protokollet sedan 2019 (N. Larsson, personlig kontakt, 16 maj 2023). Resultaten finns publicerade i företagets offentliga hållbarhetsrapporter.

Ramuddens uppdragsgivare påverkas av tilltagande lagstiftning rörande klimatmål och som följd av det ökar medvetenheten hos både beställare, upphandlare och investerare. Det här tar Ramudden i anspråk genom intensifierat arbete omkring verksamhetens klimatpåverkan, cirkulära lösningar och resurseffektivisering (Ramudden, 2023). Ramudden har åtagit sig ett miljöarbete på flera nivåer och har placerat hållbarhetsansvar och rapportering på nationell och global nivå inom koncernen. Ambitionen är att påverka andra aktörer och hela verksamhetsområdet genom att agera som en pådrivande kraft för den gröna omställningen inom branschen, och upprätthålla strävandet mot mer hållbara lösningar.

---

<sup>j</sup> Work zone safety group (Ramudden, u.å.).

Att leda utvecklingen och driva branschen i rätt riktning är en allt vanligare drivkraft hos företag (Streck, 2020). Parisavtalet uppmuntrar utöver regeringar, även länders företagssektorer och likaså civilsamhällen att bidra till måluppfyllelsen av klimatmålen. Enligt Streck (2020) hade 20 000 ickestatliga aktörer registrerat sina olika klimatgynnande initiativ och åtaganden på Global climate actions portal. En siffra som idag har stigit till 30 763 (Global climate action NAZCA, u.å.). Det framväxande engagemanget på icke-statlig nivå tilltar alltmer, och får ett alltmer ökat inflytande på nya regelverk och normer och är därmed en viktig kraft i bekämpandet av klimatförändringarna (Streck, 2020).

## **2.3 Entreprenadkontrakt mellan Ramudden och Trafikverket**

Ramudden har ingått ett entreprenadkontrakt med Trafikverket gällande utförande av trafikavstängningar i komplexa anläggningar inom Stockholms län (N. Larsson, personlig kommunikation, 6 februari 2023). Inom kontraktets omfattning åtar sig Ramudden att under perioden 1 september 2022 till 31 augusti 2023 utföra ett antal trafikavstängningar; en av dem – en avstängning av Norra länken<sup>k</sup> – används i den här studien som underlag för utredning av växthusgasutsläpp, vilket redogörs för vidare i kapitel [2.3.1 Avstängning av Norra länkens tunnelsystem](#).

Trafikverket ställer krav på entreprenörer gällande klimatpåverkande utsläpp (Trafikverket, 2022). Kraven syftar till att uppfylla Sveriges miljömål om noll nettoutsläpp till 2045.

### **2.3.1 Stängning av Norra länkens tunnelsystem**

Norra länken stängs kontinuerligt av för drifts- och underhållsarbeten vilket sker nattetid mellan klockan 22:00 och 05:00 (Trafikverket, 2020). Avstängningarna utförs enligt ett minutschema på 30 minuter, likaså gör öppningarna fast i omvänd ordning (F. Lysén, personlig kommunikation, 4 april 2023). Därmed är länken tillgänglig för arbete mellan 22:30 och 04:30. Minutschemat beskriver hur stängning och öppning sker steg för steg. Ramuddens personal ansvarar gruppvis för att olika infarter och påfarter till Norra länken är avstängda och att tunneln är och förblir utrymd och säkrad. Under tiden tunneln är avstängd anländer ett stort antal entreprenader i olika servicefordon med skilda uppdrag, bland annat tvättas tunneln för att förlänga betongens hållbarhet.

---

<sup>k</sup> Norra länken är en vägsträcka i Stockholm, där 4 kilometer av 5 utgörs av tunnlår. Den sträcker sig från Tomtebodav i väst till Värtan i öst. I norr ansluter den till E4 mot Uppsala och Roslagsvägen vid Frescati (Trafikverket, 2020).

Under tunnelns avstängda timmar körs TMA-fordonen på tomgång för att generera el till VMS-tavlan<sup>1</sup> och för möjliggörandet av temperaturreglering för chauffören som nyttjar fordonet som sin arbetsplats under tiden för tunnelavstängningen.

Avstängningarna utförs i östlig eller västlig riktning, eller i båda riktningarna samtidigt; den här studien utgår ifrån en östlig avstängning, något som utförs totalt 27 gånger under den årslånga projektperioden (F. Lysén, personlig kommunikation, 4 april 2023).

## 2.4 GHG-protokollet

GHG-protokollet är en icke-vinstdrivande organisation som etablerades i slutet av 1990-talet mellan WRI<sup>m</sup> och WBCSD<sup>n</sup> (GHG protocol, u.å.). Organisationen utvecklar globala rapporteringsstandarder för utsläppsinventering och mätning av de sju växthusgaserna som täcks av Kyotoprotokollet<sup>o</sup>, samt begränsningsarbete av dem. Tilltänkta standardanvändare är företag, statliga och icke-statliga organisationer, såväl som länder och kommuner (GHG protocol, 2011). Standardernas användningsområden sträcker sig från att utvärdera växthusgasutsläppen i en viss sektorverksamhet, till att utvärdera en hel värdekedja eller en produkts hela livscykel. Standarderna tas fram tillsammans med områdesexperter och medlemmar från olika miljögrupper och industrier (GHG protocol, u.å.). Genom insamling av synpunkter från sina användare och intressenter utför GHG-protokollet kontinuerligt uppdateringar av sina standarder och guider för att upprätthålla god och användarvänlig kvalitet. Uppdateringar görs även för anpassning till nya regelverk (GHG protocol, u.å.).

---

<sup>1</sup> Variable message sign (VMS-tavla) är en lysande informationstavla för trafikinformation (J. Olsson, personlig kontakt, 25 april 2023).

<sup>m</sup> World resource institute (WRI, u.å.).

<sup>n</sup> World business council for sustainable developments (WBCSD, u.å.).

<sup>o</sup> Kyotoprotokollet, en internationell överenskommelse om industriländers utsläppsminskningar av växthusgaser, innefattade ursprungligen sex växthusgaser, men i och med Dohatillägget uppdaterades de till sju växthusgaser (UNFCCC, u.å.).

Majoriteten av företag i världen som rapporterar sina växthusgaser använder GHG-protokollet antingen i direkt mening, eller indirekt genom egna redovisningsprogram baserade på GHG-protokollet (GHG protocol, u.å.). Under 2016 använde 92 procent av Fortune 500-företagen<sup>p</sup> GHG-protokollet som en plattform för sin redovisning och rapportering. År 2020 följer 85 procent av bolagen på Stockholmsbörsen GHG-protokollet, enligt organisationen 2050 (2020).

GHG-protokollet har fem principer för redovisning och rapportering av växthusgaser (GHG protocol, 2011). Dessa principer förklarar att redovisning och rapportering ska...

- Relevans** ...ge en relevant bild av organisationens växthusgasutsläpp och tillgodose möjligheter till välgrundade beslut, både externt och internt.
- Heltäckande** ...ge en heltäckande bild av organisationens alla utsläpp, utsläppskällor och aktiviteter som leder till utsläpp. Motivera avvikelser.
- Kontinuitet** ...presenteras på ett konsekvent sätt, att använda metoder konsekvent för att möjliggöra spårbarhet och jämförbarhet av utsläpp över tid. Var transparent med vilka ändringar som görs.
- Transparens** ...presentera helheten på ett sammanhängande sätt och var öppen med antaganden. Ange källor för beräkningsmetoder och rapportering.
- Noggrannhet** ...säkerställa att kvantifieringen av växthusgasutsläpp motsvarar de faktiska utsläppen; rapporteringen ska motsvara verkligheten i möjligaste mån.

IPCC formulerar samma principer som ovan nämnda, för kvalitet gällande inventering och rapportering av växthusgaser (IPCC, 2006; IPCC, 2019). Principen om transparens är att betrakta som en metaprincip, då de övriga principerna har en tydlig bindning till principen om transparens, men även för att principen återses hos alla större ramverk och standarder (Gillenwater, 2022). En god tillämpning av transparensprincipen handlar exempelvis om angivelser om hur data har insamlats, vilka metoder som har använts och vilka antaganden som har behövts göras.

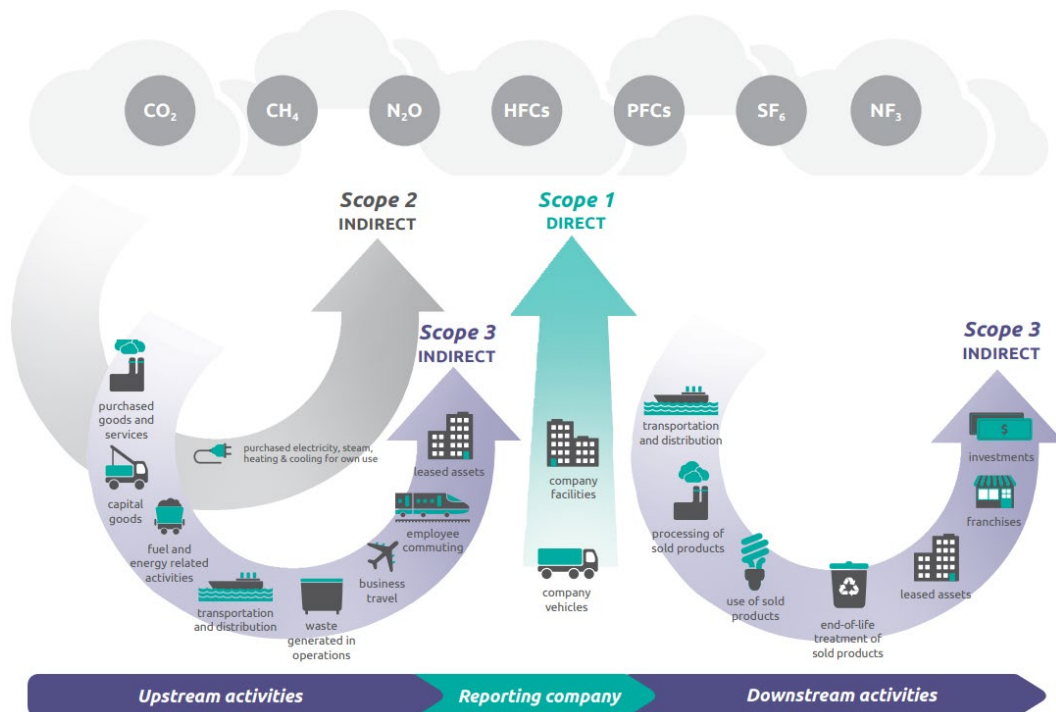
### 2.4.1 Scope 1, scope 2 och scope 3

Fundamentet i GHG-protokollets ramverk utgörs av att växthusgasutsläppen delas in i tre olika scope (se Fig. 3):

---

<sup>p</sup> Fortune 500 är en årlig rankning av USA:s 500 största företag, som genomförs av mediaföretaget Fortune (Fortune media IP limited, u.å.).

- |                |  |                     |
|----------------|--|---------------------|
| <b>Scope 1</b> | Direkta utsläpp som genereras av källor som ägs eller kontrolleras av organisationen själv, exempelvis utsläpp från egna fordon (GHG protocol, 2011).  | <i>Obligatorisk</i> |
| <b>Scope 2</b> | Indirekta utsläpp som genereras av inköpt och förbrukad elektricitet, ånga, värme eller kyla (sammantaget benämnt "el") (GHG protocol, 2015). Exempel är utsläppen från produktionen av el som köps in från ett elbolag.   | <i>Obligatorisk</i> |
| <b>Scope 3</b> | Alla andra indirekta utsläpp som kan kopplas till aktiviteter längs företagets värdekedja, genererade utanför organisationens grindar, från källor som inte ägs eller kontrolleras av organisationen själv (GHG protocol, 2011). Exempel är produktionsutsläpp från köpt material. | <i>Valfri</i>       |



Figur 1. GHG-protokollets tre scope och källor till växthusgasutsläpp inom dem (GHG protocol, 2013).

För varje scope tillhandahålls fördjupande standarder och guider i syfte att vara till hjälp för inventering, beräkning, redovisning och rapportering av de olika växthusgaserna (GHG protocol, u.å.).

När företag rapporterar i enlighet med GHG-protokollets riktlinjer är det obligatoriskt att mäta och redovisa scope 1 och scope 2 (GHG protocol, 2011). Scope 3 som ligger utanför företagens grindar är frivilliga att mäta och redovisa, men eftersom majoriteten av växthusgasutsläppen sorteras hit så riktas alltmer uppmärksamhet mot scope 3 (GHG protocol, 2011). Många stora företag rapporterar framgångsrikt sina utsläpp inom scope 1 och scope 2 men en fullständig rapportering av hela värdekedjans utsläpp är dock betydligt mer komplex och omfattande, vilket har som följd att scope 3-utsläppen inte är lika väl representerade som scope 1 och scope 2 (Patchell, 2018).

Scope 1 och scope 2 handlar om att ställa om i den egna verksamheten, medan scope 3 handlar om att ställa om hela affären genom att påverka aktörerna i värdekedjan (Hagainitiativet, 2021). Enligt Hagainitiativet innebär arbetet med scope 3-utsläpp betydligt mer än att utföra beräkningar; för att minska utsläppen i värdekedjan krävs ökat samarbete och gemensamma målsättningar med andra leverantörer, kunder och aktörer. Den ens scope 1-utsläpp är den andres scope 3-utsläpp, följaktligen får den ens scope 1-utsläpp en direkt påverkan på den andres scope 3-utsläpp (Hagainitiativet, 2021). Sammanfattningsvis betyder det att alla aktörer är beroende av andra aktörers arbete med utsläppsminskningar, för att själva kunna sänka sin påverkan inom scope 3.

Att arbeta med de tre scopen medför förutom en bild av organisationens utsläpp, även ett beslutsunderlag till att göra rätt prioriteringar (Hertwich & Wood, 2018). Eftersom en stor del av scope 3-utsläppen härrör från tillverkning av material och produkter, kan exempelvis en jämförelse i utsläpp från batteritillverkning och produktion av bensin eller diesel, tjäna som beslutsunderlag vid en organisations övergång till elfordon.

#### **2.4.2 Corporate value chain (scope 3) accounting and reporting standard**

Den första standarden som GHG-protokollet lanserade, *A corporate accounting and reporting standard (Corporate standard)*, omfattade rapportering av organisationers egna utsläpp av växthusgaser (GHG protocol, 2004). Fram till nyligen har fokus på utsläppsinventeringar koncentrerats till den egna verksamheten, vilket *Corporate standard* syftade till (GHG protocol, 2011). Allt fler organisationer ser dock behovet av att även ta hänsyn till växthusgasutsläpp längs hela sina värdekedjor. För att en organisation ska lyckas med det, och därigenom framställa en effektiv klimatstrategi krävs en detaljerad förståelse och helhetsbild av dess totala växthusgaspåverkan, vilket innebär en inventering av utsläppsgenererande aktiviteter över hela värdekedjan.

Scope 3-inventeringen är mer krävande att få fram data på just eftersom utsläppen ligger utanför den egna verksamhetens grindar. *Corporate value chain (scope 3) accounting and reporting (Scope 3 standard)* tillhandahåller vägledning och krav för just detta: inventering och förberedande av offentlig rapportering av scope 3-utsläpp (GHG protocol, 2011). När organisationer samlar in utsläppsdata från tredje part i syfte att redogöra för scope 3, har akademiska undersökningar uppmärksammat att kvalitetsproblem kan förekomma i datainsamlingen när de olika tredjepartsaktörerna använder olika metoder för de uppskattningar de avlämnar sig (Busch, Johnson, & Pioch, 2022). Detta är något som forskningen behöver beakta eftersom det kan påverka resultat, likväl behöver organisationerna själva arbeta för att uppnå ett internt standardiserat tillvägagångssätt i hur datainsamling och fastställande av data sker, med transparens rörande metodval.

Det övergripande syftet med *Scope 3 standard* är att stötta organisationer med konkreta tillvägagångssätt för att förstå dess totala utsläppspåverkan längs värdekedjan (GHG protocol, 2011). Målet är att sedan i samarbete med andra aktörer i flera led, såsom i leverantörled och kundled, kunna fokusera ansträngningarna på att minska utsläppen tillsammans. Förhoppningen är mer hållbara beslut rörande aktiviteterna kring varor eller tjänster som organisationen köper, säljer eller producerar (GHG protocol, 2011). Det övergripande syftet med *Scope 3 standard* är att stötta organisationer med konkreta tillvägagångssätt för att förstå dess totala utsläppspåverkan längs värdekedjan (GHG protocol, 2011). Växthusgasutsläppen som sorteras till scope 3 motsvarar oftast minst 70 procent av företags totala utsläpp (UN global compact, u.å.).

Det finns ett flertal ramverk som inkluderar användning av scope 3-data för rapportering och redovisning av organisationers hållbarhetsarbete. GRI<sup>9</sup> förespråkar scope 3 i deras 300-serie (GRI: 305 Emissions) för miljömässig påverkan (GRI standards, 2016). CDP<sup>r</sup> förordar även de att redovisning ska utföras i enlighet med GHG-protokollet (CDP, u.å.). Vad användning av TCFD<sup>s</sup>-ramverket tillråds likaledes användarna att redovisa scope 3-utsläpp och till dem relaterade risker (TCFD, 2017). SBT<sup>t</sup> integrerar även dem scope 3-data när inventering av utsläpp ska göras enligt deras riktlinjer för när organisationer ska sätta vetenskapligt baserade mål för deras verksamheter (Science based targets, 2023).

---

<sup>9</sup> Global reporting initiative (GRI, u.å.).

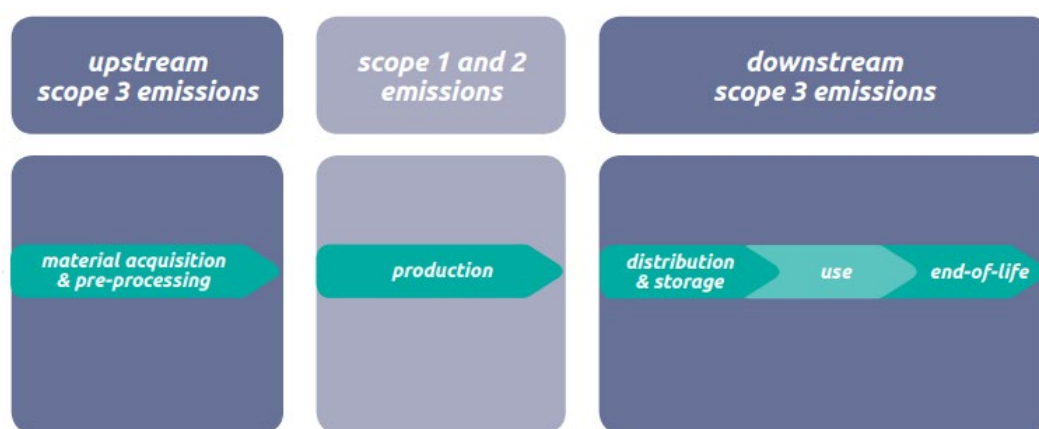
<sup>r</sup> Före detta Carbon disclosure project (Econometrica, u.å.).

<sup>s</sup> Task force on climate-related financial disclosures (TCFD, u.å.).

<sup>t</sup> Science based targets (Science based targets, 2022b).

### 2.4.3 Uppströms och nedströms utsläpp

Uppströms utsläpp (vagga-till-grind) är de växthusgasutsläpp som sker i början av en värdekedja, fram till att en produkt når verksamheten (Sandgren, Lindeberg, Andersson, & Adolfsson, 2018; GHG protocol, 2013). Nedströms utsläpp (grind-till-grav) är de växthusgasutsläpp som sker i slutet av värdekedjan, efter att en produkt lämnat verksamheten. Uppströms och nedströms utsläpp längs organisationers värdekedjor (se Fig. 1) är den största källan till växthusgasutsläpp för de allra flesta industrier, ibland representerar de över 90 procent av företagens utsläpp, vilket innebär att dessa utsläpp är avgörande för att minska utsläppen i den takt som krävs (Science based targets, 2022a). Inom GHG-protokollets ramverk är uppströms och nedströms utsläpp definierade som scope 3 och fördelas därinom över 15 kategorier, varav åtta är uppströms och sju nedströms (GHG protocol, 2013).



Figur 2. De totala växthusgasutsläppen för ett producerande företag fördelat över scopen: Uppströms scope 3, scope 1 och scope 2, samt nedströms scope 3 (GHG protocol, 2011).

De 15 kategorierna är avsedda att ge organisationer en metodisk struktur för att mäta, hantera och minska utsläpp över värdekedjan. Kategorierna är utformade på sådant sätt att de är ömsesidigt uteslutande för att undvika att utsläpp blir dubbelräknade mellan kategorierna (GHG protocol, 2011).

## 2.4.4 De 15 kategorierna inom scope 3

Tabell 1. Beskrivning av de 8 uppströms kategorierna inom GHG-protokollets Scope 3 och hur dessa tillämpas i examensarbetet (GHG protocol, 2011; GHG protocol 2013).

| SCOPE 3-KATEGORIER:                              |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Uppströms utsläpp                                | Kategorin omfattar  | Exempel  | Tillämpning i examensarbete   |
| <b>1 Inköpta varor och tjänster</b>              | Alla uppströms utsläpp från utvinningen, produktionen och transporten av produkter som har köpts eller förvärvats, från vaggan till grind.<br>I GHG-protokollet avses produkter motsvara antingen varor eller tjänster. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utvinning av råvaror.</li> <li>• Produktion.</li> <li>• Genererande av el förbrukat av uppströms aktiviteter.</li> <li>• Transport av produkter mellan leverantörer.</li> <li>• Avfallshantering från uppströms aktiviteter.</li> </ul> | <b>Ja.</b> Här tas det material upp som används vid tunnelavstängningen.<br>Ramuddens inköpta tjänst i form av Ekabs fem TMA-fordon i tunnelavstängningen hamnar här. |
| <b>2 Kapitalvaror</b>                            | Alla uppströms utsläpp från utvinning, produktion och transport av inköpta eller förvärvade kapitalvaror, från vaggan till grind.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Framtagandet av utrustning/maskiner.</li> <li>• Byggnader.</li> <li>• Fordon.</li> </ul>  | <b>Ja.</b> Här tas Ramuddens tre egna TMA-fordon och fyra servicebilar som används vid tunnelavstängningen upp.   |
| <b>3 Bränsle- och energirelaterad verksamhet</b> | Alla utsläpp relaterade till utvinning, produktion och transport av bränsle och energi som köps in och används.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utvinning.</li> <li>• Produktion.</li> <li>• Transport.</li> </ul>  | <b>Ja.</b> Dock redovisas dessa utsläpp i kategori 9 och 11 tillsammans med bränslets direkta förbränningsutsläpp.  |
| <b>4 Uppströms transport och distribution</b>    | Alla utsläpp från transport av produkter som har köpts eller förvärvats, i fordon som inte ägs av organisationen.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lufttransport.</li> <li>• Landtransport.</li> <li>• Vattentransport.</li> </ul>   | <b>Ja.</b> Här tas transporten för inköpt material till tunnelavstängningen upp.  |
| <b>5 Avfall som uppkommer i verksamheten</b>     | Alla utsläpp från tredje parters hantering av avfall som uppstått inom organisationens ägda eller kontrollerade anläggningar.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Förbränning.</li> <li>• Kompostering.</li> <li>• Rening av avloppsvatten.</li> </ul>  | Nej. Studien avgränsas härifrån då just dessa utsläpp anses försumbara i relation till andra kategorier.  |
| <b>6 Tjänsteresor</b>                            | Alla utsläpp från transport av anställda för affärsrelaterade aktiviteter i fordon som ägs eller drivs av tredje part.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flygresor.</li> <li>• Tågresor.</li> <li>• Bussresor.</li> <li>• Bilresor.</li> </ul>   | Nej. Studien avgränsas härifrån då utsläppen anses försumbara i relation till andra kategorier.   |
| <b>7 Anställdas pendling</b>                     | Alla utsläpp från transporter av anställda mellan hem och arbetsplats. Personalpendling sorteras som scope 3-utsläpp då det är en tjänst som möjliggör företagets verksamhet.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flygpendling (!)</li> <li>• Tågpendling.</li> <li>• Busspendling.</li> <li>• Bilpendling.</li> </ul>  | Nej. Studien avgränsas härifrån då utsläppen anses försumbara i relation till andra kategorier.   |
| <b>8 Uppströms hyrda tillgångar</b>              | Alla utsläpp från drift av tillgångar hyrda av organisationen.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyrning av en kontorsbyggnad.</li> </ul>  | Nej. Studien avgränsas härifrån då inga tillgångar hyrs inom tunnelavstängningen.   |

Tabell 2. Beskrivning av de 7 nedströms kategorierna inom GHG-protokollets Scope 3 och hur dessa tillämpas i examensarbetet (GHG protocol, 2011; GHG protocol 2013).

| SCOPE 3-KATEGORIER: 9–15                      |   |   |  |
|---|---|---|--|
| Nedströms utsläpp                             | Kategorin omfattar  | Exempel   | Tillämpning i examensarbete  |
| <b>9 Nedströms transport och distribution</b> | Alla utsläpp från transport och distribution av sålda produkter utfört med egna fordon eller på egna anläggningar.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lufttransport.</li> <li>• Landtransport.</li> <li>• Vattentransport.</li> <li>• Förvaring av sålda produkter i lokal/butik.</li> </ul>                   | <b>Ja.</b> Här tas tunnelavstängningens alla transporter upp som utförs av Ramuddens egna fordon.  |
| <b>10</b> Bearbetning av sålda produkter      | Alla utsläpp från bearbetning av sålda mellanprodukter som utförs av tredje part. Mellanprodukter kräver ytterligare bearbetning innan användning av slutkonsumenten. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utsläpp vid förädling av brutna metaller.</li> </ul>   | Nej. Studien avgränsas härifrån då inget bearbetande av sålda produkter sker under tunnelavstängningen.  |
| <b>11 Användning av sålda produkter</b>       | Alla utsläpp från användning av produkter som säljs av organisationen. Kategorin delas upp i två typer av utsläpp, vilka är direkta och indirekta utsläpp.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkta utsläpp från motorer, bilar, flygplan, kraftverk, belysning.</li> <li>• Indirekta utsläpp genom uppvärmning av grytor och kastruller.</li> </ul> | <b>Ja.</b> Här hamnar utsläppen från tomgångskörningen av TMA-fordon. Tomgång sker under arbeten för genererande av el för VMS-tavlan och temperaturreglering. |
| <b>12 Sluthantering av sålda produkter</b>    | Alla utsläpp från avfallshandling av produkter som sålts, när produkterna slutligen blir uttjänta.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deponering.</li> <li>• Förbränning.</li> <li>• Återvinning.</li> </ul>   | <b>Ja.</b> Här tas utsläppen upp från sluthantering av samtligt material från tunnelavstängningen.   |
| <b>13</b> Nedströms uthyrda tillgångar        | Alla utsläpp från driften av tillgångar som ägs av organisationen och som hyrs ut till andra organisationer.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biluthyrningsfirma redogör för utsläpp från hyrtagarens körning.</li> </ul>  | Nej. Studien avgränsas härifrån då ingen uthyrning förekommer i samband med tunnelavstängningen.   |
| <b>14</b> Franchise                           | Alla utsläpp från driften av franchise, som inte ingår i scope 1 eller scope 2.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utsläpp genererade av franchisetagaren genom bränsle- och elanvändning.</li> </ul>   | Nej. Studien avgränsas härifrån då Ramudden inte agerar som franchisetagare eller -givare.   |
| <b>15</b> Investeringar                       | Alla utsläpp i scope 3 kopplade till organisationens investeringar. Gäller för aktörer som tillhandahåller finansiella tjänster.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Affärsbanker.</li> <li>• Offentliga exportkreditinstitut.</li> </ul>   | Nej. Studien avgränsas härifrån då Ramudden inte tillhandahåller finansiella tjänster.   |

## 2.4.5 Aktivitetsdata och emissionsfaktorer

För beräkning av växthusgasutsläpp krävs två typer av data: aktivitetsdata och emissionsfaktorer (GHG protocol, 2011). Aktivitetsdata är ett kvantitativt mått på antropogena aktiviteter som genererar växthusgasutsläpp (till exempel liter förbrukat bränsle) (Statistikcentralen, u.å.).

Exempel på mått för aktivitetsdata (GHG protocol, 2011):

- (antal) liter bränsle konsumerat
- (antal) kilowattimmar elektricitet konsumerade
- (antal) kilometer färdsträcka (distans)

Emissionsfaktorer är framräknade genomsnittliga mått på hur stora växthusgasutsläpp som en enhet av en viss aktivitet ger upphov till (GHG protocol, 2011). Emissionsfaktorer kan beräknas för att innefatta direkta utsläpp vid förbränning av ett bränsle. De kan även beräknas för att innefatta de totala utsläppen för framtagandet av bränslet, dessa emissionsfaktorer beräknas utifrån livscykelperspektiv (Naturvårdsverket, u.å.).

Exempel på enheter som emissionsfaktorer beräknas i (GHG protocol, 2011):

- kg CO<sub>2</sub>e-utsläpp per liter förbrukat specifikt bränsle
- kg CO<sub>2</sub>e-utsläpp per kWh konsumerad elektricitet från specifik källa
- ton CO<sub>2</sub>e-utsläpp per km färdsträcka med specifikt fordon

Genom att multiplicera aktivitetsdata från en specifik aktivitet med emissionsfaktorn för den aktiviteten så beräknas mängden växthusgasutsläpp den aktiviteten står för.

Exempel på beräkning av aktivitetsdata och emissionsfaktor:

Aktivitetsdata: 10 liter diesel konsumerat (förbrukad)

Emissionsfaktor: 2,69 (kg CO<sub>2</sub>e-utsläpp per liter förbrukad diesel)

Aktivitetsdata × emissionsfaktor = mängd växthusgasutsläpp

Konsumtion av 10 liter diesel × 2,69 = 26,9 kg CO<sub>2</sub>e i utsläpp

#### 2.4.6 Metoder för datainsamling

Det finns olika metoder för insamling av data för utsläppsgenererande aktiviteter (GHG protocol, 2013). Primära aktivitetsdata kan inhämtas genom exempelvis mätavläsningar, inköpsregister, räkningar eller direkt övervakning. Vid scope 3-beräkningar förespråkar GHG-protokollet att organisationer söker primära aktivitetsdata, från leverantörer och andra aktörer längs med värdekedjan, för att erhålla så specifika data som möjligt. Detta är leverantörspecifik metod.

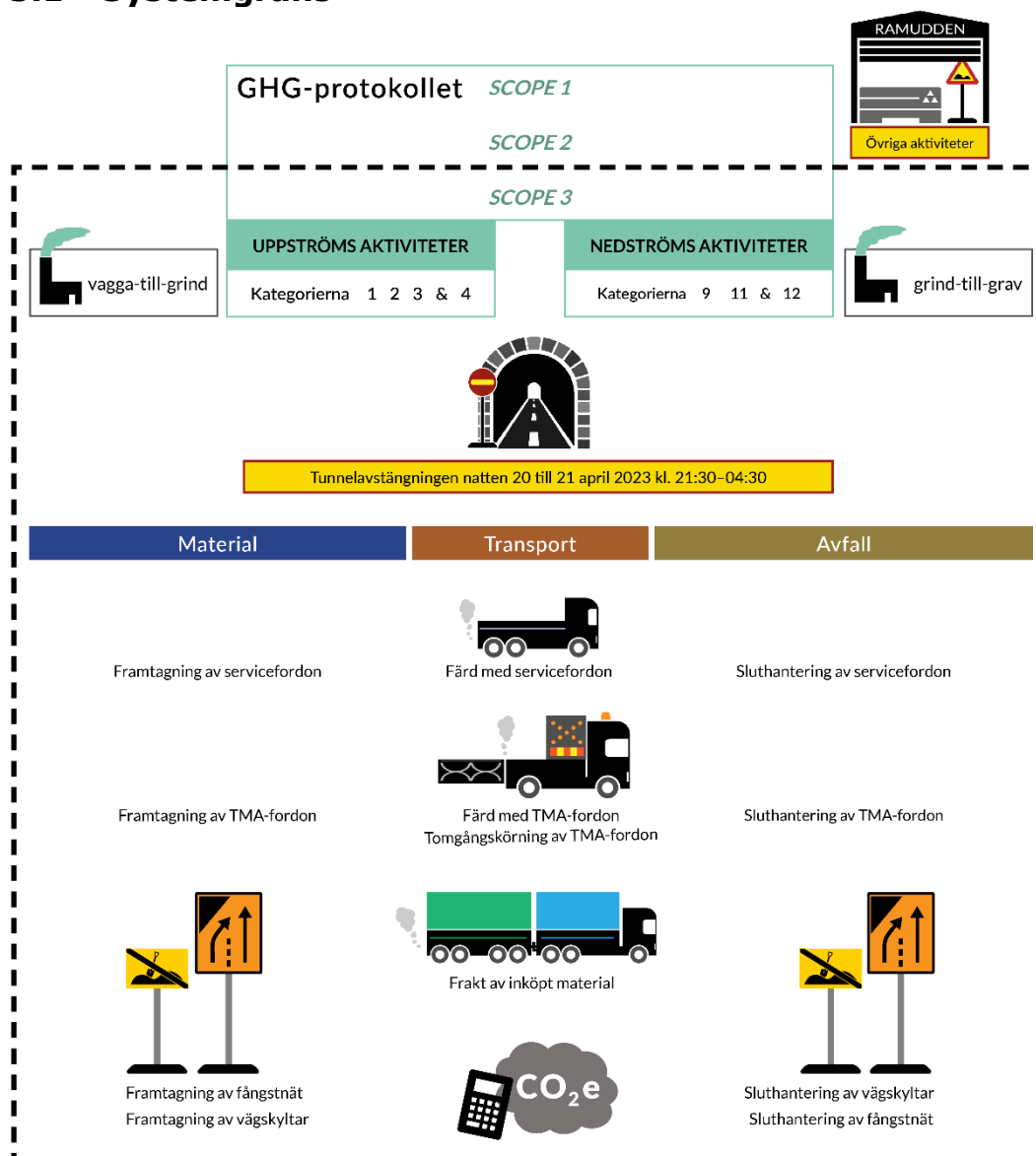
När det inte är möjligt att samla in primära aktivitetsdata behöver organisationer ta hjälp av databaser för att komplettera med schablondata, vilken görs enligt schablonbaserad metod. Källor bakom dessa databaser för schablondata bör vara internationellt erkända och tillförlitliga, företrädesvis tillhandahållna av regeringar eller vara granskade av experter. På GHG-protokollets hemsida visas en omfattande lista av rekommenderade databaser för schablondata.

I de fall då både primära aktivitetsdata och schablondata används kallar GHG-protokollet den metoden för hybridmetod (GHG protocol, 2013).

### 3 Metod

Kommande kapitel inleds med en definierad systemgräns. Därefter följer en redogörelse och visualisering av metodutförandet av fallstudien, innefattande datainsamling och databearbetning. Kapitlet avslutas med studiens använda metoder och beräkningsformler, samt metodkritik.

#### 3.1 Systemgräns



Figur 3. Inom den streckade linjen ses den del av tunnelavstängningen som fallstudien berör.

#### 3.2 Processbeskrivning

Studien genomfördes som en deskriptiv fallstudie utifrån GHG-protokollets ramverk, och beräkningar gjordes enligt dess tekniska vägledning *Technical guidance for calculating scope 3 emissions* (2013).

En förståelse för de 15 kategorierna inom scope 3 och distinktionerna mellan dem skapades genom en litteraturstudie. GHG-protokollets standarder och guider var primära källor för informationsinhämtning, specifikt standarden *Scope 3 standard* och dess kompletterande guide *Technical guidance for calculating scope 3 emissions*. Ytterligare studier utfördes genom läsning av sektorrelaterad dokumentation, konsultativa rapporter (i form av tidigare utförda inventeringar och beräkningar) och guider. Huvudsakligen undersöktes Byggföretagen, bransch- och arbetsgivarorganisationen för bygg- och anläggningssektorn. Litteratur i bokformat rörande scope 3 söktes men saknas än så länge på marknaden, varför informationsinhämtningen vidare utgjordes av vetenskapliga artiklar, avhandlingar och rapporter.

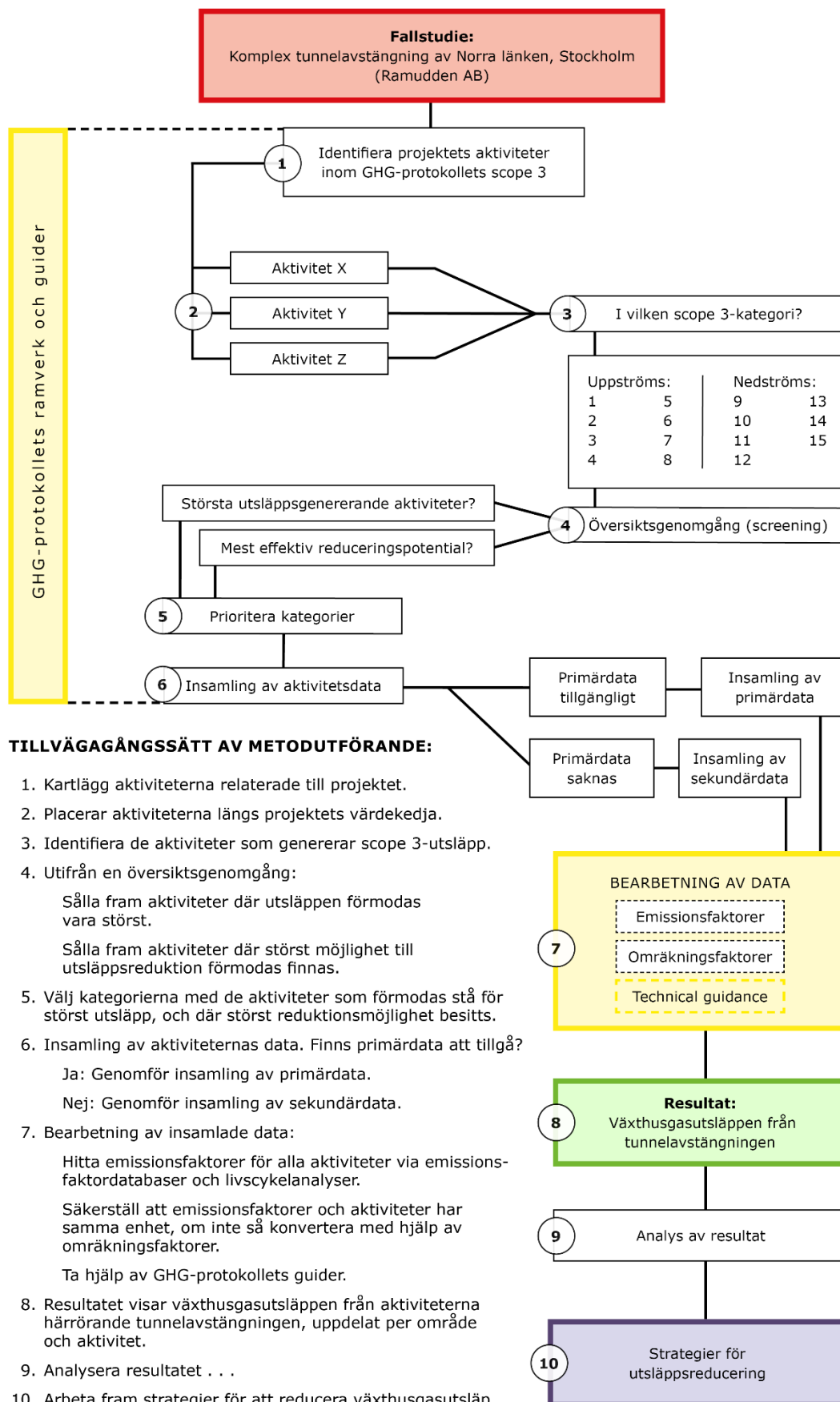
Endast vissa av de 15 scope 3-kategorierna representerades inom Ramuddens aktiviteter vid utförd tunnelavstängning, exempelvis skulle inga utsläpp från kategori 14 franchisebedriven verksamhet uppstå. Icke-representerade kategorier exkluderades därmed. Vidare gjordes antaganden om vilka aktiviteter som troligen skulle generera störst utsläpp, och vilka som kunde bedömas som försumbara. Därefter utsågs områdena material, transport och avfall ut som väsentliga för studien. Områdena hanterades inom scope 3 i följande kategorier:

| Uppströms kategorier  | Nedströms kategorier  |
|---|---|
| 1. Inköpta varor och tjänster (material)  | 9. Nedströms transport och distribution (transport)   |
| 2. Kapitalvaror (material)  | 11. Användning av sålda produkter (transport)   |
| 3. Bränsle- och energirelaterade aktiviteter (transport)  | 12. Sluthantering av sålda produkter (avfall)   |
| 4. Uppströms transport och distribution (transport)   |   |

Inför det planerade studiebesöket genomgicks en halvdags grundläggande utbildning i arbetsmiljö (Arbete på väg [APV] 1:1). Studiebesöket skedde i och med utförandet av den aktuella tunnelavstängningen i Stockholm natten mellan den 20 och 21 april 2023. Besöket började med ett möte på Spångadepån med depåchef, projektledare och KMA-samordnare för informationsinhämtning rörande tunnelavstängningen i förhållande till de sju scope 3-kategorierna. Mötet gav förklaringar, data och ytterligare kontaktpersoner. Observation av arbetsflödet före och under tunnelavstängningen utfördes och gav verklighetsförankring och fördjupad förståelse för aktiviteterna bakom utsläppen.

När data mottogs placerades de löpande i tabeller, vilka uppdaterades och specificerades allteftersom. I början av arbetet användes tabellerna som kommunikationsverktyg gentemot informationsgivare vid behov av verifiering och komplettering av data. Slutligen strukturerades tabellerna utifrån områdena material, transport och avfall. Där presenterades insamlade data, emissionsfaktorer och summorna av respektive aktivitets och områdes växthusgasutsläpp genererade från tunnelavstängningen.

### 3.3 Processbild



Figur 4. Bild och beskrivning av tillvägagångssättet för metodutförandet i fallstudien (egen bild).

### 3.4 Angreppssätt per undersökt område

Studien genomfördes utifrån beräkning av växthusgasutsläpp sorterade till tre områden: material, transport och avfall. Nedan följer beskrivning av angreppssätt av respektive område.

**Material:** Området omfattade utsläpp vagg-till-grind för inköpta produkter. Med inköpta produkter åsyftas produkter som...

- köptes in specifikt för tunnelavstängningen
- sedan tidigare var inköpta och fanns i Ramuddens ägo och användes i tunnelavstängningen
- lånades in av Trafikverket och användes i tunnelavstängningen
- köptes in i form av tjänster använda i tunnelavstängningen (ytterligare TMA-fordon från underentreprenör)

**Transport:** Området omfattade utsläpp källa-till-hjul för förbrända bränslen. Bränsleförbränningen skedde genom...

- transport av inköpta produkter till tunnelavstängningen
- transporter med TMA-fordon och servicefordon i samband med tunnelavstängningen
- tomgångskörning med TMA-fordon i samband med tunnelavstängningen

**Avfall:** Området omfattade utsläpp grind-till-grav för sluthantering av de produkter som användes i samband med tunnelavstängningen. Med använda produkter åsyftas produkter som...

- köptes in specifikt för tunnelavstängningen
- sedan tidigare var inköpta och fanns i Ramuddens ägo och användes i tunnelavstängningen
- lånades in av Trafikverket och användes i tunnelavstängningen
- köptes in i form av tjänster använda i tunnelavstängningen (ytterligare TMA-fordon från underentreprenör)

### 3.5 Insamling av data

Data insamlades genom en litteraturstudie, genom GHG-protokollets standarder och guider, samt vetenskapliga artiklar. Data samlades även in genom Ramudden och genom dem uppbyggt kontaktnät.

### 3.5.1 Primärdata från Ramudden

Primärdata inhämtades genom anställda på Ramudden och genom dess leverantörer, avfallshanterare och en underentreprenör för utförd transport. Insamlingen skedde genom möten, telefonsamtal och e-post. Dokumentation erhöles i form av inköpsordrar, fakturor, fordonsregister, ramavtal, entreprenadkontrakt med tillhörande föreskrifter, projektplan, trafikavstängningsplaner, arbetsbeskrivningar, arbetsberedningar och kalendarium.

Datainsamling möjliggjordes genom personer på Ramudden med befattningarna KMA<sup>u</sup>-chef, KMA-samordnare, material- och produktchef material- och logistiksamordnare, särskilt fordonskunnig (fleetmanager vehicle), depåchef i Spånga, projektledare, affärsutvecklare och utbildare.

### 3.5.2 Primärdata från övriga aktörer

Ytterligare insamling av primärdata gjordes genom aktörer så som Trafikverket för information om bonus och vite i entreprenadkontrakt; Byggföretagen för förståelse av beräkningsverktyget de erbjuder och emissionsfaktorer; Vicky teknik för information om tillverkning av TMA-fordon och TMA-komponenter; Arver lastbilar för bränsleförbrukning vid tomgång med tung lastbil; Scama för information om material gällande fångstnät; och DB Schenker för transportspecifikationer.

### 3.5.3 Sekundärdata genom litteraturstudie

Där primärdata ej fanns tillgänglig gjordes kompletteringar med schablondata från sekundära databaser. Tunga lastbilars bränsleförbrukning undersöktes genom vetenskapliga artiklar och information på ICCT:s webbsida medan bränsleförbrukningen för lätta lastbilar (servicefordonen) hittades på Transportstyrelsen webbsida utifrån respektive fordons registreringsnummer.

Emissionsfaktorer införskaffades huvudsakligen genom *Byggföretagens beräkningsverktyg för mätning och kartläggning av klimatutsläpp* (Byggföretagen, u.å.). Kompletteringar gjordes med hjälp av amerikanska *2023 Greenhouse gas emission factors hub* (EPA, 2023), brittiska *UK government GHG conversion factors for company reporting* (Department for business, energy & industrial strategy och Department for environment food & rural affairs, 2022), samt genom vetenskapliga artiklars resultat från livscykelanalyser.

---

<sup>u</sup> Kvalitets-, miljö- och arbetsmiljösamordnare

### 3.5.4 Sökord för vetenskapliga artiklar

Vetenskapliga artikelsökningar gjordes via Högskolan i Gävles sökmotor Discovery. Sökord som användes var: ghg protocol AND impact OR effect OR influence AND climate change OR global warming; greenhouse gas emissions AND ghg protocol AND scope 3 challenges; scope 3 emissions AND importance AND responsibility OR accountability; climate governance AND corporate report AND greenwashing; low-carbon economy AND transition AND green-house gas emissions AND company level; climate calculation AND ghg emissions AND scope 3 emissions; climate action AND private actors AND climate regime AND Paris agreement; lca AND acrylonitrile butadiene styrene.

## 3.6 Antaganden och beslut

Ett övergripande antagande gjordes om att utförandet av tunnelavstängningen representerade Ramuddens verksamhetsområde väl. Detta baserades på informationen om företagets tjänstebeskrivningar och dess säkerhetsutrustningar, som beskrivs i kapitel [2.2 Ramudden](#). Ett undantag utgjordes dock av barriärer, vilka inte förekom i tunnelavstängningen men som annars är vanligt förekommande i Ramuddens aktiviteter.

Ett beslut togs om att utesluta beräkning av skyltvagn och batteri (se [Bilaga D Arbetsberedning](#)). Beslutet togs utifrån studiens begränsade tidsram och att produkterna endast förekom en gång vardera i tunnelavstängningen.

TMA-fordonen hanteras hos Ramudden som kapitalvaror (P. Isakas, personlig kontakt, 1 juni 2023). GHG-protokollet förespråkar rapportering av kapitalvarors totala utsläpp från vagg-till-grind vid det första rapporteringstillfället efter inköp (GHG protocol, 2013). Detta medföljer att kapitalvaror därefter fortsatt redovisas som nollutsläpp. Vägledningen för kapitalvaror avser dock årlig utsläppsredovisning. Växthusgasutsläppen från framtagning av kapitalvaror valdes ändå att inkluderas i beräkningarna i syfte att undersöka och belysa de för tunnelavstängningen väsentliga utsläppen.

Eftersom avfall var ett av studiens områden togs ett beslut att även inkludera kapitalvarors avfallshantering, på så sätt kunde hela kapitalvaran studeras vagg-till-grav. För att upprätthålla kontinuitet i studiens beräkningar beslutades att även inkludera Ramuddens kapitalvaror i form av servicefordon (lätt lastbil), och övriga produkter i så väl området material som avfall.

Bränslet var den enda engångsprodukten inom tunnelavstängningen och för att kunna jämföra övriga återanvändbara produkter likvärdigt beslutades att allokera livstidsutsläppen till tidsramen för utförandet av tunnelavstängningen, vilket var sju timmar. TMA-fordon används enligt uppgift i tio år inom Ramudden (J. Olsson, personlig kontakt, 2 maj 2023) och ett antagande gjordes om att fordonet därefter är uttjänt. Därmed beräknades TMA-fordonens livstid till tio år, som motsvarar 87 600 timmar. Servicefordon antogs ha samma livstid, medan övriga produkter antogs ha fem års livstid, vilket motsvarar 43 800 timmar. Utifrån dessa antaganden kunde livstidsutsläppen allokeras till tiden för tunnelavstängningen. För beräkningsmetoder kring detta se kapitel [3.8 Metoder och beräkningsformler](#).

Transporter med Ramuddens fordon antogs ingå i den sålda tjänsten till Trafikverket, tunnelavstängningen. Därmed beräknades dessa transporter till och från tunnelavstängningen som scope 3 kategori 9 nedströms transport och distribution. Vidare antogs tomgångskörning ingå i användning av den sålda tjänsten, på så vis kunde utsläppen från upprätthållande av el genom tomgångskörning inkluderas och beräknas som scope 3 kategori 11 användning av sålda tjänster.

För området transport gjordes antagande om aktivitetsdata gällande TMA-fordon. Då specifika data kring samtliga TMA-fordons bränsleförbrukning ej hittades så användes en schablonsiffra för tunga lastbilar, framtagen av International council on clean transportation (ICCT) (Delgado, Rodríguez, & Muncrief, 2017). (Se [Bilaga B Antaganden](#)).

För området transport beräknades aktiviteterna utifrån bränslenas växthusgasutsläpp från källa-till-hjul<sup>v</sup>, i stället för tank-till-hjul. Den delade transporten<sup>w</sup> beräknades utifrån vikt på fraktat material, fraktens distans och emissionsfaktor utifrån porttyp.

För antaganden rörande emissionsfaktorer för samtliga undersökta områden, se [Bilaga B Antaganden](#).

---

<sup>v</sup> Källa-till-hjul, även kallat well-to-wheel (WTW), betyder att växthusgasutsläppen beräknade för bränslet i fråga inkluderar utsläppen från alla faser i bränslets livscykel, från utvinning till användning (European commission, u.å.). Tank-till-hjul, tank-to-wheel (TTW), däremot inkluderar endast utsläppen från själva förbränningen av bränslet.

<sup>w</sup> Delad transport är Byggföretagens definition av ”köpt transport av material, där andra aktörers material samtransporteras”. I detta fall en av Ramudden köpt transport av material, utförd av DB Schenker.

### 3.7 Bearbetning av data

Insamlade data strukturerades genom att sorteras i tabeller. Allt eftersom volymen av data ökade vidareutvecklades tabellerna och sammanslogs slutligen till tre huvudtabeller för respektive undersökt område (material, transport och avfall). Inom områdena fördelades varje aktivitets data utifrån material, vikt, distans, bränsleslag, bränsleförbrukning, fordonstyp, tid och avfallshanteringsmetod.

Aktiviteter och dess data – aktivitetsdata – sattes samman med dess respektive emissionsfaktor och beräknades sedan till dess totala växthusgasutsläpp. Beräkningar utfördes manuellt, och beräkningsformlerna baserades på GHG-protokollets guide *Technical guidance for calculating scope 3 emissions* (2013).

### 3.8 Metoder och beräkningsformler

Insamlingen av data för studien gjordes genom vad GHG-protokollet (2013) benämner hybridmetoden, vilket innebär datainsamling genom en blandning av leverantör-specifik metod (primärdata direkt från källan) och schablonmetod (generella data). Ju mer utsläppsintensiva aktiviteter förmodas vara, desto mer specifika metoder förespråkar GHG-protokollet.

Utsläpp från TMA-fordon och servicefordon beräknades utifrån en tio års tidsram. Tio år motsvarar 87 600 timmar. Avstängningen av Norra länkens tunnelsystem natten mellan 20 och 21 april 2023 innefattar sju timmars användning av TMA-fordonen. Varje materials totala växthusgasutsläpp i kilogram dividerades därmed på 87 600. Summan multiplicerades sedan med sju.

Utsläpp från skydd och skyltar beräknades utifrån en fem års tidsram. Fem år motsvarar 43 800 timmar. Avstängningen av Norra länkens tunnelsystem natten mellan 20 och 21 april 2023 innefattar sju timmars användning av skydden och skyltarna. Varje materials totala växthusgasutsläpp i kilogram dividerades därmed på 43 800. Summan multiplicerades sedan med sju.

Beroende på aktivitet användes olika beräkningsformler. Resultaten beräknades i antal kilogram koldioxidekvivalenter, som i beräkningarna representeras av symbolen  $\Sigma^x$ . Nedan presenteras de beräkningsformler som användes för beräkning av olika aktiviteter.

---

<sup>x</sup>  $\Sigma$  är ett symboltecken som står för *summa* (Hec Montréal, u.å.).

### 3.8.1 Material

Växthusgasutsläpp vagga-till-grind för inköpta produkter. Beräkningsformlerna användes för att beräkna resultaten i kapitel [4.1 Resultat material](#).

Beräkningsformler:

*TMA-fordon och servicefordon*

$$\Sigma \text{livstidsutsläpp}^y = (\text{antal kg material} \times \text{emissionsfaktor för materialslaget}) \times \text{antal produkter}$$

$$\Sigma \text{utsläpp 7 h} = \Sigma \text{livstidsutsläpp} / 87\,600 \text{ h} \times 7 \text{ h}$$

*Skydd och skyltar*

$$\Sigma \text{livstidsutsläpp} = (\text{antal kg material} \times \text{emissionsfaktor för materialslaget}) \times \text{antal produkter}$$

$$\Sigma \text{utsläpp 7 h} = \Sigma \text{livstidsutsläpp} / 43\,800 \text{ h} \times 7 \text{ h}$$

### 3.8.2 Transport

Växthusgasutsläpp källa-till-hjul från förbränt bränsle under transporter och tomgångskörning. Beräkningsformlerna användes för att beräkna resultaten i kapitel [4.2 Resultat transport](#).

Beräkningsformler:

*Transport*

$$\Sigma (\text{bränsleförbränning (l/100 km)} \times \text{distans (km)} \times \text{emissionsfaktor för bränsleslag})$$

*Tomgångskörning*

$$\Sigma (\text{bränsleförbränning (l/h tomgångskörning)} \times \text{h tomgångskörning} \times \text{emissionsfaktor för bränsleslag})$$

*Transport via ombud av inköpt material*

$$\Sigma (\text{distans (km)} \times \text{vikt (kg)} \times \text{emissionsfaktor för 'delad transport tung lastbil med släp' / 1000})$$

OBS: Emissionsfaktorn angavs i enheten ton (tkm = ton-kilometer = 1 kilometers förflyttning av 1 ton) varpå resultatet dividerades med 1000 för att uppnå en kg-enhet.

### 3.8.3 Avfall

Sluthantering grind-till-grav av produkter. Beräkningsformlerna användes för att beräkna resultaten i kapitel [4.3 Resultat avfall](#).

Beräkningsformel:

*TMA-fordon och servicefordon*

$$\Sigma \text{livstidsutsläpp}^z = (\text{antal kg av materialslaget} \times \text{emissionsfaktor för den specifika sluthanteringsmetoden av materialslaget}) \times \text{antal produkter}$$

---

<sup>y</sup> Med livstidsutsläpp menas i material-sektionen de totala utsläppen vagga-till-grind.

<sup>z</sup> Med livstidsutsläpp menas i avfalls-sektionen de totala utsläppen grind-till-grav.

$$\Sigma \text{utsläpp } 7 \text{ h} = \Sigma \text{livstidsutsläpp} / 87\,600 \text{ h} \times 7 \text{ h}$$

#### *Skydd och skyltar*

$$\Sigma \text{livstidsutsläpp} = (\text{antal kg av materialslaget} \times \text{emissionsfaktor för den specifika sluthanteringsmetoden av materialslaget}) \times \text{antal produkter}$$

$$\Sigma \text{utsläpp } 7 \text{ h} = \Sigma \text{livstidsutsläpp} / 43\,800 \text{ h} \times 7 \text{ h}$$

### **3.9 Metodkritik**

Trots stor insamling av primärdata behövdes många antaganden göras, vilket kan påverka studiens resultat. Att utföra en klimatberäkning på timbaserade växthusgasutsläpp är att tolka en mycket liten del av en verksamhets totala utsläpp. Även om resultatet av sju timmars växthusgasutsläpp går att multiplicera med antalet tunnelavstängningar i östlig riktning (27 stycken) så bör en klimatberäkning omfatta större enheter, exempelvis Ramuddens samtliga aktiviteter inom entreprenadkontraktet, eller Ramuddens totala scope 3-utsläpp under ett år utifrån alla projekt de verkar inom. Studiens tidsram möjliggjorde dock inte detta.

#### **3.9.1 Reliabilitet och validitet**

Studiens reliabilitet baseras enligt Biggam (2017) på dess tillförlitlighet. Det bedöms utifrån om metoderna som använts anses lämpliga och tillämpas på ett trovärdigt sätt, samt om upprepade mätningar skulle uppvisa samma resultat. Validitet uppnås enligt Biggam (2017) genom att insamling av data sker genom väl beprövade strategier och tekniker. Analysering av data ska också ske genom en för forskningen passande teknik, som används på ett korrekt sätt.

Denna studie använde GHG-protokollet – ett internationellt erkänt ramverk – som fundament för studien. Detaljerade instruktioner om hur inventering och beräkningar genomfördes inkluderades i metoden. Datainsamling och analyseringsmetoder användes enligt standarder och guider från en inom området i fråga erkänd organisation, GHG-protokollet.

Biggam (2017) argumenterar för att fallstudieforskning inte är generaliserbar, därmed bör resultatet av den här studien inte användas för att dra slutsatser utanför studiens omfång.

#### **3.9.2 Etik och sekretess**

Enligt Biggam (2017) syftar etik i forskning inte på någon exakt vetenskap utan är snarare att tolka som en uppförandekod där utövaren behöver göra etiska överväganden utifrån fem etiska principer. Dessa principer är transparens, opartiskhet, frivillighet, sekretess samt principen om att inte orsaka någon skada med studien.

Studiens genomfördes med en löpande hänsyn och ambition att ta principen om transparens i beaktande genom att öppet redogöra för studiens syfte, och genom det tydliggöra varför vissa data efterfrågades. Längs med studiens utförande hölls opartiskhet genom att inte ta personlig ställning till varken information, data, eller andra uppgifter. Principen om frivillighet tillämpades under studien genom att upplysa samtliga informationsgivare om deras möjlighet att avböja till medverkan och om möjligheten att avlämna uppgifter anonymt. Innan studiens genomförande (november 2022) tecknades ett sekretessavtal med Ramudden med giltighetstid om två år efter avtalets ingående. Avtalet omfattar hantering av konfidentiell information och i enlighet med Ramuddens personuppgiftspolicy samt GDPR. Ramudden godkände inom avtalet att studien publiceras i enlighet med Högskolans offentlighetsprincip. Muntlig överenskommelse har träffats om datum för formellt godkännande av studiens innehåll innan publicering sker. Studiens syfte är obestriddligen att inte orsaka någon skada, eller exponera varken person eller känslig information.

## 4 Resultat

Studiens resultat presenteras i tabeller utifrån de tre områdena material, transport och avfall. Därefter presenteras de sammanslagna växthusgasutsläppen från samtliga beräknade områden. Slutligen presenteras möjligheter till utsläppsreducering.

Emissionsfaktorer hämtades från emissionsfaktordatabaser och vetenskapliga artiklars livscykelanalyser. När exakta emissionsfaktorer för material och dess hantering inte hittades så valdes emissionsfaktorer utifrån närmsta möjliga tillgängliga alternativ i emissionsfaktordatabaser och vetenskapliga artiklars livscykelanalyser; dessa emissionsfaktorer markeras i tabellerna med en stjärna\*. När exakta aktivitetsdata inte hittades så gjordes antaganden utifrån genomsnittliga eller generella data; dessa aktivitetsdata markeras i tabellerna med två stjärnor\*\*.

### 4.1 Resultat material

Tabell 3. Resultatet i tabellen visar växthusgasutsläppen vagg-till-grind för inköpta produkter. Resultatet baseras på beräkningsformler i kapitel 3.8.1 Material.

#### TMA-FORDON:

| SKYLTBÄRARE (8 stycken) |                   |           |   |                          |                                  |
|-------------------------|-------------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata    |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material          | Vikt (kg) |   |                          |                                  |
| Stativ för skylt        | Galvaniserad stål | 190,00    | 1,795                                       | Byggföretagen            | 341,05                           |
| Totalt:                 |                   |           |   |                          | 341,05                           |
| Totalt × 8 stycken:     |                   |           |   |                          | 2 728,40                         |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                   |           |   |                          | <b>0,22d</b>                     |

| SKYLTSYSTEM (8 stycken) |                |           |   |                          |                                  |
|-------------------------|----------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material       | Vikt (kg) |   |                          |                                  |
| Glasruta                | Glas           | 50,00     | 1,120                                       | Byggföretagen            | 56,00                            |
|                         | Aluminium      | 10,00     | 9,160                                       | Byggföretagen            | 91,60                            |
| VMS-tavla               | LED-dioder     | 50,00     | 3,267*                                      | UK gov, 2022             | 163,35                           |
|                         | Kretskort      | 11,00     | 3,267*                                      | UK gov, 2022             | 35,94                            |
|                         | Plåt           | 350,00    | 2,427*                                      | Byggföretagen            | 849,45                           |
| X5-ljuspil              | LED-lampor     | 74,00     | 3,267*                                      | UK gov, 2022             | 241,76                           |
| Monteringsplåt          | Aluminium      | 10,00     | 9,160                                       | Byggföretagen            | 91,60                            |
| Totalt:                 |                |           |   |                          | 1 529,70                         |
| Totalt × 8 stycken:     |                |           |   |                          | 12 237,60                        |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                |           |   |                          | <b>0,98</b>                      |

| KROCKSKYDD (8 stycken)  |                   |           |   |                          |                                  |
|-------------------------|-------------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata    |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material          | Vikt (kg) |   |                          |                                  |
| TMA-kudde               | Aluminium         | 350,00    | 9,160                                       | Byggföretagen            | 3 206,00                         |
| TMA-stativ              | Galvaniserad stål | 600,00    | 1,795                                       | Byggföretagen            | 1 077,00                         |
| Totalt:                 |                   |           |   |                          | 4 283,00                         |
| Totalt × 8 stycken:     |                   |           |   |                          | 34 264,00                        |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                   |           |   |                          | <b>2,74</b>                      |

## TMA-FORDON forts:

| FORDON (8 stycken)      |                                      |           |         |   |                          |                                  |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------|---------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata                       |           |         | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/fordon) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material                             | Vikt (kg) | Livstid |   |                          |                                  |
| Tung lastbil            | Genomsnittlig för stora tunga fordon |           |         | 100 000*  | Nordelöf et al., 2019    | 100 000,00                       |
| Totalt:                 |                                      |           |         |   |                          | 100 000,00                       |
| Totalt × 8 stycken:     |                                      |           |         |   |                          | 800 000,00                       |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                                      |           |         |   |                          | <b>63,93</b>                     |

## SERVICEFORDON:

| FORDON (4 stycken)      |                |           |   |                          |                                  |             |
|-------------------------|----------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|-------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/fordon) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |             |
|                         | Material       | Vikt (kg) |   |                          |                                  |             |
| Lätt lastbil            | Blandat        | 3 000,00  | 25 000*   | Nordelöf et al., 2019    | 25 000,00                        |             |
| Totalt:                 |                |           |   |                          |                                  | 25 000,00   |
| Totalt × 4 stycken:     |                |           |   |                          |                                  | 100 000,00  |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                |           |   |                          |                                  | <b>7,99</b> |

## SKYDD OCH VÄGMÄRKEN:

| FÅNGSTNÄT (5 stycken)   |                |           |   |                          |                                  |             |
|-------------------------|----------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|-------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |             |
|                         | Material       | Vikt (kg) |   |                          |                                  |             |
| Nät                     | Polyester      | 15,00     | 3,116*                                      | UK gov, 2022             | 46,74                            |             |
| Förvaringslåda          | Aluminium      | 10,40     | 9,160                                       | Byggföretagen 2021       | 95,26                            |             |
| Totalt:                 |                |           |   |                          |                                  | 142,00      |
| Totalt × 5 stycken:     |                |           |   |                          |                                  | 710,02      |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                |           |   |                          |                                  | <b>0,11</b> |

| VÄGMÄRKE A21 (8 stycken) |                |           |   |                          |                                  |             |
|--------------------------|----------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|-------------|
| Delar                    | Aktivitetsdata |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |             |
|                          | Material       | Vikt (kg) |   |                          |                                  |             |
| Märke                    | Återvunnen ABS | 1,00      | 0,146                                       | Tinz et al., 2023        | 0,15                             |             |
| Stolpe 1 m               | Aluminium      | 1,00      | 9,160                                       | Byggföretagen 2021       | 9,16                             |             |
| Fotplatta                | Återvunnen PVC | 20,00     | 2,560*                                      | Byggföretagen 2021       | 51,20                            |             |
| Totalt:                  |                |           |   |                          |                                  | 60,51       |
| Totalt × 8 stycken:      |                |           |   |                          |                                  | 484,08      |
| <b>Fördelat på 7 h:</b>  |                |           |   |                          |                                  | <b>0,08</b> |

| KLAPPMAX X3 (20 stycken) |                |           |   |                          |                                  |             |
|--------------------------|----------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|-------------|
| Delar                    | Aktivitetsdata |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |             |
|                          | Material       | Vikt (kg) |   |                          |                                  |             |
| Reflexmärke              | Återvunnen ABS | 1,00      | 0,146                                       | Tinz et al., 2023        | 0,15                             |             |
| Fotplatta                | Återvunnen PVC | 10,00     | 2,560*                                      | Byggföretagen 2021       | 25,60                            |             |
| Totalt:                  |                |           |   |                          |                                  | 25,75       |
| Totalt × 20 stycken:     |                |           |   |                          |                                  | 515,00      |
| <b>Fördelat på 7 h:</b>  |                |           |   |                          |                                  | <b>0,08</b> |

| VÄGMÄRKE F25 (4 stycken) |                |           |   |                          |                                  |             |
|--------------------------|----------------|-----------|---|--------------------------|----------------------------------|-------------|
| Delar                    | Aktivitetsdata |           | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |             |
|                          | Material       | Vikt (kg) |   |                          |                                  |             |
| Märke                    | Återvunnen ABS | 5,50      | 0,146                                       | Tinz et al., 2023        | 0,80                             |             |
| Stolpe 1,5 m             | Aluminium      | 1,50      | 9,160                                       | Byggföretagen 2021       | 13,74                            |             |
| Fotplatta                | Återvunnen PVC | 20,00     | 2,560*                                      | Byggföretagen 2021       | 51,20                            |             |
| Totalt:                  |                |           |   |                          |                                  | 65,74       |
| Totalt × 4 stycken:      |                |           |   |                          |                                  | 262,96      |
| <b>Fördelat på 7 h:</b>  |                |           |   |                          |                                  | <b>0,04</b> |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Totala växthusgasutsläpp från området material:</b> | <b>76,17 kg CO<sub>2</sub>e</b> |
|--|---------------------------------|

## 4.2 Resultat transport

Tabell 4. Resultatet i tabellen visar växthusgasutsläppen källa-till-hjul för bränsleförbrukningen från transport och tomgångskörning. Resultatet baseras på beräkningsformler i kapitel 3.8.2 Transport.

### TRANSPORT:

| Inom tunnelavstängningen                                      |                                  |                           |              |  |                          |                                  |
|---|----------------------------------|---------------------------|--------------|--|--------------------------|----------------------------------|
| Delar   | Aktivitetsdata                   |                           |              | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/l)   | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|   | Bränsle                          | Bränsleförbrukning (l/km) | Distans (km) |  |                          |                                  |
| TMA-fordon<br>Ramudden  | HVO                              | 0,214**                   | 24,00        | 0,454  | Byggföretagen<br>2021    | 2,33                             |
| (3 stycken)   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt: 2,33                     |
|   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt × 3: 6,99                 |
|   |                                  |                           |              |  |                          | <b>Användning 7 h: 6,99</b>      |
| TMA-fordon<br>Ekab  | Diesel MK1                       | 0,214**                   | 56,00        | 2,690  | Byggföretagen<br>2021    | 32,24                            |
| (5 stycken)   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt: 32,24                    |
|   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt × 5: 161,20               |
|   |                                  |                           |              |  |                          | <b>Användning 7 h: 161,20</b>    |
| Servicefordon<br>Ramudden                                     | HVO                              | 0,08                      | 24,00        | 0,454  | Byggföretagen<br>2021    | 0,87                             |
| (4 stycken)   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt: 0,87                     |
|   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt × 4: 3,48                 |
|   |                                  |                           |              |  |                          | <b>Användning 7 h: 3,48</b>      |
| Delad transport av inköpt material                            |                                  |                           |              |  |                          |                                  |
| Delar   | Aktivitetsdata                   |                           |              | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/tkm) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|   | Transportsätt                    | Distans (km)              | Vikt (kg)    |  |                          |                                  |
| Transport via<br>DB Schenker                                  | Delad m tung<br>lastbil m släp** | 304,00                    | 220,00       | 0,062  | Byggföretagen<br>2021    | 4,15                             |
|   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt: 4,15                     |
|   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt × 1: 4,15                 |
|   |                                  |                           |              |  |                          | <b>Användning 7 h: 4,15</b>      |
| TOMGÅNG:  |                                  |                           |              |  |                          |                                  |
| Tomgångskörning under tunnelavstängningen                     |                                  |                           |              |  |                          |                                  |
| Delar   | Aktivitetsdata                   |                           |              | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/l)   | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|   | Bränsle                          | Bränsleförbrukning (l/h)  | Tid          |  |                          |                                  |
| TMA-fordon<br>Ramudden  | HVO                              | 1,50                      | 6:00         | 0,454  | Byggföretagen<br>2021    | 4,09                             |
| (3 stycken)   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt: 4,09                     |
|   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt × 3: 12,27                |
|   |                                  |                           |              |  |                          | <b>Användning 7 h: 12,27</b>     |
| TMA-fordon<br>Ekab  | Diesel MK1                       | 1,50                      | 6:00         | 2,690  | Byggföretagen<br>2021    | 24,21                            |
| (5 stycken)   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt: 24,21                    |
|   |                                  |                           |              |  |                          | Totalt × 5: 121,05               |
|   |                                  |                           |              |  |                          | <b>Användning 7 h: 121,05</b>    |
| <b>Totala växthusgasutsläpp (7 h) från området transport:</b> |                                  |                           |              |  | <b>309,14</b>            | <b>kg CO<sub>2</sub>e</b>        |

### 4.3 Resultat avfall

Resultatet i tabellen visar växthusgasutsläppen grind-till-grav för sluthantering av produkter och baseras på beräkningsformler i kapitel

Tabell 5. Resultatet i tabellen visar växthusgasutsläppen grind-till-grav för sluthantering av produkter. Resultatet baseras på beräkningsformler 3.8.3 Avfall.

#### TMA-FORDON:

| SKYLTBÄRARE (8 stycken) |                   |           |               |   |                          |                                  |
|-------------------------|-------------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata    |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material          | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Stativ för skylt        | Galvaniserad stål | 190,00    | Återvinning   | 0,356*                                      | EPA, 2023                | 67,64                            |
| Totalt:                 |                   |           |               |   |                          | 67,64                            |
| Totalt × 8:             |                   |           |               |   |                          | 541,12                           |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                   |           |               |   |                          | <b>0,04</b>                      |

| SKYLTSYSTEM (8 stycken) |                |           |               |   |                          |                                  |
|-------------------------|----------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material       | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Glasruta                | Glas           | 50,00     | Återvinning** | 0,056                                       | EPA, 2023                | 2,80                             |
|                         | Aluminium      | 10,00     | Återvinning   | 0,067                                       | EPA, 2023                | 0,67                             |
| VMS-tavla               | LED-dioder     | 50,00     | Förbränning** | 0,967                                       | EPA, 2023                | 48,35                            |
|                         | Kretskort      | 11,00     | Förbränning** | 0,967                                       | EPA, 2023                | 10,64                            |
|                         | Plåt           | 350,00    | Återvinning** | 0,230*                                      | EPA, 2023                | 80,50                            |
| X5-ljuspil              | LED-lampor     | 74,00     | Förbränning** | 0,967                                       | EPA, 2023                | 71,56                            |
| Monteringsplåt          | Aluminium      | 10,00     | Återvinning   | 0,067                                       | EPA, 2023                | 0,67                             |
| Totalt:                 |                |           |               |   |                          | 215,19                           |
| Totalt × 8:             |                |           |               |   |                          | 1 721,52                         |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                |           |               |   |                          | <b>0,14</b>                      |

| KROCKSKYDD (8 stycken)  |                   |           |               |   |                          |                                  |
|-------------------------|-------------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata    |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material          | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| TMA-kudde               | Aluminium         | 350,00    | Återvinning   | 0,067                                       | EPA, 2023                | 23,45                            |
| TMA-stativ              | Galvaniserad stål | 600,00    | Återvinning   | 0,360*                                      | EPA, 2023                | 216,00                           |
| Totalt:                 |                   |           |               |   |                          | 239,45                           |
| Totalt × 8:             |                   |           |               |   |                          | 1 915,60                         |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                   |           |               |   |                          | <b>0,15</b>                      |

| FORDON (8 stycken)      |                              |           |               |   |                          |                                  |
|-------------------------|------------------------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata               |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/fordon) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material                     | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Tung lastbil            | Genomsnittlig tung lastbil** |           | Återvinning   | 15 000*   | Nordelöf et al., 2019    | 15 000,00                        |
| Totalt:                 |                              |           |               |   |                          | 15 000,00                        |
| Totalt × 8:             |                              |           |               |   |                          | 120 000,00                       |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                              |           |               |   |                          | <b>9,59</b>                      |

#### SERVICEFORDON:

| FORDON (4 stycken)      |                                   |           |               |   |                          |                                  |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata                    |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/fordon) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material                          | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Lätt lastbil            | ¼ av genomsnittlig tung lastbil** |           | Återvinning   | 3 750*  | Nordelöf et al., 2019    | 3 750,00                         |
| Totalt:                 |                                   |           |               |   |                          | 3 750,00                         |
| Totalt × 4:             |                                   |           |               |   |                          | 15 000,00                        |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                                   |           |               |   |                          | <b>1,20</b>                      |

## SKYDD OCH VÄGMÄRKEN:

| FÅNGSTNÄT (5 stycken)   |                |           |               |   |                          |                                  |
|-------------------------|----------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                   | Aktivitetsdata |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                         | Material       | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Nät                     | Polyester      | 15,00     | Förbränning   | 0,021*                                      | UK gov, 2022             | 0,32                             |
| Förvaringslåda          | Aluminium      | 10,40     | Återvinning   | 0,067                                       | EPA, 2023                | 0,70                             |
| Totalt:                 |                |           |               |   |                          | 1,02                             |
| Totalt × 5:             |                |           |               |   |                          | 5,10                             |
| <b>Fördelat på 7 h:</b> |                |           |               |   |                          | <b>0,001</b>                     |

| VÄGMÄRKE A21 (8 stycken) |                |           |               |   |                          |                                  |
|--------------------------|----------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                    | Aktivitetsdata |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                          | Material       | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Märke                    | Återvunnen ABS | 1,00      | Förbränning   | 0,021*                                      | UK gov, 2022             | 0,02                             |
| Stolpe 1 m               | Aluminium      | 1,00      | Återvinning   | 0,067                                       | EPA, 2023                | 0,07                             |
| Fotplatta                | Återvunnen PVC | 20,00     | Förbränning   | 1,400*                                      | EPA, 2023                | 28,00                            |
| Totalt:                  |                |           |               |   |                          | 28,09                            |
| Totalt × 8:              |                |           |               |   |                          | 224,72                           |
| <b>Fördelat på 7 h:</b>  |                |           |               |   |                          | <b>0,04</b>                      |

| VÄGMÄRKE F25 (4 stycken) |                |           |               |   |                          |                                  |
|--------------------------|----------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                    | Aktivitetsdata |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                          | Material       | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Märke                    | Återvunnen ABS | 5,5       | Förbränning   | 0,021*                                      | UK gov, 2022             | 0,12                             |
| Stolpe 1,5 m             | Aluminium      | 1,5       | Återvinning   | 0,067                                       | EPA, 2023                | 0,10                             |
| Fotplatta                | Återvunnen PVC | 20,00     | Förbränning   | 1,400*                                      | EPA, 2023                | 28,00                            |
| Totalt:                  |                |           |               |   |                          | 28,22                            |
| Totalt × 4:              |                |           |               |   |                          | 112,88                           |
| <b>Fördelat på 7 h:</b>  |                |           |               |   |                          | <b>0,02</b>                      |

| KLAPPMAX X3 (20 stycken) |                |           |               |   |                          |                                  |
|--------------------------|----------------|-----------|---------------|---|--------------------------|----------------------------------|
| Delar                    | Aktivitetsdata |           |               | Emissionsfaktor<br>(kgCO <sub>2</sub> e/kg) | Källa<br>emissionsfaktor | Kg CO <sub>2</sub> e-<br>utsläpp |
|                          | Material       | Vikt (kg) | Sluthantering |   |                          |                                  |
| Reflexmärke              | Återvunnen ABS | 1,00      | Förbränning   | 0,021*                                      | EPA, 2023                | 0,02                             |
| Fotplatta                | Återvunnen PVC | 10,00     | Förbränning   | 1,400*                                      | EPA, 2023                | 14,00                            |
| Totalt:                  |                |           |               |   |                          | 14,02                            |
| Totalt × 20:             |                |           |               |   |                          | 280,40                           |
| <b>Fördelat på 7 h:</b>  |                |           |               |   |                          | <b>0,05</b>                      |

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| <b>Totala växthusgasutsläpp från området avfall:</b> | <b>11,23 kg CO<sub>2</sub>e</b> |
|--|---------------------------------|

#### 4.4 Resultat totala utsläpp

Resultatet för växthusgasutsläpp inom området material visar 76,17 kilogram koldioxidekvivalenter. Transport visar upp det största resultatet av de tre områdena med 309,14 kilogram koldioxidekvivalenter. I området avfall hamnar resultatet på 11,23 kilogram koldioxidekvivalenter.

Beräkningarna av växthusgasutsläppen, inom områdena material, transport och avfall, från Ramuddens avstängning av Norra länkens tunnelsystem under den specifika natten leder till resultatet om en total mängd växthusgasutsläpp på 396,54 kilogram koldioxidekvivalenter.

$$76,17 + 309,14 + 11,23 = 396,54$$

De totala växthusgasutsläppen är **396,54** kilogram koldioxidekvivalenter.

#### 4.5 Möjligheter till utsläppsreducering

Inom bygg- och anläggningssektorn är det vanligt förekommande att underentreprenörer anlitas i stor utsträckning för att utföra specifika moment i projekt, med eget material, egna maskiner och fordon (Byggföretagen, u.å.). Vid den studerade tunnelavstängningen påvisades att de största utsläppen orsakades av fossil diesel, utsläpp som härledde från den underentreprenör som Ramudden anlidade för transport vid tunnelavstängningen. Med utgångspunkt från det konstaterandet och med utblick över sektorns generella utsläppsintensitet kan dessa utsläpp reducera genom att de stora byggherrarna – i det här fallet Trafikverket – tar ett större ansvar för att skapa skarpa incitament och krav gentemot entreprenaderna, tillika vidare i deras egna led. Med Ramudden som exempel kunde de omsätta dessa krav vidare i sina transportled, gentemot primära leverantörer av transportentreprenad, gällande exempelvis användning av HVO. På så sätt skulle byggherrarnas utövande nå stor spridning och omfattande utsläppsreduceringar kunde bli verklighet.

För de allra minsta transportentreprenaderna kunde Ramudden alternativt tillse tillgången på HVO på lokala marknader genom att placera ut bränsletankar på sina depåer – på så vis elimineras risken för brist på tillgång. Med detta följer givetvis ett gediget regelverk för genomförandet av något sådant, likväl som det föreligger ekonomiska parametrar till det hela, men för en organisationskultur som Ramuddens – tydligt präglad av att se möjligheter i stället för hinder – så finner vi detta värt att nämna.

Vidare kunde även bransch- och arbetsgivarorganisationen Byggföretagen etablera en branschkommitté där medlemmar kunde få möjlighet att tillsammans med andra aktörer arbeta med lösningar och standardsättningar gemensamt. Där kunde Ramudden använda sin marknadsposition och i egenskap av intressent påverka, bidra och agera kravställande. Betydelsen av att agera branschgemensamt är något som Ramudden själva har betonat som mycket centralt för branschens möjligheter att på helhetsnivå uppfylla de för branschen uppställda klimat- och miljömålen (N. Larsson, personlig kommunikation, 1 juni, 2023).

Gällande den tomgångskörning som sker vid en tunnelavstängning kan ett miljövänligare alternativ till de konventionella TMA-fordonen vara att investera i nyare TMA-fordon med batteripack och möjlig kombination av solceller på fordonens tak. Detta skulle möjliggöra att tomgångskörning för elgenerering helt kunde undvikas. Ramuddens möjligheter att flytta utsläppsgenererande aktiviteter längs sin värdekedja till att hamna innanför verksamhetens grindar, skulle även kunna göras genom uppköp av mindre åkerier och transportföretag, som Ramudden köper tjänster från i dagsläget. På så vis kunde Ramudden i egenägda och kontrollerade tillgångar välja bränsleslag (och därmed utsläppsnivå) samt erhålla en större potentiell möjlighet till att effektivisera och omdisponera sina transporter, både lokalt och regionalt.

För nyansering vid diskussioner kring HVO, liksom andra förnybara bränslen, så bör rimligen påpekas att även HVO följer med ett klimatavtryck, om än mindre än från fossil olja. För HVO beräknas växthusgasutsläppen vid själva bränsleförbrukningen som noll eftersom de ej består av fossil nytillförsel av koldioxid till atmosfären (Naturvårdsverket, u.å.; Stockholms stad, 2022). Däremot är utsläppen som sker vid själva framtagandet mer och mindre påtagliga beroende på råvarans ursprung så väl som hur restprodukterna hanteras (Soam & Hillman, 2019).

Även elektrifiering och batterianvändning kräver sin nyansering. Sällsynta jordartsmetaller är viktiga resurser för att möta den tilltagande efterfrågan av batterier, och batteritillverkningen i sig är en energikrävande process (Tillväxtanalys, 2017). Utvinningen och förädlingen av metallerna följer inte utan miljöpåverkan, samtidigt som den el som krävs för batteritillverkningen behöver vara miljövänligt producerad för att nå den tilltagande efterfrågan på ett långsiktigt och hållbart sätt (Tillväxtanalys, 2017).

Det avfall som Ramuddens verksamhet genererar tas om hand utifrån respektive depå. Varje depå kan välja att själva boka sina hämtningar vid behov, som utförs av Stena recycling, eller så kan de använda sig av avrop<sup>å</sup> genom Stenas kundportal, avfallet hämtas då på utsatta datum (N. Larsson, personlig kommunikation, 1 juni, 2023). Om fler av Ramuddens depåer skulle nyttja avropen så kan Stena recyclings transporter minskas genom effektiviserad planering av hämtningar. Dessutom skulle det minska risken för att Stena recycling kör halvfulla containrar från depåer, då större insamlingar möjliggörs genom ett utsatt datum för hämtning.

Avfallshanterare såsom Stena recycling inväntar inte alltid att fraktioner uppnår kritisk massa för materialåtervinning, utan förbränner i stället mindre mängder löpande (A. Danielsson, Stena recycling, personlig kommunikation, 3 maj 2023). Detta pekar på betydelsen av att stora mängder fraktioner inkommer till avfallshanterare samtidigt.

---

<sup>å</sup> Avrop avser anskaffning som görs genom kontrakt eller genom ett ramavtal (Upphandlingsmyndigheten, 2018)

## 5 Diskussion

Det finns ett flertal ramverk och standarder för utsläppsberäkningar, vilka allt fler organisationer behöver använda sig av i takt med att förväntningarna på näringslivets utsläppsredovisningar ökar (Naturvårdsverket, u.å.; Borglund, o.a., 2021). Företagens samhällsansvar har debatterats, diskuterats och granskats alltmer det senaste decenniet och företagens intressenter kring ansvarsfrågan har blivit allt fler; kunder, politiker, intresseorganisationer, statliga organisationer, investerare, forskare, media, företagen själva och även allmänheten. Intressenters infallsvinklar på företagens ansvar kan framhållas utifrån olika perspektiv och ställningstaganden, varför det är väsentligt att principer för publik information som företagen avlämnar sig följer allmängiltiga principer (Borglund, o.a., 2021). Tydligt definierade principer, såsom IPCC:s (tillika GHG-protokollets) är väsentliga i sammanhanget när marknaden erbjuder allt fler protokoll och standarder för hantering av växthusgaser (Gillenwater, 2022). Andra ramverk och standarder kan använda sig av egenformulerade principer, vilket försvårar jämförelser och enhetlig kvalitet. Det torde vara meningsfullt om IPCC:s principer blev allmängiltiga och därmed alltid tillämpades som principer för redovisning av växthusgaser (Gillenwater, 2022). Om inte annat menar Gillenwater (2022), kunde andra ramverk och standarder ompröva om de verkligen har skäl för att avvika från IPCC:s principer för god praxis.

För den här studien har GHG-protokollet använts som utgångspunkt mot bakgrund av att det är den mest etablerade internationella standarden (GHG protocol, u.å.). Även om studien är koncentrerad till endast en tunnelavstängning har den skänkt insikter och perspektiv på hur pass datakrävande klimatberäkning av scope 3 är. Enligt Patchell (2018) kan omfattningen och komplexiteten av arbetet med scope 3 tendera till att motarbeta sitt syfte, det vill säga att företag lägger resurser, kostnader och tid på mätningen i sig, i stället för att främja innovationer och arbeta effektivt med sitt miljöarbete rörande konkreta utsläppsreduceringar längs värdekedjan.

Kritik mot kvaliteten av rapporterad scope 3-data förekommer, främst med anledning av de bedömningar som tredje part lämnar ifrån sig till den aktör som samlar in scope 3-data (Busch, Johnson, & Pioch, 2022). Detta menar Busch (et al., 2022), sätter högre krav på företagsledningar, beslutsfattare och forskare för att parera dessa brister i kvalitet och transparens.

Något mer som kräver ökad transparens är källor bakom emissionsfaktorer. I den brittiska regeringens emissionsfaktordatabas under kategorin avfallsbehandling påträffas en rad material (metall, elektronik och plast, alla med flertalet underalternativ) där samtliga, oavsett avfallsbehandlingsslag, har en och samma emissionsfaktor (Department for business, energy & industrial strategy och Department for environment food & rural affairs, 2022). En rimlig anledning är att det saknas konkreta data för vad varje separat material har för utsläppspåverkan vid respektive avfallsbehandling varpå ett generellt medel tagits fram. Men vilken påverkan har det på beräkningar som görs? I och med svårigheterna att finna emissionsfaktorer så är det förvisso tacksamt när det åtminstone finns *något* att beräkna utifrån, såvida allt för generella emissionsfaktorer inte förvrider sanningsenligheten i beräkningarna allt för mycket. Å andra sida är det inte heller mycket sanning i icke-rapporterade utsläpp, ifall detta är alternativet till skeva emissionsfaktorer.

GHG-protokollets guider är tilltänkta att kunna användas av alla typer av branscher i olika länder och olika typer av organisationer (GHG protocol, 2011). Detta måste rimligen tillerkännas ett vällovt initiativ, men när en så stor grupp användare ska få samma vägledning kan det med rimlig sannolikhet följa med risken att anvisningar och instruktioner blir för brett hållna. Under studiens gång har utmaningar med tolkningsmöjligheter kring den vägledande dokumentationen påträffats. Däremot ansågs användarvänligheten redan från början vara hög i den tekniska guiden, då beräkningsformlerna och metoderna uppfattades som relativt enkla att genomföra.

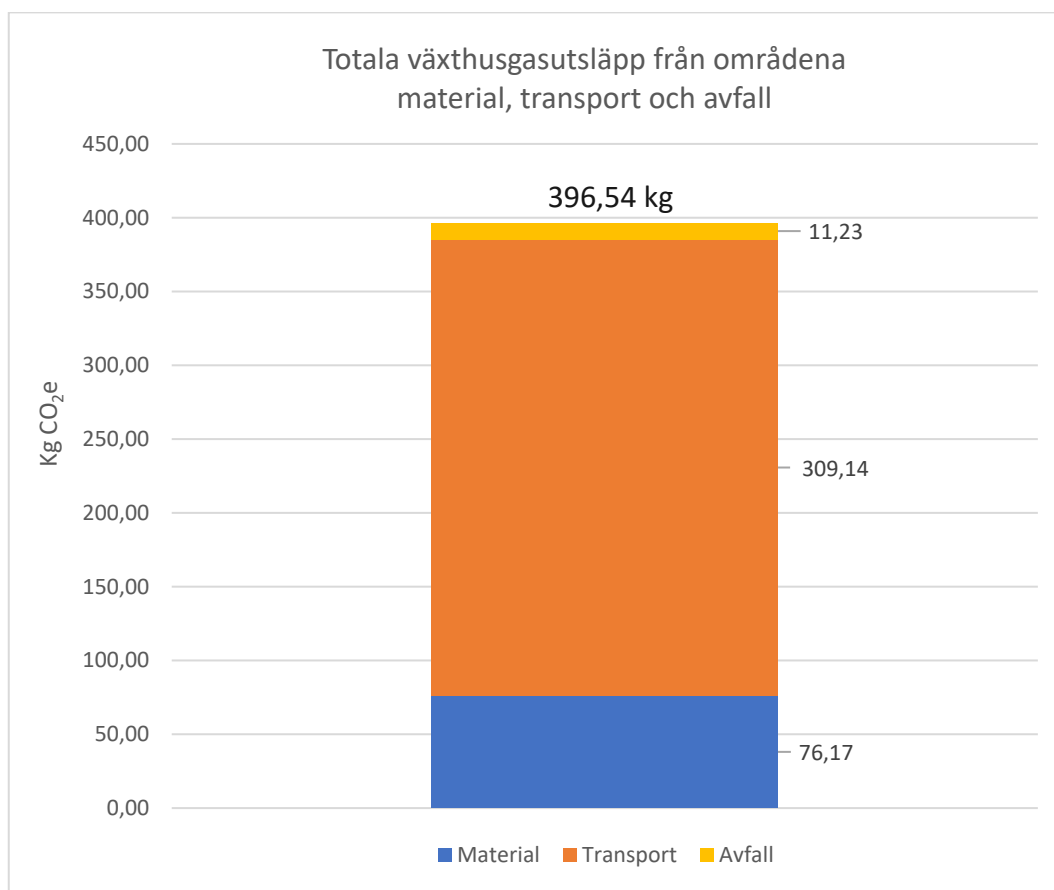
Efter studiens genomförande tillskrivs klimatberäkningar ett väsentligt värde med dess fördel i att frambringa en kärnfull bild av växthusgasutsläppen som sker utanför verksamhetens gränser, och därigenom tjänstgöra som nyttigt beslutsunderlag. Exempelvis kan scope 3-data belysa för en organisation, som överväger att byta metod för tillverkning eller produktion, utsläppsskillnaderna mellan de olika metoderna (Hertwich & Wood, 2018). Att inte beakta det beslutsunderlag som scope 3 kan ge kan leda till teknikval som potentiellt inte ger de utsläppsminskningar som organisationen hade väntat sig (Hertwich & Wood, 2018).

Det skulle kunna argumenteras för att inventering och beräkning av indirekta utsläpp i scope 3 inte utgör den mest effektiva jakten på utsläppsreducerande aktiviteter, eftersom det i slutändan är de direkta utsläppen som måste reduceras; en organisations indirekta utsläpp är *någon annans* direkta. Den väsentlighet som inventering av scope 3 dock följer med, och som bör argumenteras *för*, är betydelsen av den påtryckning som organisationer och företag kan sätta på andra aktörer genom sin förståelse av sina egna scope 3-utsläpp. Detta inkluderar möjligheten att pådriva förändring även i andra länder, vilket i förlängningen kan uppmana till att andra aktörer och marknader kan få en knuff till att ta viktiga kliv i den gröna omställningen.

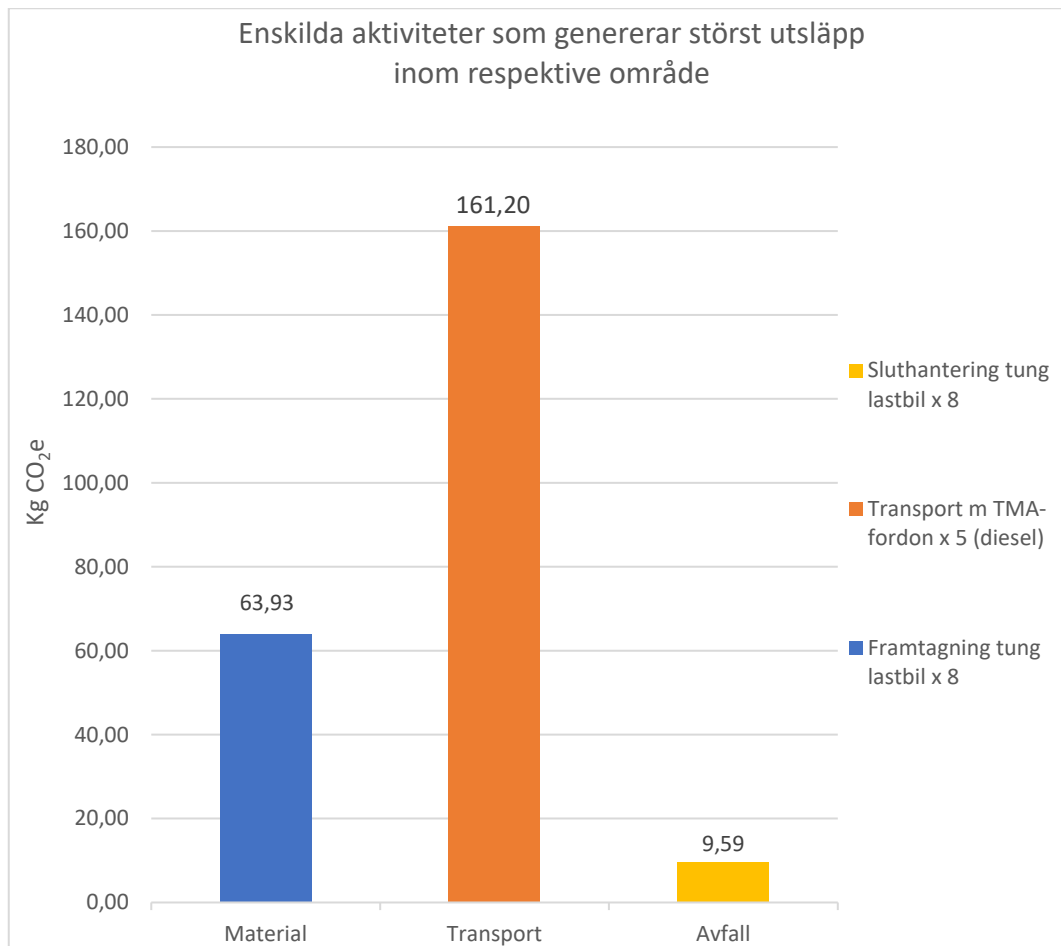
Givet alla infallsvinklar och utblickar över GHG-protokollets guidning rörande bedömningar av klimatpåverkan, kan denna studie i stort sett avslutas med ett positivt antagande: det arbete som organisationer lägger ner på sina inventeringar, uppskattningar och klimatberäkningar bygger högst troligt en medvetenhet om var i projekten, värdekedjan eller verksamheten som de största utsläppen av växthusgaser finns. Förhoppningsvis byggs även en bild av vilka möjligheter att minska utsläppen som finns och var åtgärder bäst ger effekt, både på kort och lång sikt. Och förhoppningsvis leder medvetenheten till insikt om att hållbarhetsarbete aldrig kan läggas på hyllan och ett ålagt ansvar att se till sin påverkan på den globala uppvärmningen. Hållbarhetsarbetet är inte ett projekt med start- och slutdatum. Det är ett jobb som aldrig tar slut.

## 6 Slutsatser

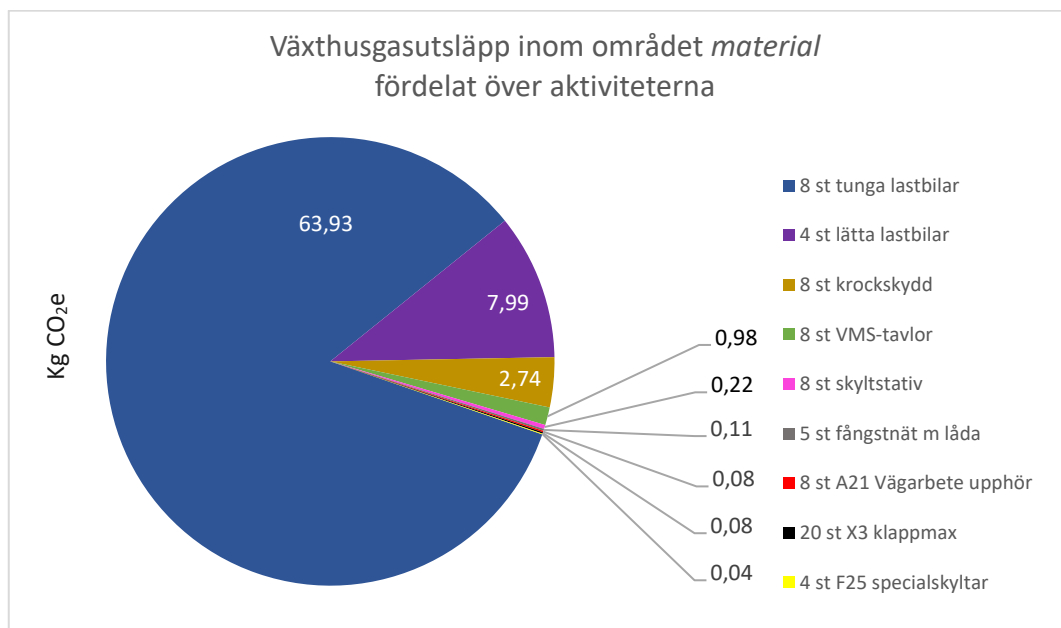
Syftet med studien var att klimatberäkna växthusgasutsläppen från tunnelavstängningen och identifiera vilka aktiviteter inom områdena transport, material och avfall, som är mest utsläppsgenererande utifrån ett livscykelperspektiv nedbrutet på antal timmar tunnelavstängning. Resultatet av klimatberäkningarna visualiseras nedan i stapel- och cirkeldiagram och presenteras i koldioxidekvivalenter.



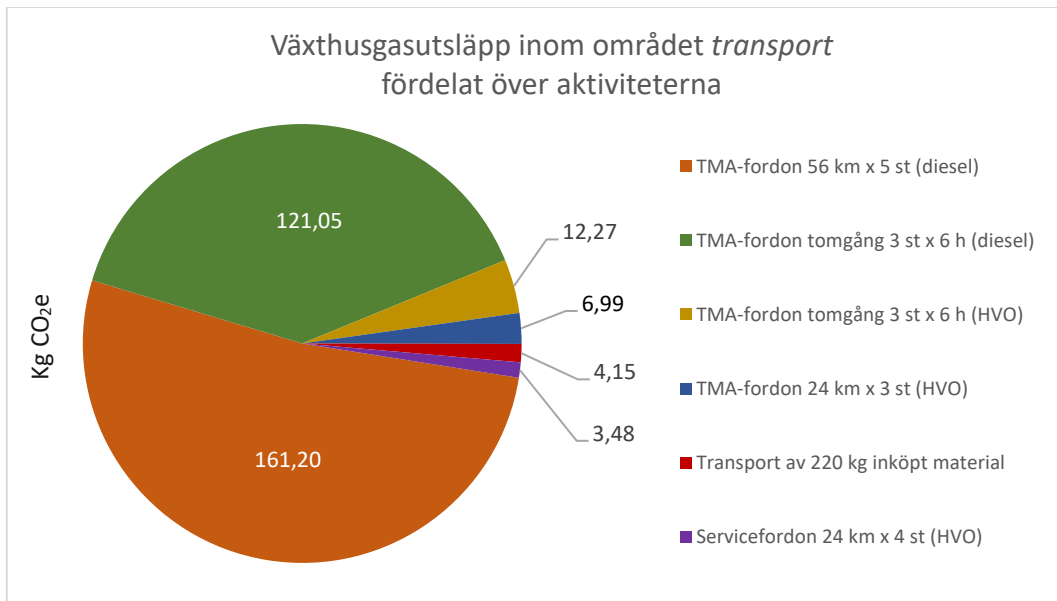
Figur 5. Totala växthusgasutsläpp genererade under den av Ramudden utförda tunnelavstängningen natten mellan den 20 och 21 april 2023 kl. 21:30–04:30, inom områdena material (vagga-till-grind), transport (källa-till-hjul) och avfall (grind-till-grav). För bakomliggande data se kapitel 4.4 Resultat totala utsläpp.



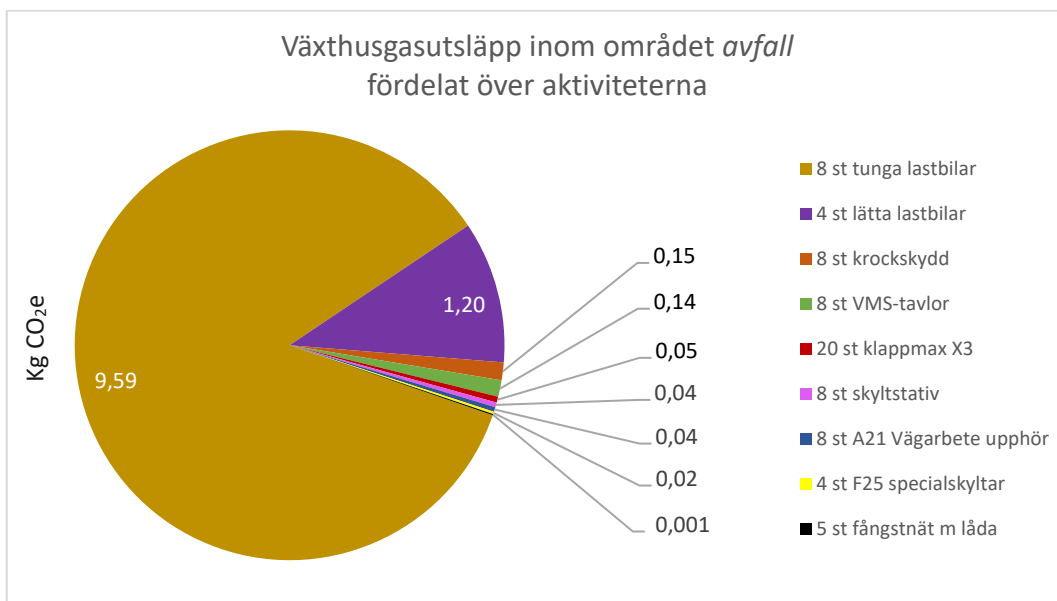
Figur 6. Enskild aktivitet inom respektive undersökt område som genererar störst växthusgasutsläpp, beräknat på vagna-till-grind för material, källa-till-hjul för transport och grind-till-grav för avfall. För bakomliggande data se Resultatkapitel [4.1](#), [4.2](#) och [4.3](#).



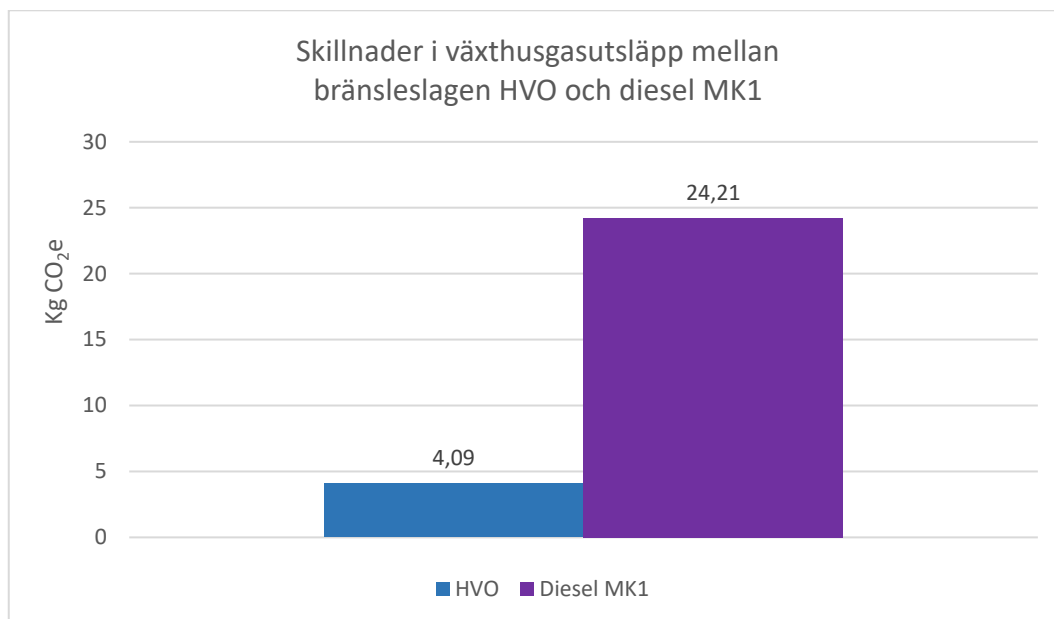
Figur 7. Växthusgasutsläpp för respektive aktivitet inom området material. För bakomliggande data se kapitel [4.1](#) Resultat material.



Figur 8. Växthusgasutsläpp för respektive aktivitet inom området *transport*. För bakomliggande data se kapitel [4.2](#) Resultat transport.



Figur 9. Växthusgasutsläpp för respektive aktivitet inom området *avfall*. För bakomliggande data se kapitel [4.3](#) Resultat avfall.



Figur 10. Skillnaden i växthusgasutsläpp mellan bränsleslagen HVO och diesel miljöklass 1 vid ett TMA-fordons tomgångskörning i sex timmar. För beräkningarna gällande figuren, se [Bilaga C Beräkning för jämförelse av HVO och diesel](#).

## 6.1 Framtida studier

Skyddsbarriärer är en vanligt förekommande produkt som används frekvent inom Ramuddens bygg- och anläggningsprojekt, dock ej i den för studien aktuella tunnelavstängningen. Barriärerna består till största del av betong, ett material som är en stor källa till koldioxidutsläpp, huvudsakligen härrörande från tillverkningsfasen, och som medför en påtaglig klimatpåverkan (Fossilfritt Sverige, u.å.). Frånvaron av barriärer inom studieobjektet är till viss del en avvikelse från Ramuddens generella verksamhetsutövande. Detta lämnar dock utrymme för vidare studier kring hur olika barriärkonstruktioner och alternativa material skulle kunna påverka utsläppsnivåerna.

Ett annat område som gärna skulle undersökas vidare vore att gå igenom Ramuddens hela värdekedja och utifrån den identifiera hotspots som sedan kunde bli underlag för att sätta vetenskapliga mål, eller ett så kallat Science based targets (SBT).

## Referenser

2050. (2020). *Klimatredovisning bland de stora bolagen på Stockholmsbörsen*. Hämtat från 2050. Fast forward to a greener future: <https://2050.se/wp-content/uploads/2020/12/Klimatredovisning-bland-de-stora-bolagen-pa-Stockholmsborsen-2020.pdf>
- Backman, J. (2016). *Rapporter och uppsatser* (3 uppl.). Studentlitteratur AB.
- Biggam, J. (2017). *Succeeding with your master's dissertation* (4 uppl.). Open university press.
- Borglund, T., de Geer, H., Sweet, S., Frostenson, M., Grafström, M., Lerpold, L., . . . Windell, K. (2021). *CSR och hållbart företagande*. Stockholm: Sanoma utbildning.
- Boverket. (den 20 februari 2019). *Metodval för LCA*. Hämtat från Boverket: <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/livscykelanalys/sahar-gors-en-lca/metodval-for-lca/> den 16 maj 2023
- Busch, T., Johnson, M., & Pioch, T. (2022). Corporate carbon performance data: Quo vadis? *Journal of industrial ecology*, 26(1), ss. 350–363.  
doi:<https://doi.org/10.1111/jiec.13008>
- Byggföretagen. (den 16 maj 2023). *Om oss*. Hämtat från Byggföretagen : <https://byggforetagen.se/om-oss/var-organisation/>
- Byggföretagen. (u.å.). *Beräkningsverktyg för mätning och kartläggning av klimatutsläpp*. Hämtat från Byggföretagen: <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fbyggforetagen.se%2Fapp%2Fuploads%2F2021%2F02%2FBer%25C3%25A4kningsverktyg-f%25C3%25B6r-m%25C3%25A4tning-och-kartl%25C3%25A4ggning-av-klimatutsl%25C3%25A4pp.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK> den 5 maj 2023
- Byggföretagen. (u.å.). *Råd & tips vid anlitande av underentreprenör*. Hämtat från Byggföretagen: [https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/04/Rad\\_och\\_tips\\_vid\\_anlitande\\_av\\_underentreprenor2020.pdf.pdf](https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/04/Rad_och_tips_vid_anlitande_av_underentreprenor2020.pdf.pdf) den 6 juni 2023
- CDP. (juli 2017). *The carbon majors database | CDP carbon majors report 2017*. Hämtat från CDP: <https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/reports/documents/000/002/327/original/Carbon-Majors-Report-2017.pdf?1501833772>
- CDP. (u.å.). *Guidance for companies*. Hämtat från CDP: <https://www.cdp.net/en/guidance/guidance-for-companies> den 22 maj 2023

- Coen, D., Herman, K., & Pegram, T. (november 2022). Are corporate climate efforts genuine? An empirical analysis of the climate 'talk-walk' hypothesis. *Business strategy and the environment*, 31(7), ss. 3040–3059. doi: <https://doi.org/10.1002/bse.3063>
- Delgado, O., Rodríguez, F., & Muncrief, R. (2017). *Fuel efficiency technology in european heavy-duty vehicles: baseline and potential for the 2020–2030 timeframe*. Hämtat från The international council for clean transportation: <https://theicct.org/publication/fuel-efficiency-technology-in-european-heavy-duty-vehicles-baseline-and-potential-for-the-2020-2030-timeframe/>
- Department for business, energy & industrial strategy och Department for environment food & rural affairs. (den 20 september 2022). *UK government GHG conversion factors for company reporting*. Hämtat från GOV.UK: [https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fassets.publishing.service.gov.uk%2Fgovernment%2Fuploads%2Fsystem%2Fuploads%2Fattachment\\_data%2Ffile%2F1083854%2Fghg-conversion-factors-2022-condensed-set.xls&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fassets.publishing.service.gov.uk%2Fgovernment%2Fuploads%2Fsystem%2Fuploads%2Fattachment_data%2Ffile%2F1083854%2Fghg-conversion-factors-2022-condensed-set.xls&wdOrigin=BROWSELINK)
- Ecometrica. (u.å.). *CDP response services*. Hämtat från Ecometrica: <https://ecometrica.com/solutions/reporting/cdp/> den 22 maj 2023
- Egan , N. (den 12 oktober 2020). *Vad är minusutsläpp och vilken betydelse kan metoden få för klimatarbetet?* Hämtat från Lunds universitet: <https://www.lu.se/artikel/vad-ar-minusutslapp-och-vilken-betydelse-kan-metoden-fa-klimatarbetet>
- EPA. (den 18 april 2023). *Emission factors for greenhouse gas inventories*. Hämtat från EPA Environmental protection agency: [https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03/ghg\\_emission\\_factors\\_hub.pdf](https://www.epa.gov/system/files/documents/2023-03/ghg_emission_factors_hub.pdf)
- Europaportalen. (den 9 november 2022). *Sverige klimatmål skärps efter EU-förhandling*. Hämtat från Europaportalen: <https://www.europaportalen.se/index.php/2022/11/sveriges-klimatmal-skarps-efter-eu-forhandling>
- European commission. (den 14 juli 2021). *Regulations of the european parliament and of the council*. Hämtat från European commission: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:bb3257a0-e4ee-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC\\_2&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:bb3257a0-e4ee-11eb-a1a5-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_2&format=PDF)
- European commission. (u.å.). *Well-to-wheels analysis*. Hämtat från European commission: [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/jec-activities/well-wheels-analysis\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/jec-activities/well-wheels-analysis_en) den 22 maj 2023

- European council. (den 20 oktober 2022). *5 facts about the EU's goal of climate neutrality*. Hämtat från European Council:  
<https://www.consilium.europa.eu/en/5-facts-eu-climate-neutrality/> den 7 maj 2023
- European environment agency. (den 11 maj 2021). *Upp till bevis - Global diplomati och sökandet efter en efterföljare till Kyotoprotokollet*. Hämtat från European environment agency: <https://www.eea.europa.eu/sv/articles/upp-till-bevis-global-diplomati-och-sokandet-efter-en-efterfoljare-till-kyotoprotokollet> den 7 maj 2023
- Europeiska kommissionen. (u.å.). *Klimatförändringarnas konsekvenser*. Hämtat från Europeiska kommissionen: [https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_sv](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_sv) den 7 maj 2023
- Europeiska unionens råd. (den 8 november 2022). *55 %-paketet: EU skärper utsläppsminskningarna för medlemsländerna*. Hämtat från Europeiska rådet: <https://www.consilium.europa.eu/sv/press/press-releases/2022/11/08/fit-for-55-eu-strengthens-emission-reduction-targets-for-member-states/>
- Fortune media IP limited. (u.å.). *Methodology for fortune 500*. Hämtat från Fortune: <https://fortune.com/franchise-list-page/fortune-500-methodology-2022/> den 12 april 2023
- Fossilfritt Sverige. (den 28 mars 2018). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft | Bygg- och anläggningssektorn*. Hämtat från Byggföretagen: [https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/Fardplan\\_for\\_fossilfri\\_bygg-och\\_anlaggningssektor\\_20181228-1.pdf](https://byggforetagen.se/app/uploads/2020/01/Fardplan_for_fossilfri_bygg-och_anlaggningssektor_20181228-1.pdf)
- Fossilfritt Sverige. (u.å.). *Bygg- och anläggningssektorn*. Hämtat från Fossilfritt Sverige: <https://fossilfritt Sverige.se/roadmap/bygg-och-anlaggningssektorn/> den 7 maj 2023
- Fossilfritt Sverige. (u.å.). *Cementbranschen*. Hämtat från Fossilfritt Sverige: <https://fossilfritt Sverige.se/roadmap/cementbranschen/> den 6 juni 2023
- GHG protocol. (2004). *A corporate accounting and reporting standard (revised edition)*. Hämtat från Greenhouse gas protocol: <https://ghgprotocol.org/corporate-standard> den 5 januari 2023
- GHG protocol. (september 2011). *Corporate value chain (scope 3) accounting and reporting standard*. Hämtat från Greenhouse gas protocol: [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard\\_041613\\_2.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporting-Standard_041613_2.pdf) den 5 januari 2023
- GHG protocol. (2013). *Technical guidance for calculating scope 3 emissions (version 1.0)*. Hämtat från Greenhouse gas protocol:

- [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3\\_Calculation\\_Guidance\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf)
- GHG protocol. (2015). *Scope 2 guidance*. Hämtat från GHG protocol:  
<https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-03/Scope%20%20Guidance.pdf>
- GHG protocol. (u.å.). *About us*. Hämtat från Greenhouse gas protocol:  
<https://ghgprotocol.org/about-us>
- GHG protocol. (u.å.). *Standards*. Hämtat från Greenhouse gas protocol:  
<https://ghgprotocol.org/standards> den 12 april 2023
- GHG protocol. (den 12 april u.å.). *Survey on need for GHG protocol corporate standards and guidance updates*. Hämtat från GHG protocol:  
<https://ghgprotocol.org/survey-need-ghg-protocol-corporate-standards-and-guidance-updates-2023>
- Gillenwater, M. (oktober 2022). Examining the impact of GHG accounting principles. *Carbon management, 13:1*, ss. 550–553.  
doi:<https://doi.org/10.1080/17583004.2022.2135238>
- Global climate action NAZCA. (u.å.). *30,763 actors engaging in climate actions*. Hämtat från Global climate action NAZCA:  
[https://climateaction.unfccc.int/?gclid=Cj0KCQjwmZejBhC\\_ARIsAGhCqndZuUvRwlmkjQLafTMIW9baJyzvbnMvm3J72GwHmYMpbLsfpc89IHgaAkHbEALw\\_wcB](https://climateaction.unfccc.int/?gclid=Cj0KCQjwmZejBhC_ARIsAGhCqndZuUvRwlmkjQLafTMIW9baJyzvbnMvm3J72GwHmYMpbLsfpc89IHgaAkHbEALw_wcB) den 19 maj 2023
- Globalportalen. (den 25 november 2022). *5 gånger företag har lurat oss med greenwashing*. Hämtat från Globalportalen: <https://globalportalen.org/artiklar/5-ganger-foretag-har-lurat-oss-med-greenwashing>
- GRI standards. (2016). *GRI: 305 Emissions*. Hämtat från GRI standards:  
<https://www.globalreporting.org/standards/media/1012/gri-305-emissions-2016.pdf>
- GRI. (u.å.). *The global leader for impact reporting*. Hämtat från Global reporting:  
<https://www.globalreporting.org/> den maj 22 2023
- Hagainitiativet. (2021). *Hagainitiativet klimatledarskap i näringslivet | Klimatbokslut 2021 på väg mot 2030*. Hämtat från Hagainitiativet:  
<https://www.hagainitiativet.se/wp-content/uploads/2022/09/klimatbokslut.pdf>
- Harvard business school. (u.å.). *The value chain*. Hämtat från Harvard business school:  
<https://www.isc.hbs.edu/strategy/business-strategy/Pages/the-value-chain.aspx> den 3 mars 2023
- Hec Montréal. (u.å.). *The summation symbol*. Hämtat från Hec montréal:  
[https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3\\_Calculation\\_Guidance\\_0.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Scope3_Calculation_Guidance_0.pdf) den 4 juni 2023

- Hertwich, E. G., & Wood, R. (2018). *Environmental research letters*, 13(104013).
- IPCC. (2006). *Introduction to the 2006 guidelines*. Hämtat från IPCC: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1\\_Volume1/V1\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf)
- IPCC. (2019). *Chapter 1 | Introduction to national ghg inventories*. Hämtat från IPCC: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1\\_Volume1/19R\\_V1\\_Ch01\\_Introduction.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/1_Volume1/19R_V1_Ch01_Introduction.pdf)
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of working group III to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA: Cambridge university press.
- Krabbe, O., Linthorst, G., Blok, K., Crijns-Graus, W., P. van Vuuren, D., Höhne, N., . . . Carrillo Pineda, A. (augusti 2015). Aligning corporate greenhouse-gas emissions targets with climate goals. *Nature climate change*, 5, ss. 1057–1061.  
doi:<https://doi.org/10.1038/nclimate2770>
- Miljöministeriet. (u.å.). *Vad är den gröna omställningen?* Hämtat från Miljöministeriet: <https://ym.fi/sv/vad-ar-den-grona-omstallningen> den 18 maj 2023
- Naturvårdsverket. (den 1 december 2022). *Därför blir det varmare*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/darfor-blir-det-varmare/> den 7 maj 2023
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Beräkna klimatpåverkan*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan/> den 16 februari 2023
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Beräkna klimatpåverkan | Beräkning enligt GHG Protocol eller ISO-standard*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan/berakning-enligt-ghg-protocol-eller-iso-standard/> den 5 januari 2023
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Biogena koldioxidutsläpp och klimatpåverkan*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/omraden/klimatet-och-skogen/biogena-koldioxidutslapp-och-klimatpaverkan/> den 6 juni 2023
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Klimatförändringar*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/> den 7 maj 2023

- Naturvårdsverket. (u.å.). *Klimatkonventionen och förhandlingsarbete*. Hämtat från Naturvårdsverket:  
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/det-globala-klimatarbetet/klimatkonventionen-och-forhandlingsarbete/> den 7 maj 2023
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Tre sätt att beräkna klimatpåverkande utsläpp*. Hämtat från Naturvårdsverket:  
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomstallningen/sveriges-klimatarbete/tre-satt-att-berakna-klimatpaverkande-utslapp/> den 7 maj 2023
- Nordelöf, A., Romare, M., & Tivander, J. (2019). Life cycle assessment of city buses powered by electricity, hydrogenated vegetable oil or diesel. *Transportation research part D: Transport and environment*, 75, 211–222.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.08.019>
- Patchell, J. (den 1 juni 2018). Can the implications of the GHG protocol's scope 3 standard be realized? *Journal of cleaner production*, 185, ss. 941–958.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.003>
- Ragnsells. (u.å.). *Laminatglas (bygg)*. Hämtat från Ragnsells:  
<https://www.ragnsells.se/kundservice/information/sorteringsguide/bygg-rivningsavfall/laminatglas-bygg/> den 5 juni 2023
- Ramudden. (den 23 mars 2023). *Hållbarhetsrapport 2022*. Hämtat från Ramudden:  
<https://www.ramudden.se/globalassets/about-us/swe/hallbarhetsrapport-2022.pdf>
- Ramudden. (u.å.). *WZS ground and Triton*. Hämtat från Ramudden:  
<https://www.ramuddengroup.com/about-us/wzsgroup/> den 1 juni 2023
- Regeringskansliet. (den 5 april 2022). *En taxonomi för hållbara investeringar*. Hämtat från Regeringskansliet: <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/finansmarknad/taxonomi-ska-gora-det-enklare-att-identifiera-och-jamfora-miljomassigt-hallbara-investeringar/>
- Sandgren, A., Lindeberg, K., Andersson, J., & Adolfsson, I. (maj 2018). *Klimatberäkningsmetod för allmännyttans bostadsföretag*. Hämtat från IVL svenska miljöinstitutet :  
<https://www.ivl.se/download/18.34244ba71728fcb3f3f8f3/1591705288827/B2302.pdf>
- SCB. (den 26 februari 2023). *Sökning efter SNI-kod*. doi:<https://sni2007.scb.se/default.asp>
- Science based targets. (juni 2022a). *Progress report 2021*. Hämtat från Science-based net-zero. Version 1.2:  
<https://sciencebasedtargets.org/resources/files/SBTiProgressReport2021.pdf>

- Science based targets. (den 20 februari 2023). *Scope 3: Stepping up science-based action*. Hämtat från Science based targets: <https://sciencebasedtargets.org/blog/scope-3-stepping-up-science-based-action> den 21 maj 2023
- Scienced based targets. (den 27 juni 2022b). *The journey of the scienced based targets initiative*. Hämtat från Scienced based targets: <https://sciencebasedtargets.org/blog/the-journey-of-the-science-based-targets-initiative>
- Soam, S., & Hillman, K. (2019). actors influencing the environmental sustainability and growth of hydrotreated vegetable oil (HVO) in Sweden. *Bioresource Technology Reports*, 7(100244), <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100244>. doi:<https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100244>
- Statistikcentralen. (u.å.). *Aktivitetsdata*. Hämtat från Statistikcentralen: [https://www.stat.fi/meta/kas/aktiviteettidat\\_sv.html](https://www.stat.fi/meta/kas/aktiviteettidat_sv.html) den 5 april 2023
- Stockholms stad. (den 28 november 2022). *Så beräknas drivmedlens klimatpåverkan*. Hämtat från <https://hallbart.stockholm/lar-dig-mer/drivmedel-klimat/drivmedels-klimatpaverkan/>
- Streck, C. (2020). Filling in for government? The role of the private actors in the international climate regime. *Journal for european & planning law*, 17(1), ss. 5–28. doi:<https://doi.org/10.1163/18760104-01701003>
- Sveriges miljömål . (den 13 april 2023). *Utsläpp av växthusgaser* . Hämtat från Sveriges miljömål : <https://www.sverigesmiljomal.se/etappmalen/utslapp-av-vaxthusgaser-till-ar-2030/> den 7 maj 2023
- Sveriges miljömål. (u.å.). *Utsläpp av klimatpåverkande gaser*. Hämtat från Sveriges miljömål: <https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/begransad-klimatpaverkan/klimatpaverkande-utslapp/> den 7 maj 2023
- TCFD. (juni 2017). *Final report | Recommendations of the task force on climate-related financial disclosures*. Hämtat från TCFD Task force on climate-related financial disclosures: <https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2021/10/FINAL-2017-TCFD-Report.pdf>
- TCFD. (u.å.). *Task force on climate-related financial disclosures*. Hämtat från TCFD: <https://www.globalreporting.org/> den 22 maj 2023
- Tillväxtanalys. (oktober 2017). *Innovationsrika metaller och mineral från brytning till produkt*. Hämtat från Tillväxtanalys: [https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.62dd45451715a00666f1b7cc/1586366157955/rapport\\_2017\\_03\\_Innovationskritiska%20metaller%20och%20mineral%20fr%C3%A5n%20brytning%20till%20produkt.pdf](https://www.tillvaxtanalys.se/download/18.62dd45451715a00666f1b7cc/1586366157955/rapport_2017_03_Innovationskritiska%20metaller%20och%20mineral%20fr%C3%A5n%20brytning%20till%20produkt.pdf)

- Tinz, J., de Ancos, T., & Rohn, H. (2023). Carbon footprint of mechanical recycling of post-industrial plastic waste: study of ABS, PA66GF30, PC and POM regrinds. *Waste, 1*(1), 127–139. doi:<https://doi.org/10.3390/waste1010010>
- Trafikverket . (april 2013). *Trafikolyckor med påkörningar på TMA*. Hämtat från Trafikverket: [https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10478/RelatedFiles/2013\\_059\\_trafikolyckor\\_med\\_pakorningar\\_pa\\_tma.pdf](https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10478/RelatedFiles/2013_059_trafikolyckor_med_pakorningar_pa_tma.pdf)
- Trafikverket. (den 15 juli 2020). *Säkerhetshandbok för komplexa väganläggningar*. Hämtat från Trafikverket: <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1469797/FULLTEXT02.pdf>
- Trafikverket. (den 1 april 2022). *Klimatkrav i planläggning byggskede underhåll och på tekniskt godkänt järnvägsmateriel 2015:0480*. Hämtat från Trafikverket: <https://trvdokument.trafikverket.se/Versioner.aspx?spid=5481&dokumentId=TDOK%202015%3A0480>
- Transportstyrelsen. (u.å.). *Fordonsuppgifter*. Hämtat från Transportstyrelsen: <https://fordon-fu-regnr.transportstyrelsen.se/> den 20 maj 2023
- UN global compact. (u.å.). *Scope 3 emissions*. Hämtat från UN global compact: <https://www.unglobalcompact.org.uk/scope-3-emissions/> januari 2023
- UNFCCC. (u.å.). *The Doha amendment*. Hämtat från UNFCCC: <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/the-doha-amendment> den 12 april 2023
- United nations [UN]. (u.å.). *Paris agreement*. Hämtat från United nations: <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement> den 13 december 2022
- Upphandlingsmyndigheten. (den 18 januari 2018). *Vad är avropsavtal och leveransavtal för typ av avtal?* Hämtat från Upphandlingsmyndigheten: <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/frageportalen/1651507/typ-av-avtal/>
- Världsmeteorologiska organisationen [WMO]. (den 26 oktober 2022). *More bad news for the planet: greenhouse gas levels hit new highs*. Hämtat från World meteorological organization: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/more-bad-news-planet-greenhouse-gas-levels-hit-new-highs> den 7 maj 2023
- WBCSD. (u.å.). *About us*. Hämtat från WBCSD: <https://www.wbcd.org/Overview/About-us> den 2 juni 2023
- WMO. (den 30 oktober 2017). *Greenhouse gas concentrations surge to new record*. Hämtat från WMO: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-concentrations-surge-new-record> den 7 maj 2023
- World resouce institute. (u.å.). *Greenhouse gas protocol*. Hämtat från World resouce institute: <https://www.wri.org/initiatives/greenhouse-gas-protocol> den 7 maj 2023

WRI. (u.å.). *Building a low-carbon future*. Hämtat från WRI: <https://www.wri.org/> den 6 juni 2023

## Bilaga A

### Emissionsfaktorer med källor, samt övrig information rörande beräkningarna i resultattabellerna:

Emissionsfaktorer hämtades från emissionsfaktordatabaser och vetenskapliga artiklars livscykelanalyser. När exakta emissionsfaktorer för material och dess hantering inte hittades så valdes emissionsfaktorer utifrån närmsta möjliga tillgängliga alternativ i emissionsfaktordatabaser och vetenskapliga artiklars livscykelanalyser.

## Material

### Galvaniserad stål

- Emissionsfaktor för *Konstruktionsstål, galvad*: 1,795 kg/kg (Byggföretagen, u.å.)

### Glas

- Emissionsfaktor *Planglas*: 1,120 kg/kg (Byggföretagen, u.å.)

### Aluminium

- Emissionsfaktor *Aluminium*: 9,160 kg/kg (Byggföretagen, u.å.)

### LED-dioder

- Emissionsfaktor *Mixed electronics*: 3,267 kg/kg (Department for business, energy & industrial strategy och Department for environment food & rural affairs, 2022)

### Kretskort

- Emissionsfaktor *Mixed electronics*: 3,267 kg/kg (Department for business, energy & industrial strategy och Department for environment food & rural affairs, 2022)

### Plåt

- Emissionsfaktor *Tunnplåt, aluzink*: 2,427 kg/kg (Byggföretagen, u.å.)

### LED-lampor

- Emissionsfaktor *Mixed electronics*: 3,267 kg/kg (Department for business, energy & industrial strategy och Department for environment food & rural affairs, 2022)

### Tung lastbil

- Emissionsfaktor för *Stadsbuss*: 100 000 kg/fordon (Nordelöf, Romare, & Tivander, 2019).

### Lätt lastbil

- Emissionsfaktor för  $\frac{1}{4}$  *stadsbuss*: 25 000 kg/fordon (Nordelöf, Romare, & Tivander, 2019).

## **Polyester**

- Emissionsfaktor *Average plastics*: 3,116 kg/kg (Department for business, energy & industrial strategy och Department for environment food & rural affairs, 2022).

## **ABS, återvunnen**

- Emissionsfaktor för *Återvunnen ABS*: 0,146 kg/kg (Tinz, de Ancos, & Rohn, 2023)

## **PVC, återvunnen**

- Emissionsfaktor för *Jungfrulig PVC*: 2,560 kg/kg (Byggföretagen, u.å.).

# Transport

## **Servicefordon**

- Emissionsfaktor för bränsleslag HVO: 0,454 kg/l (Byggföretagen, u.å.).
- Bränsleförbrukning: BAZ209 7,7 l/100km; HRJ77M 8 l/100km; XUW673 7,4 l/100km; GWZ535 8,9 l/100km. Information från Transportstyrelsens webbsida genom sökning på registreringsnumren (Transportstyrelsen, u.å.).

## **TMA-bilar (Ramudden)**

- Emissionsfaktor för bränsleslag HVO: 0,454 kg/l (Byggföretagen, u.å.).
- Bränsleförbrukning för tung lastbil (genomsnitt): 21,4 l/100 km (Delgado, Rodríguez, & Muncrief, 2017).

## **TMA-bilar (Ekab)**

- Emissionsfaktor för bränsleslag diesel miljöklass 1: 2,690 kg/l (Byggföretagen, u.å.).
- Dieselklass: Miljöklass 1 (M. Eifrem personlig kommunikation, 5 maj 2023)
- Bränsleförbrukning för tung lastbil (genomsnitt): 21,4 l/100 km (Delgado, Rodríguez, & Muncrief, 2017).

## **Transport av inköpt material (DB Schenker)**

- Emissionsfaktor för ”delad transport med tung lastbil med släp”: 0,062 kg/tkm (Byggföretagen, u.å.).

## **Tomgång (Ramudden)**

- Emissionsfaktor för bränsleslag HVO: 0,454 kg/l (Byggföretagen, u.å.).
- Bränsleförbrukning på tomgång: 1,5 l/h (A. Pettersson, Arver lastbilar, personlig kommunikation, 28 april 2023).

## **Tomgång (Ekab)**

- Emissionsfaktor för bränsleslag diesel miljöklass 1: 2,690 kg/l (Byggföretagen, u.å.).
- Bränsleförbrukning på tomgång: 1,5 l/h (A. Pettersson, Arver lastbilar, personlig kommunikation, 28 april 2023).

# Avfall

## **Galvaniserad stål**

- Emissionsfaktor för *Återvinning av steel cans*: 0,356 kg/kg (EPA, 2023).

## **Glas**

- Emissionsfaktor för *Återvinning av glass (glas)* 0,056 kg/kg (EPA, 2023).
- Sluthantering: Laminatglas (bygg) återvinns (Ragnsells, u.å.).

## **Aluminium**

- Emissionsfaktor för *Återvinning aluminium cans*: 0,067 kg/kg (EPA, 2023)

## **LED-dioder**

- Emissionsfaktor för *Förbränning mixed electronics*: 0,967 kg/kg (EPA, 2023)

## **Kretskort**

- Emissionsfaktor för *Förbränning mixed electronics*: 0,967 kg/kg (EPA, 2023)

## **Plåt**

- Emissionsfaktor för *Återvinning mixed metals*: 0,230 kg/kg (EPA, 2023)

## **LED-lampor**

- Emissionsfaktor för *Förbränning mixed electronics*: 0,967 kg/kg (EPA, 2023).

## **Tung lastbil**

- Emissionsfaktor för *Återvinning av stadsbuss*: 15 000 kg/fordon (Nordelöf, Romare, & Tivander, 2019).

## **Lätt lastbil**

- Emissionsfaktor för *Återvinning av ¼ stadsbuss*: 3 750 kg/fordon (Nordelöf, Romare, & Tivander, 2019).

## **Polyester**

- Emissionsfaktor för *Förbränning mixed plastics*: 0,021 kg/kg (EPA, 2023).
- Sluthantering: Förbränning (A. Danielsson, Stena recycling, personlig kommunikation, 3 maj 2023).

## **ABS**

- Emissionsfaktor för *Förbränning mixed plastics*: 0,021 kg/kg (EPA, 2023).

## **PVC**

- Emissionsfaktor för *Förbränning PVC* : 1,400 kg/kg (EPA, 2023).

## Bilaga B

### **Antaganden och beslut**

#### **Antagande om emissionsfaktorer för tung lastbil och lätt lastbil för material vagga-till-grind och för avfall grind-till-grav:**

Ingen förstahandsinformation fanns att tillgå angående tung och lätt lastbils emissionsfaktorer för framtagning eller sluthantering. Ett antagande gjordes därmed utifrån information från Tinz et al. (2023) att en tung lastbil har liknande utsläppsnivåer både vagga-till-grind och grind-till-grav som en buss. Enligt Tinz et al. är växthusgasutsläppen för framtagning av en buss omkring 100 000 kilogram koldioxidekvivalenter medan sluthantering är omkring 15 000 kilogram koldioxidekvivalenter. Dessa emissionsfaktorer användes därmed för tung lastbil i studien.

Ytterligare ett antagande gjordes att en lätt lastbil väger en fjärdedel av en tung lastbil. Utifrån det antagandet delades emissionsfaktorn från Tinz et al. (2023) på fyra. Emissionsfaktorn för framtagning av lätt lastbil blev då 25 000 kilogram koldioxidekvivalenter medan emissionsfaktorn för sluthantering blev 3 750 kilogram koldioxidekvivalenter.

#### **Antagande om TMA-fordonens bränsleförbrukning:**

Ingen förstahandsinformation fanns att tillgå angående TMA-fordonens bränsleförbrukning. Ett antagande gjordes därmed utifrån information från Internationella rådet för rena transporters (ICCT) hemsida; presenterat i en rapport av Delgado et al. (2017) anges att den generella basförbrukningen för europeiska 12-tonslastbilar vid stadskörning ger en bränslekonsumtion på 21,4 liter per 100 kilometer. Uträknat enligt nedan beräkning blir då bränsleförbrukningen 0,214 liter per kilometer.

$$BF = 21,4 \text{ l}/100 \text{ km}$$

$$\frac{21,4 \text{ l}}{100} \cdot \frac{100 \text{ km}}{100} \\ = 0,214 \text{ l}/\text{km}$$

#### **Beslut om att genomsnittlig presentation av servicefordonens bränsleförbrukning:**

Bränsleförbrukning under blandad körning för Ramuddens fyra servicebilar (lätt lastbil) som medverkade under tunnelavstängningen, framtagen genom sökning på fordonens registreringsnummer på Trafikstyrelsens webbplats (u.å.):

| <b>Fabrikat</b>    | <b>År</b> | <b>Bränsleförbrukning</b>   |
|--------------------|-----------|-----------------------------|
| Volkswagen Crafter | GWZ535    | 8,9 liter per 100 kilometer |

|                        |        |                             |
|------------------------|--------|-----------------------------|
| Volkswagen Crafter     | XUW673 | 7,4 liter per 100 kilometer |
| Mercedes-Benz Sprinter | HRJ77M | 8,0 liter per 100 kilometer |
| Iveco Daily            | BAZ209 | 7,7 liter per 100 kilometer |

Den genomsnittliga bränsleförbrukningen för samtliga servicebilar uträknat per kilometer blir då enligt nedan beräkning 0,08 liter per kilometer.

$$8,9 + 7,4 + 8,0 + 7,7 = 32,0 \text{ l/km totalt}$$

$$\frac{32,0}{4 \text{ fordon}}$$

$$= 8,0 \text{ l/100 km i genomsnitt}$$

$$\frac{8,0 \text{ l}}{100} \frac{100 \text{ km}}{100}$$

$$= 0,08 \text{ l/km i genomsnitt}$$

För att underlätta läsningen i resultattabellen presenteras samtliga fyra servicebilar utifrån den genomsnittliga bränsleförbrukningen på 0,08 liter per kilometer.

### **Antagande om ABS-plastens växthusgasutsläpp från energiförbrukning:**

Angående källan för emissionsfaktor för framtagandet av ABS-plast från återvunnen ABS-plast (Tinz, de Ancos, & Rohn, 2023) så görs ett antagande om att elektriciteten för framtagandet är förnybar. Utsläppen vid användningen av förnybar el är noll, därmed tillkommer inga ytterligare utsläpp än de som redan beräknats i emissionsfaktorn.

## Bilaga C

### Omräkning short ton till metriska ton:

Omräkning av enheten amerikanska ton (short ton) till metriska ton (ton) för emissionsfaktorer från EPA:s (2023) emissionsfaktordatabas. 1 short ton är 0,907185 metriska ton, vilket i studien avrundas till 0,9 ton, alltså 900 kilogram.

---

Emissionsfaktorn för ”recycled steel cans” (återvinning av stålburkar) anges som 0,32 metriska ton koldioxidekvivalenter per short ton. Emissionsfaktorn för återvinning av stålburkar blir då enligt beräkningen nedan 0,011 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram.

$$EF = 0,32 \text{ ton } CO_2e/\text{short ton}$$

$$1 \text{ short ton} = 900 \text{ kg}$$

$$EF = 0,32 \text{ ton } CO_2e/1 \times 900$$

$$EF = 0,32 \text{ ton } CO_2e/900 \text{ kg}$$

$$EF = \frac{0,32}{900} \frac{\text{ton } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$EF = \frac{0,32 \times 1000}{900} \frac{\text{kg } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$= 0,3555555555555556 \approx 0,356$$

$$EF = 0,356 \text{ kg } CO_2e/\text{kg}$$

---

Emissionsfaktorn för ”recycled glass” (återvinning av glas) anges som 0,05 metriska ton koldioxidekvivalenter per short ton. Emissionsfaktorn för återvinning av glas blir då enligt beräkning nedan 0,056 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram.

$$EF = 0,05 \text{ ton } CO_2e/\text{short ton}$$

$$1 \text{ short ton} = 900 \text{ kg}$$

$$EF = 0,05 \text{ ton } CO_2e/1 \times 900$$

$$EF = 0,05 \text{ ton } CO_2e/900 \text{ kg}$$

$$EF = \frac{0,05}{900} \frac{\text{ton } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$EF = \frac{0,05 \times 1000}{900} \frac{\text{kg } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$= 0,0555555555555556 \approx 0,056$$

$$EF = 0,056 \text{ kg } CO_2e/\text{kg}$$

---

Emissionsfaktorn för ”recycled aluminum” (återvunnen aluminium) anges som 0,06 metriska ton koldioxidekvivalenter per short ton. Emissionsfaktorn för återvinning av aluminium blir då enligt beräkningen nedan 0,067 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram.

$$EF = 0,06 \text{ ton } CO_2e/\text{short ton}$$

$$1 \text{ short ton} = 900 \text{ kg}$$

$$EF = 0,06 \text{ ton } CO_2e/1 \times 900$$

$$EF = 0,06 \text{ ton } CO_2e/900 \text{ kg}$$

$$EF = \frac{0,06}{900} \frac{\text{ton } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$EF = \frac{0,06 \times 1000}{900} \frac{\text{kg } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$= 0,0666666666666667 \approx 0,067$$

$$EF = \mathbf{0,067 \text{ kg } CO_2e/\text{kg}}$$

---

Emissionsfaktorn för ”combustion mixed electronics” (förbränning av elmix) anges som 0,87 metriska ton koldioxidekvivalenter per short ton. Emissionsfaktorn för förbränning av elmix blir då enligt beräkningen nedan 0,967 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram.

$$EF = 0,87 \text{ ton } CO_2e/\text{short ton}$$

$$1 \text{ short ton} = 900 \text{ kg}$$

$$EF = 0,87 \text{ ton } CO_2e/1 \times 900$$

$$EF = 0,87 \text{ ton } CO_2e/900 \text{ kg}$$

$$EF = \frac{0,87}{900} \frac{\text{ton } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$EF = \frac{0,87 \times 1000}{900} \frac{\text{kg } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$= 0,9666666666666667 \approx 0,967$$

$$EF = \mathbf{0,967 \text{ kg } CO_2e/\text{kg}}$$

---

Emissionsfaktorn för ”combustion PVC” (förbränning av PVC) anges som 1,26 metrisk ton koldioxidekvivalenter per short ton. Emissionsfaktorn för förbränning av PVC blir då enligt beräkningen nedan 1,4 kilogram koldioxidekvivalenter per kilogram.

$$EF = 1,26 \text{ ton } CO_2e/\text{short ton}$$

$$1 \text{ short ton} = 900 \text{ kg}$$

$$EF = 1,26 \text{ ton } CO_2e/1 \times 900$$

$$EF = 1,26 \text{ ton } CO_2e/900 \text{ kg}$$

$$EF = \frac{1,26}{900} \frac{\text{ton } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$EF = \frac{1,26 \times 1000}{900} \frac{\text{kg } CO_2e}{\text{kg}}$$

$$= 1,4$$

$$EF = 1,4 \text{ kg } CO_2e/\text{kg}$$

---

### Beräkning för jämförelse av HVO och diesel:

För att jämföra växthusgasutsläppen vid förbränning av HVO och diesel miljöklass 1 görs en beräkning mellan användning av bränsleslagen och jämförs i [Figur 10](#).

Jämförelsen görs på ett TMA-fordons tomgångskörning i sex timmar. Fordonet drar 1,5 liter bränsle per timme, på sex timmar förbrukas därmed nio liter bränsle.

$$1,5 \text{ l/h} \times 6 \text{ h} = 9 \text{ l}$$

Emissionsfaktor för HVO är 0,454 kilogram koldioxidekvivalenter per liter, emissionsfaktor för diesel miljöklass 1 är 2,690 kilogram koldioxidekvivalenter per liter.

TMA-fordon tankat med HVO:

$$HVO = 9 \text{ l} \times 0,454 \text{ kg } CO_2e = 4,09 \text{ kg } CO_2e$$

TMA-fordon tankat med diesel miljöklass 1:

$$Diesel MK1 = 9 \text{ l} \times 2,690 \text{ kg } CO_2e = 24,21 \text{ kg } CO_2e$$

## Bilaga D

### Arbetsberedning för tunnelavstängningen, innehållandes materiallista:

Färg TA1 Arbetsberedning.



## Hej! Vi skall stänga av Norra länken TA1

Alla avstängningsplatser har färger som ordineras ut och varje färg har fått en GPS startpunkt för avsyningen, det står även med vilket blad/ TA-plan där varje färg skall utföra dess arbete. Efter era färger finns det även material som ni skall ha med.

Varje färg ska göra en avsyning alltså köra en specifik rutt för att kolla att tunneln är tom/säkrad från tredje man. Det finns en principiell översikt där man kan se sin färg och den rutt man skall köra. Där färgerna möts menas det alltså med att man skall invänta den andra färgen och ge tummen upp eller vinka (detta menas med att tunneln är säkrad bakom er)

Det finns även ett minutschema som skall följas som vi kommer gå igenom en vecka före start. Kommunikation kommer ske via RAKEL och till viss del mobil. Allt material hanteras från Spånga (60). Det material som behövs för sin TA-plan delas ut på samlingsplats innan arbetet startar.

**Ö11 RÖD**, <https://goo.gl/maps/1Cj4fE6J38oFTr2T8> 1 St SB, 1St TMA

| Utställt | Antal | Material                          | Intaget |
|----------|-------|-----------------------------------|---------|
|          | 1 st  | 20 kg fot                         |         |
|          | 1 st  | 1 m alu rör                       |         |
|          | 1 st  | A21                               |         |
|          | 1st   | Skyltvagn med D2 superpil vänster |         |
|          | 1 st  | 75 ah batteri                     |         |

**Ö3 BLÅ**, <https://goo.gl/maps/89uM576sqzNKhpXG8> 1 St SB, 1 St TMA

| Utställt | Antal | Material  | Intaget |
|----------|-------|-----------|---------|
|          | 1 st  | Fångstnät |         |

**Ö3 ORANGE**. <https://goo.gl/maps/qFP6QoZKGGc9KDHq9> 1 St SB, 2 St TMA

| Utställt | Antal | Material    | Intaget |
|----------|-------|-------------|---------|
|          | 1 st  | 20 kg fot   |         |
|          | 1 st  | 1 m alu rör |         |
|          | 1 st  | A21         |         |

Ö9 & Ö10 GRÖN, <https://goo.gl/maps/rvPf34UAeLQiYP3aA> 1 St SB, 2 St TMA

| Utställt | Antal | Material  | Intaget |
|----------|-------|---|---------|
|          | 2 st  | J2 1200*1200 Notering: F25 special se TA-plan T10               |         |
|          | 1 st  | J2 1200*400 Notering: tilläggstavla till F25 special. 1 st 700m |         |
|          | 1 st  | J2 1200*400 Notering: tilläggstavla till F25 special. 1 st 250m |         |
|          | 4 st  | A21   |         |
|          | 8 st  | 20 kg fot   |         |
|          | 4 st  | 1 m alu rör   |         |
|          | 4 st  | 1,5 m alu rör   |         |
|          | 1 st  | Fångstnät   |         |

Ö5 GUL/Ö5 GUL, <https://goo.gl/maps/U2gNksNT4pSUxQDL9> 1 St SB, 2 St TMA

Gul gör Bruns avsyning då man ser hela bruns sträcka från de gulas körfält.

| Utställt | Antal | Material  | Intaget |
|----------|-------|-----------|---------|
|          | 1 st  | 20 kg fot |         |
|          | 1 st  | 1 m alu   |         |
|          | 1 st  | A21       |         |
|          | 1 st  | Fångstnät |         |

Ö5 BRUN, <https://goo.gl/maps/xUv3YsJJ13BtPFTn8> 1 St, TMA

Denna färg blir bara en TMA som ansvarar för att fångstnätet sätts upp och X3or.

Avsyningen görs av gul då man ser den körbanan hela vägen till säkerhetsbommen

| Utställt | Antal | Material        | Intaget |
|----------|-------|-----------------|---------|
|          | 1 st  | Fångstnät       |         |
|          | 10 st | X3 H/V Klappmax |         |

Ö5 LILA, <https://goo.gl/maps/5BwGERfD1pCmTwpT8> 1 St SB, 1 St TMA

Lila färg ansvarar även för att ställa ut Bruns A21 (Nortulls avfarten)

| Utställt | Antal | Material             | Intaget |
|----------|-------|----------------------|---------|
|          | 1 st  | Skyltvagn tom Med X2 |         |
|          | 1 st  | 75 ah batteri        |         |
|          | 10 st | X3 H/V klappmax      |         |
|          | 1 st  | Fångstnät            |         |
|          | 1 st  | 20 kg fot            |         |
|          | 1 st  | 1 m alu rör          |         |
|          | 1 st  | A21                  |         |

Ö8. Roslagstulls rondellen, påfart mot lidingö

<https://goo.gl/maps/umTo1Myzz6tL6SWLA> 1 St TMA/bomvakt